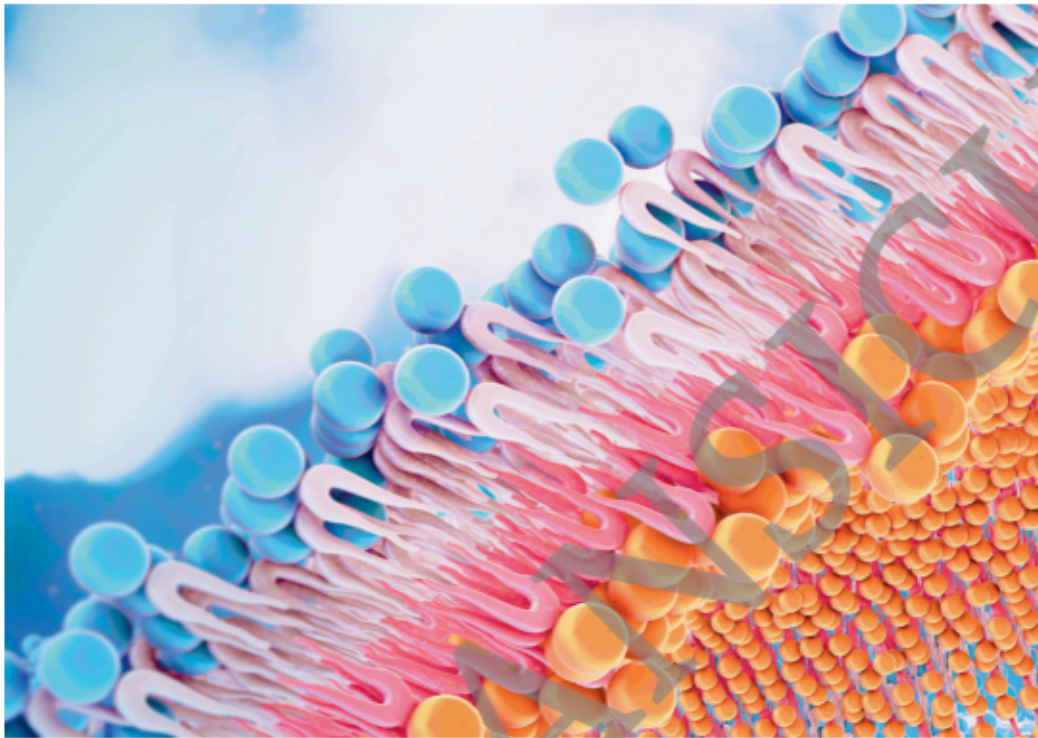


## II.A.1.7

### Cytologie – Organisation der Zelle

# Mystery zur Biomembran – Aufbau, Funktion und Modelle

Nach einer Idee von Andrea May



© RAABE 2024

© Ozgu Arslan/iStock/Getty Images Plus

In dieser differenzierten Unterrichtseinheit erarbeiten sich Ihre Lernenden den Feinbau und die Funktion der Biomembran mithilfe eines spannenden Mysteryfalles. Die kooperative Mystery-Methode eignet sich auch für heterogene Lerngruppen und wirkt motivierend. Unterstützung bekommen die Lernenden durch gestaffelte Hilfekarten und die Wiederholung von chemischem Grundwissen. Zum Abschluss der Einheit üben die Lernenden Modellkritik anhand des Flüssig-Mosaik-Modells.

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	11, 12, 13
<b>Dauer:</b>	4 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	Sachkompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
<b>Inhalt:</b>	Zellbiologie, Biomembran, Kompartimentierung, Modell, Stoffwechsel, Phospholipide, Flüssig-Mosaik-Modell

---

## Auf einen Blick

### 1./2. Stunde

**Thema:** Ein Mystery zum Aufbau der Biomembran

- M 1** Einzeller oder nicht? – Der Fall  
**M 2** Mystery – So geht's!  
**M 3** Mysterykarten zum Fall  
**M 4** Mysterykarten – chemisches Grundwissen  
**M 5** Hilfekarten zu den Membranmodellen  
**M 6** Der Aufbau der Biomembran

**Benötigt:**  Schere, Klebstoff und Stifte für das Mystery

### 3./4. Stunde

**Thema:** Das Biomembranmodell in der Kritik

- M 7** Modelle in der Forschung  
**M 8** Gruppe A: Das Flüssig-Mosaik-Modell  
**M 9** Gruppe B: Das Lipid-Raft-Modell  
**M 10** Kritik am Biomembranmodell

### Minimalplan

Bei Zeitmangel kann die Auswahl des gültigen Membranmodelles (Aufgabe in **M 2**) entfallen, so dass lediglich das Legekärtchen mit dem Flüssig-Mosaik-Modell zur Verfügung gestellt wird. Die verbleibende Unterrichtszeit in der 1./2. Stunde kann für die Lernerfolgskontrolle (**M 6**) oder einen Gallery-Walk zur Ausstellung und Reflexion der Plakate genutzt werden.

### Erklärung zu den Symbolen



Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.



leichtes Niveau



mittleres Niveau



schwieriges Niveau

## Einzeller oder nicht? – Der Fall

M 1

Im Biologieunterricht der Klasse 6 behandeln Noah und Juliette gerade das Thema Einzeller. In der heutigen Stunde wollen sie mit dem Mikroskop „Das Leben im Wassertropfen“ beobachten. Dafür haben sie vor einer Woche einen sogenannten Heuaufguss angesetzt. In dem Versuch füllt man ein großes Becherglas (A) mit Wasser, gibt dann eine Handvoll Heu vom Bauernhof dazu und lässt das Glas eine Woche am Fenster stehen. In dieser Woche pflanzen sich die Einzeller aus dem Heu im Wasser zahlreich fort. Zur Sicherheit, das haben sie schon gelernt, setzen sie einen zweiten Heuaufguss in einem zweiten Becherglas (B) an.

Juliette untersucht mit ihrem Mikroskop das Wasser aus Becherglas A:

Noah untersucht mit seinem Mikroskop das Wasser aus Becherglas B:



© mariaflaya/iStock/Getty Images Plus (mod.)



© mariaflaya/iStock/Getty Images Plus (mod.)

Was ist passiert? Warum erkennt Noah keine Einzeller in seinem Heuaufguss, während Juliette viele verschiedene Einzeller sieht?



© CoolFinger/iStock/Getty Images Plus

### Aufgabe

Lösen Sie gemeinsam das Mystery, indem Sie die Methodenkarte „Mystery – So geht's!“ lesen und den Verlaufshinweisen genau folgen.

## M 2 Mystery – So geht's!



© LadadikArt/iStock/Getty Images Plus

### Verlaufshinweise

Lösen Sie gemeinsam das Mystery, indem Sie wie folgt vorgehen ...

1. Nehmen Sie reihum eine Karte aus dem Briefumschlag und lesen Sie die Karte laut vor.
1. Legen Sie die Karte geordnet auf das Plakat, bevor die nächste aus dem Umschlag genommen wird. Auf diese Weise werden alle Karten vorgelesen und vorgeordnet abgelegt. Achten Sie bereits während des Ablegens darauf, Gemeinsamkeiten zu finden und die Karten ggf. in Kategorien abzulegen.
2. Versuchen Sie anschließend, weitere thematische Zusammenhänge zwischen den einzelnen Prozessen und Teilgebieten zu finden. Stellen Sie dabei die Karten zur Beantwortung der Leitfrage in den Mittelpunkt.
3. Bearbeiten Sie an dieser Stelle die Aufgabe unten bevor Sie fortfahren.
4. Ordnen Sie Ihre Karten logisch in Kategorien an. Nehmen Sie an einer passenden Stelle auch die Leitfrage mit in Ihr Plakat auf:  
Warum sieht Noah keine Einzeller in seinem Heuaufguss?
5. Wenn Sie alle mit dem Legebild zufrieden sind, kleben Sie die Karten auf. Lassen Sie Platz für eine Antwort auf die Leitfrage.
6. Zeigen Sie nun durch das Einfügen von Überschriften, Pfeilen, Symbolen, Markierungen usw., wie die verschiedenen Karten in Verbindung stehen oder sich abgrenzen.
7. Formulieren Sie einen Antwortsatz auf die Leitfrage. Nehmen Sie diesen mit auf.

### Aufgabe

**Vergleichen** Sie die Membranmodelle und ermitteln Sie mithilfe der Informationen aus den Mysterykarten, welches Membranmodell das aktuelle Modell darstellt. **Nehmen** Sie anschließend nur dieses in Ihr Plakat mit auf.

**Tipp:** Nutzen Sie bei Bedarf die ausliegenden Hilfekarten.



## Der Aufbau der Biomembran

M 6

Biomembranen leisten den wesentlichen Beitrag dafür, dass Leben möglich ist. Durch ihren einzigartigen Aufbau können sie essenzielle Aufgaben im Organismus übernehmen.

Dabei schaffen sie aufgrund ihrer Eigenschaft, Flüssigkeiten zu separieren, getrennte Reaktionsräume, in denen Stoffwechselprozesse unabhängig voneinander ablaufen können (Kompartimentierung). Außerdem kann Stoffaustausch und Kommunikation zwischen Zellen sowie mit der Umgebung stattfinden und die Zell-Zell-Erkennung gewährleistet werden. Die chemischen Eigenschaften der Bestandteile und der spezielle molekulare Bau der Biomembran stellen diese Funktionen sicher.

Das in der Abbildung dargestellte Modell zeigt das sogenannte Flüssig-Mosaik-Modell von Singer und Nicolson. Das Modell umfasst alle Ergebnisse damaliger Forschung und ist in den Grundzügen bis heute gültig.

Phospholipide lagern sich in ihrem beidseitig wässrigen Umfeld in Form einer Lipiddoppelschicht an. Darin eingebettet sind unterschiedliche Membranproteine. Sie werden nach dem Grad ihrer Verankerung in der Membran in periphere (aufgelagerte) Proteine und integrale (eingebettete) Proteine unterschieden. Einige integrale Proteine durchspannen als sogenannte Transmembranproteine die gesamte Membran.

Zellmembranen enthalten neben den Lipiden und Proteinen ein weiteres funktional wichtiges Molekül. Auf der Außenseite der Zellmembranen findet man Kohlenhydrate, die als Kohlenhydratketten an Proteine oder Lipide gebundene sind. Sie werden als Glykoproteine bzw. Glykolipide bezeichnet.

### Aufgaben

1. **Beschriften** Sie das dargestellte Membranmodell in der Abbildung. **Ordnen** Sie die intrazelluläre (Cytoplasma) und extrazelluläre Seite (Zellaußenseite) der Biomembran **begründet zu**. Nehmen Sie ggf. Ihr Plakat zu Hilfe.
2. **Skizzieren** Sie ein Phospholipid, den Grundbaustein der Biomembran. Beschriften Sie Ihre Skizze und **nennen** Sie die spezifischen chemischen Eigenschaften der einzelnen Molekülteile. Nehmen Sie ggf. Ihr Plakat zu Hilfe.
3. **Vergleichen** Sie Ihre Beschriftungen mit Ihrer Nebensitzerin oder Ihrem Nebensitzer und stellen Sie einen Zusammenhang zwischen den im Text beschriebenen Funktionen und der Struktur einzelner Bestandteile der Biomembran her.
4. **Knacknuss:** Gibt man Phospholipide auf bzw. in verschiedene Medien (Wasser, Luft, Öl), ordnen sie sich aufgrund ihrer amphipathischen Moleküleigenschaften (hydrophil und hydrophob in einem Molekül) auf unterschiedliche Weise an der Grenzschicht an.  
**Skizzieren** Sie die Anordnung von Phospholipiden, wenn...
  - a) ... man sie auf einen Wasserfilm gibt (Grenzschicht Luft – Wasser)
  - b) ... man sie auf einen Ölfilm gibt (Grenzschicht Luft – Öl)
  - c) ... sie einen Öltropfen in Wasser umschließen (Grenzschicht Öl in Wasser)
  - d) ... sie einen mit Wasser gefüllten Vesikel bilden (Grenzschicht Wasser in Wasser)



## Mysterykarten zum Fall

M 3



Der Grundbaustein aller Biomembranen sind Phospholipide.  
Sie gehören zu den Makromolekülgruppen der Lipide.

Biomembranen sind beidseitig von einem polaren, wässrigen Medium umgeben. Intrazellulär (im Zellinneren) befindet sich das Cytoplasma und extrazellulär (im Zell-äußeren) ein Gemisch aus Gewebsflüssigkeit und Plasma.

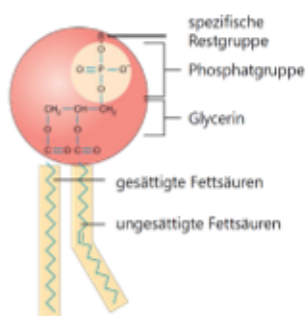
Phospholipide bestehen in ihrer Molekülstruktur aus zwei Bereichen:

1. Der hydrophilen „Kopffregion“  
Diese Region wird durch die polare Phosphatgruppe und die daran gebundenen spezifischen Restgruppen gebildet.

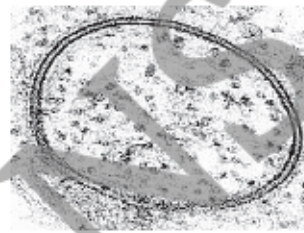
Phospholipide bestehen in ihrer Molekülstruktur aus zwei Bereichen:

2. Der hydrophoben „Schwanzregion“  
Diese Region bilden die beiden unpolaren Kohlenwasserstoffketten, die als Fettsäureketten mit dem Glycerin verbunden sind.

Grundaufbau des Phospholipidmoleküls



nach © OpenStax, CC BY 4.0 via Wikimedia Commons



© Sandraamurray, Public domain, via Wikimedia Commons

Heinrich aus Klasse 7 ist ein eher bequemer Schüler und hält sich nicht immer an die Arbeitsanweisungen, die ihm gegeben werden.

Heinrich war in seiner Arbeitsgruppe für das Säubern aller Materialien – auch des verwendeten Becherglases – verantwortlich.

Nach der Untersuchung des Herzens sollten alle verwendeten Materialien gründlich gereinigt werden.

Folgende Arbeitsanweisung war gegeben:

1. Säubere alle Materialien gründlich mit Spülmittel und Schwamm
2. Wasche anschließend alle Rückstände mit klarem Wasser ab
3. Stelle die Materialien in den Trockenständer

Etikett der Spülmittelflasche:

### Spülmittel EXTRA STRONG

#### „Stark gegen Fett!“

Die Flasche *Spülmittel EXTRA STRONG* enthält 0,4 l Geschirrspülmittel mit frischem Zitrusduft.

5 ml *Extra Strong* auf 500 ml Wasser verwenden.

Bitte beachten Sie die **Gefahrenhinweise**:

- kann schwere Augenreizungen verursachen
- gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- kann Hautreizungen verursachen und die Atemwege reizen
- sehr giftig für Wasserorganismen
- schädlich für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung

**M 10****Kritik am Biomembranmodell****Aufgaben**

1. **Erklären** Sie in Stichpunkten, was man unter Modellen versteht.

2. **Erklären** Sie in Stichpunkten, wie Modelle entstehen.

3. **Nennen** Sie die Kernelemente des Flüssig-Mosaik-Modells.

4. **Nennen** Sie die Kernelemente des Lipid-Raft-Modells.

5. **Beurteilen** Sie gemeinsam, ob das dargestellte Modell ein gelungenes Modell zum Bau der Biomembran ist.