

1. Um welche Form des Transports handelt es sich bei den verschiedenen Transportvorgängen während einer Signalübermittlung?

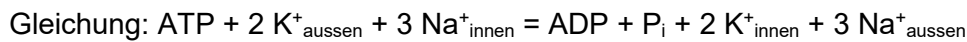
Transportmittel	Art des Transport	Bemerkungen
Na ⁺ -K ⁺ -Pumpe	Aktiver Transport	K ⁺ und Na ⁺ werden entgegen ihren Konzentrationsgradienten aus bzw. in die Zelle befördert. Die Pumpe benötigt dazu die Energie von ATP.
Spannungsabhängige Ionenkanäle	Passiver Transport, erleichterte Diffusion	Ionenkanäle öffnen durch Änderung des Membranpotentials. Na ⁺ und K ⁺ strömen durch die geöffneten Kanäle. Die Diffusion wird getrieben durch Konzentrationsunterschied
Ionenkanalverbundene Rezeptoren	Passiver Transport, erleichterte Diffusion	Ionenkanäle öffnen durch Bindung eines Signalmoleküls. Na ⁺ und K ⁺ strömen durch die geöffneten Kanäle. Die Diffusion wird getrieben durch Konzentrationsunterschied
Vesikel	Exocytose	Ca ²⁺ veranlasst die Vesikel zur Membran zu wandern. Dort verschmelzen sie mit der Membran und entleeren sich nach aussen.

2. Erläutern Sie die Funktionen einer Zellmembran am Beispiel der Nervenzelle. Die Funktionen der Membran in Nervenzellen:

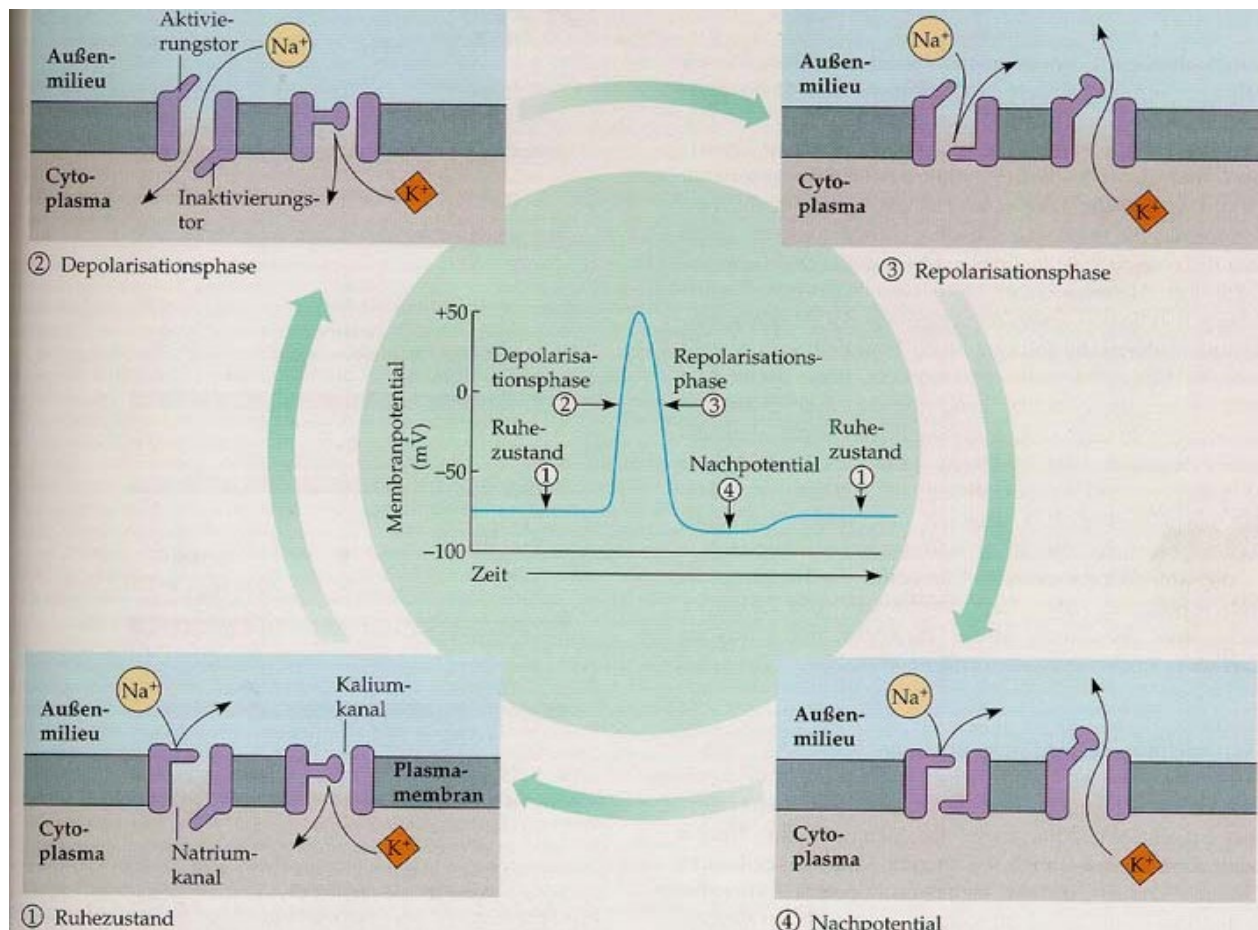
Die Membran einer Nervenzelle muss das Zellinnere vom Zelläusseren **abgrenzen**, damit ein Membranpotential entstehen kann. Weiter muss die Membran verschiedene **Ionenkanäle** enthalten. Um das Ruhe-Potential aufrecht zu erhalten braucht es die **Na⁺-K⁺-Pumpe**. Um einen chemischen oder mechanischen Reiz in einen elektrischen Impuls um zu wandeln, braucht es **G-Proteinverknüpfte Rezeptoren** und **Ionenkanalverknüpfte Rezeptoren**. Um das Signal zu verstärken und weiterzuleiten braucht es **spannungsabhängige Ionenkanäle**. Um das elektrische Signal wieder in ein chemisches zu wandeln (an den Synapsen) muss die Membran im Stande sein, **mit Vesikeln zu verschmelzen**, die sich darauf nach aussen entleeren.

3. Was versteht man unter Phosphorylierung? Welche Moleküle werden während einem Zyklus der Na⁺-K⁺-Pumpe in bzw. aus der Zelle transportiert, welche entstehen bzw. werden verbraucht? Stellen Sie eine Gleichung auf!

Unter Phosphorylierung versteht man die Addition einer Phosphatgruppe an ein Protein. Dabei überträgt ein Enzym eine Phosphatgruppe von ATP auf das Protein. Das Protein, das phosphoryliert wird, wird dadurch aktiviert.



4. Interpretieren Sie das folgende Diagramm. (Das Diagramm wurde erhalten durch die Messung des Membranpotentials an einer aktiven Nervenzelle). Überlegen Sie sich, was in den verschiedenen Phasen (1 bis 4) vor sich geht. Warum ist das Membranpotential in Phase 4 negativer als in Phase 1?



1. **Ruhezustand:** Die Natrium- und Kaliumkanäle sind geschlossen, und das Ruhepotential des Neurons wird aufrechterhalten.
Ein Reiz öffnet einige Na⁺-Kanäle. Sobald der Na⁺-Einstrom das Schwellenpotential erreicht, öffnen sich neue Na⁺-Tore, wodurch ein Aktionspotential ausgelöst wird.
2. **Depolarisationsphase** des Aktionspotentials: Aktivierungstore der Natriumkanäle sind geöffnet, aber die Kaliumkanäle bleiben geschlossen. Natriumionen strömen in die Zelle, und das Zellinnere wird positiver.
3. **Repolarisationsphase** des Aktionspotentials: Die Inaktivierungstore schliessen die Natriumkanäle, und die Kaliumkanäle öffnen sich. Kaliumionen verlassen die Zelle und der Verlust der positiven Ladung macht das Zellinnere negativer als die Aussenseite.
4. **Nachpotential:** Beide Tore der Natriumkanäle sind geschlossen, aber aufgrund ihres relativ trägen Verhaltens bleiben die Kaliumkanäle trotz vollständiger Repolarisation der Membran noch für kurze Zeit geöffnet. Eine oder zwei Millisekunden später ist der Ruhezustand wieder hergestellt, und das Neuron kann auf einen erneuten Reiz wieder mit einem Aktionspotential reagieren.

Die Kaliumkanäle sind der Hauptgrund, warum das Ruhepotential in Phase 4 unterschritten wird. Die relativ langsam schaltenden Kaliumkanäle bleiben noch für eine gewisse Zeit nach der vollständigen Repolarisation geöffnet, wodurch Kalium- obwohl das Ruhepotential bereits erreicht ist- weiterhin aus der Zelle strömen kann. Durch diesen anhaltenden Kaliumstrom wird das Membranpotential negativer als das Ruhepotential, d.h. die Membran wird hyperpolarisiert.

5. **In der Vorlesung haben Sie gesehen, dass der Transport von Saccharose an einen „Rücktransport“ von H⁺ gekoppelt ist (Cotransport). Welche Massnahme müsste man vornehmen, damit die Saccharoseaufnahme verstärkt würde?**

Der Transport von Saccharose ist ein Cotransport. Damit die Zelle Saccharose über ein Carrierprotein aufnimmt, muss sie zur gleichen Zeit auch H⁺ aufnehmen. Senkt man nun den pH ausserhalb der Zelle, so steigt auch die Konzentration an H⁺ Ionen. Dies führt dazu, dass H⁺ im Äusseren der Zelle im Überschuss vorliegt und durch Diffusion wieder zurück in die Zelle wandert. Die H⁺ Ionen, welche passiv die Membran durchwandern, nehmen nun je ein Saccharosemolekül mit. Je mehr H⁺ ausserhalb der Zelle vorhanden ist, desto mehr Saccharosemoleküle werden aufgenommen. Durch die **Senkung der pH ausserhalb der Zelle** kann die Saccharoseaufnahme also verstärkt werden.

6. Eine künstliche Zelle- das heisst eine selektiv permeable Membran, die eine wässrige Lösung einschliesst- wurde vor kurzem in ein Gefäss mit einer anderen Lösung gebracht. Die Membran ist durchlässig für Wasser sowie für die einfachen Zucker Glucose und Fructose, stellt aber für das Disaccharid Saccharose eine völlig undurchdringliche Barriere dar.

a) Welche gelöste(n) Substanz(en) diffundieren in die Zelle?

Fructose

b) Welche gelöste(n) Substanz(en) diffundieren aus der Zelle?

Glucose

c) Welche Lösung- der Zellinhalt oder die Umgebung- ist gegenüber der anderen hypertonisch?

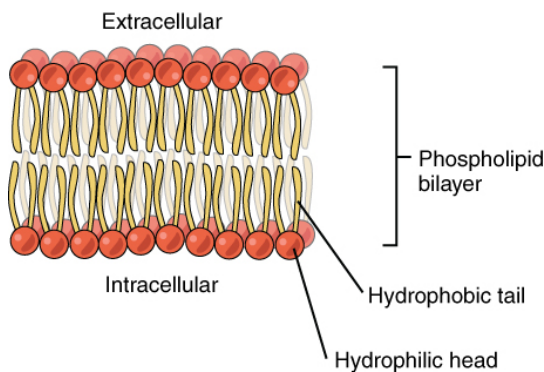
Der Zellinhalt ist gegenüber der Umgebung hypertonisch.

d) Was geschieht mit dem Volumen der Zelle, wenn man die Zelle ins Gefäss gebracht hat, und warum?

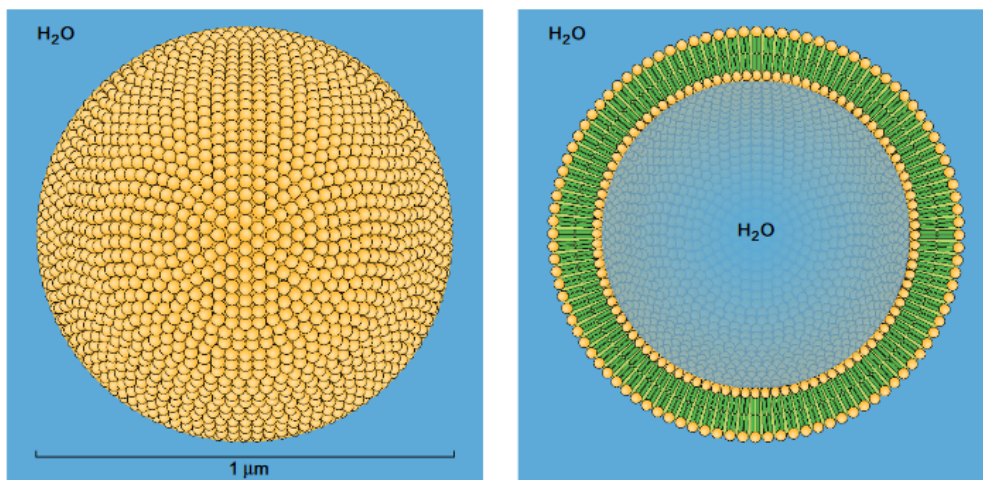
Die Zelle nimmt Wasser auf und wird praller. Dieses Phänomen kann durch Osmose erklärt werden. Die Richtung der Osmose wird nämlich ausschliesslich durch den Unterschied der Gesamtkonzentration gelöster Teilchen bestimmt. Daher fliesst Wasser von der hypotonischen in die hypertonische Lösung, mit dem Bestreben die hypertonische Lösung zu verdünnen.

Die Zellmembran besteht aus einer kontinuierlichen Doppelschicht von Phospholipiden. Ein Phospholipid besteht aus einem hydrophilen und einer hydrophoben Gruppe (siehe Abbildung). In der Zellmembran weisen die hydrophoben Gruppen der beiden Lipidschichten stets zueinander und die hydrophilen Gruppen sind stets nach Aussen ausgerichtet.

Wieso ordnen sich die Phospholipide der Zellmembran immer genau in dieser Weise an?



Das Zellinnere und der extrazelluläre Raum sind wässrige Lösungen. Die Kopfgruppen der Phospholipide sind hydrophil. Dies bedeutet sie sind wasserliebend. Sie können H-Brücken mit den H₂O Molekülen der Umgebung bilden. Die hydrophoben Schwänze der Phospholipide sind dagegen wasserabstoßend. Sie können keine H-Brücken mit den H₂O Molekülen der Umgebung bilden. Dagegen üben die hydrophoben Gruppen untereinander hydrophobe und Van der Waals-Kräfte aus, welche sie zusammenhält.



24.4 Struktur eines Liposoms. Die Selbstassoziation der Phospholipide führt zu einer kontinuierlichen Doppelschicht, die auf beiden Seiten von Wasser umgeben ist. Die sphärische Anordnung (links: Aufsicht) von bis zu 1 µm Durchmesser sichert die vollständige Trennung hydrophober und hydrophiler Strukturen (rechts: Anschnitt). Zum Vergleich: Eine typische eukaryotische Zelle hat einen Durchmesser von ca. 20 µm.

7. Die folgenden Aussagen betreffen die Zellmembran und ihre Transportprozesse. Entscheiden Sie für jede Aussage ob sie richtig oder falsch ist.

	Richtig	Falsch
Membranproteine könne sich lateral in der Zellmembran bewegen.	X	
Sowie der passive Transport folgt der aktive Transport auch einem dynamischen Gleichgewicht der Substratkonzentration. Mithilfe von ATP können beim aktiven Transport auch Moleküle gegen ihren Konzentrationsgradienten transportiert werden.		X
Die Homöostase wird durch Poren, Kanäle und Transporter erreicht.	X	
Die Zellmembran ist selektiv permeabel. Dies bedeutet, dass wichtige Moleküle wie zum Beispiel Glucose oder O ₂ ungehindert in die Zelle gelangen können. Selektiv Permeabilität ist ein Grundprinzip der Zellmembran. Hydrophobe Moleküle (zBsp. O ₂ , CO ₂) können ungehindert durch die Zellmembran diffundieren. Polare Moleküle (zBsp. Glucose, H ₂ O, Ionen) können nicht ungehindert durch die Zellmembran diffundieren. Sie brauchen Transporter.		X