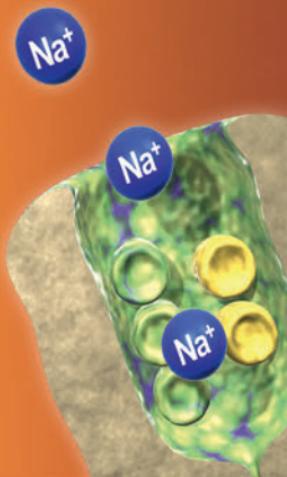


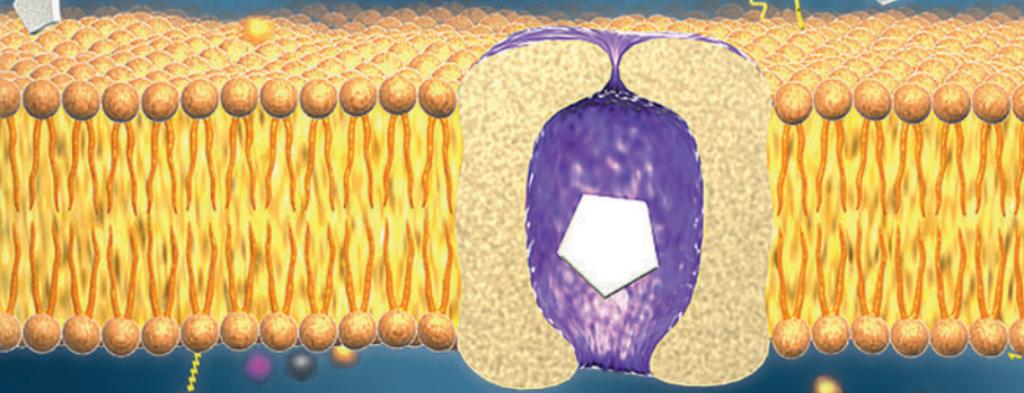
# Transport-mechanismen

Sekundarstufe II



Online-  
Lernumgebung  
**Test  
Center**  
auf [www.gida.de](http://www.gida.de)

Filme Software



Biologie



# **Inhalt und Einsatz im Unterricht**

## **"Transportmechanismen"**

**(Biologie Sek. II)**

Dieses Film-Lernpaket behandelt das Unterrichtsthema „Transportmechanismen“.

Im Hauptmenü finden Sie insgesamt 5 Filme:

Grundlagen des Stofftransports – Diffusion und Osmose	10:45 min
Passiver Transport – Osmose	9:30 min
Weitere passive Transporte	4:15 min
Aktiver Transport	5:05 min
Transport mit Membranbeteiligung	4:30 min

(+ Grafikmenü mit 10 Farbgrafiken)

Sehr anschauliche 3D-Computeranimationen verdeutlichen aktive und passive Transportmechanismen. An vielen Beispielen werden u.a. Diffusion und Osmose, Stofftransport über Carrierproteine oder auch Exocytose und Endocytose erläutert. Die Schüler lernen dabei wichtige Begriffe rund um das Thema „Transportmechanismen“ kennen.

Die Inhalte der Filme sind altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet. Die Filme sind eingebettet in Alltagsszenen mit dem altbekannten Protagonisten „Moritz“ Zusätzlich bereiten 3D-Animationen den Unterrichtsstoff für Jugendliche optisch sehr attraktiv auf.

Didaktisch bauen die Filme z.T. aufeinander auf, so dass sich zumindest für die Filme 1-3 ein Unterrichtseinsatz in der o.g. Reihenfolge empfiehlt.

**Ergänzend zu den o.g. 5 Filmen** stehen Ihnen zur Verfügung:

- **10 Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **11 ausdruckbare PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und Lehrerfassung

**Im GIDA-Testcenter** (auf [www.gida.de](http://www.gida.de)) finden Sie auch zu diesem Film-Lernpaket interaktive und selbstauswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

## **Begleitmaterial (PDF)**

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

### **index.html**

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblättern, Grafiken und Begleitheft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der Filme. Einige Arbeitsblätter sind am PC elektronisch ausfüllbar, soweit die Arbeitsblattstruktur und die Aufgabenstellung dies erlauben. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

---

**Fachberatung** bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung:

Frau Erika Doenhardt-Klein, Studiendirektorin  
(Biologie, Chemie und Physik, Lehrbefähigung Sek. I + II)

**Unser Dank** für zur Verfügung gestelltes Bild-/Filmmaterial geht an:

Prof. Dr. Jan Faix  
Institut für Biophysikalische Chemie  
Medizinische Hochschule Hannover

---

## **Inhaltsverzeichnis**

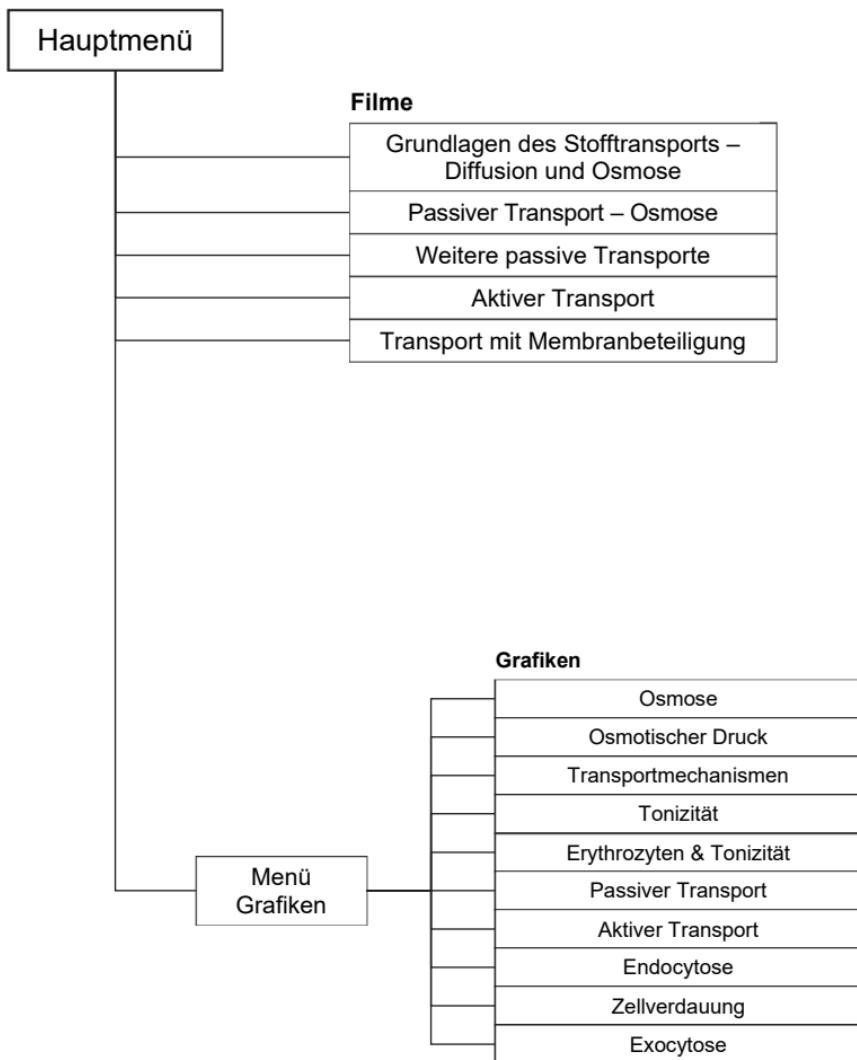
**Seite:**

Inhalt – Strukturdiagramm 4

## **Die Filme**

Grundlagen des Stofftransports – Diffusion und Osmose	5
Passiver Transport – Osmose	8
Weitere passive Transporte	11
Aktiver Transport	13
Transport mit Membranbeteiligung	16

# Inhalt – Strukturdiagramm



# Grundlagen des Stofftransports – Diffusion und Osmose

Laufzeit: 10:45 min, 2025

## Lernziele:

- Die Molekùlbewegung bei Diffusion und Osmose kennenlernen.
- Die Begriffe „osmotischer Druck“ und „hydrostatischer Druck“ verstehen.

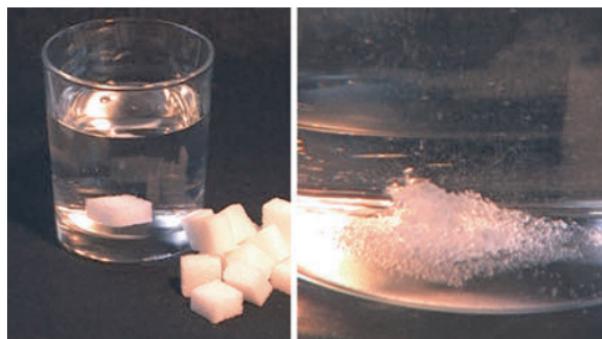
## Inhalt:

Der Film führt über eine Rahmenhandlung in das Thema „Transport-mechanismen“ ein: Der Student Moritz nimmt ein ausgiebiges Frühstück zu sich und führt dem Körper auf diese Weise wichtige Nährstoffe zu. Im Verlauf des Films wird dann anschaulich erläutert, wie sich Stoffe/Molekùle im menschlichen Körper bewegen bzw. wie sie transportiert werden: Nährstofftransport von der Blutbahn in die Zelle, Molekùlbewegung innerhalb der Zelle sowie Transport von Stoffwechsel-Endprodukten aus der Zelle hinaus. Der Film erläutert dabei die Transportmechanismen Diffusion und Osmose.



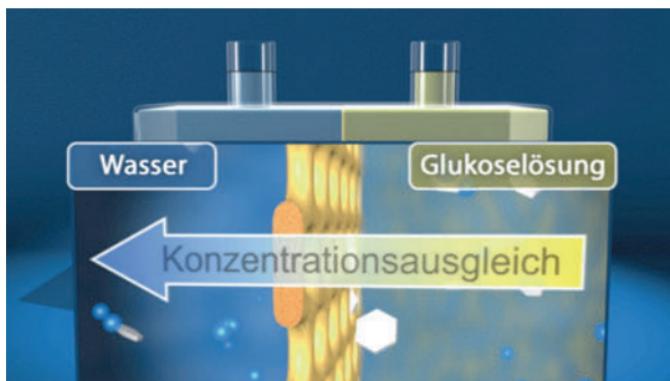
Grundsätzlich kann man zwei Arten von Molekùlbewegungen unterscheiden: Die Bewegung in einem Medium, wie Blut, Cytoplasma oder Mitochondrienmatrix, und die Bewegung durch Membranen.

Der Film führt die Schüler über ein Beispiel aus dem Alltag an die Ursache der Molekülbewegung heran: Würfelzucker löst sich in heißem Wasser viel schneller als in kaltem. Zudem scheinen sich die gelösten Kristalle nach einiger Zeit ohne Fremdeinwirkung im Wasser zu verteilen.



Der Film stellt heraus: Die ungeordnete Bewegung von Teilchen aufgrund von Umgebungswärme nennt man Brown'sche Molekularbewegung. Durch ihre Eigenbewegung verteilen sich die Moleküle gleichmäßig im gesamten ihnen zur Verfügung stehenden Raum. Dies gilt für Zucker im Wasser ebenso wie für Glukose im Inneren einer Zelle. Die gleichmäßige Verteilung der Teilchen im Raum nennt man Diffusion.

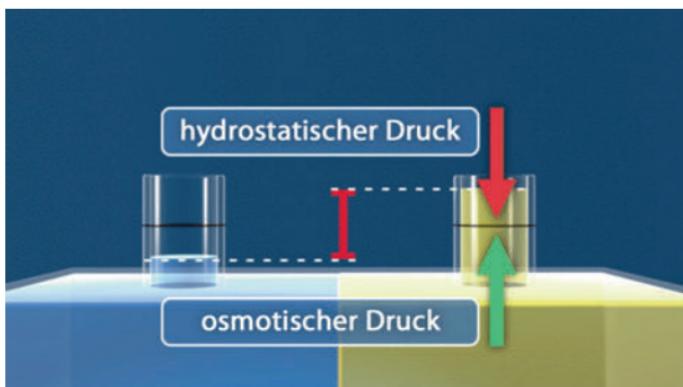
Im weiteren Verlauf wird die Diffusion (und dann auch die Osmose) am Modell der „Pfefferschen Zelle“ näher erläutert: Ein mit Wasser gefülltes Gefäß ist durch eine poröse Membran in zwei Hälften geteilt.



Im rechten Teil des Gefäßes wird ein Stoff gelöst. Die Poren der Membran sind so groß, dass alle Moleküle sie passieren können. Ein Ausgleich der Zuckerkonzentration im Wasser kann zwischen beiden Seiten stattfinden.

Es folgt die Überleitung zur Osmose. Im Modell werden die Membranporen verkleinert, sodass nur Wassermoleküle, nicht aber die Glukosemoleküle rechts im Gefäß sie passieren können. Die Membran ist nun semipermeabel, d.h. selektiv durchlässig. Osmose wird definiert als Diffusion eines Lösemittels durch eine semipermeable Membran.

Der osmotische Vorgang wird im Weiteren sehr anschaulich verdeutlicht: Weil die Membran im Gefäß die Glukosemoleküle nicht passieren lässt, verbleiben sie in der rechten Gefäßhälfte. Daraus ergibt sich ein Glukose-Konzentrationsgefälle.



Durch das Konzentrationsgefälle („Konzentrationsgradient“) entsteht eine Sogwirkung, die als osmotischer Druck bezeichnet wird. Er bewirkt, dass Wassermoleküle von links nach rechts durch die Membran diffundieren, um den Konzentrationsunterschied auszugleichen. Es erfolgt kein Teilchenstrom von rechts nach links. Das führt zu einer Volumen- und Gewichtszunahme und somit zu einem steigenden hydrostatischen Druck in der rechten Gefäßhälfte. Der osmotische Wasserzustrom durch die Membran kommt zum Erliegen, sobald sich osmotischer und hydrostatischer Druck die Waage halten.

Zum Schluss erfolgt eine kurze Einordnung der Transportmechanismen Diffusion und Osmose: Beide gehören zu den passiven Transportmechanismen, die keine Energie benötigen. Aktive Transportmechanismen können dagegen nur unter Energieeinsatz, z.B. in Form von ATP, ablaufen.

# Passiver Transport – Osmose

Laufzeit: 9:30 min, 2025

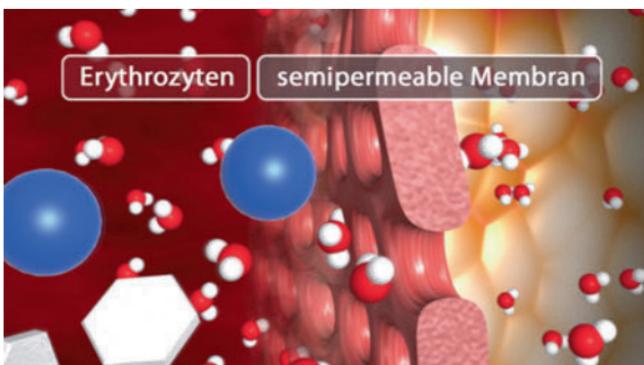
## Lernziele:

- Isotonische, hypertonische und hypotonische Flüssigkeiten unterscheiden können.
- Osmose in tierischen und pflanzlichen Zellen kennenlernen.
- Die Vorgänge Plasmolyse und Deplasmolyse nachvollziehen können.

## Inhalt:

Der Film vermittelt detaillierte Informationen zur Osmose bei Tier- und Pflanzenzellen. Dabei werden die Begriffe „isotonisch“, „hypertonisch“ und „hypotonisch“ erläutert und an Beispielen aus dem Alltag verdeutlicht.

Eine Real-Filmsequenz führt in das Thema ein: Der sportlich aktive Moritz nimmt ein sogenanntes „isotonisches“ Getränk zu sich. Eine 3D-Computeranimation zeigt dann, was bei der Flüssigkeitsaufnahme im Dünndarm bzw. in den Blutgefäßen der Dünndarmwand geschieht.



Die Zellmembran der Erythrozyten ist semipermeabel. Wassermoleküle können durch die Membran hinein und hinaus diffundieren, andere Stoffe wie z.B. Natrium-Ionen oder Glukose-Moleküle können das nicht. Normalerweise ist die Konzentration der gelösten Substanzen in den Erythrozyten und im Blutplasma gleich: Das Blutplasma ist isotonisch gegenüber dem Cytoplasma der Erythrozyten.

Der Film zeigt dann, was bei Aufnahme salzhaltiger oder zuckerreicher Nahrung geschieht: Die großen Moleküle können nicht durch die Erythrozytmembran diffundieren und verbleiben im Blutplasma. Die Stoffkonzentration im Blutplasma

nimmt in der Folge zu: Das Blutplasma ist dann hypertonisch gegenüber dem Cytoplasma der Erythrozyten.

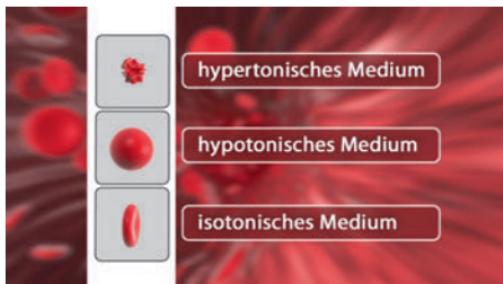
Um den Konzentrationsunterschied auszugleichen, diffundieren Wassermoleküle aus den Erythrozyten ins Blutplasma: Die Erythrozyten schrumpfen und verformen sich.



Ist die Stoffkonzentration des Blutplasmas geringer als die der Erythrozyten, dann ist das Blutplasma hypotonisch gegenüber dem Cytoplasma.

zyten hinein: Die Erythrozyten quellen auf und reißen im Extremfall sogar.

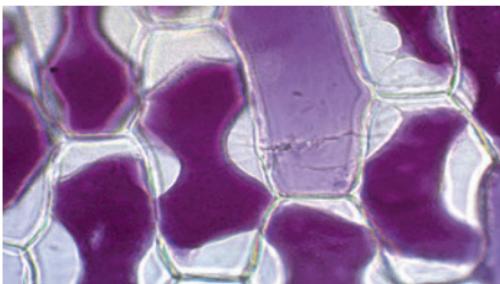
In einer Übersicht wird zusammengefasst, wie sich Veränderungen des Konzentrationsgradienten auf die Erythrozyten auswirken.



Eine Sequenz mit Moritz im privaten Biologie-Labor leitet zur Osmose bei Pflanzenzellen über. Zunächst geht der Film kurz auf den unterschiedlichen Aufbau von Pflanzen- und Tierzellen ein (Zellmembran / Zellwand).

Als Untersuchungsobjekt dient dann die Haut einer roten Zwiebel. Sie wird unter dem Mikroskop mit Flüssigkeiten unterschiedlicher Stoffkonzentration versetzt (Leitungswasser, Zuckerlösung, destilliertes Wasser).

Da Pflanzenzellen über eine Zellwand verfügen, kommt es in Zuckerlösung zur Plasmolyse: Wasser strömt aus den Zellen, die Zellen schrumpfen, die Zellwände schrumpfen viel weniger als der Rest der Zellen. In der Folge lösen sich die Zellmembranen fast vollständig von den Zellwänden ab.



Die sogenannte Deplasmolyse kehrt die Plasmolyse um (wenn die Zellen noch intakt sind). Versetzt man die Zwiebelhaut mit einem hypotonischen Medium, z.B. destilliertem Wasser, dann werden die Zellmembranen von einströmendem Wasser wieder gegen die Zellwand gedrückt.

Diesen Innendruck von Pflanzenzellen nennt man Turgor(druck). Der Turgor und die Zellwände verleihen den Pflanzen Stabilität.

Der Film schließt mit zwei Beispielen für extreme Osmose bei Pflanzenzellen: Frische Tomaten platzen, wenn man sie in (hypotonisch wirkendes) destilliertes Wasser legt. Grüner Salat fällt in einem (hypertonisch wirkenden) Dressing schnell in sich zusammen.

# Weitere passive Transporte

Laufzeit: 4:15 min, 2025

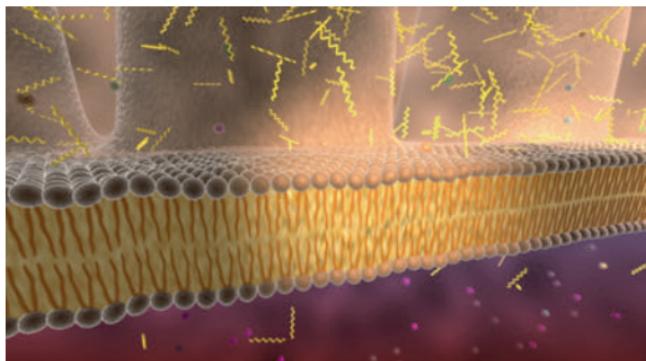
## Lernziele:

- Weitere passive Transportvorgänge kennenlernen
- „Erleichterte“ Transportvorgänge über Carrier- und Tunnelproteine verstehen

## Inhalt:

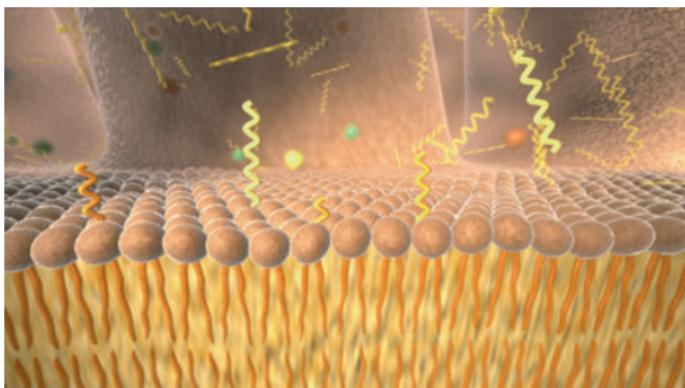
Der Film stellt einige weitere, passive Transportvorgänge durch Membranen vor. Charakteristisch für alle passiven Transporte ist, dass sie ohne Einsatz von Energie spontan ablaufen.

Eine aufwändige 3D-Computeranimation zeigt zunächst die feinen Epithelzellen des Dünndarms, die die Nährstoffe aus dem Darm aufnehmen. Ihre Membran ist semipermeabel.

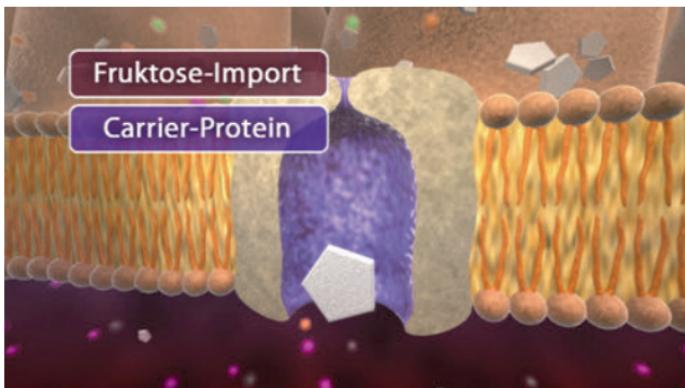


Der Film führt als Beispiel für passive Transportvorgänge die Resorption von Fettsäuren an. Die Fettsäuren sind lipophil und können daher leicht durch die Lipiddoppelschicht der Membran ins Innere der Darmzelle diffundieren.

Der Film zeigt deutlich, dass die Moleküle ihrem Konzentrationsgradienten folgen. Sie diffundieren solange durch die Membran, bis die Stoffkonzentration auf beiden Seiten der Membran ausgeglichen ist und sich ein Fließgleichgewicht eingestellt hat. Es gelangen dann genauso viele Moleküle in die Zelle wie aus der Zelle hinaus.



Dass nicht alle Moleküle ungehindert die Membran passieren können, erläutert der Film am Beispiel des Fruktose-Imports. Die Fruktose-Moleküle können nur mithilfe von Transmembranproteinen durch die Lipiddoppelschicht gelangen. Diese sogenannten Carrier-Proteine verändern bei Kontakt mit Fruktose-Molekülen ihre Form und lassen so die Fruktose durch die Membran dringen.



Zum Schluss zeigt der Film sehr anschaulich den passiven Transport von polaren Wassermolekülen durch die Lipiddoppelschicht. Die meisten Wassermoleküle gelangen über sogenannte „Aquaporine“ (Tunnelproteine) durch die Membran.

# Aktiver Transport

Laufzeit: 5:05 min, 2025

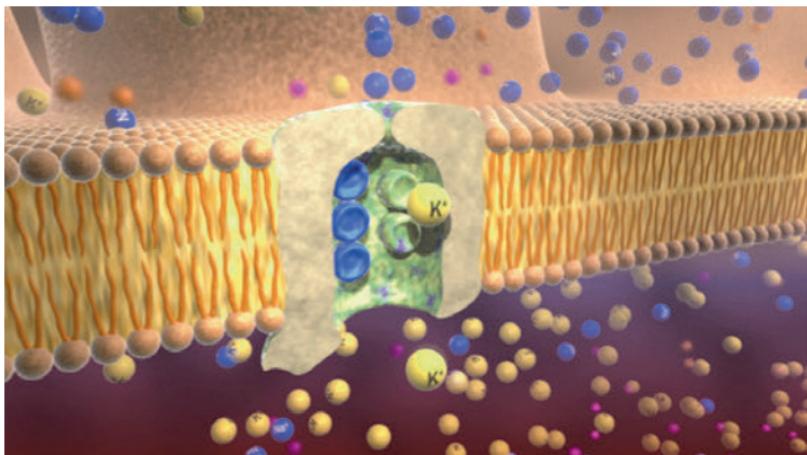
## Lernziele:

- Verschiedene aktive Transportvorgänge über Carrierproteine kennenlernen.
- Gekoppelte Transportvorgänge (Symport und Antiport) nachvollziehen können.

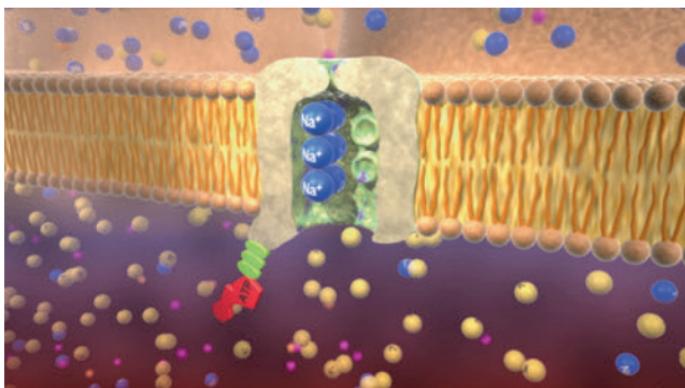
## Inhalt:

Der Film stellt einige aktive Transportvorgänge durch semipermeable Membranen vor. Manche Moleküle und Ionen müssen die Membran entgegen ihrem Konzentrationsgradienten passieren. Diese aktiven Transportvorgänge laufen nur unter Energiezufuhr ab (z.B. ATP).

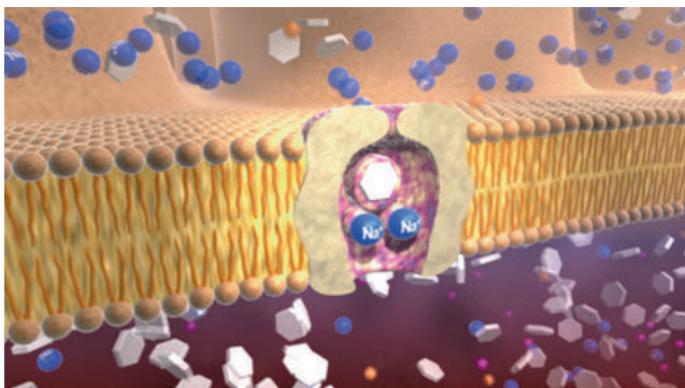
Zunächst erläutert der Film detailliert den aktiven Transport von Natrium- und Kalium-Ionen. Eine 3D-Computeranimation zeigt die Natrium-Kalium-Pumpe, ein Carrierprotein, das den Transport der Natrium- und Kalium-Ionen ermöglicht.



Die einzelnen Transportschritte werden durch 3D-Computeranimationen verdeutlicht: Drei Natrium-Ionen wandern aus dem Cytoplasma in das Carrierprotein, an das sich anschließend ein ATP-Molekül bindet. Das exergonische Abspalten eines Phosphatrestes führt zur Formänderung des Proteins. Die Natrium-Ionen können das Protein auf der anderen Seite der Membran verlassen. Im Gegenzug gelangen nun zwei Kalium-Ionen in das Carrierprotein. Der Phosphatrest spaltet sich wieder ab und bringt das Protein in seine ursprüngliche Form. Die Kalium-Ionen können nun das Protein in das Cytoplasma hinein verlassen.

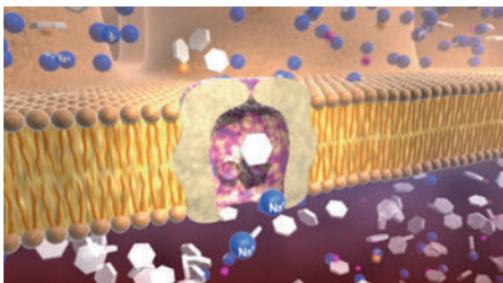


Der Film verdeutlicht einen weiteren aktiven Transport am Beispiel des Natrium-Glukose-Transports. Dabei werden beide Stoffe gleichzeitig durch das Carrierprotein transportiert. Solch ein Transport wird gekoppelter Transport oder auch Co-Transport genannt.

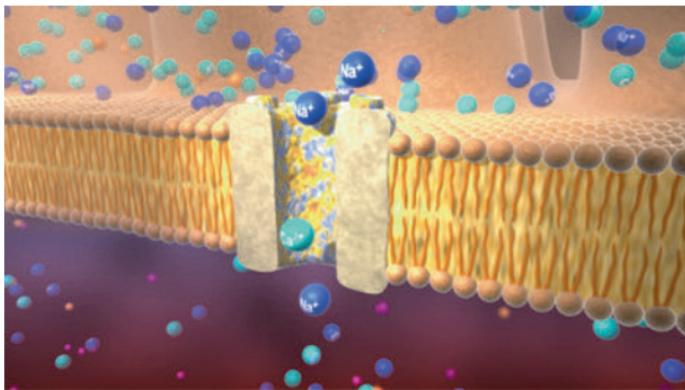


Natrium-Ionen diffundieren ihrem Konzentrationsgradienten folgend zurück in die Zelle. Dabei nehmen zwei Natrium-Ionen ein Glukose-Molekül mit in das Carrierprotein. Glukose wird somit durch den Konzentrationsgradienten des Natriums aktiv gegen den eigenen Konzentrationsgradienten in die Zelle hinein transportiert.

Einen solchen gekoppelten Transport, bei dem die verschiedenen Stoffe in dieselbe Richtung transportiert werden, bezeichnet man als Symport.



Zum Schluss erläutert der Film ein weiteres Beispiel für den aktiven Transport zweier Stoffe, den Natrium-Calcium-Transport. Es gelangen zunächst drei Natrium-Ionen passiv in die Zelle hinein, anschließend ein Calcium-Ion aktiv hinaus. Calcium wird somit durch den Ladungsgradienten des Natriums aktiv gegen den eigenen Konzentrationsgradienten aus der Zelle hinaus transportiert. Dieser ge- genläufig gekoppelte Transport wird als Antiport bezeichnet.



# Transport mit Membranbeteiligung

Laufzeit: 4:30 min, 2025

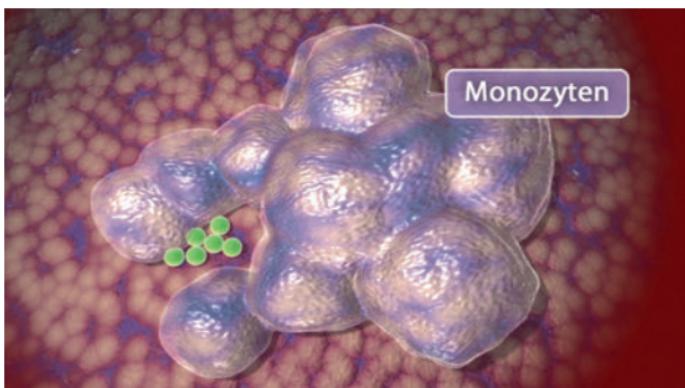
## Lernziele:

- Die aktiven Transportmechanismen Endocytose und Exocytose bei Tier- und Pflanzenzellen kennenlernen und verstehen.

## Inhalt:

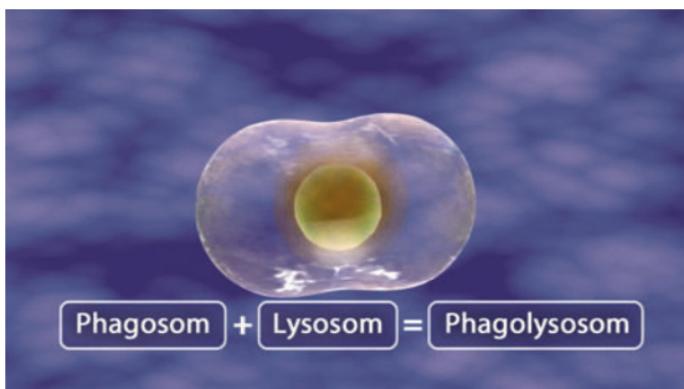
Der Film leitet mit einer Realsequenz ein: Moritz zieht sich in der Küche eine Schnittwunde an seinem Finger zu, die sich schnell entzündet. Dann zeigen 3D-Computeranimationen, wie sich die Bakterien in der Blutbahn verteilen. Der Film erläutert am Beispiel der Bakterienbekämpfung durch Monozyten (Fresszellen) den Stofftransport mit Membranbeteiligung.

Monozyten besitzen Rezeptoren auf ihrer Membranoberfläche, mit deren Hilfe sie körperfremde Substanzen wahrnehmen und den Prozess der Endocytose einleiten können.

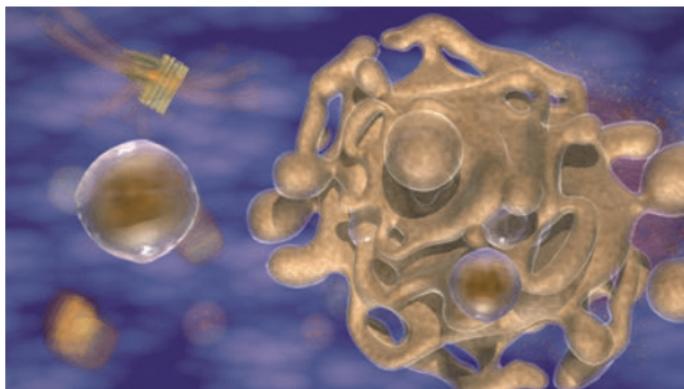


Man unterscheidet zwei Arten der Endocytose: Bei der Pinocytose (Zelltrinken) nehmen die Monozyten flüssige Stoffe auf. Bei der Phagocytose (Zelfressen) absorbieren sie feste Stoffe oder ganze Zellen. Die Phagocytose wird im weiteren Filmverlauf detailliert erläutert.

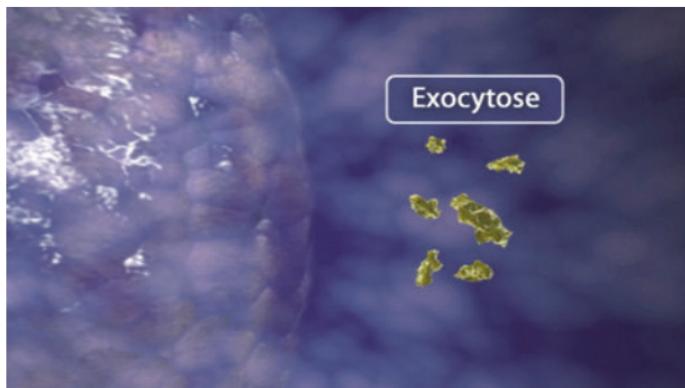
Sobald ein Monozyt ein Bakterium als Fremdkörper identifiziert und „umflossen“ hat, bildet er ein Phagosom aus, ein nach innen gerichtetes Membranbläschen. Das Bakterium wird in das Phagosom eingeschlossen und ins Cytoplasma transportiert. Das Phagosom verschmilzt dort mit Lysosomen (Verdauungsenzym-Träger) zu einem Phagolysosom.



Im weiteren Verlauf erklärt der Film die Entstehung und Arbeitsweise der Lysosomen. Diese Membranvesikel werden am Golgi-Apparat gebildet und enthalten Enzyme, die das Bakterium letztlich verdauen.

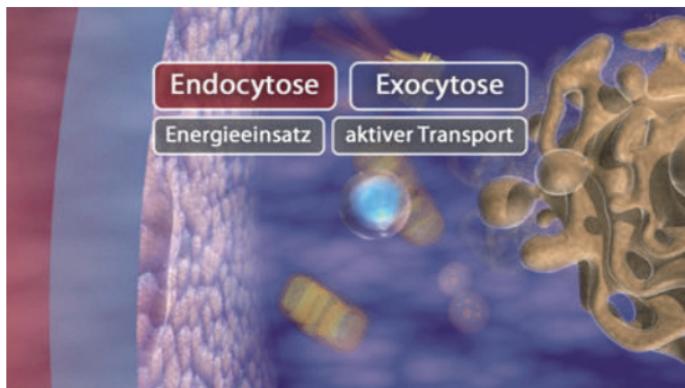


Nach der Endocytose folgt die Exocytose. Die Exocytose ist ein Prozess, bei dem sich die Phagolysosomen wieder mit der Plasmamembran des Monozyten verbinden und die unverdaulichen Bakterienreste ausgestoßen werden.

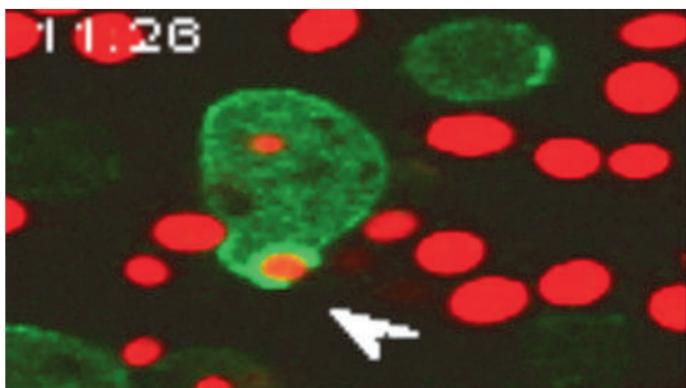


Die Exocytose kann weitere wesentliche Transportaufgaben erfüllen: Sie ist z.B. auch für die Abgabe von Zellprodukten (z.B. Hormonen) an die Zellumgebung zuständig. Zudem dient die Exocytose zur Erneuerung der Zellmembran. Dazu werden leere Membranvesikel in der Zelle gebildet und in die Zellmembran integriert. Da sich Endocytose und Exocytose mengenmäßig die Waage halten, wächst oder schrumpft die Zelle insgesamt nicht.

Die Endocytose wie auch die Exocytose können nur unter Einsatz von Energie ablaufen und gehören damit zu den aktiven Transportmechanismen.



Zum Schluss beschreibt der Film die Endocytose am Beispiel von Amöben, die unter dem Mikroskop Hefen „fressen“. Diese Art der Endocytose wird auch Phagocytose genannt.



Eine Amöbe erkennt die Hefezelle als Nahrung und schließt sie in einem Phagosom ein. Das Phagosom verbindet sich mit Lysosomen im Inneren der Amöbe, die Hefen werden verdaut.



GIDA Gesellschaft für Information  
und Darstellung mbH  
Feld 25  
51519 Odenthal

Tel. +49-(0)2174-7846-0  
Fax +49-(0)2174-7846-25  
info@gida.de  
www.gida.de

- Grundlagen des Stofftransports – Diffusion und Osmose
- Passiver Transport – Osmose
  - Weitere passive Transporte
  - Aktiver Transport
  - Transport mit Membranbeteiligung

