

Experiment nach GORTER und GRENDEL

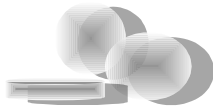
1925 entwickelten GORTER und GRENDEL ein Modell einer Biomembran. Sie untersuchten Erythrozyten des Menschen. Biochemische Analysen hatten gezeigt, dass die Zellmembran Phospholipide enthielt.

GORTER und GRENDEL isolierten die Zellmembranen der Erythrozyten von 2 mm³ Blut und extrahierten die Membranlipide. 1 mm³ menschliches Blut enthält $5,2 \cdot 10^6$ Erythrozyten. Die Oberfläche eines Erythrozyten beträgt im Durchschnitt 145 μm^2 . Erythrocyten enthalten nur wenige Zellorganellen, die umgebende Plasmamembran ist also näherungsweise die einzige Biomembran.

Der Phospholipidextrakt wurde auf eine Wasseroberfläche gegeben, auf der er sich kreisförmig ausbreitete. Der Phospholipidanteil in diesem Extrakt betrug 0,007 mm³. Das Lösungsmittel verdunstete und die Phospholipidschicht blieb zurück. Die kreisförmig ausgebreitete Phospholipidschicht entspricht einem sehr flachen Zylinder ($V_z = \pi \cdot r^2 \cdot h$).

GORTER und GRENDEL führten den obigen Versuch mehrfach durch und ermittelten einen mittleren Durchmesser von 6 cm Durchmesser für die Phospholipidschicht.

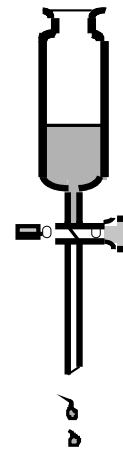
Erythrocyten



Extraktion der Membranlipide



Membranlipide in Lösungsmittel



Erzeugen eines Lipidfilms auf Wasser

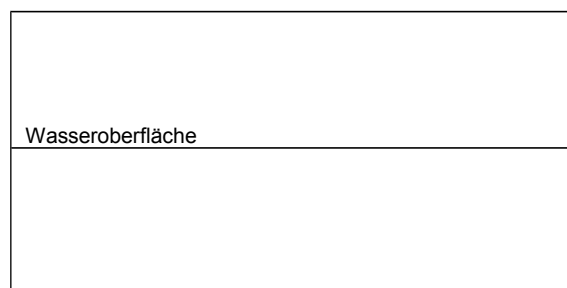


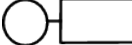
Abbildung 1:
Schema: Versuch von Gorter und Grendel
Quelle: ZPG
Quelle:

Aufgaben:

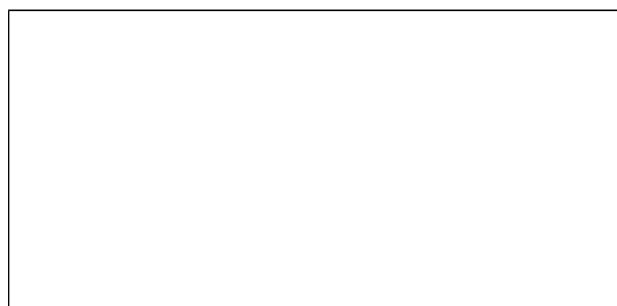
1. Berechnen Sie die Dicke der Phospholipidschicht auf der Wasseroberfläche!
2. Vergleichen Sie die Fläche der ausgebreiteten Phospholipidschicht mit der Fläche der verwendeten Erythrozyten – Zellmembranen!
Welche Schlussfolgerungen zogen wohl GORTER und GRENDEL aus diesem Vergleich?

3. Zeichnen Sie eine mögliche Anordnung der Lipidmoleküle auf der Wasseroberfläche ein.



Verwenden Sie dabei folgendes Symbol für ein Phospholipidmolekül: 

4. Zeichnen Sie schematisch eine mögliche Anordnung der Lipidmoleküle in der Zellmembran, die sich aus dem Experiment von GORTER und GRENDEL ableiten lässt.



5. Formulieren Sie eine Fragestellung und eine Hypothese, die Gorter und Grendel vor der Durchführung des Experiments entwickelt haben könnten.



Lösungsvorschlag

1. Berechnen Sie die Dicke der Phospholipidschicht auf der Wasseroberfläche!

$$V_Z = \pi \cdot r^2 \cdot h \rightarrow h = V_Z / \pi \cdot r^2$$

$$h = 0,007 \text{ mm}^3 / 3,14 \cdot 30^2 \text{ mm}^2 = 0,000024 \text{ mm} = 2,4 \text{ nm}$$

2. Vergleichen Sie die Fläche der ausgebreiteten Phospholipidschicht mit der Fläche der verwendeten Erythrozyten – Zellmembranen!
Welche Schlussfolgerungen zogen wohl GORTER und GRENDEL aus diesem

Vergleich?

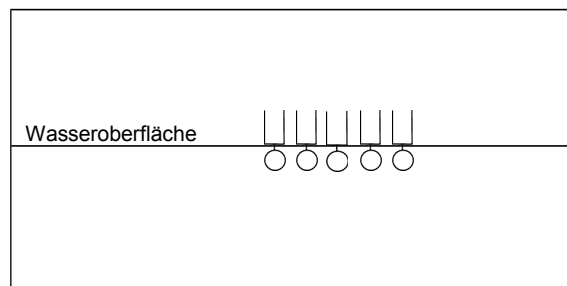
$$F_E = 145 \cdot 10^6 \text{ mm}^2 \cdot 5,2 \cdot 10^6 \cdot 2 \quad F_E \approx 1508 \text{ mm}^2$$

$$F_L = \pi \cdot r^2 \rightarrow F_L = \pi \cdot (30 \text{ mm})^2 \rightarrow F_L \approx 2827 \text{ mm}^2$$

$$2 F_E \approx F_L$$

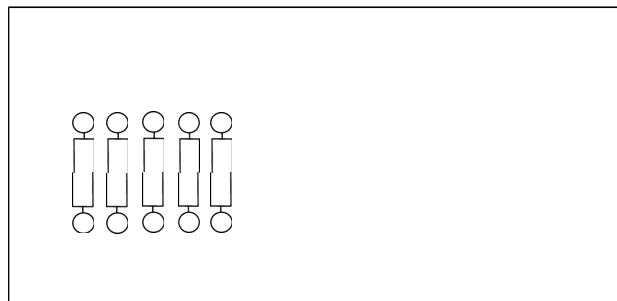
Die Lipidschicht hat ungefähr die doppelte Fläche der Flächensumme aller Erythrozytenmembranen. Die Membran ist aus einer Doppellipidschicht aufgebaut.

3. Zeichnen Sie eine mögliche Anordnung der Lipidmoleküle auf der Wasseroberfläche ein.



Verwenden Sie dabei folgendes Symbol für ein Phospholipidmolekül:

4. Zeichnen Sie schematisch eine mögliche Anordnung der Lipidmoleküle in der Zellmembran, die sich aus dem Experiment von GORTER und GRENDEL ableiten lässt.



4. Formulieren Sie eine Fragestellung und eine Hypothese, die Gorter und Grendel vor der Durchführung des Experiments entwickelt haben könnten.
Fragestellung: Wie sind die Lipidmoleküle in der Zellmembran angeordnet?
Hypothese: Die Lipidschicht ist in einer Doppelschicht angeordnet.

Idee nach Jänicke, J. (1986). Materialien zum Kursunterricht Biologie Band 3. Köln: Aulis-Verlag