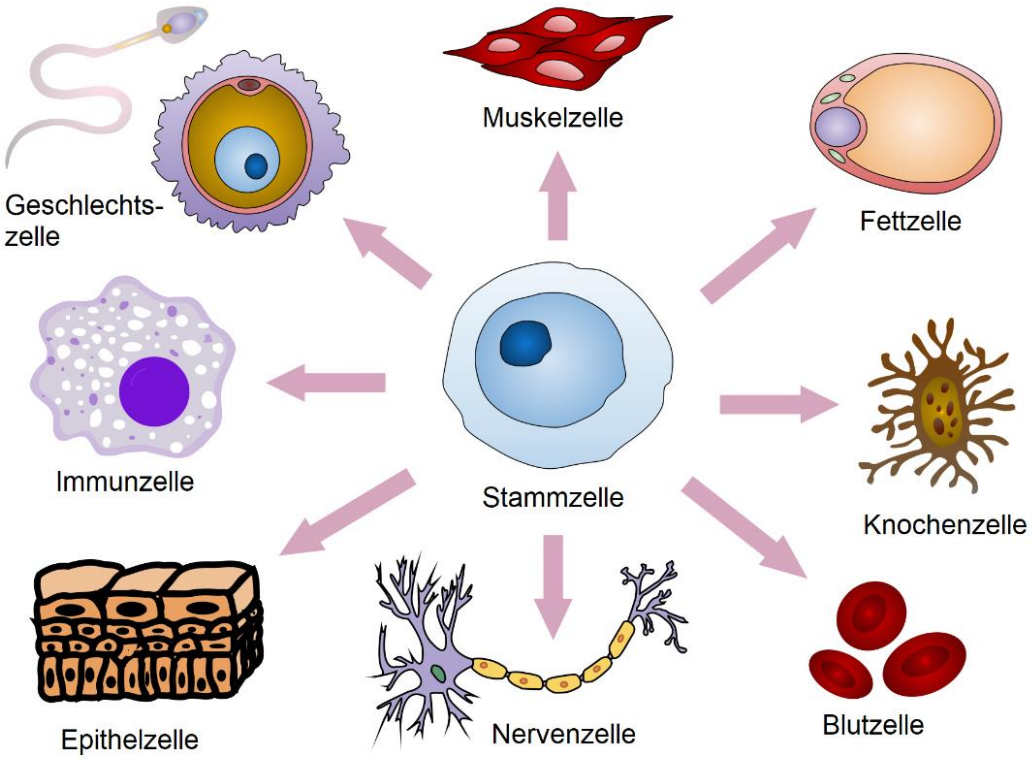
# Zellgröße




*Bildquelle: abgeändert nach Wikipedia*

| Klassenstufe | Thema | Niveau | Vorbereitungszeit |
|---|---|---|---|
| Sek I<br>+<br>Sek II | Zellgröße<br>und -form | • | • • |

## Aufgabenstellung

Die Schüler lernen, ob kleine und große Zellen Stoffe gleich schnell in die Umgebung abgeben.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Einleitung

### Wieso sind die Größe und Form einer Zelle so wichtig?

Praktisch jeder Schüler hat von seinem Lehrer im Biologieunterricht die folgenden Aussagen gehört: "Die Zelle ist die Grundeinheit des Lebens" und "Die Struktur einer Zelle hängt mit ihrer Funktion zusammen". Beide Aussagen sind grundlegend für das Verständnis der Biologie.

Eines der interessantesten Dinge an Zellen ist ihre Größe: Warum sind Zellen so klein? Zellen müssen auf engstem Raum viele Stoffwechselfunktionen erfüllen. Die Fähigkeit einer Zelle, Nährstoffe und Abfälle auszutauschen und eine konstante Temperatur zu halten, wird durch ihre Oberfläche im Verhältnis zu ihrem Volumen bestimmt. Dieses Verhältnis ist so grundlegend für das Überleben, dass Größen, Formen und Strukturen, die das Verhältnis maximieren, in allen biologischen Systemen, von der subzellulären Ebene bis zum gesamten Organismus, zu finden sind. Die Größe und Form einer einzelnen Zelle und die Größe und Körperform von Tieren arbeiten nach dem gleichen Prinzip. Aus diesem Grund können Billionen von winzigen Zellen als ein einziges koordiniertes System in einem sehr großen Tier oder einer Pflanze funktionieren.

In dieser Versuchsanleitung verwenden Sie Agarose-Salz-Würfel als Modell für Zellen und untersuchen, wie der Unterschied im Verhältnis von Oberfläche zu Volumen die Diffusionsrate eines gelösten Stoffes in die Außenumgebung beeinflusst.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- SPARKvue
- Smart Leitfähigkeitssensor
- Erlenmeyerkolben, 500 ml
- Agarose
- Salz
- Destilliertes Wasser
- (Elektronische) Waage
- Form für Agarose
- Becherglas, 250 ml
- Kleines Messer oder Skalpell
- Lineal
- Permanentmarker
- Klebeband
- Magnetrührstäbchen
- Magnetrührer

## Sicherheit

- Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:
- Tragen Sie immer eine Schutzbrille.
- Keine Labormaterialien essen oder trinken.
- Das Schmelzen von Agarose erfordert eine hohe Temperatureinstellung in der Mikrowelle. Handhaben Sie heiße Glaswaren mit Handschutz, wie z.B. einen Schutzhandschuh. Halten Sie Abstand zu dem Kolben, um einen direkten Kontakt mit heißem Dampf zu vermeiden. Beachten Sie ebenfalls die Gefahr des Siedeverzuges! Beim Gießen in eine Kunststoffform wird die Form zunächst sehr heiß.
- Seien Sie beim Schneiden mit einem Messer oder Skalpell äußerst vorsichtig und schneiden Sie immer in eine Richtung, die sich vom Körper entfernt.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Durchführung der Erstuntersuchung

Führen Sie die folgende Untersuchung durch, bevor Sie Ihr eigenes Experiment konzipieren und durchführen. Notieren Sie alle Beobachtungen, Daten, Erklärungen und Antworten.

1. Setzen Sie Ihre Schutzbrille auf.

2. Verbinden Sie den Leitfähigkeitssensor mit dem Datenerfassungssystem. Öffnen Sie die Datei Zellgröße (diese können Sie hier herunterladen).

   *Wenn die Konfigurationsdatei Ihnen nicht zur Verfügung steht, können Sie alternativ für die Becher A und B eine Leitfähigkeitstabelle erstellen.*

3. Stellen Sie zwei Bechergläser (200 ml) mit 150 ml destilliertem Wasser auf. Beschriften Sie diese mit „A“ bzw. „B“.

4. Schneiden Sie mit einem Lineal und einem kleinen Messer zwei 2 cm³ große Würfel aus einem zuvor vorbereiteten, verfestigten Agarose-Salz-Gel (aus 1% Agarose + 4% NaCl) heraus. Bezeichnen Sie einen Würfel als die "große" Größe.

5. Nehmen Sie den zweiten Würfel und schneiden Sie ihn weiter in 8 "kleine" Würfel.

6. Notieren Sie jeweils das Gewicht des großen Würfels und eines kleinen Würfels. Berechnen Sie für jeden Würfel das Verhältnis von Oberfläche (SA), Volumen (V) und Oberfläche zu Volumen (SA:V) und tragen Sie die Werte in Tabelle 1 ein. Welches hat ein größeres SA:V-Verhältnis, ein großer Würfel oder ein kleiner Würfel?

**Tabelle 1: Messungen für den Agarose-Salz-Würfel "Modellzellen"**

| Agarose-Salz-Würfel | Ungefähre Abmessungen *L*, *B*, *H* (cm) | Gewicht (g) | Oberfläche (cm²) [SA] | Volumen (cm³) [V] | SA:V-Verhältnis |
|---|---|---|---|---|---|
| **Groß** (Becherglas A) | 2 × 2 × 2 | | | | |
| **Klein** (Becherglas B) | 1 × 1 × 1 | | | | |

7. Legen Sie den jeweiligen Würfel in das entsprechende, mit Wasser vorgefüllte Becherglas. Fügen Sie dem Becherglas ein Magnetrührstäbchen hinzu und stellen Sie das Becherglas auf eine Magnetrührplatte, die auf ca. 300 U/min eingestellt ist.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

8. Beginnen Sie mit der Messung der Leitfähigkeit im Abstand von 30 Sekunden für 5 Minuten. Berechnen Sie die Änderung der Leitfähigkeit pro Minute.

**Tabelle 2: Diffusionsraten bei Ausgangskonzentration von 4% Salz**

| Leitfähigkeit (µS/cm) | Zeit = 0 min | Zeit = 5 min | Rate (Änderung der Leitfähigkeit/min) |
|---|---|---|---|
| **Großer Würfel** (Becherglas A) | | | |
| **Kleiner Würfel** (Becherglas B) | | | |

9. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Diffusion von Salz (gemessen an der Leitfähigkeit) und dem SA:V-Verhältnis? Untermauern Sie Ihre These mit Hilfe der Messdaten aus dem Experiment.

10. Deuten die Ergebnisse dieser Untersuchung darauf hin, dass die Zellgröße die Fähigkeit einer Zelle, Wärme zu verlieren, beeinflusst? Begründen Sie Ihre Antwort.

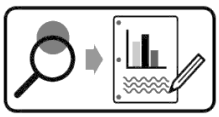
11. Die Würfel aus Agarose + Salz sollen als Modell für Zellen dienen. Allerdings sind Zellen selten quaderförmig geformt. Glauben Sie, dass die Form einer Zelle die Fähigkeit der Zelle beeinflusst, Stoffe oder Wärme effizient mit ihrer Umgebung auszutauschen? Begründen Sie Ihre Antwort.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Berücksichtigen Sie andere Variablen außerhalb der Zellgröße, die die Diffusionsrate der gelösten Stoffe aus einer Zelle beeinflussen könnten. Konzipieren Sie ein Experiment, um eine dieser Variablen zu testen und festzustellen, ob die Diffusionsrate dadurch beeinflusst wird.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment entweder gemäß „Durchführung der Erstuntersuchung“ oder dem „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt durch. Füllen Sie dann die Fragen zur Datenanalyse und die abschließenden Fragen aus.

## Gestaltung und Durchführung des Experiments: Datenanalyse

1. Gemäß Ihren Beobachtungen und Daten:
   a. Beschreiben Sie, wie die von Ihnen manipulierte unabhängige Variable die Diffusionsrate des Zellmodells beeinflusst hat. Unterstützen die Daten Ihre Hypothese? Begründen Sie Ihre Behauptung mit Daten aus Ihrem Experiment.

   b. Erklären Sie die Ergebnisse anhand der von Ihnen gesammelten Daten.
2. Welche Faktoren wurden bei Ihrer Versuchsplanung berücksichtigt und helfen diese zu einer Schlussfolgerung zu gelangen?

3. Bestimmen Sie alle neuen Fragen, die sich aus Ihren Untersuchungen ergeben haben.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Abschließende Fragen

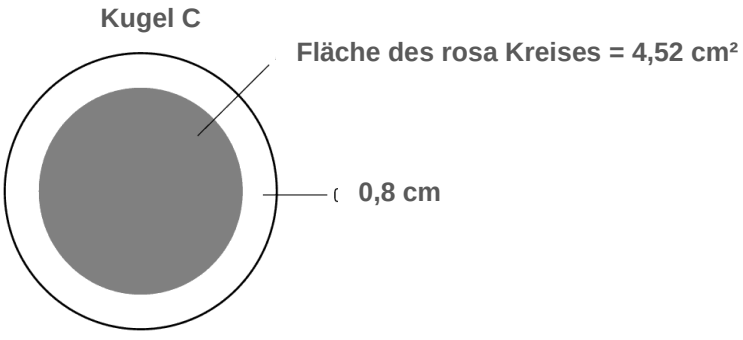
1. Die folgende Tabelle zeigt die Radien von fünf Kugeln.

**Tabelle 3: Oberflächen-/Volumenverhältnisse von Kugeln unterschiedlicher Größe**

| Sphäre | Radius (cm) | Oberfläche ($cm^2$) [SA] | Volumen ($cm^3$) [V] | SA:V Verhältnis |
|---|---|---|---|---|
| A | 0,5 cm | | | |
| B | 1 cm | | | |
| C | 2 cm | | | |
| D | 4 cm | | | |
| E | 8 cm | | | |

a. Berechnen Sie das Verhältnis von Fläche zu Volumen für jede Kugel. Erstellen Sie dann ein entsprechend beschriftetes Diagramm, um den Zusammenhang zwischen dem SA:V-Verhältnis und der Kugelgröße zu veranschaulichen.

b. Ein Schüler führte ein Diffusionsexperiment durch, um die Diffusion von Säure bei Kugeln unterschiedlicher Größe aus Agar (einem gelatineähnlichen Feststoff) zu untersuchen. Der Agar enthielt einen Säure-Base-Indikator, der ihn hellrosa erscheinen ließ. Der Indikator wird in einer Säure weiß.
Sobald die Agarkugeln in eine saure Lösung getaucht wurden, führte die Diffusion der Säure in den Agar dazu, dass die Farbe von rosa nach weiß wechselte. Das nachfolgende Schema zeigt das Ergebnis, das erzielt wurde, nachdem Kugel C für fünf Minuten in eine Tasse Essig gelegt wurde. Die Kugel wurde anschließend halbiert und der Schüler hat die Eindringtiefe der Säure anhand des weißgefärbten Anteils und die Fläche an Rosa im Querschnitt der geschnittenen Kugel gemessen.




Prognostizieren Sie die Ergebnisse bei Einlegen von Kugel A in Essig für 5 Minuten. Skizzieren Sie ein Schema um Ihre Vorhersage zu veranschaulichen und nutzen Sie die Ergebnisse aus dem Schema, um Ihre Vorhersage zu erläutern.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

2. Das Verhältnis von Fläche zu Volumen bezieht sich nicht nur auf Zellen, sondern auch auf die Körper von Tieren. Tiere haben Anpassungen, die das SA:V-Verhältnis entweder maximieren oder minimieren.

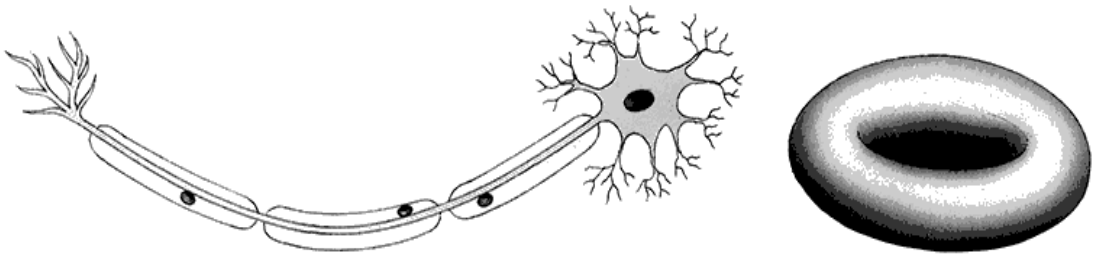
   a. Der größte Pinguin der Welt ist der Kaiserpinguin mit einer durchschnittlichen Höhe von 1,1 m und einer Körpermasse von 27 - 41 kg. Kaiserpinguine leben im sehr kalten Klima der Antarktis. Galapagospinguine leben in einem viel wärmeren Klima und sind durchschnittlich 0,5 m hoch und mit einer Körpermasse von 1,7 - 2,6 kg. Erklären Sie basierend auf ihrer Körpergröße und dem Verhältnis zwischen SA:V-Verhältnis/Abkühlung, warum ein Galapagos-Pinguin nicht in der Lage ist, im kalten Wetter der Antarktis zu leben.

   b. Afrikanische Elefanten haben viel größere Ohren als asiatische Elefanten. Afrikanische Elefanten sind an die heiße Savanne angepasst, während asiatische Elefanten in kühlen Wäldern leben. Erklären Sie den Vorteil größerer Ohren bei Tieren, die in heißen Biomen leben.

3. Das Oberflächen-Volumen-Verhältnis (SA:V) ist für Lebewesen auf vielen Ebenen wichtig: von der subzellulären über die zelluläre bis zur Systemebene.

   a. Identifizieren Sie ein in eukaryotischen Zellen vorhandenes Organell, welches eine Struktur mit einem hohen Oberflächen-Volumen-Verhältnis aufweist und erklären Sie, wie das SA:V-Verhältnis des Organells die entsprechende Funktion des Organells begünstigt.

   b. Identifizieren Sie jede der unten abgebildeten Zellen. Beschreiben Sie für jede Zelle die Funktion der Zelle und erklären Sie, wie sich das SA:V-Verhältnis der Zelle auf die Effizienz ihrer Funktion bezieht.



A B

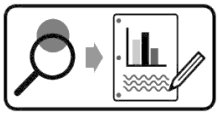
   c. Die Atmungs-, Kreislauf-, Verdauungs- und Ausscheidungssysteme von Säugetieren enthalten alle spezielle Strukturen, die hoch verzweigt sind um ihre Membranfläche im Verhältnis zu ihrem Volumen zu maximieren. Beschreiben Sie zwei Beispiele für hochverzweigte Strukturen in diesen Systemen und erklären Sie, wie das SA:V-Verhältnis dieser Strukturen ihre Funktionen begünstigt.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt

Berücksichtigen Sie andere Variablen neben der Zellgröße, die die Diffusionsrate der gelösten Stoffe aus einer Zelle beeinflussen könnten. Entwickeln Sie ein Experiment, um eine dieser Variablen zu testen und festzustellen, ob die Diffusionsrate dadurch beeinflusst wird.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment anhand der folgenden Anleitung durch.

1. Welche Variablen könnten die Diffusionsrate in Organismen beeinflussen, basierend auf Ihren Kenntnissen über den Zusammenhang zwischen SA:V-Verhältnis und Diffusion?

2. Erstellen Sie eine Kernfrage: Wählen Sie einen der von Ihnen identifizierten Faktoren, die überprüft werden können und entwickeln Sie eine überprüfbare Frage für Ihr Experiment.

3. Wie begründen Sie Ihre Kernfrage? Warum ist es biologisch bedeutsam, relevant oder interessant?

4. Was wird die Variable des Experiments sein? Beschreiben Sie, wie diese Variable in Ihrem Experiment manipuliert wird.

5. Stellen Sie eine überprüfbare Hypothese auf (Wenn...dann...).

6. Die Leitfähigkeit wird als Indikator für die Salzkonzentration verwendet. Was ist der Zusammenhang zwischen diesen beiden Messungen?

7. Wie viele Versuche werden für jede Versuchsgruppe durchgeführt? Begründen Sie Ihre Wahl.

8. Was werden Sie vergleichen oder berechnen? Welche Analyse werden Sie durchführen, um Ihre Ergebnisse und Hypothesen zu bewerten?

9. Beschreiben Sie mindestens 3 potenzielle Fehlerquellen, die die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit der Daten beeinträchtigen könnten.

10. Verwenden Sie den nachfolgenden Platz, um eine Übersicht über das Experiment zu erstellen. Schreiben Sie die Schritte für die Vorgehensweise auf. (Jemand anderes oder eine andere Gruppe sollte in der Lage sein, den Vorgang zu wiederholen und ähnliche Ergebnisse zu erzielen.)



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

## Thematisch passende Artikel aus unserem Shop auf einen Blick:

| Gerät / Material | Bestellnummer |
|---|---|
| • Datenerfassungssystem | 71104021 |
| • PASCO Smart Leitfähigkeitssensor | 71164031 |
| • Erlenmeyerkolben, 500 ml | 110322644 |
| • (Elektronische) Waage | 215627 |
| • Magnetrührer | 71186320 |
| • Magnetrührstäbchen | 020752 |
| • Becherglas, 250 ml | 2006533 |
| • Salz | CHEBEST |
| • Destilliertes Wasser | CHEBEST |
| • Agarose | 223216 |
| • Form für Agarose (z.B. Petrischale) | 191130348 |
| • Kleines Messer oder Skalpell | 71077067 / 773000 |
| • Handschuhe Hitzeschutz | 72012536 |

## Bilderverzeichnis:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Stem_cell_differentiation.svg/2000px-Stem_cell_differentiation.svg.png (Stand August 2019)



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de