

## Kieselalgen und Bakterien im Südpolarmeer

### Handreichungen für die Lehrkräfte (Mittelstufe)

Die Wissenschaftlerin Marrit Jacob erforscht anhand aus der Antarktis genommener Diatomeen-Proben die Interaktion von Kieselalgen und Bakterien im Südpolarmeer. Sie hat sich auf zwei Arten von Kieselalgen, *Fragilariaopsis kerguelensis* und *Thalassiosira antarctica*, fokussiert. Dabei wird untersucht, inwieweit unterschiedliche Bakterien das Wachstum der beiden Diatomeenarten beeinflussen. Diatomeen sowie Bakterien sind relevante Organismen im Südpolarmeer. Sie sind ein wesentlicher Teil des Ökosystems im Bereich der Antarktis. Zudem sind Kieselalgen ein wichtiger Sauerstoffproduzent, weshalb es für die Gesellschaft von Vorteil ist, mehr über dieses Thema zu erfahren. Auf Basis dieser Forschung wurden die vorliegenden Unterrichtsentwürfe entwickelt.

### Musterlösungen

#### Aufgabe „Die Bedeutung von Bakterien in unserem Alltag“

In dieser Aufgabe sollen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Bedeutung von Bakterien auseinandersetzen. Dafür werden zwei Beispiele aus dem Alltag angegeben. Zum einen wird auf die menschliche Verdauung hingewiesen, die durch Bakterien unterstützt wird. Zum anderen wird auf rohes Fleisch eingegangen, das vor dem Verzehr kalt gelagert werden sollte, um die schädliche Bakterienproduktion zu minimieren. Mit Hilfe dieser beiden Beispiele und eigener Ideen soll deutlich werden, dass Bakterien einen positiven sowie einen negativen Effekt haben können. Die erste Aufgabe soll als Einstieg in das Thema dienen und das Interesse wecken. Dabei soll der Bezug zum Alltag helfen.

##### 1) Bedeutung von Bakterien:

Positiver Effekt

- Bakterien haben einen positiven Einfluss auf das menschliche Darmsystem
- Sie stärken das Immunsystem
- Herstellung von Nahrungsmitteln (Joghurt, Käse)
- Bakterien können Wasser reinigen (Klärwerk)

Negativer Effekt

- Entstehung von Krankheiten, die mit Hilfe von Antibiotika behandelt werden können  
→ z.B.: Salmonellen, die bei Menschen und Tieren Krankheiten auslösen können  
(Afb: I)

#### Aufgabe „Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Bakterien und Kieselalgen“

In dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler eine Grundlage zu Bakterien und Kieselalgen erfahren. Dabei sollen sie in eigenen Worten den Inhalt der jeweiligen Infobox wiedergeben. Dies soll als Grundlage für die weiteren Aufgaben dienen.

- 1) Bakterien sind Mikroorganismen, die auf der ganzen Welt zu finden sind. Es gibt sie in vielen Arten. Sie spielen eine wichtige Rolle im Ökosystem. Sie kommen in unterschiedlichen Bereichen vor: Verdauungsprozess, Abwehr von Krankheitserregern, Wirtschaft. (Afb: I)
- 2) Durch die Zersetzung von abgestorbenem organischem Material setzen Bakterien anorganische Mineralstoffe, Vitamine sowie chemische Elemente wie Eisen frei.

- 3) Kieselalgen, auch Diatomeen genannt, sind einzellige Algen. Sie kommen in vielen Arten vor, wovon nur wenige bekannt sind. Kieselalgen betreiben Photosynthese und ihr überwiegendes Vorkommen ist im Süß- und Salzwasser. In der Antarktis sind die Kieselalgen ein wichtiger Teil des Nahrungsnetzes. (Afb: I)
- 4) Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Bakterien und Kieselalgen (Afb: II)

### **Aufgabe „Kieselalgen und Bakterien in Interaktion im Südpolarmeer“**

In dieser Aufgabe liegt der Fokus bei der Interaktion zwischen Kieselalgen und Bakterien. Dazu werden die verschiedenen Arten der Interaktion wiederholt. Dieses Verständnis ist notwendig, um den Zusammenhang in der folgenden Aufgabe besser verstehen zu können. In dieser Aufgabe soll das einfache Beschreiben, Erklären sowie das Übertragen von Inhalten einer Abbildung auf eine andere geübt und Zusammenhänge erkannt werden.

- 1) Auf der Abbildung sind zwei beschriftete Darstellungen von Kieselalgen und Bakterien zu sehen. Diese sind mit mehreren Pfeilen verbunden. (Afb: I)
- 2) Der erste Pfeil sagt aus, dass die Bakterien vom Phytoplankton Zucker erhalten. Der zweite Pfeil vertritt die Konkurrenz um anorganische Stoffe. Der unterste Pfeil sagt aus, dass das Phytoplankton insofern von den Bakterien profitiert, als dass sie mit anorganischen Mineralien (z.B.: Eisen) und Vitaminen versorgt werden. (Afb: II)
- 3) Es sind verschiedenen Interaktionen zwischen Kieselalgen und Bakterien zu erkennen. Sie profitieren von der Anwesenheit des anderen und konkurrieren um anorganische Stoffe. (Afb: III)
- 4) Es kann nicht direkt geschlossen werden, um welche **eine** Interaktionsart es sich handelt. Es ist eine Symbiose durch die Pfeile 1 und 3 zu erkennen sowie Konkurrenz (Pfeil 2). Schlussfolgernd wird deutlich, dass zwei unterschiedliche Interaktionsarten zwischen Lebewesen möglich sind. (Afb: III)
- 5) Eine Vermutung ist, dass die Lebensgemeinschaft mit den Bakterien besonders für die antarktischen Diatomeen so wichtig ist, weil die Diatomeen mit lebensnotwendigen Nährstoffen versorgt werden, die im Südpolarmeer teilweise nur begrenzt zu finden sind (siehe Infobox). (Afb: III)

### **Aufgabe „Der Einfluss von Bakterien auf das Kieselalgenwachstum antarktischer Lebensgemeinschäfen (Biozönosen)“**

In dieser Aufgabe sollen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Thematik auseinandersetzen, welchen Einfluss Bakterien auf das Wachstum von Kieselalgen haben. Dabei soll ihnen deutlich werden, dass Bakterien unterschiedliche Effekte auf das Wachstum haben können. Das Wachstum kann gesteigert oder behindert werden bzw. auch keinen Einfluss haben. In diesem Zusammenhang soll das Lesen und Auswerten von Diagrammen gestärkt werden.

- 1) Beschreibung des Graphikaufbaus und des Datenverlaufs. Der Verlauf des Balkendiagramms zeigt, dass die verschiedenen Bakterienarten (A-C) jeweils andere Einflüsse auf das Wachstum der Kieselalge haben. (Afb: I)
- 2) Das Bakterium A fördert das Wachstum der Kieselalge. Es ist eine Symbiose zu erkennen. Einen neutralen Effekt hat das Bakterium B. Somit handelt es sich um Neutralismus. Das Bakterium C verhindert auf lange Sicht das Wachstum der Kieselalge. Das lässt auf die Interaktionsart des Parasitismus schließen. (Afb: II)
- 3) Zu Beginn wachsen alle Algen. Von Tag 10-20 ist bei den Bakterienarten A und B sowie beim Experiment ohne Bakterien zu erkennen, dass das relative Algenwachstum gestiegen ist. Das Wachstum der Algen mit dem Bakterium C weisen einen Rückgang auf. (Afb: II)
- 4) Beispiel: Welche Auswirkungen haben diese Bakterien auf das Algenwachstum, wenn das Südpolarmeer sich erwärmt? (Afb: III)

### **Aufgabe „Die Artbestimmung von Bakterien“**

In dieser Aufgabe beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Bestimmung von DNA. Anhand einer DNA-Verfärbung mit dem DNA-Farbstoff SYBR Green wird diese für das menschliche Auge unter dem Mikroskop sichtbar. Die Bestimmung eines Bakteriums erfolgt über eine DNA-Sequenzierung. Bei dieser Aufgabe soll gelernt werden, Zusammenhänge festzustellen, neu erlernte Inhalte in eigenen Worten wiederzugeben. Zusätzlich bekommen die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die Artbestimmung im Zusammenhang mit Kieselalgen.

- 1) Zu sehen sind zwei mikroskopisch vergrößerte Bilder zu Kieselalgen mit Bakterien. Es handelt sich um die gleichen Kieselalgen. Links ist die Kette der Kieselalgen scharf zu erkennen. Rechts ist die Kieselalgenkette eher verschwommen und es sind helle Flecken an verschiedenen Stellen zu sehen. (Afb: I, II)
- 2) In dem linken Bild ist eine Kette von Kieselalgen zu sehen. Die DNA der Kieselalgen und der Bakterien sind hierbei nur zu vermuten. Auf dem rechten Bild wird dank der Verfärbung die DNA der Kieselalgen und Bakterien sichtbar. (Afb: II)
- 3) Eine Bakteriumart kann mit Hilfe der DNA-Sequenzierung bestimmt werden. Dabei wird das 16 S rRNA Gen analysiert. Bereits bekannte Strukturen der Bakterien werden mit den unbekannten Strukturen verglichen. Somit kann das zu bestimmende Bakterium einer (bekannten) Art zugeordnet werden. (Afb: II)
- 4) Diese Version der Artbestimmung ist wichtig für die Forschung, um nachweisen zu können, welche Bakterien mit den Kieselalgen interagieren.

## Aufgabe „Aufgabe zur Selbstüberprüfung“

Diese Aufgabe dient zur Selbstüberprüfung für die Schülerinnen und Schüler. In diesem Zusammenhang sollen sie eigenständig reflektieren, ob sie sich mit der Thematik ausreichend auseinandergesetzt und das Thema verstanden haben. Diese Aufgabe ist als Schluss gedacht.

- 1) Bakterien sind einzellige Organismen, die in verschiedenen Arten vertreten sind. Sie spielen eine wichtige Rolle im Ökosystem. Dabei setzen sie Mineralstoffe, Vitamine und Eisen frei. Sie wirken gegen Krankheitserreger und werden in der Industrie eingesetzt. (Afb: II)
- 2) Bestimmte Bakterienarten helfen den Kieselalgen dabei, Nährstoffe aufzunehmen, die sie zum Überleben benötigen. (Afb: II)
- 3) a) Verdauungstrakt des Menschen, rohes Fleisch.  
b) Vgl. Aufgabe 2 von „Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Bakterien und Kieselalgen“.  
c) Vgl. Infobox zu Interaktion von Kieselalgen und Bakterien.  
d) Vgl. Aufgabe 2 von „Der Einfluss von Bakterien auf das Kieselalgenwachstum“.  
e) Gen: 16 rRNA, Methode: DNA-Sequenzierung.  
f) Die Interaktion Symbiose bei Kieselalgen und Bakterien stärkt das Wachstum der Kieselalgen im Südpolarmeer.  
g) Die Kieselalge gehört zum Plankton und nimmt eine wichtige Rolle als Produzent im antarktischen Nahrungsnetz ein. (Afb: II)

## Literaturverzeichnis

- Petermann, A. (2021): 16S rRNA Genprofile, <<https://www.ufz.de/index.php?de=48523>>.
- Seymour, J. R., Shady A. A., Raine, J. & R. Stocker (2017): Zooming in on the phycosphere: the ecological interface for phytoplankton-bacteria relationships. – NATURE MICROBIOLOGY 2, 17065, 1,3.
- Vogel P. U. B. & J. Borelli (2024): Identifizierung von Bakterien Grundlagen sowie Stärken und Schwächen von klassischen und modernen Methoden. Berlin: Springer-Verlag.
- Zimmermann, J., Abarca, N., Kusber, W., Skibbe, O. & R. Jahn (2021): Biodiversität und Sauerstoffproduktion in einer Glasschachtel Kieselalgen – winzig, aber wichtig. Biologie in unsere Zeit 2/2021, 51, 132.