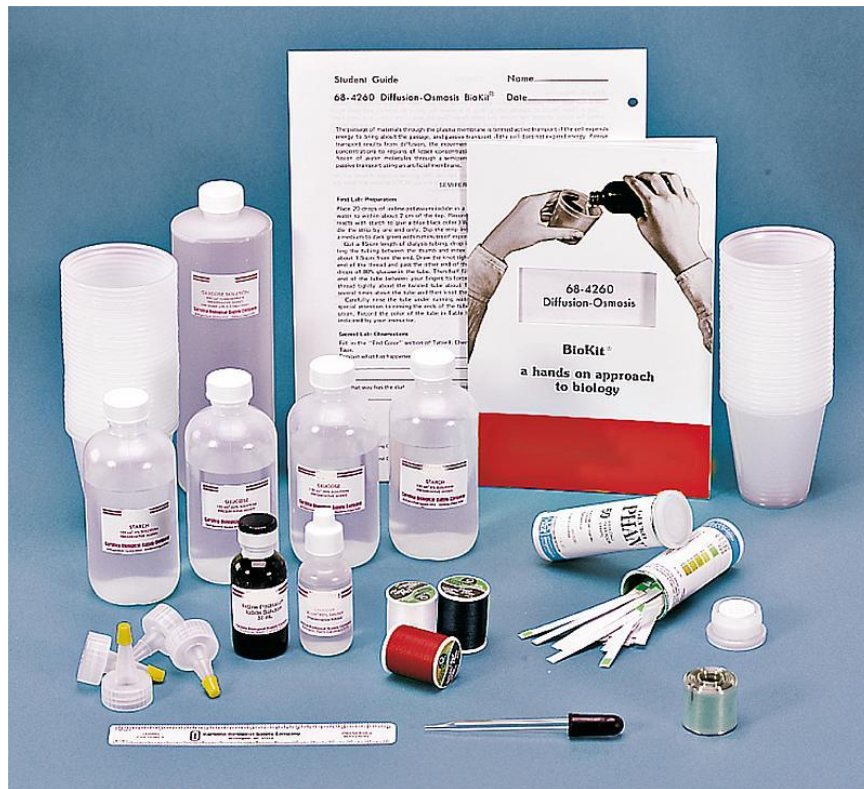


Osmose-Diffusion-Kit



Dieses Kit demonstriert die selektive Permeabilität und den Prozess der Diffusion wie er in biologischen Systemen stattfindet. Die Schüler verwenden Dialyseschläuche und Flüssigkeiten verschiedener Dichten um die Bewegung verschiedener Substanzen durch eine selektiv permeable Membran zu untersuchen. Der verwendete Cellulose-Dialyseschlauch ist vollständig permeabel gegenüber Wasser und gelösten anorganischen Salzen. Große organische Moleküle und verschiedene molekularbiologischen Komponenten werden zurückgehalten.

Das Kit enthält Materialien, die das selbstständige Arbeiten von 30 Schülern erlaubt.

Die verschiedenen Experimente sollten an zwei aneinanderfolgenden Tagen durchgeführt werden und erfordern ca. 45 Minuten Arbeitszeit an jedem der beiden Tage. Die Experimente können auch aufgesplittet werden: Beispielsweise startet die Hälfte der Klasse am Tag 1 mit der Versuchsreihe 1 und die andere Hälfte der Klasse mit der Versuchsreihe 2. Idealerweise werden die Ergebnisse nach 24 Stunden ausgewertet, ist das nicht möglich, so können die ersten Resultate auch nach 1 Stunde dokumentiert werden (schwieriger zu interpretieren).

Im Kit enthaltenes Material:

- Dialyse-Schlauch (50 Stück)
- 500 ml konzentrierte Glucoselösung
- 20%ige Glucoselösung (ca. 1.1 M)
- 80%ige Glucoselösung (ca. 4.4 M)
- 2%ige Stärkelösung
- Iod-Kalium-Iodid-Lösung
- Glucose-Nachweistreifen
- Tropfenzähler (Glas)
- Pipetten (KS)
- Faden (weiß, blau und rot)
- Lineal
- Becher (60 Stück)
- Lehrerhandbuch / Schülerhandbuch

Benötigte Materialien (nicht im Kit enthalten):

- 10 l deionisiertes Wasser
- 4 l Kanister zur Herstellung einer 10%igen Glucoselösung (ca. 0.6 M)
- 250 ml Bechergläser
- Elektronische Laborwaagen
- Scheren
- Papierhandtücher
- Kleine Bechergläser (optional)
- Tropfpipetten (optional)

Sicherheit im Labor

Stellen Sie sicher, dass die Schüler die Versuchsanleitungen gelesen und verstanden haben. Führen Sie den Schülern vor, wie die entsprechenden Versuche richtig durchgeführt werden und tragen Sie zu jeder Zeit eine Laborbrille, Schutzhandschuhe und einen Labormantel.

Entsorgung und Reinigung:

Nach Abschluss des Versuchs entsorgen Sie die verwendeten Becher, sammeln zuvor die verwendeten Lösungen in einem separaten Gefäß entsprechend den für Sie geltenden Reglementierungen. Reinigen Sie nach Versuchsabschluss Ihre Hände und die Arbeitsfläche.

Hintergrund

Diffusion ist die Bewegung von Molekülen oder Ionen aus einem Bereich hoher Konzentration in einen Bereich niedriger Konzentration. Während der Diffusion bewegen sich die Moleküle entlang eines Konzentrationsgradienten; es handelt sich hierbei um einen passiven Prozess, der keinerlei Energieaufwendung bedarf. Der Vorgang der Ionenwanderung durch Diffusion findet so lange statt, bis sich ein Gleichgewicht der Iondichte eingestellt hat.

Diffusion kann auch zwischen einer semi-permeablen Membran stattfinden (wie man sie beispielsweise in Zellen findet). Kleinere Moleküle, wie etwa Iod-Moleküle können sich frei zwischen beiden Seiten der Membran bewegen. Große Moleküle (z.B. Glucose) werden auf Grund ihrer Größe von der Membran ausgeschlossen und können diese nicht passieren.

Insgesamt beschränken vier Faktoren die Anzahl der diffundierenden Moleküle oder Ionen einer Membran:

- Größe des Konzentrationsgradienten: Je größer der Konzentrations-Unterschied der Lösungen auf beiden Seiten der Membran, desto größer ist die Diffusionsrate der Moleküle auf die weniger konzentrierte Seite
- Temperatur: Höhere Temperaturen geben den Ionen und Molekülen eine höhere kinetische Energie → die Moleküle bewegen sich schneller → die Diffusion geht schneller
- Oberflächenbeschaffenheit der Membran: Je größer die Oberfläche, desto mehr Moleküle können zeitgleich die Membran passieren → Diffusion geht schneller von Statten
- Typus des Moleküls / Ions: Große Moleküle bewegen sich langsamer und brauchen mehr Zeit um eine Membran zu durchqueren.

Osmose: Der Transport von Wassermolekülen durch eine selektiv permeable Membran nennt man Osmose. Die oben beschriebenen vier Faktoren, welche Einfluss auf die Diffusionsrate von Molekülen durch eine Membran nehmen, lassen sich auch bei der Osmose beobachten.

Vorbereitung

- Lesen Sie zuerst das mitgelieferte Handbuch
- Kopieren Sie das mitgelieferte Schülerhandbuch für die Gruppen und gehen Sie die einzelnen Versuche mit den Schülern gemeinsam durch
- Die Schüler sollten bereits Hintergrundwissen zum Thema Diffusion und Osmose haben
- Geben Sie 500 ml konzentrierte Glucoselösung auf 3,5 L deionisiertes Wasser (Sie erhalten eine 10%ige Glucoselösung)
- Schneiden Sie vom Dialyseschlauch ca. 90 Stücke à 15 cm Länge ab
- Schneiden Sie von den Fäden (weiß / rot / blau) je 30 Stücke à 15 cm Länge ab
- Einen Tag vor Durchführung des Experimentes legen Sie die Dialyseschläuche in einem 250 ml Becherglas in deionisiertes Wasser ein
- Achten Sie darauf, dass jede Schülergruppe Zugang zu frischem Wasser hat um die Dialyseschläuche waschen zu können

Folgende Stationen werden eingerichtet:

| | |
|-----------|--|
| Station 1 | 30 Becher Tropfpipetten Glucose-Teststreifen Tropfenzähler (Glas) 2% Stärkelösung 80% Glucoselösung Iod-Kalium-Iodid-Lösung Deionisiertes Wasser Faden (weiß / vorgeschnitten) |
| Station 2 | vorgeschnittener Dialyseschlauch in einem 250 ml Becherglas mit deionisiertem Wasser |
| Station 3 | 30 Becher Tropfpipetten 20% Glucoselösung 10% Glucoselösung deionisiertes Wasser Faden (rot / blau / vorgeschnitten) Papiertücher |
| Station 4 | Elektronische Waage |

Versuchsablauf

- Besprechen Sie gemeinsam mit den Schülern den Versuchsablauf
- Jeder Schüler sollte über eine Anleitung mit Hintergrundinformationen verfügen
- Besprechen Sie gemeinsam welche Fragen der Versuchsaufbau klären soll und welche Aufzeichnungen angefertigt werden sollen
- Klären Sie gemeinsam den Versuchsablauf an den einzelnen Stationen ab
- Wie / Wohin entsorge ich meine Arbeitsmaterialien nach dem Versuch?
- Klären Sie vorab bestehende Fragen zum Versuch

AKTIVITÄT 1: Diffusion

| | Iod-Kalium-Iodid-Lösung | Glucose-Stärke-Lösung |
|---------------|-------------------------|-----------------------|
| Anfangs-Farbe | Rot-braun (rostig) | Farblos |
| End-Farbe | Rot-braun (rostig) | Blau-schwarz |

- 1) Befindet sich Glucose in der vorliegenden Lösung
Nein.
- 2) Was denkst Du passiert während der Versuchsdurchführung
Kleine Iodid-Moleküle diffundieren durch die semi-permeable Membran und reagieren mit der Glucose-Stärke-Lösung, weswegen die Farbe der Lösung sich verändert. Die Glucose- und Stärke-Moleküle können die semi-permeable Membran nicht durchdringen, was man daran erkennen kann, dass sich die Farbe der Iod-Kalium-Iodid-Lösung nicht verändert bzw. wenn es einer geringen Anzahl an Molekülen möglich sein sollte, die Membran zu durchdringen, so reichen diese Moleküle nicht aus um zu reagieren und eine Farbänderung der Iod-Kalium-Iodid-Lösung zu bewirken.
- 3) Wieso funktioniert der Dialyseschlauch als semi-permeable Membran
„semi-permeabel“ bedeutet halb- oder teildurchlässig. Der Dialyseschlauch ist halbdurchlässig, weil er einige Stoffe durch seine Oberfläche eindringen lässt, andere Stoffe hingegen werden durch die Oberfläche am Eindringen gehindert. Auf Grund dieser Beobachtung spricht man im Falle des Dialyseschlauchs von einer halbdurchlässigen Membran.

AKTIVITÄT 2: Osmose

| | Deionisiertes Wasser | 20%-Glucose-Lösung |
|----------------------------|--|--|
| Masse (Beginn) / g | 10,0 | 9,5 |
| Masse (Ende) / g | Nach 1 Stunde: 7,9 Nach 24 Stunden: 6,5 | Nach 1 Stunde: 11,4 Nach 24 Stunden: 11,7 |
| Variabilität der Masse / g | -2,1 bis -3,5 | +1,9 bis +2,2 |

- 1) Warum denkst Du verändert sich die Masse in beiden Dialyse-Schläuchen?
Der Wasser gefüllt Dialyseschlauch verliert an Gewicht, der mit Glucose-Lösung gefüllt Dialyseschlauch wird schwerer. Dieses Phänomen lässt sich mit der Bewegung der Moleküle vom Dialyseschlauch 1 in das Reaktionsgefäß (Becher); von dort in den Dialyseschlauch 2 erklären.
- 2) Wie könnte man diese Vermutung wissenschaftlich belegen? Wie könnte dieser Versuch präziser durchgeführt werden?

Die Schüler könnten die Masse des Wassers im Glas messen bevor Sie den Dialyseschlauch darin platzieren und ein zweites Mal, nachdem die Dialyse durchgeführt wurde.

Erweiterungen:

Diffusion kann auch auf andere Weise dargestellt werden. Stellen Sie eine mit Wasser gefüllte Petrischale auf einen Overhead-Projektor. Drehen Sie den Projektor und geben Sie ein paar Tropfen Kaliumpermanganat oder Tinte in die Flüssigkeit und beobachten Sie was passiert.

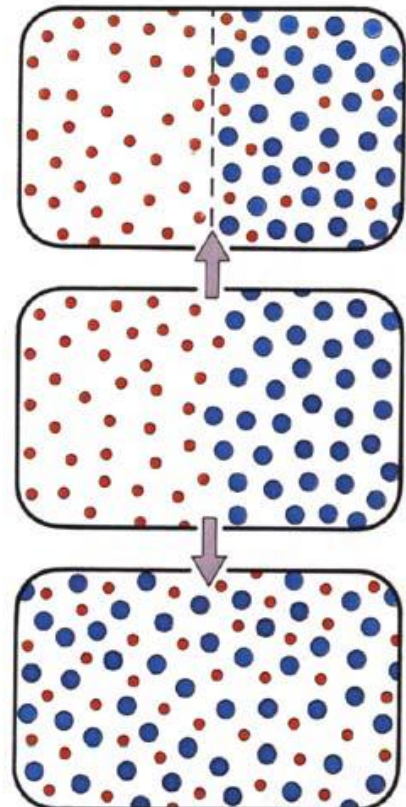
----- KOPIERVORLAGE FÜR SCHÜLER -----

Diffusion und Osmose

Diffusion: Alle Teilchen eines gelösten Stoffes sind in ständiger Bewegung. Kommt es in der Lösung zu einem Konzentrationsunterschied, beispielsweise durch örtliche Zugabe von Lösungsmittel oder durch die Neubildung einer löslichen Substanz an einer bestimmten Stelle, so entsteht ein Konzentrationsgefälle.

Durch die Teilchenbewegung wird dieses Konzentrationsgefälle, sofern es nicht ständig neu erzeugt wird, im Laufe der Zeit ausgeglichen. Die spontan eintretende, gleichmäßige Verteilung eines Stoffes in dem zur Verfügung stehenden Raum nennt man Diffusion. Die Diffusionsgeschwindigkeit hängt, gleiche Temperatur vorausgesetzt, vor allem vom Konzentrationsgefälle und von den Eigenschaften des diffundierenden Stoffes ab. Was für gelöste Stoffe gilt, trifft auch für das Lösungsmittel Wasser zu:

Abb. rechts: Veränderung eines Konzentrationsgefälles, oben durch Osmose, unten durch Diffusion (Bild aus "Die Zelle")



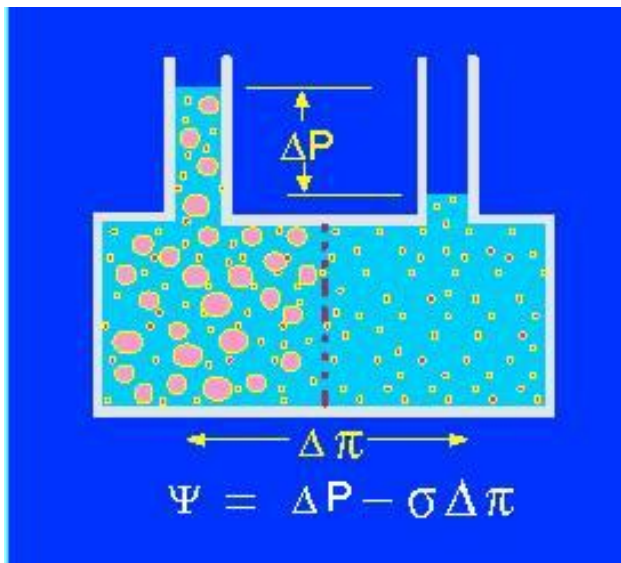
Modell eines osmotischen Systems: Zwei Behälter sind durch eine semipermeable (selektiv durchlässige) Membran getrennt. Die Porengröße ist ausreichend, um kleinen Partikeln (Ionen, Molekülen) einen ungehinderten Durchlass zu gewähren; sie verhindert den Durchgang der großen. Es baut sich daher im linken Behälter ein höherer osmotischer Druck auf, da sich

jedes Partikel mit einer Hydrathülle umgibt. Da jener Behälter mehr "wasserbindende" Partikel enthält, dehnt sich das Volumen aus.

Der osmotische Druck (Turgor): ΔP ist messbar. Hierbei sind: ψ = das Wasserpotential, ΔP = der hydrostatische Druck, σ = das Verhältnis von scheinbarem zu theoretischem osmotischen Druck in Abhängigkeit von der Semipermeabilität der Membran und π = der osmotische Druck des Behälters (Zelle).

Osmose:

Ist die Konzentration des Wassers auf beiden Seiten einer Membran gleich groß, ändert sich an diesem Zustand, statistisch betrachtet, nichts, obwohl ständig Wassermoleküle in beiden Richtungen durch die Membran hindurch wandern. Je höher die Temperatur, umso stärker ist diese Teilchenbewegung. Ist die Membran zwischen zwei Lösungen hauptsächlich für das Lösungsmittel durchlässig, für andere Teilchen aber kaum, wird sie als halbdurchlässige oder semipermeable Membran bezeichnet. Die Durchlässigkeit einer Membran hängt in der Regel von ihrer Porengröße ab. Befinden sich auf beiden Seiten der Membran Lösungen unterschiedlicher Wasserkonzentration, dann werden in Richtung niedrige Wasserkonzentration im gleichen Zeitraum mehr Wassermoleküle durch die Membran treten als umgekehrt. Man spricht von Osmose.



Unter Osmose versteht man den Nettofluss von Wasser durch eine halbdurchlässige Membran hindurch.

isotonisch: Der osmotische Druck auf beiden Seiten der Membran ist gleich.

hypotonisch: Die Konzentration einer gelösten Substanz (z.B. in der Zelle) ist niedriger als in der Vergleichslösung (z.B. der Umgebung der Zelle)

hypertonisch: Die Konzentration einer gelösten Substanz ist höher als in der Vergleichslösung. Wasser wandert so

lange aus einer hypotonischen in eine hypertonische Lösung ein, bis beide isotonisch sind.

Osmose und biologische Membranen; Turgor:

Jede Zelle hat stets mit osmotischen Erscheinungen zu kämpfen. Zellwandlose Zellen in wässriger Lösung sind in der Regel hypertonisch, d.h., es erfolgt in sie ein kontinuierlicher Wassereinstrom, der seinerseits einen Druck von innen auf die Membran ausübt. Bei einigen Ciliaten (z.B. Paramecium) und Flagellaten (z.B. Euglena) wird es mittels pulsierender Vakuolen wieder herausgepumpt.

Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) kommen normalerweise in einer isotonischen Umgebung (Blutplasma) vor. Verdünnt man Blut mit Wasser, platzen die Zellen, da die Membran dem osmotischen Druck des Zellinneren nicht standhält. Man kann das Platzen unterbinden, wenn man das Blut mit einer isotonischen Lösung (0,9 prozentige NaCl-Lösung = physiologische Kochsalzlösung) verdünnt.

Bei Pflanzenzellen ist die Situation nur deshalb anders, weil sie in der Regel von einer elastisch dehnbaren Zellwand umgeben sind. Bringt man sie in eine hypotonische Lösung, können sie nur so lange Wasser aufnehmen, bis ein Ausgleich des Wasserpotentials innen und außen erreicht ist; innen steht das Wasser trotz höherer Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen unter einem zusätzlichen hydrostatischen Druck, dem Turgor. Das ermöglicht den Pflanzenzellen, in ihren Vakuolen Ionen, Zucker, organische Säuren, Aminosäuren u.a. in beträchtlichen Konzentrationen zu speichern.

Durch Wasseraufnahme baut sich intrazellulär ein entsprechend hoher hydrostatischer Druck auf. Der auf die Wand ausgeübte Druck (Turgor) spielt eine entscheidende Rolle zum Erhalt der Stabilität und Steifheit pflanzlicher Gewebe. Jede Zelle übt dabei Druck auf die benachbarten aus. In der Summe baut sich daher eine beträchtliche Gewebespannung auf. Pflanzenzellen, die wie reife Kirschen einen süßen, konzentrierten Zellsaft besitzen, können sogar platzen, wenn es regnet oder wenn sie in Wasser gelegt werden. Der osmotische Druck in ihren Zellen übersteigt dann die Festigkeit der Zellwand.

Plasmolyse: Bringt man aber prallgefüllte Zellen in konzentrierte Zuckerlösung, dann löst sich das Plasma mit seiner begrenzenden Membran von der Zellwand ab und legt sich als Plasmahülle um die geschrumpfte Vakuole. Diesen Vorgang nennt man Plasmolyse.

Bilder: Bauer, Bossler: "Die Zelle", Cornelsen-Velhagen & Klasing

Einleitung: <http://www.bio.vobs.at/botanik/b-osmose.htm>

Materialien:

| | |
|-----------|----------------------|
| Station 1 | 30 Becher |
| | Tropfpipetten |
| | Glucose-Teststreifen |
| | Tropfenzähler (Glas) |
| | 2% Stärkelösung |
| | 80% Glucoselösung |

- Iod-Kalium-Iodid-Lösung
Deionisiertes Wasser
Faden (weiß / vorgeschnitten)
- Station 2 vorgeschchnittener Dialyseschlauch in einem 250 ml Becherglas mit deionisiertem Wasser
- Station 3 30 Becher
Tropfpipetten
20% Glucoselösung
10% Glucoselösung
deionisiertes Wasser
Faden (rot / blau / vorgeschnitten)
Papiertücher
- Station 4 Elektronische Waage

Vorgehensweise TAG 1:

- Station 1 - Fülle mit einer Glaspipette 20 Tropfen Iod-Kalium-Iodid in einen Becher und markiere Deinen Becher
- Fülle den Becher mit deionisiertem Wasser bis 2 cm unter den Rand auf.
 - Beschreibe in einer Tabelle die Farbe der Lösung in Deinem Becher
 - Nimm einen Glucose-Nachweis-Streifen und tauche ihn kurz in die Lösung. In Anwesenheit von Glucose färbt sich dieser grün.
- Station 2 - Nimm ein 15 cm langes Stück Dialyseschlauch und öffne den Schlauch durch Rollen zwischen Daumen und Zeigefinger
- Lass Wasser durch den Dialyseschlauch fließen um ihn vollständig einzuweichen
 - Verknote ein Ende des Schlauchs

- Station 1
- Verwende jetzt eine Plastikpipette
 - Gib 20 Tropfen Glucoselösung in den Dialyseschlauch und fülle den Schlauch zur Hälfte mit Stärkelösung
 - Verschließe den Schlauch, indem Du das offene Ende zusammenwirbelst und das offene Ende über den jetzt geschlossenen Schlauch stülpst. Das immer noch offene Ende verknotest Du mit einem Faden. Achte darauf, dass keine Luft im Schlauch eingeschlossen ist.
 - Beschreibe in einer Tabelle die Farbe der Glucose-Stärke-Lösung
 - Spüle den Schlauch vorsichtig unter fließendem Wasser ab um jegliche Reste der Glucose-Stärke-Lösung zu entfernen
 - Lege den Dialyseschlauch über Nacht in den Becher mit der Iod-Kalium-Iodid-Lösung

Vorgehensweise TAG 2:

- Entferne den Dialyseschlauch aus dem Becher und trockne ihn vorsichtig mit einem Papiertuch ab
- Beschreibe in der Tabelle von Tag 1 welche Beobachtungen Du hinsichtlich der Farbe machst
- Verwende einen Glucose-Nachweis-Streifen um zu überprüfen, ob jetzt Glucose in der Iod-Kalium-Iodid-Lösung zu finden ist
- Beantworte die folgenden Fragen

Osmose

Vorgehensweise TAG 1:

- Station 3
- Fülle einen Becher mit 10%igen Glucose-Lösung bis 2 cm unter den Rand und markiere Deinen Becher
- Station 2
- Nimm ein 15 cm langes Stück Dialyseschlauch und öffne den Schlauch durch Rollen zwischen Daumen und Zeigefinger
 - Lass Wasser durch den Dialyseschlauch fließen um ihn vollständig einzuweichen
 - Verknote ein Ende des Schlauchs
- Station 3
- Verwende jetzt eine Plastikpipette
 - Fülle den Schlauch zur Hälfte mit deionisiertem Wasser

- Verschließe den Schlauch, indem Du das offene Ende zusammenwirbelst und das offene Ende über den jetzt geschlossenen Schlauch stülpst. Das immer noch offene Ende verknotest Du mit dem blauen Faden. Achte darauf, dass keine Luft im Schlauch eingeschlossen ist.
- Trockne den Dialyseschlauch mit einem Papiertuch vorsichtig ab

- Station 4
- Wiege den mit Wasser gefüllten Dialyseschlauch und notier seine Masse
 - Wiederhole die ersten Schritte mit einem weiteren Dialyseschlauch und fülle diesen mit einer 20%igen Glucose-Lösung
 - Schließe den zweiten Schlauch mit einem roten Faden.
 - Trockne den Dialyseschlauch mit einem Papiertuch vorsichtig ab
 - Wiege auch diesen Schlauch und notiere die Masse
 - Reinige den Schlauch unter fließendem Wasser um Reste der Glucoselösung zu entfernen (besonders auf die Enden achten!)
 - Gib beide über Nacht Schläuche in den Becher

Vorgehensweise TAG 2:

- Entferne den mit Wasser gefüllten Dialyseschlauch (blauer Faden) aus dem Becher und trockne ihn vorsichtig mit einem Papiertuch ab

- Station 4
- Wiege den mit Wasser gefüllten Dialyseschlauch
 - Entferne den mit Glucoselösung gefüllten Dialyseschlauch (roter Faden) aus dem Becher und trockne ihn vorsichtig mit einem Papiertuch ab

- Station 4
- Wiege den mit Glucoselösung gefüllten Dialyseschlauch
 - Beantworte die folgenden Fragen

DATENAUSWERTUNG DIFFUSION

| | Iod-Kalium-Iodid-Lösung | Glucose-Stärke-Lösung |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Farbe (Anfang) | | |
| Farbe (Ende) | | |

1) Ist Glucose im Becher gelöst?

2) Was denkst Du ist passiert?

3) Beschreibe wie der Dialyseschlauch als semipermeable Membran wirkt

DATENAUSWERTUNG OSMOSE

| | Dialyseschlauch mit deionisiertem Wasser | Dialyseschlauch mit 20%iger Glucose-Lösung |
|----------------|--|--|
| Masse (Anfang) | | |

| | | |
|-----------------|--|--|
| Masse (Ende) | | |
|-----------------|--|--|

1) Warum verändert sich die Masse in beiden Dialyseschläuchen?

2) Wie könnte man diese Beobachtungen wissenschaftlich verifizieren?
