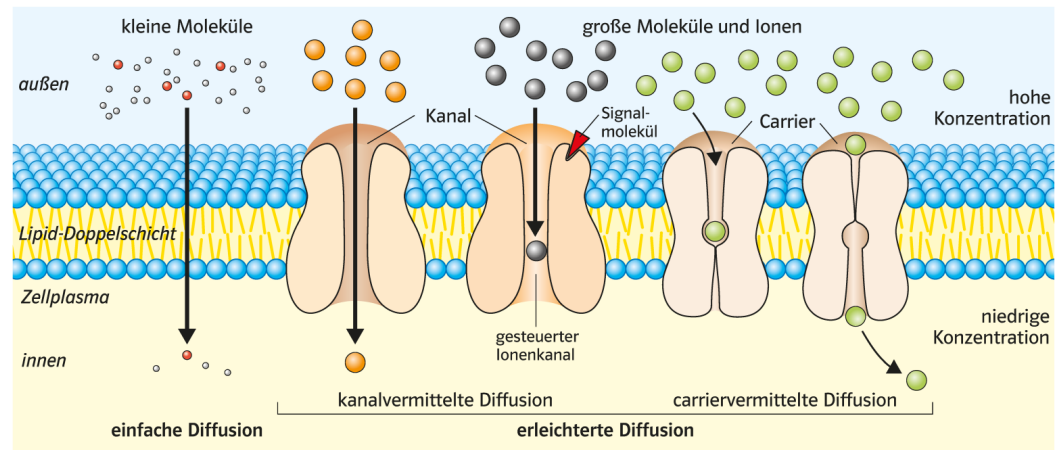


Stoffdurchtritt durch Biomembranen



1 Passiver Transport

Biomembranen verhindern eine unkontrollierte Stoffaufnahme oder -abgabe. Andererseits sind Zellen und Zellkompartimente auf einen ständigen Stoffaustausch mit der Umgebung angewiesen. Er erfolgt mithilfe unterschiedlicher Transportmechanismen.

Passiver Transport

Der sogenannte *passive Transport* durch eine Biomembran benötigt keine Energiezufuhr. Er erfolgt von der höheren zur niedrigeren Konzentration durch *Diffusion*. Nur kleine Moleküle, wie z. B. das Wasser- und das Sauerstoffmolekül, können durch die Lipid-Doppelschicht hindurchgelangen. Dieser Prozess wird *einfache Diffusion* genannt (Abb. 1). Größere Moleküle oder von einer Hydrathülle umgebene Ionen können nur mithilfe von Membranproteinen eine Biomembran durchqueren (*erleichterte Diffusion*). Membranproteine bilden dabei einen *Kanal*, der nur bestimmte Stoffe hindurchlässt (Abb. 1). Diese Kanäle können dauerhaft geöffnet sein oder mithilfe von chemischen oder elektrischen Signalen geöffnet werden, z. B. bei der Erregungsleitung durch Nervenzellen. Solange der Kanal offen ist, strömen Ionen aufgrund des Konzentrationsunterschieds hindurch (*kanalvermittelte Diffusion*). Im Gegensatz zur einfachen Diffusion ist dieser Transport spezifisch, da jeweils nur ein bestimmter Stoff durch den Kanal gelangt.

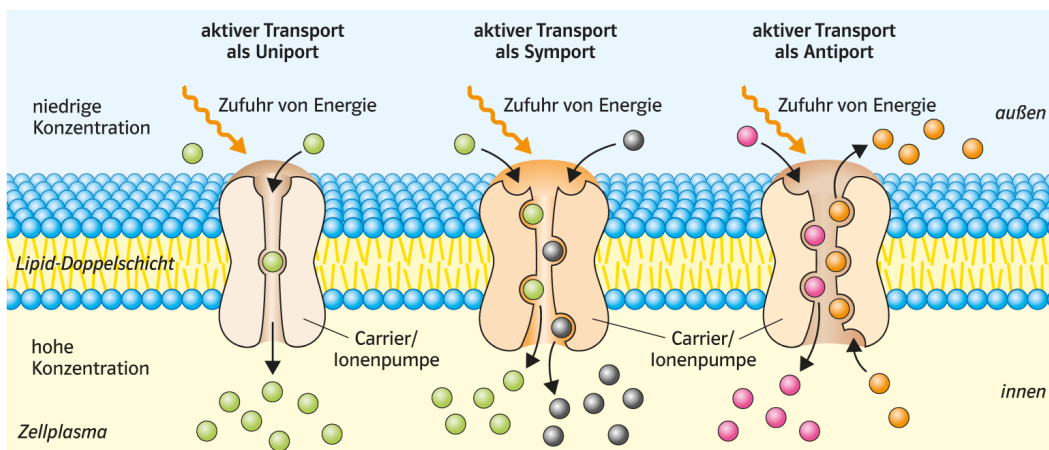
[▶ Struktur und Funktion]

Aquaporine stellen Kanäle aus Proteinmolekülen dar, die so beschaffen sind, dass nur Wassermoleküle hindurchgelangen. Sie ermöglichen einen sehr schnellen Durchtritt von bis zu drei Milliarden Wassermolekülen pro Kanal und Sekunde. Aquaporine findet man in großer Anzahl z. B. in den Membranen von Zellen der Niere.

Weitere Membranproteine, die den spezifischen Transport von Molekülen ermöglichen, stellen neben den Kanälen die *Carrier* dar. Es handelt sich hierbei um Transportproteine, die Bindungsstellen für bestimmte Moleküle entsprechend dem Schlüssel-Schloss-Prinzip aufweisen. Durch die Bindung des Moleküls verändert sich die räumliche Struktur (*Konformation*) des Carriers, sodass ein gebundenes Molekül nur durch diese Konformationsänderung auf die andere Seite der Membran gelangt. Diese Art des Transports wird *carriervermittelte Diffusion* genannt (Abb. 1). Bei einem hohen Blutzuckerspiegel sorgt z. B. ein Glucose-Carrier für den Transport von Glucosemolekülen aus dem Blutplasma in Blut-, Leber- und Muskelzellen.

Aktiver Transport

Stoffe können auch entgegen eines Konzentrationsunterschieds von einem Ort niedriger zu einem Ort hoher Konzentration durch eine Membran transportiert werden. Dies geschieht über spezielle Carrier oder



2 Primär aktiver Transport

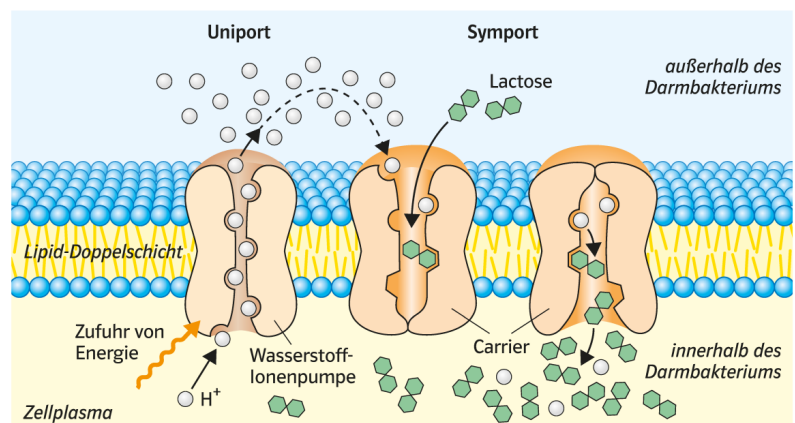
Ionenpumpen in der Membran. Für diesen Vorgang muss jedoch Energie zugeführt werden, z. B. mithilfe von ATP. Beim *primär aktiven Transport* sind die Prozesse direkt mit energetischen Vorgängen verbunden (Abb. 2). Im Gegensatz zur Diffusion, die in Abhängigkeit von Konzentrationsunterschieden in beide Richtungen erfolgen kann, ist der aktive Transport durch die Struktur der Membranproteine gerichtet. Wird nur eine bestimmte Molekül- oder Ionensorte durch die Membran transportiert, spricht man von einem *Uniport*. Ein Beispiel sind Wasserstoff-Ionenpumpen.

Manche Carrier können mehrere Molekül- und Ionensorten gleichzeitig transportieren. Beim *Symport* erfolgt der Transport von zwei verschiedenen Teilchen in die gleiche Richtung, beim *Antiport* in entgegengesetzter Richtung. Ein Beispiel für einen Antiport stellt die Natrium-Kalium-Pumpe dar. Sie hält an Nervenzellmembranen einen Konzentrationsunterschied der beiden Ionensorten aufrecht.

Beim *sekundär aktiven Transport* ist eine Energiequelle nur indirekt beteiligt (Abb. 3). Mithilfe dieser Energiequelle wird ein Konzentrationsunterschied eines anderen Stoffs (oft Wasserstoff-Ionen) aufgebaut. Dieser Konzentrationsunterschied liefert die Energie für den sekundären Transport. Beim Rückstrom der Wasserstoff-Ionen wird der zu transportierende Stoff im Symport oder Antiport gegen ein Konzentrationsgefälle mitbefördert.

Endocytose und Exocytose

Manche Stoffe, wie z. B. größere Nahrungsteilchen, sind zu groß für einen Transport mit Membranproteinen. Stattdessen werden sie über membranumschlossene Bläschen (Vesikel) aufgenommen (*Endocytose*) oder abgegeben (*Exocytose*). Auch hier ist eine spezifische Aufnahme von Stoffen über Rezeptoren in der Membran möglich.

3 Sekundär aktiver Transport in *E. coli*

AUFGABEN >>

- 1 Vergleichen Sie einfache und erleichterte Diffusion.
- 2 Im Darmbakterium *E. coli* ist Lactose 2000-mal höher konzentriert als in der Umgebung. Erläutern Sie die Anreicherung von Lactose in *E. coli* mithilfe von Abb. 3.
- 3 Stellen Sie in allgemeiner Form die Transportgeschwindigkeit bei einfacher Diffusion und beim aktiven Transport bei steigender Konzentration grafisch dar.