

Übersicht: „Vom Tensid zur Biomembran“ – Onlinematerial

M 1: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Tensiden

- Gruppenpuzzle: Tensideigenschaften
- Eigenschaften von Tensiden

M 2: Selbstorganisation zu Mizellen und Monoschichten

- Einstiegsfolie: Modelle
- Was ist ein Modell?
- Selbstorganisation von Tensiden
- Vorlage Spülbecken
- Experimente zur Selbstorganisation von Tensiden

M 3: Von der Seifenblase zur Membran

- Molekularer Aufbau einer Seifenblase
- Vergleich von Seifenblase und Biomembran
- Übersicht Gruppenarbeit: Membranmodelle im Wandel der Zeit
- Membranmodelle im Wandel der Zeit
- Ergebnis-Arbeitsblatt: Membranmodelle im Wandel der Zeit
- FRAP – Messung der Fluidität von Membranen

M 4: Stofftransport durch Membranen

- Einstiegsfolie: Stofftransport durch Membranen
- Stofftransport durch Membranen – ein Modellexperiment
- Passiver und aktiver Transport durch Membranen
- Patch-Clamp-Technik – Untersuchung von Ionenkanälen

M 5: Aktuelle Forschung an Membranen

- Film: SFB@school
- Evaluation der Unterrichtseinheit

M 1: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Tensiden

Gruppenpuzzle: Tenseigenschaften

Oberflächenaktivität

Benetzende Wirkung

Dispergiervermögen

Eigenschaften von Tensiden

Gruppenpuzzle: Tenseideigenschaften

Expertengruppen
35 Minuten



Gruppe 1:
Oberflächenaktivität



Gruppe 2:
Benetzende Wirkung



Gruppe 3:
Dispersionsvermögen

- 1) Führt die Experimente mit den entsprechenden Beobachtungsaufgaben zu eurem Thema durch.
- 2) Lest euch den Informationstext durch und beantwortet die Anschlussaufgaben.

Stammgruppen
30 Minuten



- 1) Präsentiert der Stammgruppe das Thema der jeweiligen Expertengruppe, durch eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Experimente und der weiterführenden Aufgaben (max. 3 Minuten pro Person).
- 2) Fasst die Eigenschaften von Tensiden auf dem Ergebnis-Arbeitsblatt zusammen.
- 3) Zeichnet ein einfaches Modell zum Aufbau eines Tensids. Beschreibt die Polarität des Moleküls.
- 4) Ordnet die Molekülstrukturen eurem Modell zu. Welche der abgebildeten Moleküle sind Tenside, welche nicht?

1. Bestimmung der Anzahl an Wassertropfen auf einer Münze

Materialien: Münze, Pipette

Chemikalien: Spülmittel

Durchführung: Mit einer Pipette werden so viele Tropfen Wasser bzw. Spülmittellösung auf eine Münze getropft wie möglich. Hierbei ist die Anzahl der Tropfen bis zum Überlaufen der Flüssigkeit zu bestimmen.

Entsorgung: Die Chemikalien können über den Abfluss entsorgt werden.

1) Vergleiche die Tropfenform des Wassers und der Spülmittellösung auf der Münze. Fertige hierzu eine Skizze an.

2) Vergleiche, wie viele Wasser- bzw. Spülmittellösung-Tropfen auf der Münze Platz finden, bis die Flüssigkeit überläuft.

2. Schwimmende Büroklammer

Materialien: Erlenmeyerkolben, Büroklammer

Chemikalien: Spülmittel

Durchführung: Der Erlenmeyerkolben wird mit Wasser gefüllt, bis sich das Wasser über den Rand des Kolbens wölbt. Dann wird eine Büroklammer vorsichtig auf die Oberfläche des Wassers gelegt. Anschließend wird etwas Spülmittel hinzugefügt.

Entsorgung: Die Flüssigkeit kann über den Abfluss entsorgt werden. Die Büroklammer wird gereinigt und wiederverwendet.

1) Beschreibe die Wasseroberfläche unter der Büroklammer.

2) Beschreibe, welche Veränderungen eintreten, wenn Spülmittel hinzu getropft wird.

Wassermoleküle bilden im Inneren der Flüssigkeit in alle Richtungen mit ihren Nachbarmolekülen Wasserstoffbrückenbindungen aus. Da die Anziehungskräfte in alle Richtungen wirken, heben sie sich gegenseitig auf. Die Moleküle an der Oberfläche haben aber zur Luft hin keine Nachbarn. Deshalb wirkt auf diese Teilchen insgesamt eine Kraft, die senkrecht zur Oberfläche ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist. Es resultiert eine Oberflächenspannung, die bewirkt, dass kleine Wassertropfen nahezu kugelförmig sind und eine möglichst kleine Oberfläche haben. Während die Oberflächenspannung dem Wasserläufer das Überleben sichert, ist sie beim Wäschewaschen nachteilig, da die Kleidung durch die hohe Oberflächenspannung nur geringfügig benetzt wird.



Abbildung: Auf dem Wasser schwimmende Büroklammer.

- 1) Definiere den Begriff Oberflächenaktivität.
- 2) Erläutere anhand der durchgeführten Versuche, wie die Zugabe eines Tensids die Oberflächenspannung verändert.

Quelle:

Asselborn, W.; Jäckel, M.; Risch, K., T. (Hg.): Chemie heute SII. Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig 2009.

1. Tropfen auf einem Baumwolltuch

Materialien: sauberes Baumwollstück (Geschirrtuch), Pipetten

Chemikalien: Spülmittel

Durchführung: Mit einer Pipette werden vorsichtig ein Tropfen Wasser bzw. Seifenlösung auf das Baumwollstück gesetzt und die Tropfenform beobachtet.

Entsorgung: Die Chemikalien können über den Abfluss entsorgt werden.

1) Vergleiche die Tropfenform der Seifenlösung auf dem Baumwolltuch mit der des Wassers. Fertige hierzu eine Skizze an.

2. Wollfaden auf der Wasseroberfläche

Materialien: 2 Bechergläser (250 mL), 2 Wollfäden

Chemikalien: Spülmittel

Durchführung: Die Bechergläser werden zur Hälfte mit Wasser gefüllt und eine Lösung mit etwas Spülmittel versetzt. Nun werden die kurzen Wollfäden vorsichtig auf die Wasseroberfläche gelegt.

Entsorgung: Die Chemikalien können über das Abwasser entsorgt werden. Der Wollfaden kann im Hausmüll entsorgt werden.

1) Vergleiche die Zeit bis zum Absinken der Wollfäden im Wasser bzw. in der Spülmittellösung.

2) Vergleiche die Beschaffenheit der Oberfläche der Flüssigkeiten unter den Wollfäden.

Als Benetzungsfähigkeit wird die Eigenschaft einer Flüssigkeit bezeichnet, eine Fläche mehr oder weniger gut zu bedecken. Sie wird durch die Beschaffenheit der Oberfläche und die Eigenschaften der Flüssigkeit beeinflusst. Hydrophile Wassertropfen benetzen hydrophobe Gewebe, wie Baumwollstoffe, nur zu einem geringen Teil, da die Wechselwirkungen innerhalb des Wassertropfens durch die ausgebildeten Wasserstoffbrückenbindungen stärker sind als die Wechselwirkungen zwischen Wassermolekülen und Baumwollfasern.

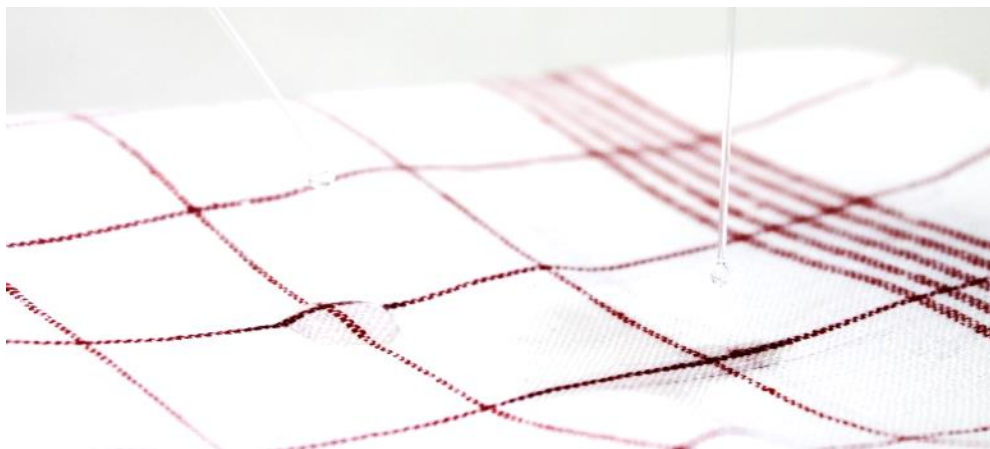


Abbildung: Benetzung des Baumwolltuchs mit Wasser (links) und Spülmittellösung (rechts).

- 1) Definiere den Begriff Benetzungsfähigkeit.
- 2) Erläutere anhand der durchgeführten Versuche, wie die Zugabe eines Tensids die Benetzungsfähigkeit verändert.

1. Bildung von Suspensionen

- Materialien: 2 Bechergläser (100 mL), Erlenmeyerkolben (300 mL), Trichter, Filterpapier, Filtriervorrichtung
- Chemikalien: Mangan(IV)-oxid (Braunstein), Spülmittel
- Durchführung: Ein Trichter mit Filter wird in eine Filtriervorrichtung eingespannt und etwas Manganoxid in den Filter gegeben. Nun wird zunächst Wasser in den Filter gegeben und das Filtrat beobachtet. Ist das Wasser vollständig durchgelaufen, wird mit einer Spülmittellösung nachgespült und das Filtrat erneut angeschaut.
- Entsorgung: Die Chemikalien werden in dem Gefäß für anorganische Abfälle (sauer und alkalisch) mit Schwermetallen entsorgt.
- Literatur: Glöckner, W. et al.: Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II. Band 10: Funktionelle Gruppen, Fette, Farbstoffe. Aulis Verlag Deubner, Köln 2008, S. 268f.

1) Vergleiche das durch die Zugabe von Wasser bzw. Spülmittellösung entstehende

2. Bildung von Emulsionen

- Materialien: 2 Reagenzgläser
- Chemikalien: Spülmittel, Speiseöl
- Durchführung: Die Reagenzgläser werden jeweils mit gleichen Mengen Wasser und Öl gefüllt. Danach wird in eines der Gläser etwas Spülmittel gegeben. Beide Gläser werden anschließend kräftig geschüttelt.
- Entsorgung: Die Chemikalien können über das Abwasser entsorgt werden.

1) Vergleiche die Mischungen aus Wasser bzw. Spülmittellösung und Öl vor und nach dem Schütteln.

Ein heterogenes Stoffgemisch aus mindestens zwei Stoffen, die sich nicht oder kaum ineinander lösen, wird als **Dispersion** bezeichnet. Ein Stoff, die disperse Phase, ist dabei in einem anderen Stoff, dem sogenannten Dispersionsmedium, fein verteilt. Die disperse Phase und das Medium können durch physikalische Methoden wie Zentrifugation oder Filtration wieder voneinander getrennt werden oder sie entmischen sich von selbst. Eine Mischung aus zwei flüssigen Phasen wird als **Emulsion** bezeichnet; wird ein Feststoff in einem flüssigen Medium fein verteilt, so entsteht eine **Suspension**.



Abbildung1: Emulsionsbildung von Wasser und Öl nach dem Schütteln; ohne Tensid (links), mit Tensid (rechts).

- 1) Definiere den Begriff Dispergiervermögen.
- 2) Erläutere anhand der durchgeführten Versuche, wie die Zugabe eines Tensids die Dispergiervermögen verändert.

Eigenschaften von Tensiden

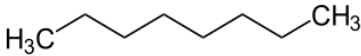
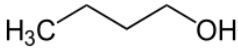
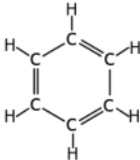
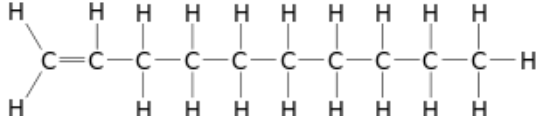
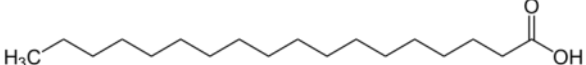
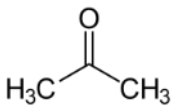
Oberflächenaktivität

Benetzende Wirkung

Dispergiervermögen

Struktur von Tensiden

Modell eines Tensids

	
n-Octan	Butan-1-ol
	
Benzol	Dec -1-en
	
Stearinsäure	Aceton

M 2: Selbstorganisation zu Mizellen und Monoschichten

Einstiegsfolie: Modelle

Was ist ein Modell?

Selbstorganisation von Tensiden

Vorlage Spülbecken

Experimente zur Selbstorganisation von Tensiden

Einstiegsfolie: Modelle

Aus lizenzrechtlichen Gründen können an dieser Stelle keine Bilder abgebildet werden. Bei der Erstellung einer Einstiegsfolie könnten folgende Modelle vertreten sein:

- Ein menschliches Fotomodel
- Ein Modell einer DNA
- Verschiedene Atommodelle
- Bild einer Modelleisenbahn
- Skizze eines Segelschiffes
- Medizinisches Modell des menschlichen Körpers

Was ist ein Modell?

- 1) Betrachte die folgenden Abbildungen und entscheide, bei welcher Abbildungen es sich um ein Modell handelt und bei welcher nicht. Begründe deine Entscheidung! (*Einzelarbeit*)
- 2) Diskutiere die folgenden Fragen mit deinem Sitznachbarn:
 - Was versteht man unter einem Modell?
 - Welche Eigenschaften und Funktionen hat ein Modell?
- 3) Formuliere gemeinsam mit deinem Sitznachbarn Anforderungen, die ein Modell erfüllen sollte.

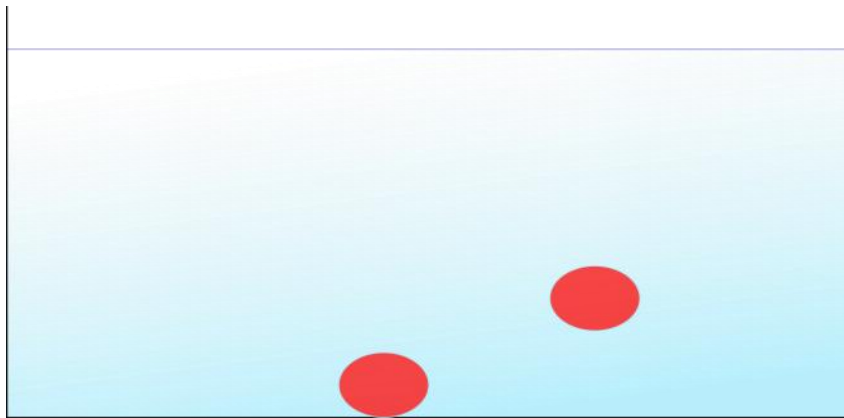
Aus lizenzrechtlichen Gründen können an dieser Stelle keine Bilder abgebildet werden. Bei der Erstellung eines Arbeitsblattes könnten folgende Modelle vertreten sein:

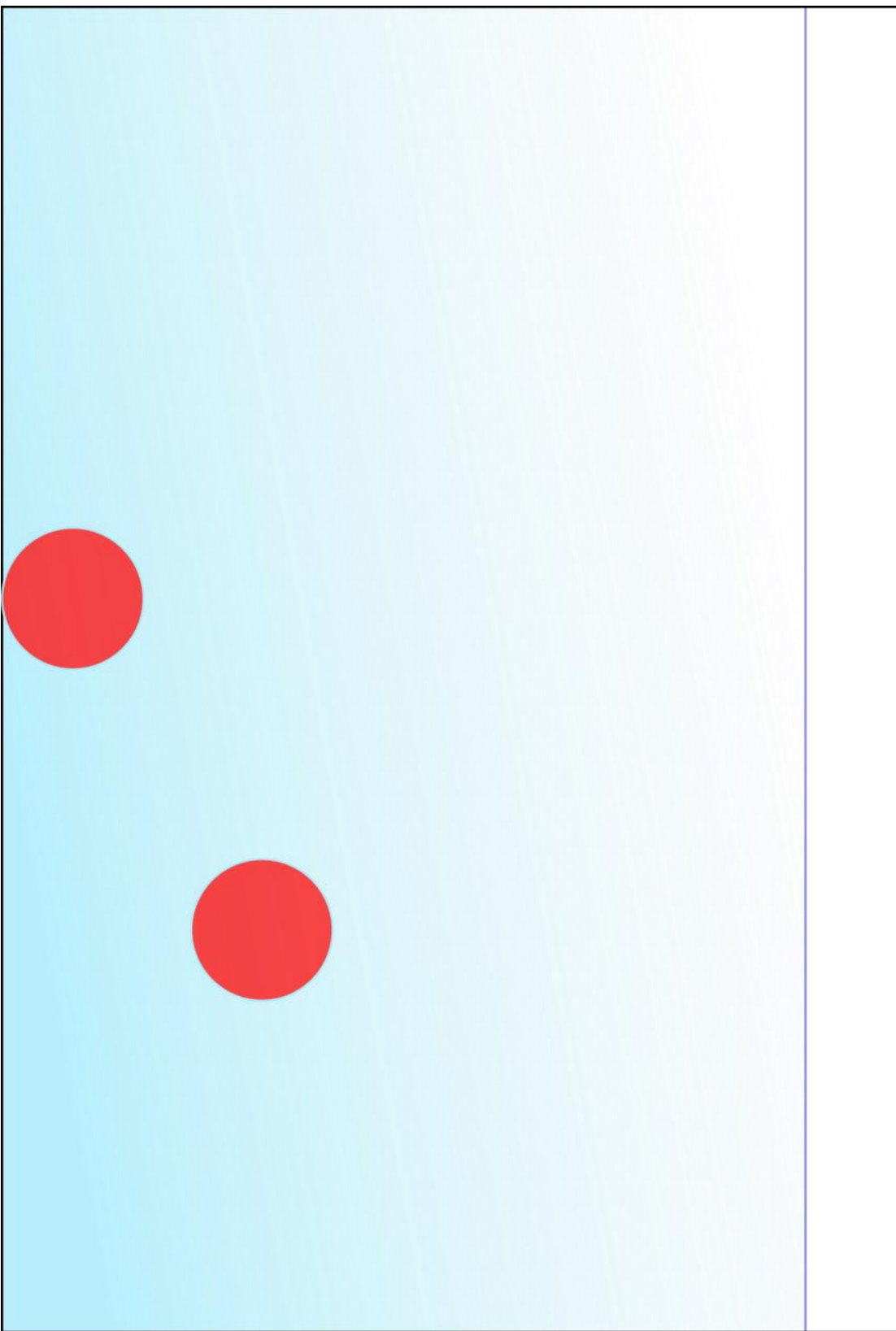
- Rasterelektronenaufnahme eines Haarknoten
- modellhafte Darstellung der Aggregatzustände des Wassers
- schematische Darstellung des Kohlenstoffkreislaufs
- Aufnahme eines roten Blutkörperchens
- Strukturformel von Benzol
- Abbildung einer Pflanzenzelle

Selbstorganisation von Tensiden

Klassisch – das gesamte Geschirr ist mal wieder liegen geblieben! Karo gibt einen Tropfen Spülmittel in das Wasser. Viel zu wenig! Sie schüttet fast die halbe Flasche hinterher. Dann fängt sie an, die ersten ölverschmierten Teller in das Spülwasser zu geben. Puh, da liegt einiges vor ihr!

Erstelle mit Hilfe der Streichhölzer ein Modell zur Anordnung der Tensidmoleküle im Wasser. Stelle dabei die beschriebene Spülszene auf molekularer Ebene nach. Welche Strukturen könnten die Tensidmoleküle im Wasser einnehmen? Achte dabei auf die Polaritäten der beteiligten Moleküle.





Experimente zur Selbstorganisation von Tensiden

1. Tyndall-Effekt

Befinden sich Teilchen einer Größe von 400 bis 700 nm in einer Lösung, so wird Licht an diesen Teilchen gestreut. Die Streuung ist dadurch zu erklären, dass die Größe der Teilchen der Wellenlänge des eingestrahlteten Lichtes entspricht. Somit ist der Tyndall-Effekt ein Nachweis für die Größe gelöster Teilchen.

Materialien: 2 Bechergläser, Laserpointer

Chemikalien: Spülmittel

Durchführung: Zwei Bechergläser werden mit Wasser gefüllt und in eines der Gläser ein paar Tropfen Spülmittel gegeben. Nun werden die Gläser vor einen dunklen Hintergrund gestellt und mit einem Laser-Pointer von der Seite angestrahlt.

Beobachtung:

Entsorgung: Die Chemikalien können über das Abwasser entsorgt werden.

Literatur: Häusler, K. et al.: Experimente für den Chemieunterricht mit einer Einführung in die Labortechnik. Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, Stuttgart 1995, S. 284.

2. Netzwirkung von Tensiden

Materialien: Glaswanne, Becherglas (100 mL)

Chemikalien: Spülmittel, Sudanrot, Speiseöl

Durchführung: Eine Glaswanne wird ca. 5 cm hoch mit Wasser gefüllt. In einem Becherglas werden 10 mL Speiseöl mit einer Spatelspitze Sudanrot versetzt und die Lösung gut durchgemengt. Das Öl wird nun zu dem Wasser gegeben und ein bisschen Spülmittel in die Mitte des Ölfilms getropft.

Beobachtung:

Entsorgung: Die Chemikalien können über den Abfluss und im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Literatur: Glöckner, W. et al.: Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II. Band 10: Funktionelle Gruppen, Fette, Farbstoffe. Aulis Verlag Deubner, Köln 2008, S. 267f.

3. Selbstorganisation von Stearinsäuremolekülen

Stearinsäure (Octadecansäure) ist eine Carbonsäure mit einer Kohlenwasserstoffkette aus 18 Kohlenstoffatomen und einer charakteristischen Carboxylgruppe.



Materialien: Becherglas (250 mL), Heizplatte, Pipette

Chemikalien: Stearinsäure (= Octadecansäure), Methylenblau (H: 302, P: 301+312)

Durchführung: In ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Becherglas wird Stearinsäure gegeben und so lange erhitzt, bis die Stearinsäure schmilzt. Dann wird das Becherglas abgekühlt, sodass die Stearinsäure zu einer Scheibe erstarrt. Die Scheibe wird vorsichtig aus dem Becherglas gehoben und auf beide Seiten ein mit Methylenblau angefarbter Wassertropfen gegeben.

Beobachtung:

Entsorgung: Die Stearinsäureplatte wird in dem Gefäß für feste organische Abfälle entsorgt. Mit Methylenblau angefarbte Lösungen werden in dem Gefäß für flüssige organische Abfälle entsorgt.

Literatur: Häusler, K. et al.: Experimente für den Chemieunterricht mit einer Einführung in die Labortechnik. Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, Stuttgart 1995, S. 291.

Überprüfe deine hypothetisch aufgestellten Modelle durch die folgenden Versuche.

- Beschreibe deine Versuchsbeobachtungen.
- Diskutiere, welche der Beobachtungen mit deinem Streichholzmodell vereinbar sind und welche nicht.
- Überarbeite das Streichholzmodell auf Grundlage der in den Versuchen gewonnen Erkenntnisse.

M 3: Von der Seifenblase zur Membran

Molekularer Aufbau einer Seifenblase

Vergleich von Seifenblase und Biomembran

Übersicht Gruppenarbeit: Membranmodelle im Wandel der Zeit

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Membranmodell – Gorter und Grendel

Sandwich-Modell – Davson und Danielli

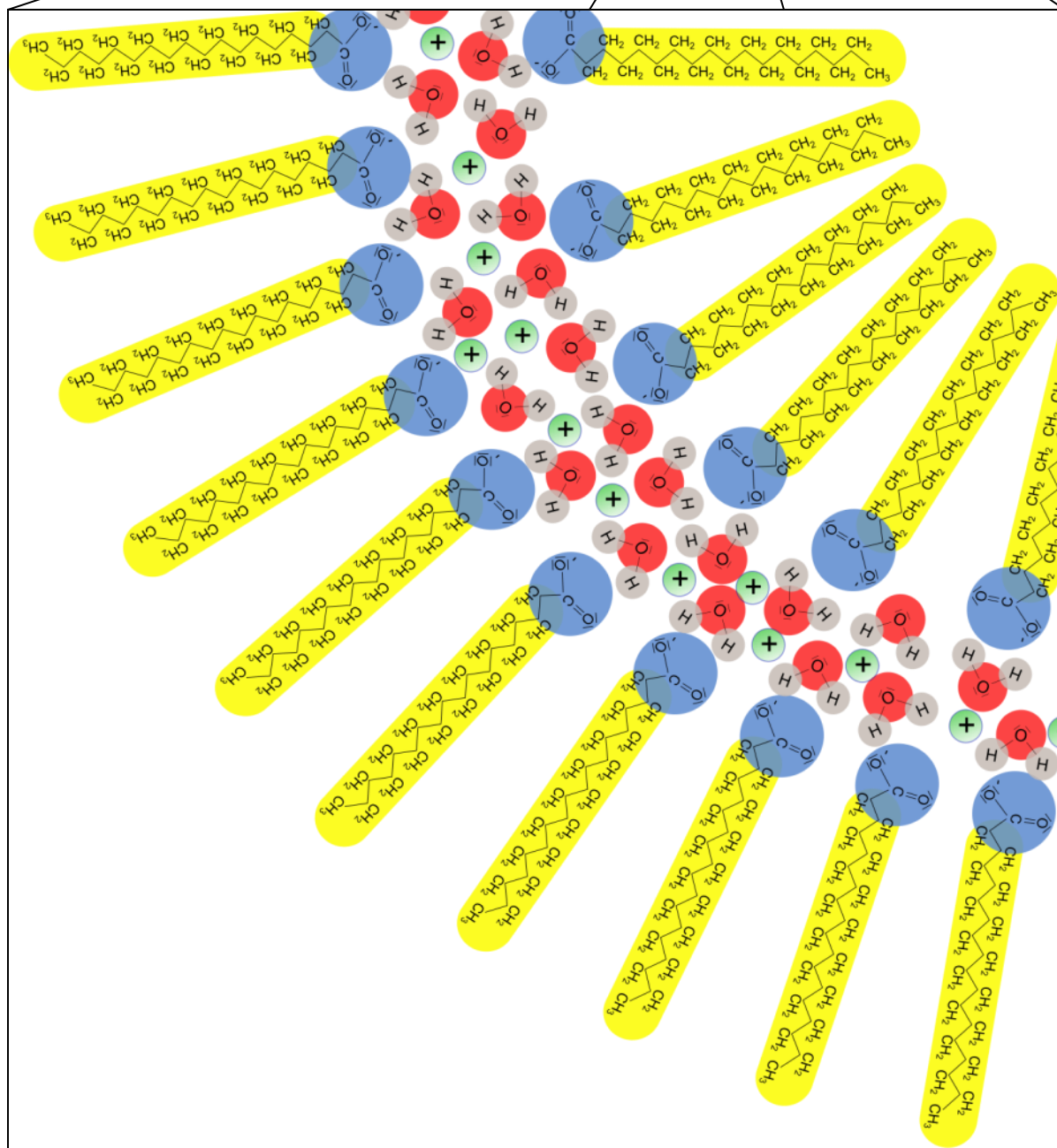
Flüssig-Mosaik-Modell – Singer und Nicolson

Lipid-Floß-Modell – Simons

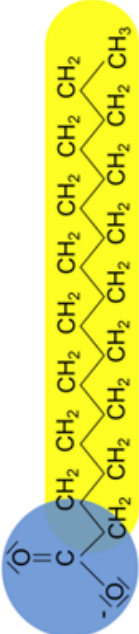
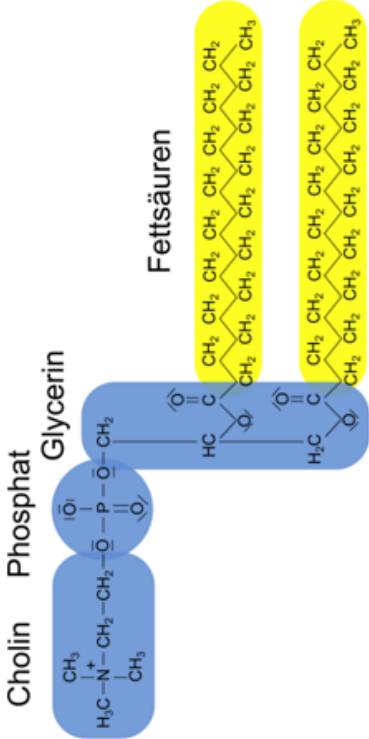
Ergebnis-Arbeitsblatt: Membranmodelle im Wandel der Zeit

FRAP – Messung der Fluidität von Membranen

Molekularer Aufbau einer Seifenblase



Vergleich von Seifenblase und Biomembran

	Seifenblase	Biomembran
Bausteine	 <p>z.B. Carboxylate</p>	 <p>Cholin Phosphat Glycerin Fettsäuren</p> <p>z.B. Phospholipide</p>
Polarität der Bausteine		
Außen-medium		
Struktur/Anordnung		

Gruppenarbeit: Membranmodelle im Wandel der Zeit

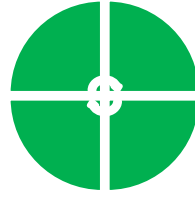
Gruppenarbeit
40 Minuten



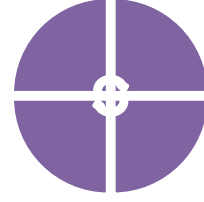
Membran-Modell
Gorter & Grendel



Sandwich-Modell
Davson & Danielli



Flüssig-Mosaik-M.
Singer & Nicolson



Lipid-Floß-Modell
Simons

Gallery-Walk
25 Minuten



1) Präsentiert euch gegenseitig die Ergebnisse eurer Gruppenarbeit. Welche experimentellen Befunde haben zur Entwicklung des jeweiligen Modells geführt? Grenzt die einzelnen Modelle voneinander ab. Haltet die wichtigsten Informationen in der Tabelle auf dem Ergebnis-Arbeitsblatt fest.

2) Diskutiert die folgende Aussage: „Das Lipid-Floß-Modell“ ist die einzige richtige Darstellung der Membran! Alle anderen Modelle sind falsch.“

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Membran-Modell – Gorter und Grendel

Modelle der molekularen Struktur von Membranen wurden entworfen, lange bevor die ersten Membranen mit Hilfe des Elektronenmikroskops in den 50er Jahren untersucht werden konnten. Schon um das Jahr 1915 waren Membranen aus roten Blutzellen isoliert und chemisch analysiert worden. Seitdem wusste man, dass Membranen aus Lipiden und Proteinen bestehen. Ein Jahr später nutzten die niederländischen Forscher GORTER und GRENDEL die isolierte Zellmembran der Erythrozyten um die Frage zu beantworten, wie eine Membran aufgebaut ist. Der Phospholipidextrakt wurde hierzu auf eine Wasseroberfläche gegeben, auf der er sich kreisförmig ausbreitete. Die Fläche des Kreises wurde daraufhin mit der Oberfläche aller Erythrozyten aus dem Extrakt verglichen. Sie war doppelt so groß wie die Oberfläche aller Erythrozyten. Da die roten Blutkörperchen nur wenige Zellorganellen und keinen Zellkern besitzen, konnte näherungsweise davon ausgegangen werden, dass die äußere Zellmembran die einzige Biomembran ist.

- 1) Welche Schlussfolgerung über den Aufbau der Biomembran konnten Gorter und Grendel aus ihren Beobachtungen ziehen?
- 2) Erstelle ein Membran-Modell nach Gorter und Grendel mit den vorgegebenen Materialien. Beschrifte das Modell.
- 3) Welche experimentellen Befunde sprechen für das Membran-Modell nach Gorter und Grendel?

Quellen:

Wellner, O.: Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen. Online verfügbar unter http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/bio/gym/fb4/1_mem/2_modelle/5_ab1, zuletzt geprüft am 03.03.16.

Campbell, N. A.; Reece, J. B. (Hg.): Campbell Biologie - Gymnasiale Oberstufe, Pearson Schule, 2011.

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Sandwich-Modell – Davson und Danielli

Das Modell der Lipid-Doppelschicht wurde 1935 von DAVSON und DANIELLI weiterentwickelt. Sie gingen von der Tatsache aus, dass Membranen auch Proteine enthalten. Sie erkannten, dass die hydrophobe Oberfläche einer künstlichen Membran aus einer Doppelschicht von Phospholipiden nicht so stark an Wasser haftet wie natürliche biologische Membranen. Daraus leiteten sie die Hypothese ab, dass die Membran auf beiden Seiten von Proteinen mit hydrophilen Eigenschaften bedeckt sein muss. Das sogenannte Sandwich-Modell wurde durch die Ergebnisse der Elektronenmikroskopie bestätigt. In Zellen, die mit Schwermetallen kontrastiert wurden, erkannte man die dreischichtige Struktur der Plasmamembran: Eine helle Schicht zwischen zwei dunklen Streifen. Man ging davon aus, dass sich die Metalle an die Proteine und die hydrophilen Köpfe der Phospholipide anhefteten, während das hydrophobe Innere ungefärbt blieb.

Da sowohl die äußeren als auch die inneren Zellmembranen dieses dreischichtige Bild zeigten, nahm man an, dass alle Membranen chemisch gleich aufgebaut sind.

- 1) Erstelle ein Sandwich-Modell nach Davson und Danielli mit den vorgegebenen Materialien. Beschrifte das Modell.
- 2) Welche experimentellen Befunde sprechen für das Sandwich-Modell nach Davson und Danielli?

Quelle:

Gilbert, P.; Scharf, H.-D.; Stripf, R. (Hg.): Grüne Reihe, Materialien SII, Biologie. Zellbiologie. Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig 2006.

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Flüssig-Mosaik-Modell – Singer und Nicolson

Mitte der 60er Jahre wurden einige Membraneigenschaften entdeckt, die das bisherige Modell in Frage stellten. So zeigten chemische Analysen, dass das Verhältnis von Lipiden zu Proteinen je nach Herkunft der Membran stark variiert. Auch wurden deutlich mehr Proteine gefunden als für die beidseitige Bedeckung der Membran gebraucht werden würden (vgl. Sandwich-Modell). Die isolierten Membranproteine waren deutlich schlechter wasserlöslich als nach dem Sandwich-Modell erwartet. Sie besitzen neben hydrophilen Bereichen auch hydrophobe Teile im Inneren. Darüber hinaus konnte der Transport von hydrophilen Stoffen durch die Membran mit dem bisherigen Modell nicht erklärt werden. Diese und weitere Beobachtungen führten dazu, dass SINGER und NICOLSON 1972 ein neues Membranmodell, das sogenannte Flüssig-Mosaik-Modell, aufstellten. Nach diesem Modell gibt es sowohl periphere Proteine, die lose an die Membranoberfläche gebunden sind, als auch integrale Proteine, welche die Membran durchspannen und Membranporen bilden. Je nach Funktion der Membran können verschiedene Proteine in unterschiedlichen Mengen in der Membran enthalten sein. Biomembranen sind demnach keine starren Einheitsmembranen, sondern dynamische Strukturen. Die Proteine schwimmen dabei in der zähflüssigen Phospholipidschicht wie Eisberge im Wasser.

- 1) Erstelle ein Flüssig-Mosaik-Modell nach Singer und Nicolson mit den vorgegebenen Materialien. Beschrifte das Modell.
- 2) Welche experimentellen Befunde sprechen für das Flüssig-Mosaik-Modell nach Singer und Nicolson?

Quelle:

Gilbert, P.; Scharf, H.-D.; Stripf, R. (Hg.): Grüne Reihe, Materialien SII, Biologie. Zellbiologie. Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig 2006.

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Lipid-Floß-Modell – Simons

Die letzten Jahrzehnte brachten eine Fülle neuer Forschungsdaten, aus denen hervorgeht, dass man sich die Membranen eher als Fleckenteppich aus recht unterschiedlichen Regionen vorstellen muss, die sich in Aufbau und Funktion unterscheiden. So weiß man heute, dass die Membran aus vielen unterschiedlichen Lipid-Komponenten (Phospholipide, Sphingophosphatide, Etherlipide, Glycosphingolipide, Cholesterin, etc.) besteht. Zwischen Glycosphingolipiden und Cholesterin entstehen starke Wechselwirkungen, die bewirken, dass sich Cluster (verdichtete Bereiche der Doppelschicht) bilden. Diese Cluster werden auch als Lipid-Rafts (engl. *raft*, Floß) bezeichnet. Das von SIMONS im Jahr 1997 entwickelte Lipid-Floß-Modell (engl. *lipid-raft-model*) geht davon aus, dass es in den Membranen floßartige Lipidschollen gibt, die zähflüssiger sind und mit ihren Proteinen in dem Lipidfilm driften. Dies konnte durch fluoreszenzmikroskopische Aufnahmen bestätigt werden, bei denen die Bestandteile der Flöße mit Farbstoffen sichtbar gemacht werden konnten. Proteine können von diesen Flößen aufgenommen oder abgegeben werden. Dabei haben diese Membranproteine sehr unterschiedliche Formen. Analysen der Proteinstruktur zeigen, dass manche weitgehend in die Lipid-Doppelschicht eingebettet sind, andere mit ihren Strukturen weit über die Lipide hinausragen und außerhalb mit anderen Molekülen interagieren. Diese herausragenden Strukturen können wesentlich größere Areale überdecken als die in der Lipidschicht steckenden Molekülteile.

- 1) Erstelle ein Lipid-Floß-Modell nach Simons mit den vorgegebenen Materialien. Beschrifte das Modell.
- 2) Welche experimentellen Befunde sprechen für das Lipid-Floß-Modell nach Simons?

Quellen:

Biologie Abitur, Schülerlexikon Lernhelfer. Online verfügbar unter
http://m.schuelerlexikon.de/bio_abi2011/Membranmodelle_im_Wandel_der_Zeit.htm, zuletzt
geprüft am 03.03.16.

Munk, K. (Hg.): Grundstudium Biologie. Biochemie, Zellbiologie, Ökologie, Evolution. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg 2010.

Membranmodelle im Wandel der Zeit

Membran-Modell – Gorter und Grendel	
Modell:	Experimentelle Befunde:
Sandwich-Modell – Davson und Danielli	
Modell:	Experimentelle Befunde:
Flüssig-Mosaik-Modell – Singer und Nicolson	
Modell:	Experimentelle Befunde:
Lipid-Floß-Modell – Simons	
Modell:	Experimentelle Befunde:

FRAP – Messung der Fluidität von Membranen

Die Bestandteile einer Membran sind nicht starr angeordnet, sondern bewegen sich in einem ständigen Fluss. Die **Fluidität** stellt ein Maß für die Beweglichkeit der Membranbestandteile dar. Sie kann durch die FRAP-Technik (engl. *Fluorescence Recovery after Photobleaching*) untersucht werden. Hierzu werden die Membranproteine mit Fluoreszenzfarbstoffen markiert. Durch das Fluoreszenzmikroskop kann die Probe nun untersucht werden. Die Probe erscheint unter dem Mikroskop zunächst vollständig farbig. Es wird ein Messquadrat ausgewählt, in dem die Intensität der Fluoreszenz bestimmt wird. Nun werden die fluoreszierenden Phospholipide unter dem Messfleck mit einem Laserstrahl ausgebleicht. Als Folge bildet sich ein „schwarzer Fleck“ in der Probe aus, in den erst langsam die Moleküle aus der Umgebung eindiffundieren. Mit diesem Molekülzustrom kommen auch wieder fluoreszierende Moleküle an die gebleichte Stelle und die Diffusionszeit kann durch Messung des Verlaufs der Fluoreszenzintensität über der Zeit bestimmt werden. Je später die ursprüngliche Intensität erreicht wird, desto langsamer ist auch die Diffusion der fluoreszierenden Moleküle und desto geringer ist die Fluidität der Membran.

- 1) Zeichne ein Diagramm, in dem die Intensität der Fluoreszenz gegen die Zeit aufgetragen wird und skizziere den Verlauf einer Fluoreszenzmessung, bei dem die Probe ausgebleicht wird.
- 2) Erläutere, welche Faktoren die Fluidität von Membranen beeinflussen können.

Quelle:

Jaenicke, L. (Hg.): Molekularbiologie der Zelle. 4. Auflage Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2004.

M 4: Stofftransport durch Membranen

Einstiegsfolie: Stofftransport durch Membranen

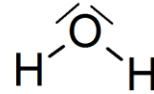
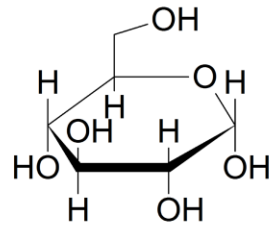
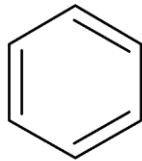
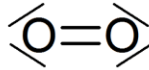
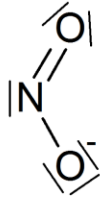
Stofftransport durch Membranen – ein Modellexperiment

Passiver und aktiver Transport durch Membranen

Patch-Clamp-Technik – Untersuchung von Ionenkanälen

Stofftransport an Membranen

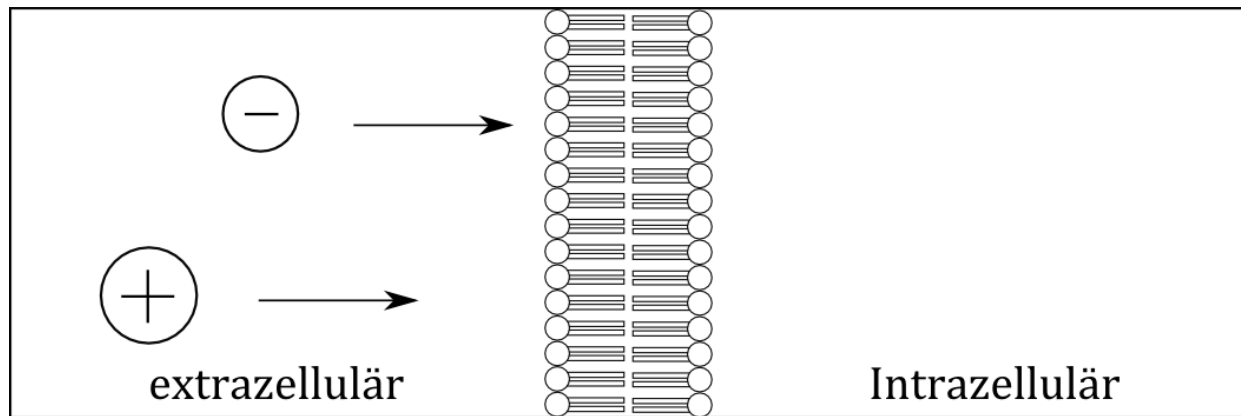
Extrazellulär



Membran
↓

Intrazellulär

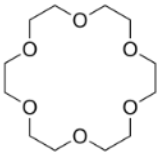
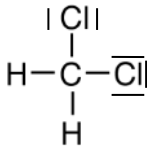
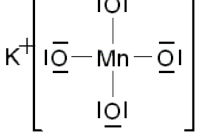
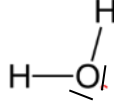
Stofftransport durch Membranen – ein Modellexperiment

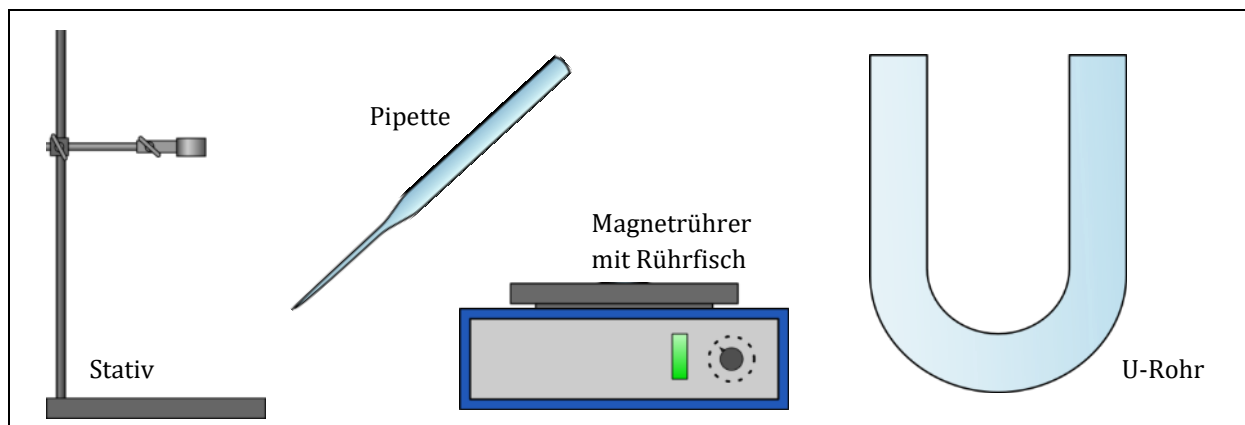


Fragestellung: _____

Hypothesen: _____

Plane ein Modellexperiment zur Überprüfung der Hypothesen. Hierzu stehen dir die unten abgebildeten Materialien zur Verfügung. Überlege hierzu, welche Elemente aus dem natürlichen System gebraucht werden und durch welches Material/welchen Stoff sie modellhaft umgesetzt werden können.

	<p>Kronenether Cyclische Polyether. Gut löslich in lipophilen Medien. Der hydrophile Innenraum ist zum Einschluss von Ionen geeignet.</p>		<p>Dichlormethan Organische Verbindung aus der Gruppe der Kohlenwasserstoffe. Hydrophobes Lösungsmittel. Begrenzte Löslichkeit in Wasser.</p>
	<p>Kaliumpermanganat Rot-violetter kristalliner Feststoff. Das Salz bildet in wässrigem Medium Kalium- und Permanganat-Ionen.</p>		<p>Wasser Wasser ist durch seinen Dipol ein hervorragendes polares Lösungsmittel. Verfügt über eine geringere Dichte als Dichlormethan.</p>



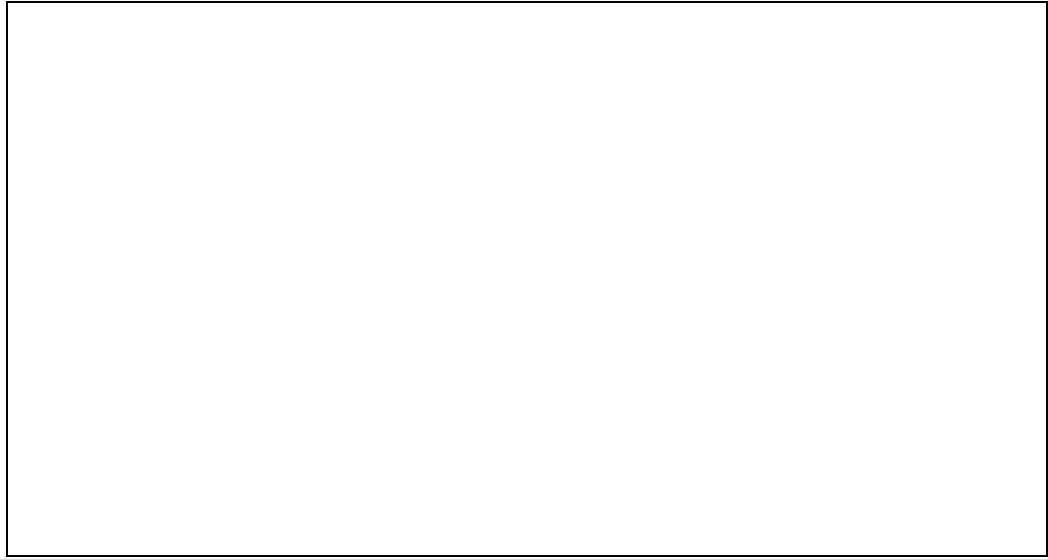
Beschreibe, wie der Versuch mit den ausgewählten Materialien durchgeführt werden soll. Führe den Versuch danach entsprechend deiner Anleitung durch und notiere deine Beobachtungen.

Durchführung: _____

Beobachtung: _____

Werte den Versuch in Hinblick auf die Fragestellung aus. Fertige hierzu eine vereinfachte Skizze von dem Versuchsaufbau an. Zeichne die Kalium- und Permanganat-Ionen und den Kronenether als Teilchen ein.

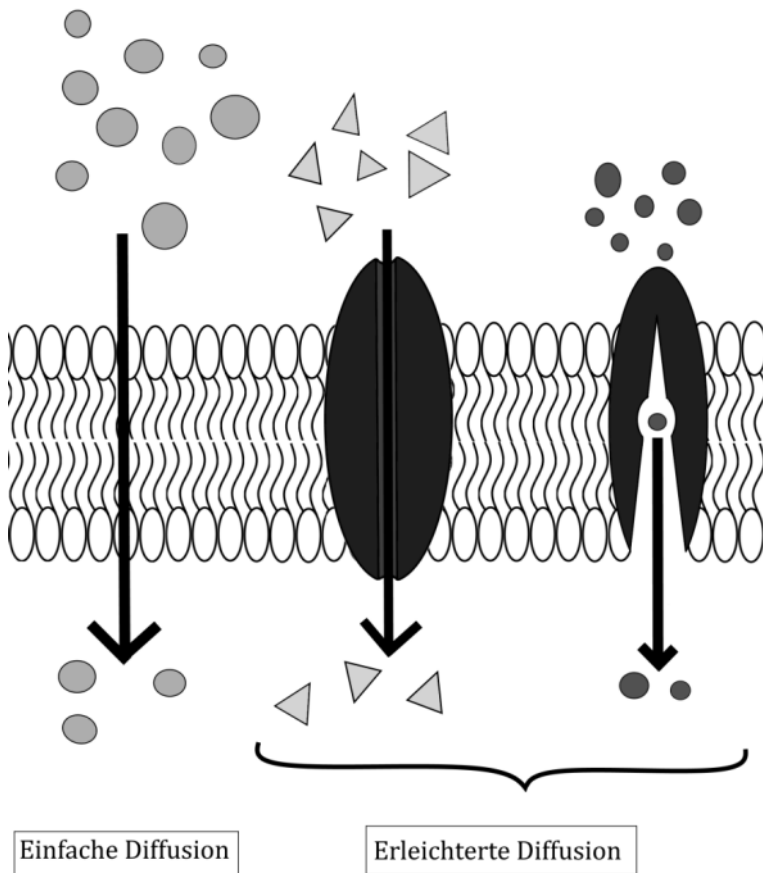
Auswertung:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a detailed evaluation or answer.

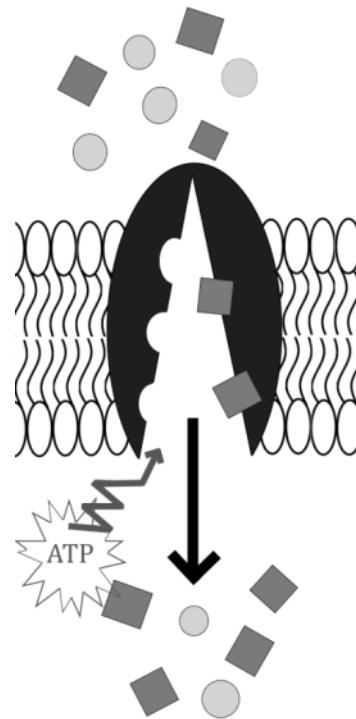
Four horizontal lines for additional notes or a summary.

Passiver und aktiver Transport durch Membrane

PASSIVER TRANSPORT



AKTIVER TRANSPORT



Patch-Clamp-Technik – Untersuchung von Ionenkanälen

Um die Funktion einzelner Ionenkanäle zu untersuchen, bedient man sich einer Technik, welche BERT SAKMANN und ERWIN NEHER entwickelten. Hierfür wurden sie 1991 mit einem Nobelpreis ausgezeichnet. Es gelang ihnen, eine Kapillarelektrode herzustellen, mit der einzelne Ionenkanäle abgeleitet werden können. Wird die Kapillare mit einem Spitzendurchmesser von nur 2 bis 5 μm auf die Membran aufgebracht, so kann durch leichtes Ansaugen eine Abdichtung zur Umgebung erreicht werden. Das Membranfleckchen (engl. *patch* - Fleck) unter der Pipette ist so klein, dass es nur einen einzelnen Ionenkanal enthält, der nun untersucht werden kann. Öffnet sich der Kanal, so können Ionen hindurch diffundieren. Der Ionenfluss bewirkt eine Potenzialänderung, die durch Elektroden gemessen werden kann. So kann studiert werden, welche Stoffe (Liganden) bewirken, dass sich ein Kanal öffnet. Auch kann untersucht werden, wie tierische Gifte, die zu Lähmungen führen, den Stromfluss in Ionenkanälen verändern. (Bayrhuber et al. 2010; Weber et al. 2001)

- 1) Erkläre, warum bei Patch-Clamp-Messungen zwischen Kapillare und Membran ein dichter Verschluss bestehen muss.
- 2) Zeichne und beschreibe den Verlauf einer Patch-Clamp-Messung. Zeichne ebenfalls ein, wann der Ionenkanal geschlossen ist und wann in welcher Phase er geöffnet ist.

Quellen:

Bayrhuber, Horst; Hauber, Wolfgang; Kull, Ulrich: Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe. 23. Auflage, Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig 2010.

Weber, Ulrich; Bleuel, H.-S.; Born, Anne; Brott, Axel; Engelhardt, Brigitte: Biologie Oberstufe Gesamtband. 1. Auflage, Cornelsen Verlag, Berlin 2001.

M 5: Aktuelle Forschung an Membranen

Film: SFB@school

Evaluation der Unterrichtseinheit

Film: SFB@school

- 1) Schaue dir den Film „SFB@school“ an und beantworte währenddessen die folgenden Leitfragen.
- 2) Notiere Fragen, die der Film bei dir aufwirft. Beispielsweise, wenn du einzelne Aspekte nicht verstanden hast oder dich ein bestimmter Inhalt näher interessiert.

Welcher besondere Forschungsansatz wird im SFB verfolgt?	
Wie werden porenüberspannende Membranen hergestellt?	
Welche Eigenschaft biologischer Membranen kann mit einem Rasterkraftelektronenmikroskop (AFM) gemessen werden?	
Mit welcher Methode werden Proteine entsprechend ihrer Größe aufgetrennt?	
Welches Modellsystem nutzen die Forscher um den Prozess der Membranfusion bei der Reizweiterleitung an der Synapse von Nervenzellen zu erforschen?	
Welches Forschungsinteresse verfolgen die Forscher bei dem Prozess der Endocytose?	
Wozu dient die Patch-Clamp-Technik?	

Evaluation der Unterrichtseinheit

Die folgende Evaluation soll dir die Möglichkeit geben, die Unterrichtseinheit „Vom Tensid zur Membran“ anonym zu bewerten. Die aus der Evaluation gewonnenen Informationen sollen anschließend zur Überarbeitung der Einheit genutzt werden.

1) Bewerte die Unterrichtseinheit „Vom Tensid zur Membran“ indem du angibst, ob die jeweilige Aussage voll zutrifft (+ +) bis gar nicht zutrifft (- -). Bitte setze hierzu ein Kreuz in die Kästchen.

2) Weitere Anmerkungen und Anregungen kannst du in dem Freifeld festhalten.

Aussage	++	+	0	-	--
Die im Unterricht behandelten Inhalte haben mir geholfen einen Einblick in die Membranforschung zu bekommen.					
Durch die Unterrichtseinheit konnte mein Interesse an der aktuellen Forschung über biologische Membranen gesteigert werden.					
Die Unterrichtseinheit hat dazu beigetragen, mein Interesse an einem naturwissenschaftlichen Studium zu steigern.					
Der Unterricht war methodisch abwechslungsreich und ansprechend gestaltet und hat mich zur Mitarbeit motiviert.					
Die Lernmaterialien (Folien, Arbeitsblätter etc.) haben mir geholfen, die Unterrichtsinhalte zu verstehen.					
Durch die Experimente haben mir geholfen, die Unterrichtsinhalte besser zu verstehen.					
Mein Verständnis über den Einsatz und die Funktion von Modellen konnte ich durch den Unterricht erweitern.					