

Zellmembran und Transportvorgänge

Stand: 08.09.2017

Jahrgangsstufen	11/12
Fach/Fächer	Biologie (Ausbildungsrichtung ABU)
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	
Zeitraumen	45 Minuten
Benötigtes Material	Bauteile (z. B. aus Papier) für ein zweidimensionales Membranmodell und für zu transportierende Teilchen (Vorlage liegt bei)

Kompetenzerwartungen

Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden zur Beschreibung biologischer Phänomene Modellvorstellungen und nennen Möglichkeiten und Grenzen dieser Modelle. (FOS B11 1 / BOS B12 1)
- erklären, ausgehend von Moleküleigenschaften, die Struktur von Biomembranen, erläutern mithilfe einfacher Modellvorstellungen die unterschiedlichen Transportmöglichkeiten durch Membranen und beschreiben das Prinzip der Kompartimentierung als Voraussetzung für biochemische Prozesse. (FOS B11 3 / BOS B12 4)

Aufgabe

Viele lebensbeeinflussende Vorgänge beruhen darauf, dass verschiedene Stoffe unter bestimmten Umständen die Zellmembran durchqueren können oder von ihr aufgehalten werden. Im Folgenden sind einige dieser Transportvorgänge und Membraneigenschaften beschrieben:

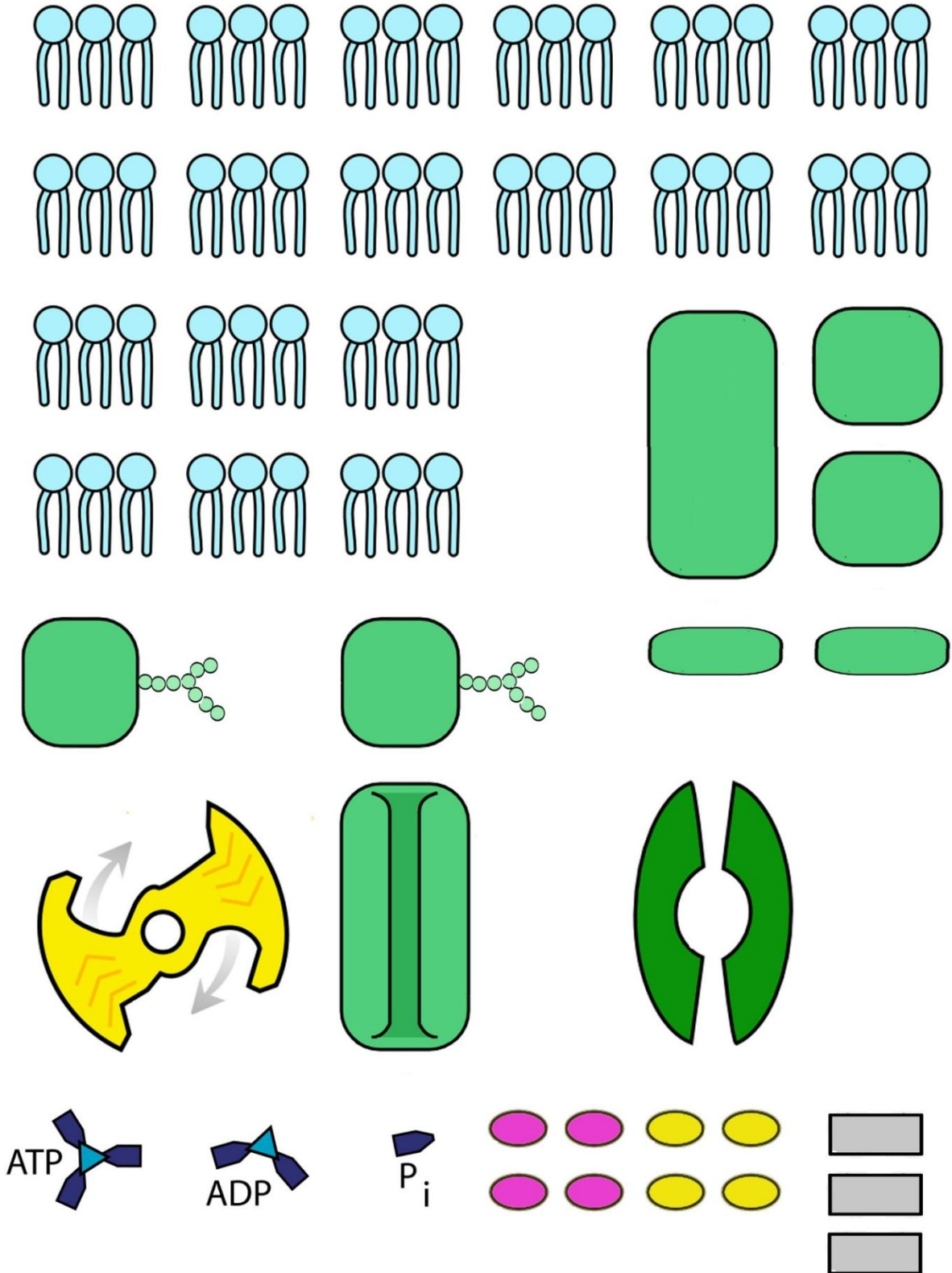
- a) Die Zellmembran ist für Natriumionen **kaum durchlässig**.
- b) Aufgrund **spezieller Bestandteile** innerhalb der Membran ist die Zellmembran für Kaliumionen **gut durchlässig**.
- c) Wenn eine Synapse (= Kontaktstelle zwischen Nervenzellen) Nervenimpulse leitet, so beruht dies darauf, dass Botenstoffe (Neurotransmitter) die Durchlässigkeit für Natriumionen kurzzeitig erhöhen, es öffnen sich **Durchgangsstellen**, durch die die Natriumionen entlang des **Konzentrationsgefälles** in die Zelle strömen.
- d) Benzol (Benzen) ist ein organisches, unpolares Lösungsmittel, das bei Körperkontakt **leicht in die Zelle gelangt** und dort die DNA verändert, was zu Krebs führen kann.
- e) Innerhalb der Zellmembran befindet sich ein **Mechanismus**, um Natriumionen im Außenbereich der Zelle **und im Austausch** dazu Kaliumionen im Inneren der Zelle **anzureichern**. Dieser Vorgang ist eine Voraussetzung für die Erzeugung von Nervenimpulsen in Nervenzellen.
- f) Im menschlichen Darm wird Glucose aus der vorverdauten Nahrung in die Körperzellen aufgenommen. Natriumionen befinden sich in hoher Konzentration im Außenbereich der Zellen (vgl. Aufgabe e)). Im Darm werden nun Natriumionen von bestimmten **Membranbestandteilen** einer Körperzelle selektiv aufgenommen und dem **Konzentrationsgefälle** folgend auf der Innenseite wieder abgegeben. Bei diesem Vorgang werden mit den Natriumionen **gleichzeitig** Glucosemoleküle in die Zellen transportiert und dort angereichert.
- g) Wenn Schnittblumen in entmineralisiertes Wasser gestellt werden, wird das Welken verlangsamt.

Aufgaben:

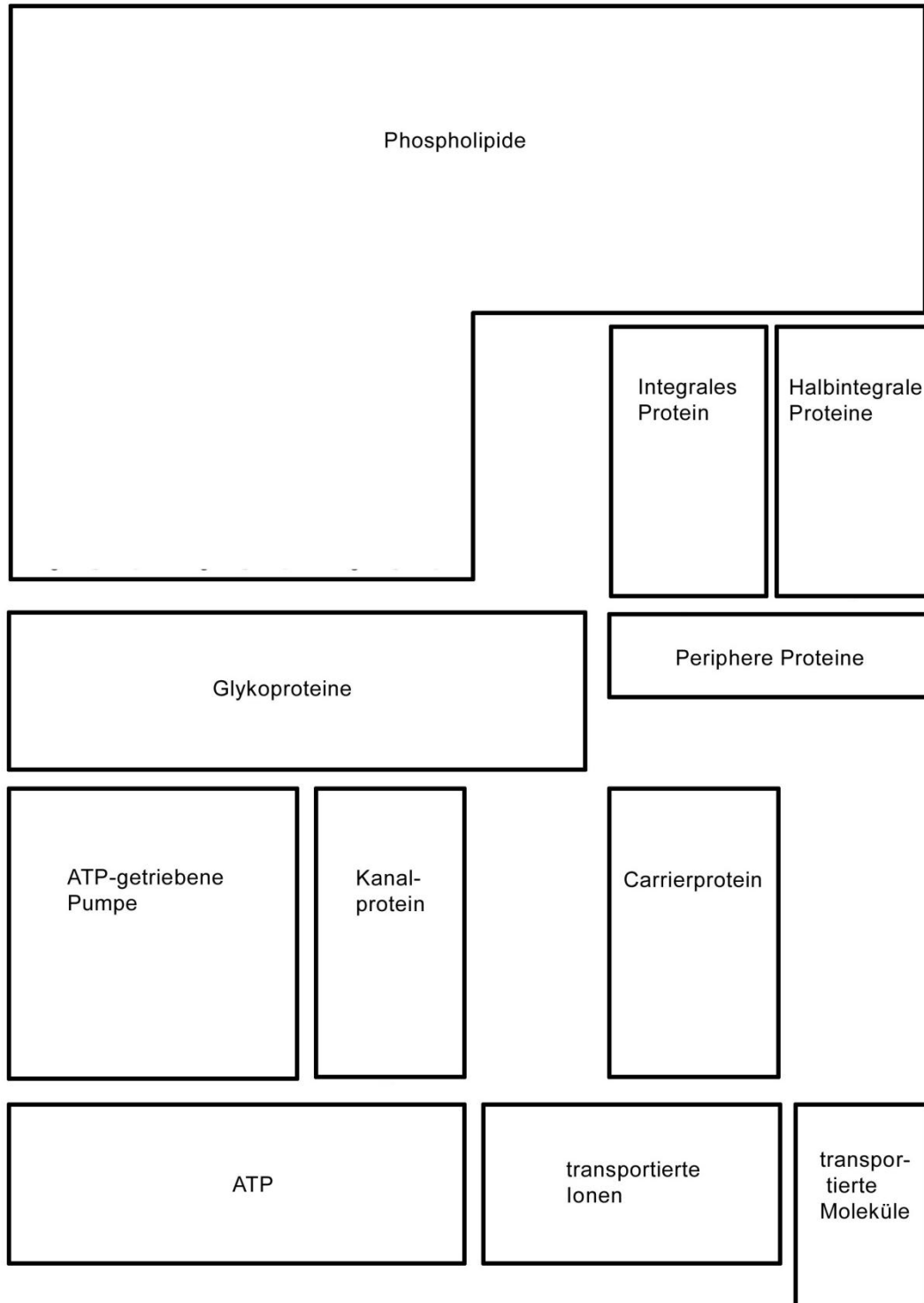
1. Bauen Sie ein zweidimensionales Modell einer Zellmembran unter Verwendung der vorgegebenen Bestandteile.
2. Benennen und beschreiben Sie die Membranbestandteile und ordnen Sie gegebenenfalls die entsprechenden Funktionen zu.
3. Erklären Sie die in a) bis g) beschriebenen Membraneigenschaften und Transportvorgänge ausführlich anhand des Modells und unter Verwendung entsprechender Fachausdrücke.

Hinweis: Besonders wichtige Aussagen sind im **Fettdruck** ausgeführt.

Bauelemente für ein zweidimensionales Biomembranmodell:



Legende der Bauelemente der Biomembran für die Lehrkraft:



Hilfekarte zu a)

Berücksichtigen
Sie die Polaritäten
der beteiligten
Strukturen.

Hilfekarte zu c)

Verwenden Sie
folgende Begriffe:
Erleichterte
Diffusion, passiver
Transport

Hilfekarte zu d)

Verwenden Sie
folgende Begriffe:
Unpolare Stoffe,
Diffusion

Hilfekarte zu e)

Verwenden Sie
folgende Begriffe:
ATP, Antiport

Hilfekarte zu f)

Verwenden Sie
folgende Begriffe:
Carrier, passiver
oder (sekundär)
aktiver Transport,
Symport

Hilfekarte zu g)

Verwenden Sie
folgende Begriffe:
Osmose, Turgor,
Membran-
permeabilität



Hinweise zum Unterricht

Diese Aufgabe dient zur Übung des bereits behandelten Stoffes.

Vorwissen: Aufbau der Biomembran, Transportvorgänge an der Biomembran (aktiver Transport, passiver Transport, Carrierproteine, Tunnelproteine, erleichterte Diffusion, Antiport, Symport), Osmose Turgor.

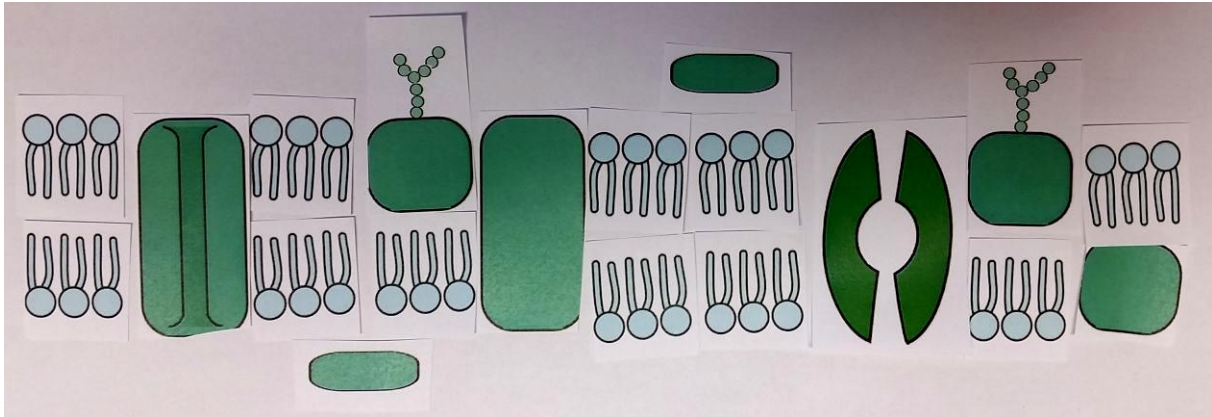
Mögliches Vorgehen: Die Schüler erarbeiten die Lösungen in Partnerarbeit. Anschließend tragen einzelne Schüler z. B. mit Hilfe einer Dokumentenkamera und eines Beamers ihre Lösungen vor.

Membranmodell:

- Die Schülerinnen und Schüler können als Hausaufgabe die Bestandteile des Membranmodells ausschneiden, so dass sie zur Durchführung der Aufgabe in der folgenden Stunde zur Verfügung stehen.
- Alternative 1: Es liegt bereits ein (evtl. laminiertes) Klassensatz des Membranmodells vor.
- Alternative 2: Es existieren auch käuflich erwerbbar Membranmodelle, die sich für den beabsichtigten Zweck eignen können.

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Zweidimensionales Modell der Biomembran:



2. Membranbestandteile und ihre Funktionen:

Bestandteil	Beschreibung / Funktion
Phospholipid	bildet mit anderen Phospholipiden die Lipiddoppelschicht, hydrophiler Teil zeigt zur Oberfläche der Biomembran, hydrophober Teil in das Innere der Biomembran
Kohlenhydratkette	befindet sich an der Zellaußenseite, dient z. B. zur Zell-Zell-Erkennung
Integrales Protein	dringt in die Lipiddoppelschicht ein, kann z. B. Kohlenhydratketten an der Zellaußenseite präsentieren
Peripheres Protein	ist lose an der Biomembranoberfläche gebunden
Kanalprotein	integrales Protein, das einen Kanal durch die Biomembran bildet und somit bestimmten Teilchen den Durchtritt ermöglicht
Carrierprotein	integrales Protein, das unter Konformationsänderung spezifische Transportvorgänge durch die Biomembran ermöglicht

3. Transportvorgänge:

- Natrium-Ionen sind geladene und somit hydrophile Teilchen, der größte Teil der Zellmembran ist aber hydrophob. Nach dem Grundsatz „Ähnliches löst sich in Ähnlichem“ zeigt die Zellmembran somit eine geringe Permeabilität für Natrium-Ionen.
- Proteine (Tunnelproteine) erleichtern die Diffusion für Kaliumionen.
- Tunnelproteine für Natrium-Ionen öffnen sich bei Kontakt mit dem Neurotransmitter, anschließend erfolgt eine erleichterte Diffusion der Natrium-Ionen; es handelt sich um einen passiven Transport.
- Unpolare Stoffe wie Benzol können die Lipiddoppelschicht leicht durchqueren, da der größte Teil der Zellmembran einen unpolaren Charakter besitzt. Es handelt sich um einen passiven Transport, da der Transport mit dem Konzentrationsgefälle erfolgt.
- Es handelt sich um einen aktiven Transport unter ATP-Verbrauch, da die genannten Ionen angereichert werden. Da ein gleichzeitiger Austausch stattfindet, handelt es sich um einen Antiport.

- f) Es handelt sich um einen passiven Transport der Natrium-Ionen mit dem Konzentrationsgefälle, Carrierproteine nehmen die Natrium-Ionen selektiv auf und transportieren diese in das Zellinnere. Da gleichzeitig Glucose transportiert wird, handelt es sich um einen Symport.
Erweitert: Es handelt sich um einen (sekundär) aktiven Transport. In der Zellmembran befinden sich Carrierproteine für Natriumionen und Glucose, der Konzentrationsgradient der Natrium-Ionen liefert die Energie zum Transport der Glucose gegen das Konzentrationsgefälle.
- g) Wasser fließt im Rahmen der Osmose aus der Vase hin zum Ort der höheren Stoffkonzentration des gelösten Stoffes, also in die Pflanzenzellen der Schnittblume. Voraussetzung ist, dass die Zellmembran für den gelösten Stoff nicht permeabel ist. Somit erhöht sich der Turgor, die Pflanze welkt langsamer.

Quellen- und Literaturangaben

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Biomembran> (aufgerufen am 27.07.2017)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Membrantransport> (aufgerufen am 27.07.2017)
- https://de.wikipedia.org/wiki/Natrium/Glucose-Cotransporter_1 (aufgerufen am 27.07.2017)
- https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Scheme_facilitated_diffusion_in_cell_membrane-de.png von LadyofHats; gemeinfrei, verändert (aufgerufen am 27.07.2017)
- https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Scheme_secondary_active_transport-en.svg von LadyofHats; gemeinfrei, verändert (aufgerufen am 27.07.2017)