

Kapitel 06.04: Die Zellmembran und zelluläre Vorgänge

Inhalt

Kapitel 06.04: Die Zellmembran und zelluläre Vorgänge.....	1
Inhalt.....	2
Diffusion durch Membranen.....	3
Die Zellmembran.....	4
Aufbau von Biomembranen:.....	4
Lecithin - ein häufiges Membranlipid.....	4
Membranen bestehen aus einer Lipiddoppelschicht und enthalten Proteine.....	5
Stofftransport durch Biomembranen.....	6
1. Freie Diffusion:.....	6
2. Spezifischer Transport durch Carrier.....	7
Man kennt drei verschiedene Typen des spezifischen Transportes.....	8
Endo- und Exocytose.....	9
Vorversuche zum tieferen Verständnis der Diffusion.....	10
Osmose & Diffusion.....	11
1. Volumen- und Gewichtsänderung eines Hühnereies in verschiedenen Lösungen.....	11
2. Versuch zu Plasmolyse - Deplasmolyse:.....	11
3. Versuch zur Semipermeabilität lebender Membranen:.....	13
4. Versuch: - „Kartoffel - Osmometer“.....	14
AB: Osmose & Diffusion.....	15
1. Volumen- und Gewichtsänderung eines Hühnereies in verschiedenen Lösungen:.....	15
2. Plasmolyse - Deplasmolyse bei Zellen der roten Zwiebel.....	15
Die Osmose als Triebfeder der Plasmolyse.....	17
Aufgaben zur Osmose und zur Plasmolyse.....	18
Aufnahme von Giftstoffen in das Gewebe.....	19

Diffusion durch Membranen

1. Neutralrotversuch im Reagenzglas:

In ein Reagenzglas wird Öl und Wasser gegeben und dann Neutralrot aufgelöst.

Das überwiegend lipophile Neutralrot löst zu vor allem im Öl, welches eine rote Farbe annimmt. Das Wasser ist bestenfalls orange.

Nun gibt man Säure zu und das Wasser wird rot, wo hingegen sich das Öl entfärbt.

S: ⇒ Säure protoniert den lipophilen Stoff Neutralrot, wodurch dieser zum Neutralrotion wird. Dieses ist hydrophil und löst sich in Wasser.

2. Neutralrotlösung wird zu Zwiebelzellen gegeben.

B: Die Zwiebelzellen färben sich in der Vakuole rot

S: Die Substanz neutralrot kann als lipophile Substanz die lipiddoppeschicht der Zemmmebran und der Vakuolenmembran (Tonoplast) durchdringen. In der Vakuole herrscht aber ein leicht saure Millieu, so dass es zur Protonierung kommt. Die Vakuole färbt sich rot.

⇒ Der Farbstoff kann nicht mehr austreten, da Neutralrotationen hydrophil sind und nicht die Membranen durchdringen können.

Lipophile Stoffe können Membranen durchdringen. Hydrophile Stoffe können die Membran nur durchdringen, wenn sie sehr klein sind oder wenn es spezielle Ionenkanäle oder Carrier für sie gibt.

**Beides gilt für den Stoff Neutralrot nicht (recht großes Molekül).
Die Vakuole ist für Neutralrot eine Ionenfalle geworden.**

Die Zellmembran

- Begrenzt das Plasma nach Außen (Plasmalemma)
- Bei Pflanzenzellen geht die Zellmembran über Plasmabrücken (Plasmodesmen) zwischen den Zellen kontinuierlich in die Membran der Nachbarzelle über
- Auch die viele Organellen, wie Vakuole und die Plastiden (Chloroplasten und Mitochondrien) sind von einer Membran umgeben (=Tonoplast)
- Membranen lassen Stoffe (z.B. Wasser und Salze) hindurch. Kleinere Moleküle oft passiv, größere aktiv (⇒ selektiv permeabel)¹
- Die Außenseite der Zellmembran ist mit verschiedenen Rezeptoren und Oberflächenproteinen besetzt.
- Im Lichtmikroskop ist die Zellmembran meist nicht erkennbar, da die zwar elastisch verformbare und stabile Membran nur 6 bis 9nm dick ist.

Aufbau von Biomembranen:

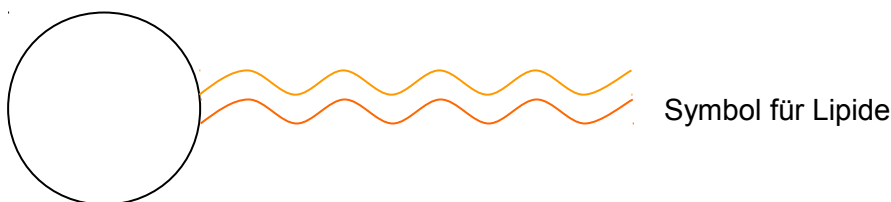
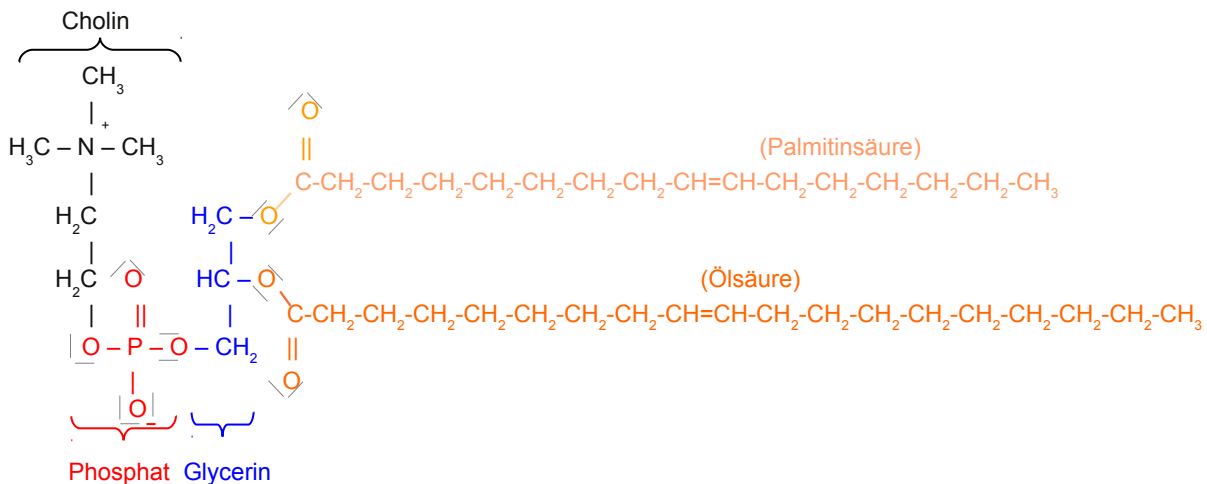
In allen Membranen findet man als Bauelemente Lipide und Proteine und häufig geringe Mengen von Kohlenhydraten.

Lipide:

- vor allem Phospholipide (enthalten eine Phosphatgruppe), z.B. Lecithin.
- sowie Glykolipide
- Bilden Doppellipidschicht und deren polare, hydrophile Enden dem wässrigen Umgebungsmilieu entgegenragen, während die apolaren, lipophilen Schwänze einander zugekehrt sind,
- Alle Lipide sind gut in Fett und organischen Lösungsmitteln löslich, aber unlöslich in Wasser

Lecithin - ein häufiges Membranlipid

Lecithin besteht als komplexes Molekül im wesentlichen aus fünf chemischen Bestandteilen:

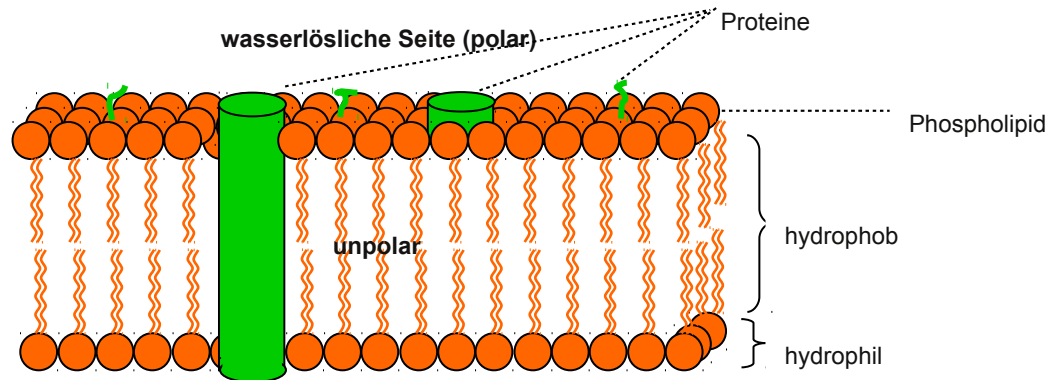


¹ Im Gegensatz dazu sind einfache Membranen nur selektivpermeabel, das heißt, sie sind für Wasser, das als Lösungsmittel fungiert, permeabel, für gelöste größere Teilchen (größere Moleküle und geladene Teilchen = Ionen) allerdings nicht.

Membranen bestehen aus einer Lipiddoppelschicht und enthalten Proteine

Dabei unterscheidet man zwei Arten von Proteinen (=Eiweißen):

- a) Periphere Proteine (=Oberflächenproteine) haften elektrostatisch von außen an der Membran
- b) Integrale Proteinen sind in die Lipiddoppelschicht eingebunden und zum Teil auch von außen sichtbar. Sie können als Transportproteine (auch Tunnelproteine genannt) einen feinen Kanal bilden, der Ein- bzw. Austritt kleiner Moleküle und von Wasser ermöglicht



Die Umwandlungs- und Bewegungsvorgänge der Membran werden als Membranfluss bezeichnet, da alle Bestandteile zum selben System gehören und frei beweglich sind. Membranen sind nicht statisch und haben keine feste Struktur, sie können sich gegeneinander verschieben

Das Verhältnis von Lipiden zu Proteinen beträgt 1 zu 4 bis 4 zu 1. Es ist abhängig von der Art der Stoffwechselaktivität der zugehörigen Zellen.

Aufgaben:

1. Erkläre inwiefern hat ein am Boden mit Murmeln gefülltes Gefäß Ähnlichkeit mit einer Membran?

Stofftransport durch Biomembranen

Betrachtet man Zellmembranen im Elektronenmikroskop, so sieht man dass sich auf der Membran Proteine befinden. In einer Zelle können bis zu 100 000 verschiedene Proteinarten vorkommen. Proteine befinden sich in und auf der Membran. Sie ermöglichen vielfältige Reaktionen. Sie sind allerdings nicht fest verankert, wie z.B. die Fest auf einer Mauer wachsen. Die Membran kann man sich eher wie eine Flüssigkeit vorstellen, in der die integralen Proteine „schwimmen“. Dabei können sie „Poren“ bilden.

Es gibt mehrere Möglichkeiten für Stoffe in die Zelle zu gelangen bzw. aus ihr heraus zu kommen. Einige laufen immer ab, andere werden von der Zelle gesteuert.

1. Freie Diffusion:

Hinsichtlich der Durchlässigkeit kann man Membranen unterscheiden. In lebenden Systemen sind sie meist teilweise durchlässig (= selektiv permeabel). Das bedeutet, dass die Biomembran für chemische Stoffe (Salze, Ionen, organische Stoffe wie Zucker usw...) ein Hindernis für den Eintritt in die Zelle darstellt. Große Moleküle und große Ionen haben es dabei wesentlich schwieriger als kleine, da sie sich nicht durch die Lipide „durchmogeln“ können. Wasser kann meist gut in die Zelle eintreten.

Bei kleineren Teilchen ist der Eintritt durchaus möglich. Aufgrund der Eigenschwingung² der Moleküle, ist es ihnen möglich sich sozusagen durch die Lipiddoppelschicht hindurch zu zittern und so in die Zelle zu gelangen.

Aber was bewegt überhaupt Moleküle und Ionen dazu, in die Zelle zu gelangen? Die treibende Kraft ist alleine der Konzentrationsunterschied zwischen dem Äußeren und dem Inneren der Zelle³. Der Transport erfolgt freiwillig und ohne Energiebedarf vom Ort hoher Konzentration zum Ort niedriger Konzentration. Dieser Ausgleich findet immer statt⁴

So gelangen Wasser (H₂O), Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Glycerin (C₃H₅(OH)₃) leicht in die Zelle. Fettlösliche Stoffen, wie z.B. dem schädlichen Lösungsmittel Benzol gelingt dies auch, da sie sich sozusagen durch die Lipiddoppelschicht hindurchlösen. Dieser Vorgang ist vergleichsweise langsam.

Dieser Vorgang, des freiwilligen Übertritts wird auch freie Diffusion genannt. Die Zelle hat keine Möglichkeit die Aufnahme und die Abgabe von Stoffen zu steuern. Die Aufnahme und die Abgabe sind also nicht selektiv.

Um z.B. die Wasserabgabe an heißen Sommertagen durch die Blätter zu verhindern, müssen die Zellen also eine andere Möglichkeit finden. Pflanzen haben zu diesem Zwecke oft eine wachsartige Isolationsschicht auf den Blätter, die Cuticula.

Ein Vergleich: Im Konzert stehen viele Menschen vor der Bühne. Kleinere Zuschauer können sich aber mit Beharrlichkeit durch die Menge bis zur ersten Reihen „drängeln“.

² Jedes Teilchen hat eine Eigenschwingung, die man sich als Zittern vorstellen kann. Sie ist von der Temperatur abhängig (je wärmer, desto stärker die Molekularbewegung) und wird Brownsche Molekularbewegung genannt.

³ Vergleich: wenn jemand der eine Mandarine isst, kann man das oft nach wenigen Sekunden schon im ganzen Raum riechen, weil die Geruchsstoffe eine Eigenschwingung haben und gegeneinander stoßen. Durch die Abpraller verteilen sie sich im ganzen Raum.

⁴ Vergleich Lüften eines Raums oder Tintenspritzer in Wasserglas

2. Spezifischer Transport durch Carrier

So genannte Translokatoren (=Carrier) sind tunnelartige Eiweiße, die sich in der Membran befinden und sie durchziehen. Man spricht von integralen Proteinen. Sie können Stoffe binden und durch die Membran hindurchbefördern. Dabei verändern sie ihre Form.

Vorteile dieser Methode:

- die Aufnahme ist schneller als bei der freien Diffusion
- die Carrier sind Substratspezifisch, d.h. sie sind auf bestimmte Moleküle spezialisiert. Die Zelle kann so steuern, was sie aufnimmt.

Nachteil:

- beim aktiven Transport verbrauchen Carrier Energie

Man unterscheidet dabei zwei Formen des Transports durch Membranen:

a) Passiver Transport (=erleichterte Diffusion):

Triebfeder ist wie bei der freien Diffusion ein Konzentrationsunterschied zwischen der Innenseite und der Außenseite der Zelle. Durch bereits vorhandene Eintrittsöffnungen, gelangen selektierte Moleküle schneller in die Zelle als bei der Diffusion. Bei diesem Vorgang wird keine Energie verbraucht.

Wenn viele Moleküle eines Typs (z.B. die Ionen einer Salzlösung) vorliegen geht diese Eintrittsmethode sehr schnell. Da die Chance, dass ein Ion den passenden Kanal trifft, recht hoch ist. Wenn aber sehr viele Moleküle vorliegen (also mehr Moleküle als Translokatoren!) und alle Kanälchen besetzt sind, dann steigert sich die Eintrittsgeschwindigkeit nicht weiter, da alle Kanälchen „besetzt“ sind. Der „Sättigungswert“ ist erreicht.

Beispiel: der Ionentransport durch Nerven und Muskelzellen wird durch passiven Transport aufrechterhalten.

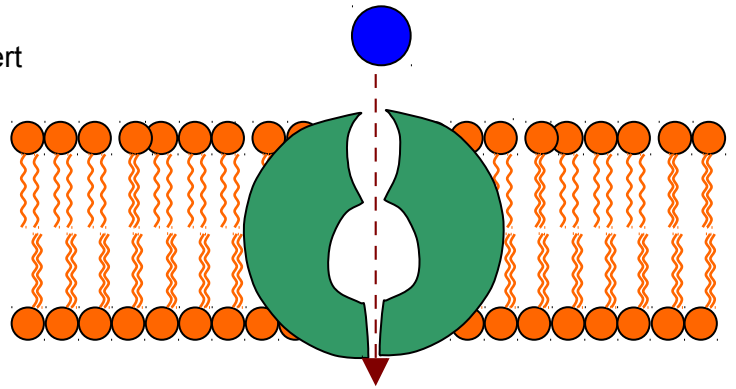
b) Aktiver Transport:

Nun ist es nicht immer so, dass Ionen vom Ort hoher Konzentration zum Ort der niedrigen Konzentration transportiert werden müssen. Gegen ein Konzentrationsgefälle (also vom Ort niedriger Konzentration zum Ort hoher Konzentration!) können (nur unter Energieverbrauch) Moleküle transportiert werden. Dabei wird der Energieträger ATP in ADP + P zersetzt. Diese Zersetzung setzt Energie frei.

Man kennt drei verschiedene Typen des spezifischen Transportes

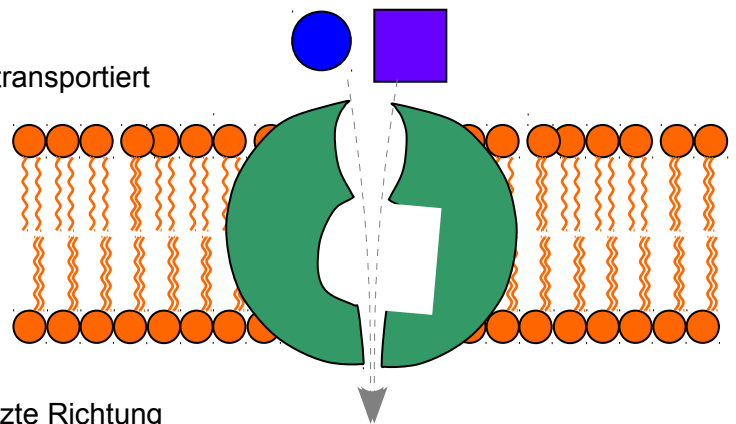
a) Uniport:

Ein Teilchen wird durch den Translokator transportiert



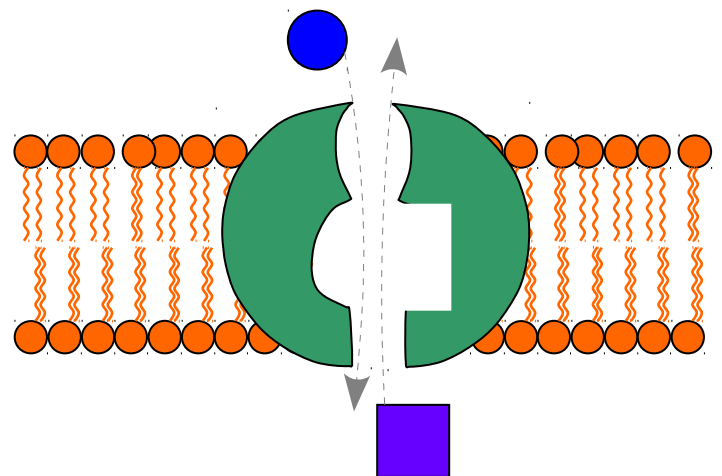
b) Symport

Zwei Substrate werden gleichzeitig in eine Richtung transportiert



c) Antiport

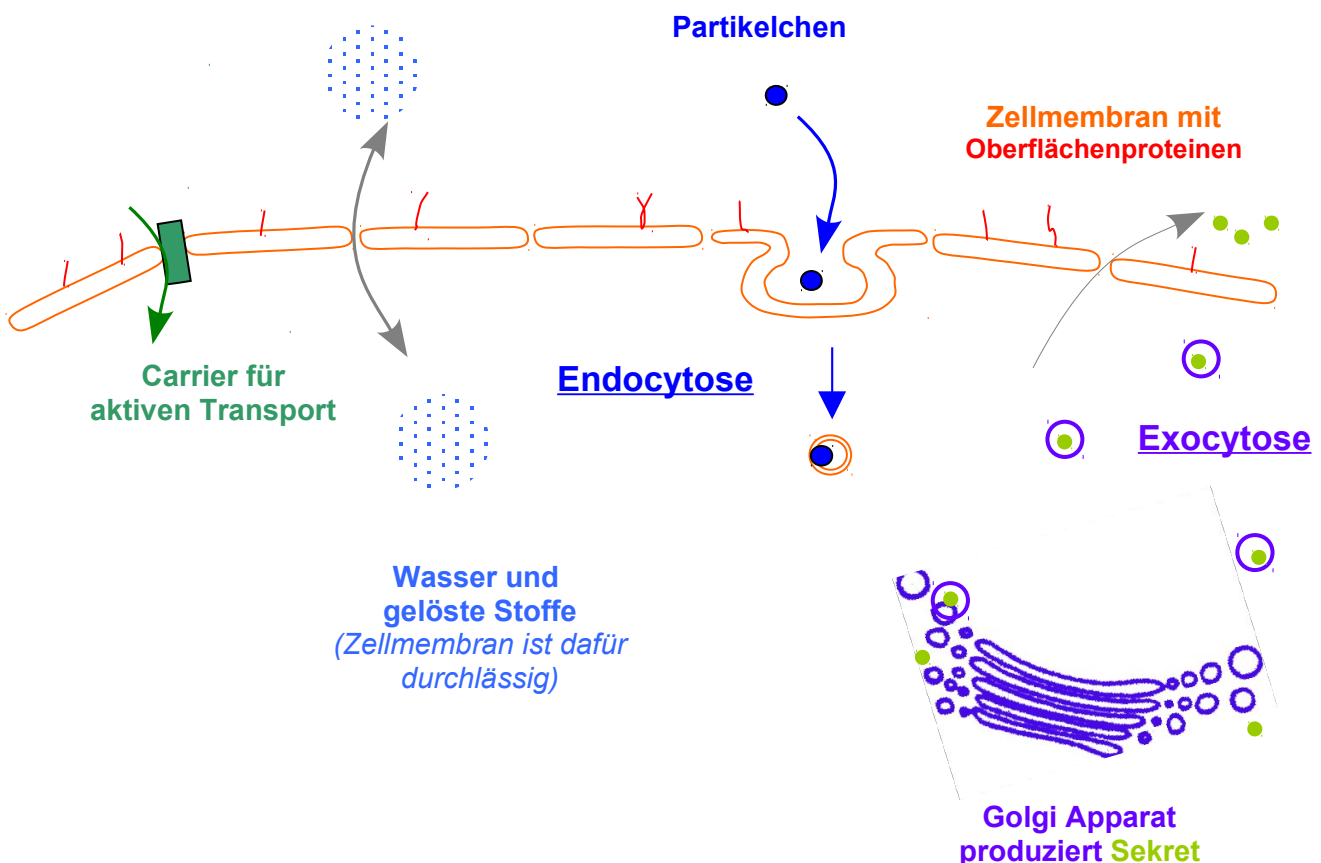
Zwei Substrate werden gleichzeitig in entgegengesetzte Richtung transportiert



Endo- und Exocytose

Die Membran und ihrer Bestandteile sind kein starres, sondern ein dynamisches, bewegliches System. Es gibt viel Austausch zwischen den Membransystemen. Die Umwandlungs- und Bewegungsvorgänge der Membran werden als **Membranfluss** bezeichnet, da alle Bestandteile zum selben System gehören und frei gegeneinander beweglich sind. Man kann sich vorstellen, dass sie aneinander vorbei gleiten können. So können sich Vesikel (=Bläschen) vom ER abschnüren und zu einem Golgi-Apparat werden. Dessen Sekrete sind von Membranen umschlossen, die bei Abgabe der Sekrete zur Zellmembran werden („Verschmelzung“). Auf diese Weise können Flüssigkeiten nach außen gelangen (=Exocytose⁵).

Beim umgekehrten Vorgang schnüren sich Vesikel von der Zellmembran ab, die sich ins Zellinnere bewegen. Werden dabei feste Partikel (z.B. Bakterien, Stärkekörner) aufgenommen, spricht man von **Phagocytose** (*phagein*, gr.= fressen; *cytos*, gr.=Zelle). Bei Flüssigkeiten nennt man es Pino-cytose. Beide Vorgänge finden an vielen Membranabschnitten statt (=Einschnürung). So können beispielsweise Amöben durch Phagocytose kleinere Einzeller als Nahrung aufnehmen. Beim Pantoffeltierchen ist ein spezielles Feld, das so genannte Mundfeld, für die Nahrungsaufnahme durch Phagocytose vorhanden. Im Darm wird auf diese Weise auch Fett resorbiert (=aufgenommen). V.a. durch Vorgänge wie Endo- und Exocytose wird der Membran Material weggenommen oder wieder zugefügt. Membranen sind also nicht statisch, sondern vielmehr immer in Bewegung.

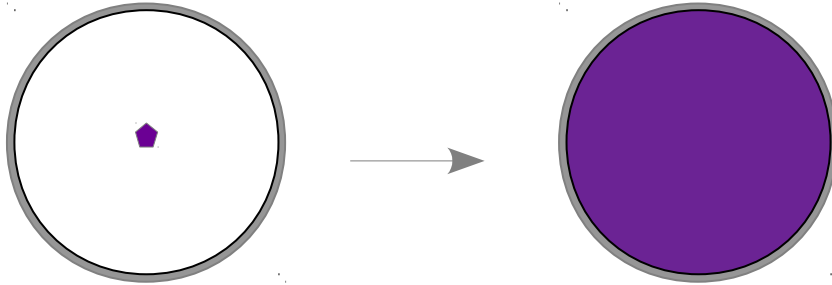


⁵ Beispiele für Exocytose:

- a) an den Enden der Axone der Nervenzellen befinden sich die Endknöpfchen. Sie geben z.B. durch Exocytose Neurotransmitter in den synaptischen Spalt.
- b) Abgabe von Sekreten aus Drüsen, z.B. Speicheldrüse, Tränendrüse, Schweißdrüse; Bauchspeicheldrüse usw...

Vorversuche zum tieferen Verständnis der Diffusion

V: Petrischale auf Overheadprojektor stellen, zugeben eines Körnchens Kaliumpermanganats (weil es ein schöner Farbstoff ist) und beobachten...



B: Der Farbstoff verteilt sich scheinbar von selbst. Nach einiger Zeit ist er im ganzen Gefäß fein verteilt.

S: Durch die Brown'sche Molekularbewegung (=eigene Zitterbewegung aller Teilchen!) stoßen Teilchen immer wieder aneinander und verteilen sich so im zur Verfügung stehenden Raum. Es kommt zu einem ungerichteten Konzentrationsausgleich.

Je wärmer dabei eine Lösung ist, desto stärker ist die Eigenbewegung der Teilchen.

Osmose & Diffusion

1. Volumen- und Gewichtsänderung eines Hühnereies in verschiedenen Lösungen

Unter der Kalkschale des Hühnereies befindet sich eine semipermeable Membran (=Membran, die nur in eine Richtung durchlässig ist). Um diese Membran zu untersuchen, wird die Kalkschale entfernt.

V: Die Kalkschale des Eies wird entfernt, indem es für ca. 6h in 10% Essigsäure gelegt wird. Das Ei wird dann abgewogen und in destilliertes Wasser (=hypotonische Lsg.) gelegt. Nach ca. 20 min. wird das Ei erneut abgewogen und anschließend in eine gesättigte Kochsalzlösung (hypertonische Lsg.) gelegt. Nach ca. 20 min. wird das Ei erneut abgewogen.

B:

Lösung	Gewicht
hypotonisch (destilliertes Wasser)	schwerer
„normal“ Zustand	normal
Hypertonisch (Salzlösung)	leichter

2. Versuch zu Plasmolyse - Deplasmolyse:

Als Material dienen Zellen einer roten Zwiebel (aus der äußeren einschichtigen Epidermis einer Zwiebelschale) oder Zellen aus dem Fruchtfleisch von Ligusterbeeren⁶.

Reihenfolge beachten! Erst die Salzlösung zugeben!

Versuch	Beobachtung
1. Die Zellen des Zwiebelhäutchens werden auf einen Objektträger gebracht, ein Deckglas darüber gelegt und im Mikroskop beobachtet	Die rötlich gefärbten Zellsaftvakuolen nehmen fast das gesamte Zellvolumen ein.
2. An den Rand des Deckglases wird eine hypertonische Lösung (z.B. konzentrierte Salzlösung) getropft und mit etwas Filterpapier unter das Deckglas gesaugt.	Die Zellsaftvakuole ist nun wesentlich kleiner und dunkler gefärbt. Das Schrumpfen der Vakuole erfolgt unmittelbar nach dem Durchsaugen der Kochsalzlösung.
3. Nun werden einige Tropfen destillierten Wassers auf den Objektträger gebracht und unter das Deckgläschen gesaugt	Die Zellsaftvakuolen haben nach kurzer Zeit wieder die ursprüngliche Größe und Färbung.

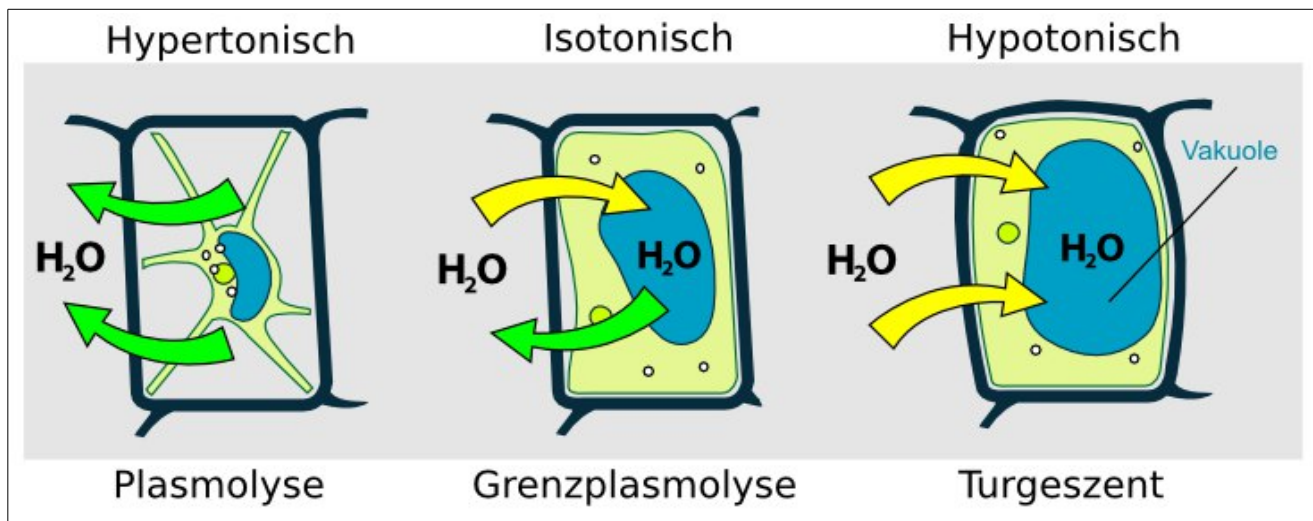
Schlussfolgerungen: Die **Diffusion** ist ein Vorgang, bei dem sich Atome oder Moleküle in Flüssigkeiten oder Gasen frei ausbreiten. Grundlage der Diffusion ist die Brownsche Molekularbewegung (=Eigenbewegung von Atomen und Molekülen).

Etwas anders ist die Situation, wenn eine Membran die freie Diffusion behindert. Lebende Zellmembranen sind **selektivpermeabel** (ein etwas älter Ausdruck lautet auch semipermeabel) für kleinere Ionen. Das bedeutet, dass sie für einige Bestandteile wie Wasser und kleine Ionen durchlässig sind, für große Ionen aber nicht.

Bringt man eine lebende Zelle in eine Lösung, in der eine höhere Konzentration an Ionen als in der Zellsaftvakuole herrscht, so diffundiert Wasser aus der Vakuole durch die Zellmembran in die umgebende Lösung (da jetzt mehr Wassermoleküle von innen auf die Vakuolenmembran prallen als von außen).

⁶ Die Ligusterzellen erhält man durch Abschaben von etwas Fruchtfleisch mit dem Skalpell

Die mit dem Wasseraustritt verbundene Volumenabnahme der Vakuole führt zunächst zu einem Abnahme des Zellurgors (=Wanddruck der Zelle gegen die Zellwand - der Druck wird ausgelöst durch eine prall mit Flüssigkeit gefüllten Vakuole), dann zu einem Ablösen des Protoplasten von der Zellwand (=Plasmolyse). Dieser Vorgang ist reversibel (die Umkehrung heißt **Deplasmolyse**).



Quelle Bild: Public domain by wikicommonsuser LadyofHats, Marina Ruiz - Muchas Gracias;
http://commons.wikimedia.org/wiki/Media:Plasmolyse_Pflanzelle.svg

Unter **Plasmolyse** versteht man also die mit Wasseraustritt verbundene Volumenabnahme der Vakuole durch eine höhere Außenkonzentration an Ionen als in der Zellsaftvakuole herrscht.

So diffundiert Wasser aus der Vakuole durch die Zellmembran in die umgebende Lösung. Die „Antreibsfeder“ der Plasmolyse ist der Konzentrationsunterschied zwischen der Innen- und der Außenseite. Die Plasmolyse ist auf lebende Zellmembranen beschränkt.

Unter **Osmose** versteht man den Vorgang der Diffusion (in nur eine Richtung!) eines Lösungsmittels durch eine **selektivpermeable** (=teildurchlässige) Membran.

Voraussetzung für die Osmose ist, dass auf beiden Seiten einer Membran zwei Lösungen unterschiedlicher Konzentration (bzw. eine Lösung und das reine Lösungsmittel, z.B. Wasser) angrenzen. Von der Seite der stärker konzentrierten Lösung prallen im Durchschnitt weniger Lösungsmittelmoleküle auf die selektivpermeable Membran, als von der weniger stark konzentrierten Lösung. Also Folge durchdringen viel mehr Moleküle der stark konzentrierten Lösung die Membran, als umgekehrt, von der schwach konzentrierten Lösung her in die stark konzentrierte übergehen.

3. Versuch zur Semipermeabilität lebender Membranen:

V: 3 Kartoffelhälften werden innen ausgehöhlt, so dass eine ca. 1cm tiefe und 1cm breite Vertiefung entsteht. Eine der Kartoffelhälften wird einige Minuten gekocht. In die Vertiefung der gekochten Kartoffel und in eine Vertiefung der rohen Kartoffel wird Kochsalz gefüllt. Die zweite rohe Kartoffel bleibt ohne Salzzugabe. Die drei Kartoffelhälften werden in eine mit Wasser gefüllte Petrischale gebracht.

Versuchsbeobachtung:

Nach ca. 30-40 Min. ist die Vertiefung der rohen Kartoffel, die Salz enthielt, mit Wasser gefüllt. Bei der gekochten Kartoffel hat sich kein Wasser in der Vertiefung angesammelt, ebenso wie bei der rohen Kartoffel ohne Salzzugabe.

Versuchsauswertung:

In der rohen Kartoffel wird durch das Salz aus den umliegenden Zellen osmotisch Wasser entzogen. In der rohen Kartoffel ohne Salzzugabe findet kein Wasseraustritt aus den Zellen der Kartoffel statt. Die Beobachtung, dass sich in der gekochten Kartoffel trotz des Vorhandenseins von stark konzentriertem Salz kein Wasser in der Vertiefung ansammelt, zeigt die Beschränkung der Semipermeabilität auf lebende Zellen. Durch das Kochen werden die Proteine in der Zellmembran zerstört und damit auch die Kanäle zum Wasseraustritt aus der Zelle.

4. Versuch: - „Kartoffel - Osmometer“

Das „Kartoffel - Osmometer“ ist ein einfaches, anschauliches Beispiel eines Osmometers, wie es nach Stocke aufgebaut ist (Stocke`sches Gerät mit Pfefferschen - Zelle).

In einer Kartoffel wird mit einem Korkbohrer ein Loch gebohrt, dieses mit Salz gefüllt und mit einen durchbohrten Gummistopfen verschlossen. In das Loch des Gummistopfens wird ein dünnes Steigrohr gebracht. Diese „Apparatur“ wird nun in Wasser getaucht. Die hohe Salzkonzentration im Inneren der Kartoffel ist stark osmotisch wirksam und entzieht dem Kartoffelgewebe Wasser. Das Gewebe wiederum nimmt aus der Umgebung Wasser auf. Die Aufnahme von Wasser wird im Steigrohr sichtbar. Das Wasser steigt solange, bis der hydro-statische Druck der Wassersäule im Steigrohr den Effekt des Konzentrationsgefälles kompensiert. Das Kartoffelgewebe entspricht der semipermeablen Membran einer Pfefferschen - Zelle.

Grundsätzlich findet in der Natur immerein Konzentrationsausgleich zwischen Teilchen statt. Dies geschieht immer vom Ort der hohen Konzentration zum Ort der geringen Konzentration. Liegt eine selektivpermeable Membran vor, welche nur für Wasser durchlässig ist, so kann zwischen den gelösten Stoffen auf beiden Seiten der Membran kein Konzentrationsausgleich stattfinden! Stattdessendurchdringen Wassermoleküle die Membran und sorgen so für eine Verdünnung auf Seiten der hohen Konzentration. Auch dies führt zum Ausgleichen des Konzentrationsunterschiedes.

Diese Bewegung der Wasserteilchen findet man in vielen Bereichen der Natur: Essen Menschen z.B. salzige Nahrung, gleicht der Körper dies mit Körperwasser aus, und dehydriert dabei. Er bekommt Durst und muss neues Wasser aufnehmen.

Aufgaben:

1. Erkläre die folgenden Begriffe: Plasmolyse, Turgor, semipermeabel, Osmose, Diffusion
2. Seeleute wurden früher davort gewarnt, selbst, wenn sie am verdursten waren, Meerwasser zu trinken. Kannst erklären, warum?
3. Sportler warnen: Nach dem Sport sollte man keinen Kaffee trinken (zumindest nicht ausschließlich!), da dieser den Körper dehydriert. Stelle die Verbindung von Wasserbedarf durch Leistungssport und Kaffeegenuss dar.

AB: Osmose & Diffusion

1. Volumen- und Gewichtsänderung eines Hühnereies in verschiedenen Lösungen:

Unter der Kalkschale des Hühnereies befindet sich eine semipermeable Membran (=in eine Richtung durchlässig).

V: Die Kalkschale des Eies wird entfernt, indem es für ca. 6h in 10% Essigsäure gelegt wird. Das Ei wird dann abgewogen und in destilliertes Wasser (=hypotonische Lsg.) gelegt. Nach ca. 20 min. wird das Ei erneut abgewogen und anschließend in eine gesättigte Kochsalzlösung (hypertonische Lsg.) gelegt. Nach ca. 20 min. wird das Ei erneut abgewogen.

B:

Lösung	Gewicht
hypotonisch (destilliertes Wasser)	
„normal“ Zustand	
Hypertonisch (Salzlösung)	

2. Plasmolyse - Deplasmolyse bei Zellen der roten Zwiebel

Versuch	Beobachtung
1. Die Zellen des Zwiebelhäutchens werden auf einen Objektträger gebracht, ein Deckglas darüber gelegt und im Mikroskop beobachtet	
2. An den Rand des Deckglases wird eine hypertonische Lösung (z.B. konzentrierte Salzlösung) getropft und mit etwas Filterpapier unter das Deckglas gesaugt.	
3. Nun werden einige Tropfen destillierten Wassers auf den Objektträger gebracht und unter das Deckglas gesaugt	

S: **Diffusion** ist ein Vorgang, bei dem sich Atome oder Moleküle in Flüssigkeiten oder Gasen frei ausbreiten. Grundlage der Diffusion ist die Brownsche Molekularbewegung (Eigenbewegung von Atomen und Molekülen). Lebende Zellmembranen sind **semipermeabel** für kleinere Ionen.

Schlussfolgerungen: Die **Diffusion** ist ein Vorgang, bei dem sich Atome oder Moleküle in Flüssigkeiten oder Gasen frei ausbreiten. Grundlage der Diffusion ist die Brownsche Molekularbewegung (=Eigenbewegung von Atomen und Molekülen).

Etwas anders ist die Situation, wenn eine Membran die freie Diffusion behindert. Lebende Zellmembranen sind **selektivpermeabel** (ein etwas älter Ausdruck lautet auch semipermeabel) für kleinere Ionen. Das bedeutet, dass sie für einige Bestandteile wie Wasser und kleine Ionen durchlässig sind, für große Ionen aber nicht.

Bringt man eine lebende Zelle in eine Lösung, in der eine höhere Konzentration an Ionen als in der Zellsaftvakuole herrscht, so diffundiert Wasser aus der Vakuole durch die Zellmembran in die umgebende Lösung (da jetzt mehr Wassermoleküle von innen auf die Vakuolenmembran prallen als von außen).

Die mit dem Wasseraustritt verbundene Volumenabnahme der Vakuole führt zunächst zu einem Abnahme des Zellurgors (=Wanddruck der Zelle gegen die Zellwand - der Druck wird ausgelöst durch eine prall mit Flüssigkeit gefüllten Vakuole), dann zu einem Ablösen des Protoplasten von der Zellwand (=Plasmolyse). Dieser Vorgang ist reversibel (die Umkehrung heißt **Deplasmolyse**).

Unter **Plasmolyse** versteht man also die mit Wasseraustritt verbundene Volumenabnahme der Vakuole durch eine höhere Außenkonzentration an Ionen als in der Zellsaftvakuole herrscht.

So diffundiert Wasser aus der Vakuole durch die Zellmembran in die umgebende Lösung. Die Triebfeder der Plasmolyse ist der Konzentrationsunterschied zwischen der Innen und der Außenseite. Die Plasmolyse ist auf lebende Zellmembranen beschränkt.

Unter **Osmose** versteht man den Vorgang der Diffusion (in nur eine Richtung!) eines Lösungsmittels durch eine **selektivpermeable** (=halbdurchlässige) Membran.

Voraussetzung für die Osmose ist, dass auf beiden Seiten einer Membran zwei Lösungen unterschiedlicher Konzentration (bzw. eine Lösung und das reine Lösungsmittel, z.B. Wasser) angrenzen. Von der Seite der stärker konzentrierten Lösung prallen im Durchschnitt weniger Lösungsmittelmoleküle auf die semipermeablen Membran, als von der weniger stark konzentrierten Lösung. Also Folge durchdringen viel mehr Moleküle der stark konzentrierten Lösung die Membran, als umgekehrt, von der schwach konzentrierten Lösung her in die stark konzentrierte übergehen.

Grundsätzlich findet in der Natur immerein Konzentrationsausgleich zwischen Teilchen statt. Dies geschieht immer vom Ort der hohen Konzentration zum Ort der geringen Konzentration. Liegt eine selektivpermeable Membran vor, welche nur für Wasser durchlässig ist, so kann zwischen den gelösten Stoffen auf beiden Seiten der Membran kein Konzentrationsausgleich stattfinden! Stattdessendurchdringen Wassermoleküle die Membran und sorgen so für eine Verdünnung auf Seiten der hohen Konzentration. Auch dies führt zum Ausgleichen des Konzentrationsunterschiedes.

Diese Bewegung der Wasserteilchen findet man in vielen Bereichen der Natur: Essen Menschen z.B. salzige Nahrung, gleicht der Körper dies mit Körperwasser aus, und dehydriert dabei. Er bekommt Durst und muss neues Wasser aufnehmen.

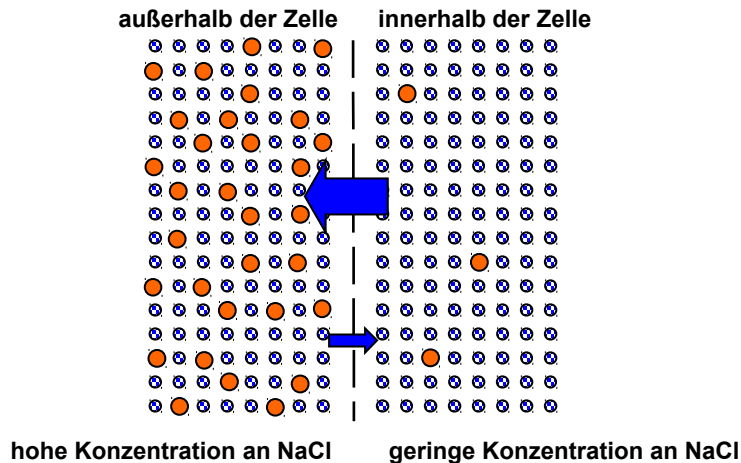
Aufgaben:

1. Erkläre die folgenden Begriffe: Plasmolyse, Turgor, semipermeabel, Osmose, Diffusion
2. Seeleute wurden früher davort gewarnt, selbst, wenn sie am verdursten waren, Meerwasser zu trinken. Kannst erklären, warum?
3. Sportler warnen: Nach dem Sport sollte man keinen Kaffee trinken (zumindest nicht ausschließlich!), da dieser den Körper dehydriert. Stelle die Verbindung von Wasserbedarf durch Leistungssport und Kaffeegenuss dar.

Die Osmose als Triebfeder der Plasmolyse

Am Anfang befindet sich außerhalb von Zellen oder Gewebe eine hoch konzentrierte Salzlösung. Als Folge löst sich bereits nach kurzer Zeit der Protoplast (=lebender Teil der Zelle) von der Zellwand ab. Die Vakuole wird kleiner, bis sich der Protoplast vollständig von der Zellwand löst und abkugelt.

Dabei hängt die Stärke des Zusammenziehens des Protoplasten maßgeblich von der Konzentration der verwendeten Salzlösung ab!



Ursache:

Das Wasser innerhalb der Zelle ist weniger stark konzentriert, als das Wasser außerhalb. Derartige Ungleichgewichte gleichen sich in der Natur (wenn möglich!) automatisch aus. Wasser **diffundiert** also aus dem Zellplasma und der Zellsaftvakuole hinaus. Die Triebfeder dieses hier stattfindenden Konzentrationsausgleiches sind die unterschiedlichen Konzentrationen an gelösten Salzen zwischen der Lösung außen und innen.

Der Ausgleich kommt nun vor allem durch das **Diffundieren** von Wasser durch die Zellmembran zustande. Dies ist alles nur möglich, weil Biomembranen vor allem für Wasser, aber nicht für gelöste Stoffe durchlässig sind⁷. Man sagt, die Membran ist **semipermeabel** bzw. **selektivpermeabel**.

In der Folge wird also die hypotonischere (also weniger gelöste Teilchen enthaltene) Lösung im Inneren der Zelle mit der hypertotonischen (also mehr gelöste Teilchen enthaltene) Lösung außerhalb der Zelle ausgeglichen.

Die stattfindende Diffusion von Wasser durch eine selektivpermeable Membran nennt man auch Osmose.

Ein Vergleich zum Verständnis:

Wenn man Wasser im Kochtopf verdampft, bildet sich ein Kalk(salz)belag am Boden. Wenn man kurz vorher aber den Topf schon vom Herd nimmt, ist das restliche Wasser sehr viel salzhaltiger als das Ursprungswasser.

⇒ Die Wasserabgabe der Zelle (bei der Plasmolyse) erhöht in Wirklichkeit die Salzkonzentration innerhalb der Zelle, welche sich somit dem Außenmedium in der Konzentration angleicht (und dieses wird ja zusätzlich durch das aus der Zelle strömende Wasser verdünnt)

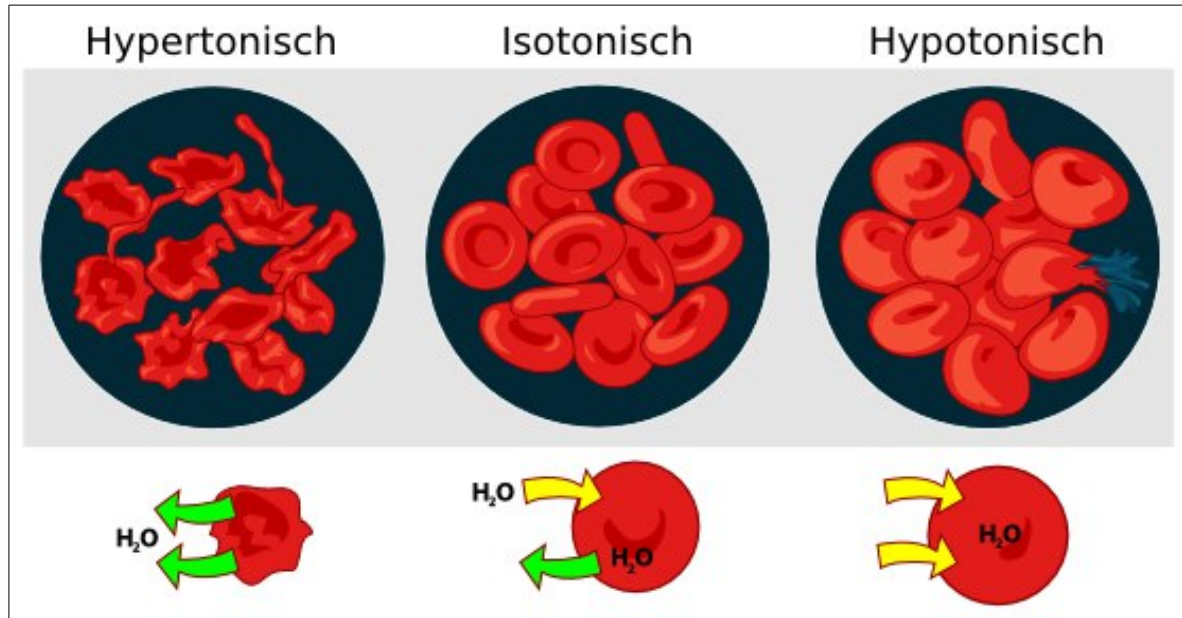
Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Plasmolyse>

⁷ Gelöste Teilchen durchqueren die Membran nur aktiv nicht aber passiv

Aufgaben zur Osmose und zur Plasmolyse

1. Blutkörperchen müssen, wenn sie z.B. unter dem Mikroskop beobachtet werden in einer sogenannten isotonischen Kochsalzlösung sein. Kannst Du mithilfe der Grafik erklären warum?



Quelle Bild: Public domain von Wikicommonsuser LadyofHats, Marina Ruiz Muchas Gracias;
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osmotic_pressure_on_blood_cells_diagram.svg

2. In Süßwasser lebende Pantoffeltierchen haben pulsierende Bläschen, Wimperntiere, welche im Meer leben, haben diese nicht. Welche Ursachen hat das?
3. Pflanzen am Straßenrand sterben oft ab, wenn im Winter Streusalz verwendet wurde. Welche Ursachen hat dies?
4. Eine Wiese wird versehentlich zweimal in kurzer Zeit mit Mineralsalzdünger gedüngt. Der Rasen bekommt helle Flecken und scheint zu vertrocknen. Erkläre!
5. Regen bringt reife Kirschen zum Platzen. Warum?
6. Starker koffeinhaltiger Tee (und auch Kaffee) mit Zucker führen zu mehr Harndrang, als wenn man die gleiche Menge Wasser getrunken hätte. Erkläre!

Aufnahme von Giftstoffen in das Gewebe

Aufnahme von Giftstoffen in den menschlichen Körper erfolgt durch die Zellen der Haut, besonders durch Inhalation von Dämpfen, Kontakt mit der Haut, Verschlucken oder bewusste Aufnahme. Die Giftstoffe gelangen je nach Weg zuerst meist in die Lunge, das Blut, die Nieren und den Darm.

Es folgt eine kleine Auswahl von Schadstoffen. Einige sind mittlerweile in ihrer Verwendung eingeschränkt oder verboten. Andere fügt man sich bewusst zu.

**Die Aufnahme in die Zellen erfolgt über die bisher gelernten Mechanismen.
Alle folgenden Stoffe haben gemeinsam, dass sie die normale Funktion
von Zellen beeinflussen und somit schädlich sind.**

Weitere bedeutende Gefahrstoffe finden sich in v.a. Pflanzenschutzmitteln, anderen Kohlenwasserstoffverbindung (vor allem die chlorierten Kohlenwasserstoffe), DDT, Schwermetallverbindungen, Formaldehydausdünstungen u.v.a. Auch (einige wenige) Schimmelpilzgifte können dem Menschen sehr gefährlich werden.

Weitere Informationen zu diesem Thema kannst Du im Kapitel „Drogen“ nachlesen!