



- Füllen Sie beim Lesen die Lücken mit sinnvollen Begriffen und bearbeiten Sie die eingebetteten Fragen. Bearbeiten Sie danach Aufgabe 1.
- Gutes inhaltsgleiches Lernvideo von TeacherToby, z.B. zur Wiederholung [https://youtu.be/NrjnOQiL\\_Ts](https://youtu.be/NrjnOQiL_Ts) 08:50 min

**1. Passiver Transport**

**1.1 Einfache Diffusion**

Nur sehr kleine, aus wenigen Atomen aufgebaute und unpolare Moleküle können sich mithilfe **einfacher Diffusion** (siehe Abb. 1.1) durch die Biomembran hindurch ausbreiten. Beispiele: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Bei hoher **Lipophilie** können sie auch etwas größer sein. Beispiele: Alkane, Steroid-Hormone wie Testosteron oder Estradiol. (siehe Abb. 1.1) Solche Stoffe können ihre Wirkung direkt im Cytoplasma oder an der DNA im Zellkern entfalten.

Sobald eine geringe Polarität vorhanden ist, können die Moleküle nicht durch die Doppelschicht diffundieren. So scheitert die **einfache Diffusion** weitgehend bei H<sub>2</sub>O, Zucker, Aminosäuren etc.

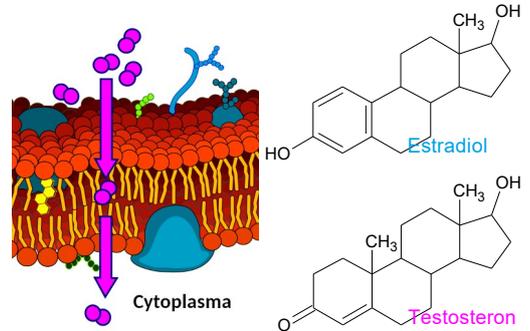


Abb. 1.1: Einfache Diffusion Q: wikicommons. A: LadyOfHats, verändert

**1.2 Erleichterte Diffusion: Kanäle und Carrier**

Sind besondere Transportstrukturen für die Diffusion vorhanden, spricht man auch von **Erleichterter Diffusion**. Dazu gehört die **kanalvermittelte Diffusion** durch spezielle **Kanäle** und auch der **Carriervermittelte Transport** mithilfe von **Carrier-Molekülen**. Sie ermöglichen Molekülen die Diffusion, die sonst die Doppelschicht aufgrund ihres Baus kaum überwinden werden können. Der Transport ist aber auch hier nur entlang des ..... möglich.

**1.2.1 Kanäle**

Ein wichtiges Beispiel für Kanäle sind die **Aquaporine**. Sie sind in großer Zahl in allen Biomembranen eingebettet und sorgen für die **erleichterte Diffusion** von .....-Molekülen.

Die meisten **Ionenkanäle** sind nur für eine Ionenart mehr oder weniger selektiv. Neben permanent geöffneten Kanälen, wie den **Aquaporinen**, gibt es auch viele Kanalproteine, deren Öffnungszustand an bestimmte Bedingungen geknüpft (vgl. Abb. 1.1.2ff). So existieren **spannungsgesteuerte Ionenkanäle**, die nur bei einem bestimmten Membranpotential („**Spannung**“) geöffnet sind. **Liganden-aktivierte Kanäle** sind nur geöffnet, wenn an die Bindungsstellen die passenden Moleküle (Liganden) reversibel gebunden sind. **Mechanisch-aktivierte Ionenkanäle**, öffnen sich nur bei mechanischer Dehnung:

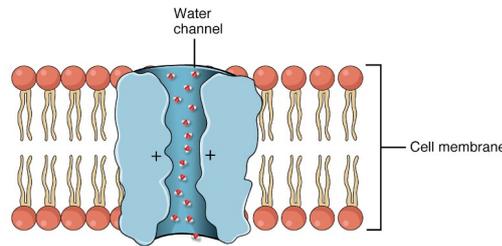


Abb. 1.1.1: Aquaporin Q+A: Open stax College via wikicommons

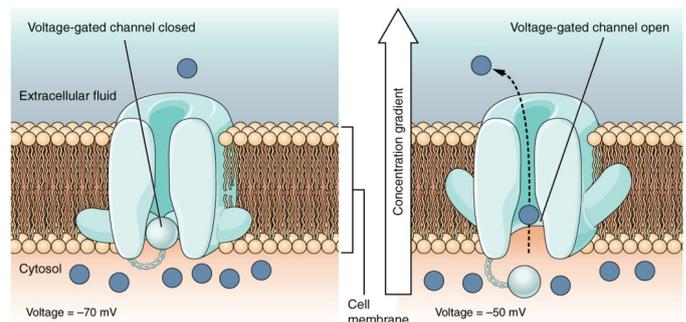


Abb. 1.1.2: Spannungsgesteuerter Na<sup>+</sup>-Kanal. Q+A: Openstax via wikicommons

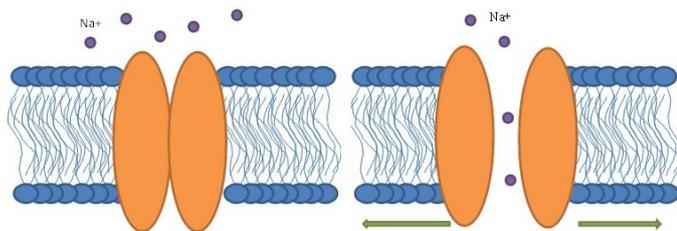


Abb. 1.1.4: Dehnungsgesteuerter Ionenkanal. Q: wikicommons. A: Tom Mark verändert

**1.1 Wo erwartet man bei Wirbeltieren Dehnungsrezeptoren?**

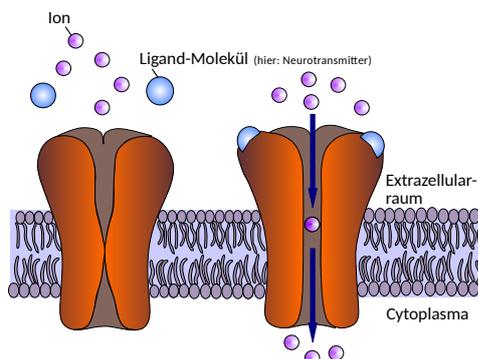


Abb. 1.1.3: Ligandengesteuerte Ionenkanäle Q: wikicommons. A: Pancrat (stark verändert)

**1.2.2 Carrier (Transporter)**

Auch Carrier-Moleküle überbrücken als *Transmembranproteine* die gesamte Doppelschicht. Bindet das passende Molekül an die Bindungsstelle des Carrier-Proteins nach dem **Schlüssel-Schloss-Prinzip**, so kommt es zur vorübergehenden Umfaltung. Dadurch wird das Molekül auf die andere Seite der Membran geschleust. Danach nimmt das Carrier-Protein spontan wieder die ursprüngliche Form an.

**Uniport** bezeichnet den Transport einzelner Moleküle. Manche Carrier können jedoch nur zwei Teilchen gleichzeitig transportieren. Man spricht dann von **Cotransport**. Ist die Transportrichtung identisch, spricht man von **Symport**, bei entgegengesetzter Transportrichtung von **Antiport** (vgl. Abb. 1.2.1).

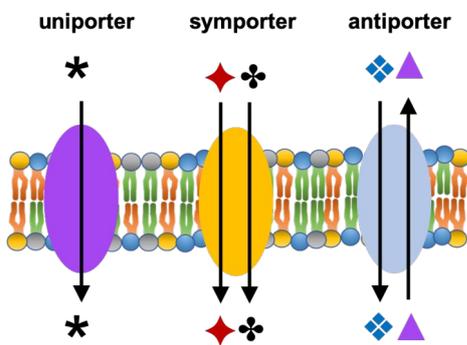


Abb. 1.2.1: Uniporter und Cotransporter. Q: wikicommons. A: Connectivid-D

Ein Beispiel für einen Antiporter findet sich auf der inneren Mitochondrienmembran. Mitochondrien sind für die Regeneration von ADP zur „Energiewährung“ ATP zuständig und werden deshalb Kraftwerke der Zelle genannt. Die **ATP-ADP-Translokase** schleust ADP in das Mitochondrieninnere (Matrix). Beim Rückschnellen in die ursprüngliche Proteinkonformation nimmt der Carrier ein ADP-Molekül mit und entlässt es auf die Seite die dem Cytoplasma zugewandt ist (vgl. Abb. 1.2.2).

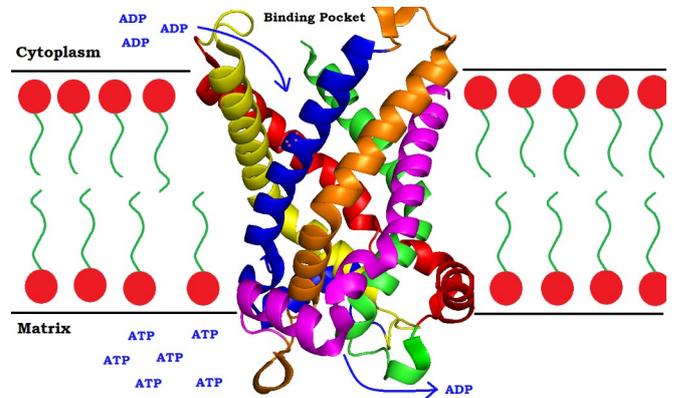


Abb. 1.2.2 ATP-ADP-Translokase Q: wikicommons. A: Mmaetani

**Zusammenfassung: Der passive Transport erfolgt stets entlang des ..... und erfordert keine zusätzliche Energie!**

**2. Aktiver Transport**

Transportvorgänge die mit einem direkten oder indirekten Energieverbrauch verbunden sind, werden unter dem Begriff **aktiver Transport** zusammengefasst. Hier erfolgt der Transport..... des Konzentrationsgradienten.

**2.1 Primär aktiver Transport**

Energieverbrauchende Transportstrukturen werden häufig als **Pumpen** bezeichnet. Häufig erfolgt der „Energieverbrauch“ in Form der Spaltung eines ATP-Moleküls. Die dadurch verfügbare Energie wird für die Umfaltung des Carriers genutzt. So transportiert die **Natrium-Kalium-Pumpe** in einem **Antiport** sowohl  $K^+$ -Ionen als auch  $Na^+$ -Ionen, beide entgegen ihres jeweiligen Konzentrationsgefälles: Unter Spaltung eines ATP-Moleküls werden 3 Natriumionen in den Extrazellularraum und dabei zwei Kaliumionen in das Cytoplasma transportiert (vgl. Abb. 2.1.1).

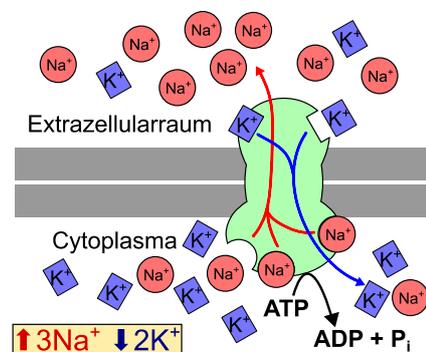


Abb. 2.1.1: Arbeitsweise der Natrium-Kalium-Pumpe. Q: e.W.

Neben ATP gibt es jedoch auch andere Energiequellen. So pumpt die Protonenpumpe von bestimmten photosynthese-befähigten Bakterien Protonen (H<sup>+</sup>) mithilfe der lichtaktiven Verbindung *Bacteriorhodopsin* auf die Extrazellulärlseite und nutzt dazu Sonnenlicht. Der aufgebaute Protonengradient wird dann genutzt, um H<sup>+</sup> gezielt wieder durch einen ATPSynthase-Komplex in die Zelle strömen zu lassen. Wie in der Turbine eines Wasserwerks, die durch einen hochgelegenen Stausee angetrieben wird, entsteht hierbei die Energiewährung ATP (vgl. Abb. 2.1.2).

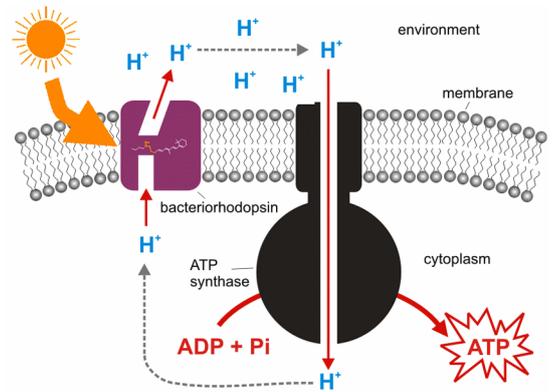


Abb. 2.1.2: Energiegewinnung bestimmter von *Halobacterium salinarum*. Q: wikicommons A: Darekk2 (verändert)

## 2.2 Sekundär aktiver Transport

Beim **sekundär aktiven Transport** handelt es sich um einen *Symport* oder einen *Antiport* an einem Carrier. Die eine Teilchenart (A) wird entlang eines Konzentrationsgefälles transportiert. Die dabei anfallende Energie wird vom Carrier genutzt, um eine andere Teilchenart (B) entgegen ihres Konzentrationsgradienten zu transportieren

Das Konzentrationsgefälle der Teilchenart A muss aufgebaut und aufrecht erhalten werden. Dafür gibt es einen weiteren Carrier, der unter .....-Verbrauch die Teilchensorte A entgegen des Gefälles pumpt. Indirekt wird also auch hier Energie benötigt, weshalb man von einem *sekundär aktiven Transport* spricht. (vgl. Abb. 2.2.1)

### 2.1 Beschriften Sie mit Teilchenart A und B!

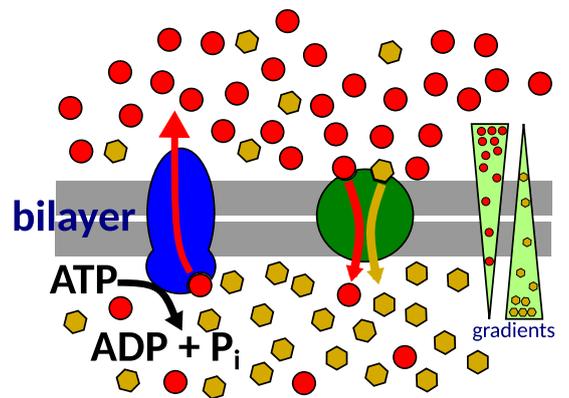


Abb. 2.2.1: Sekundär aktiver Transport. Q: e.W.

## 2.3 Exozytose und Endozytose

Bei der **Exozytose** verschmelzen im Cytosol liegende Vesikel mit der ..... und geben so die in ihnen gespeicherten Stoffe nach außen frei. Das Verschmelzen kann auch dazu dienen, neue membranständige Strukturen einzubauen.

### Exocytosis

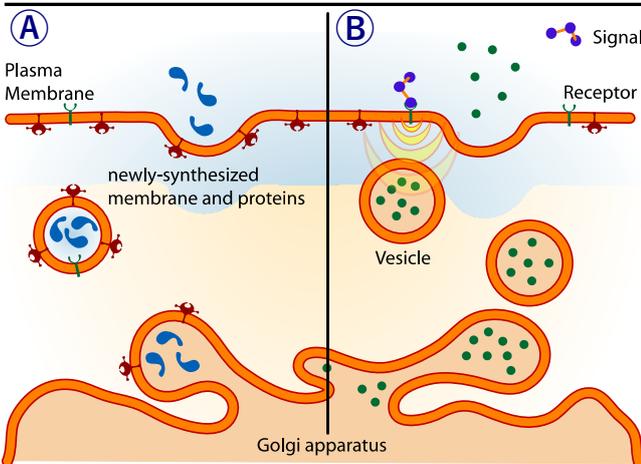


Abb. 2.3.1: Bsp. für Exozytose-Vorgänge. Q: wikicommons. A: LadyOfHats

Die **Endozytose** ist der umgekehrte Vorgang. Durch Einstülpung werden aus der Umgebung der Zelle Stoffe aufgenommen werden. Es entstehen V..... Handelt es sich eher um feste Partikel, so spricht man von **Phagozytose**, bei Flüssigkeiten von **Pinozytose**.

### Endocytosis

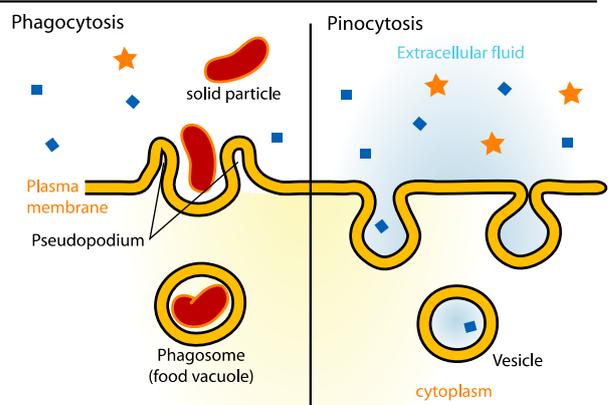


Abb. 2.3.2: Phago- und Pinozytose. Q: wikicommons. A: LadyOfHats (verändert)

**Exo- und Endozytose besitzen einen hohen ..... und gehören somit zum ..... Transport.**

**Aufgabe 1.** Beschriften Sie die Abbildungen, geben Sie rechts daneben, das passende Schlagwort an und schreiben Sie ggf. einen stichwortartigen Kommentar. Quelle aller Bilder: commons.wikimedia.org. Autoren: LadyOfHats und Zoph. (teilw. bearbeitet)

