

Angewandte Naturwissenschaften - Klasse 10 - schwer

Thema: Strukturen in der Natur | Arbeitszeit: ca. 65 Minuten | Kompetenzen: Skalengesetze anwenden, biologische Grenzen erklären und Modelle kritisch übertragen

Grundwissen

Bei ähnlicher Form wächst die Oberfläche mit der zweiten, das Volumen mit der dritten Potenz einer Längenskala. Deshalb sinkt das Oberfläche-Volumen-Verhältnis bei größeren Körpern. Reale Organismen kompensieren dies durch Faltung, Verzweigung und Transportsysteme.

Material und Messdaten

Zwei würfelförmige Modellzellen: Kantenlänge $A = 1 \text{ cm}$, $B = 3 \text{ cm}$. Oberfläche $O = 6a^2$, Volumen $V = a^3$. Eine dritte Struktur zerlegt den 3-cm-Würfel gedanklich in 27 getrennte 1-cm-Würfel.

Aufgaben

1. Berechne Oberfläche, Volumen und O/V-Verhältnis für A und B.

2. Berechne Gesamtoberfläche und Gesamtvolumen der 27 kleinen Würfel. Vergleiche mit B.

3. Leite aus den Ergebnissen ab, warum Zellen nicht beliebig groß werden können, obwohl ein größeres Volumen mehr Stoff enthalten kann.

4. Übertrage das Prinzip auf zwei biologische Strukturen, etwa Lunge, Darm, Wurzel oder Blutgefäße. Erkläre jeweils Nutzen und Grenze der Oberflächenvergrößerung.

5. Entwickle ein Diffusionsexperiment mit verschiedenen großen Agarwürfeln: Hypothese, Messgröße, konstante Bedingungen, quantitative Auswertung und zwei Modellgrenzen.

Vollständige Lösungen

Angewandte Naturwissenschaften - Klasse 10 - Strukturen in der Natur

1. A: $O = 6 \text{ cm}^2$, $V = 1 \text{ cm}^3$, $O/V = 6 \text{ cm}^{-1}$. B: $O = 54 \text{ cm}^2$, $V = 27 \text{ cm}^3$, $O/V = 2 \text{ cm}^{-1}$.
2. 27 kleine Würfel: Gesamtoberfläche $27 \cdot 6 = 162 \text{ cm}^2$, Gesamtvolumen $27 \cdot 1 = 27 \text{ cm}^3$. Gleiches Volumen wie B, aber dreifache Oberfläche.
3. Mit wachsender Zelle nimmt das Volumen schneller zu als die Austauschfläche. Bedarf und Stoffmenge steigen stark, während Diffusion über die Oberfläche relativ weniger leistungsfähig wird; Transportwege werden zudem länger.
4. Lungenbläschen und Darmzotten vergrößern die Austauschfläche; Verzweigungen der Wurzeln erhöhen Aufnahmefläche. Grenzen sind Material-/Energieaufwand, Verletzlichkeit, Strömungswiderstand und notwendige Versorgung der Struktur; je Beispiel eine passende Grenze.
5. Gleich zusammengesetzte Agarwürfel mit z. B. 1, 2 und 3 cm Kantenlänge gleich lang in eine Diffusionslösung legen. Eindringtiefe oder entfärbten Volumenanteil messen; Konzentration, Temperatur und Zeit konstant. Prozentual diffundierten Anteil berechnen. Grenzen: Agar ist keine lebende Zelle; aktive Transporte und Stoffwechsel fehlen.

Bewertungsrahmen: Skalenrechnung 25 %, Zerlegung 15 %, biologische Ableitung 20 %, Transfer 20 %, Experiment 20 %.

Sicherheit: Agar und Indikatorlösungen nur nach Anweisung; Schutzbrille bei reizenden Lösungen.



Lösung online

QR-Code scannen:

<https://uebungsblaetter.sekundarschule-ausleben.de/loesungen/angewandte-naturwissenschaften/angewandte-naturwissenschaften-k10-strukturen-in-der-natur-schwer.html>