

## Kieselalgen und Bakterien im Südpolarmeer

### Handreichungen für die Lehrkräfte (Oberstufe)

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, *Fragilariopsis 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 „Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Kieselalgen und Bakterien“

In dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler Grundlagen 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.

Musterlösungen:

- 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) 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)

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

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

Musterlösungen:

- 1) **Symbiose:** Zwei artenverschiedene Organismen profitieren vom Zusammenleben  
**Neutralismus:** Zwei verschiedene Organismen leben zusammen, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen  
**Konkurrenz:** Zwei unterschiedliche Organismen konkurrieren um die gleichen Nährstoffe  
**Parasitismus:** Der Parasit profitiert vom Zusammenleben, der Wirt hingegen wird geschädigt (Afb: II)

2) Mögliche Darstellung: (Afb: III)

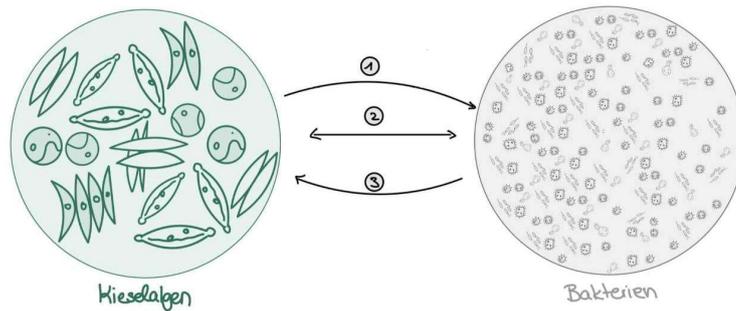


Abbildung 1: Interaktion von Kieselalgen und Bakterien (Seymour et al. 2017: 3)

- 3) Lernende sollen erkennen, dass es für die gleichen Sachverhalte unterschiedliche Darstellungen, durchaus mit unterschiedlichen Inhalten und Qualitäten geben kann. Die besten Darstellungen können in der Klasse vorgestellt werden.

### Aufgabe „Der Einfluss von Bakterien auf das Kieselalgenwachstum antarktischer Biozöosen“

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, behindert werden oder keinen Einfluss haben. In diesem Zusammenhang soll das Lesen von Diagrammen gestärkt werden.

Musterlösungen:

- 1) Beschreibung des Graphikaufbaus und des Datenverlaufs. Der Verlauf des Kurvendiagramms zeigt, dass die verschiedenen Bakterienarten (*Pseudoalteromonas*, *Halopseudomonas* und *Croceibacter*) jeweils andere Einflüsse auf das Wachstum der Kieselalge haben. (Afb: I)
- 2) Das Bakterium *Pseudoalteromonas* fördert das Wachstum der Kieselalge. Es ist eine Symbiose zu erkennen. Einen neutralen Effekt hat das Bakterium *Halopseudomonas*, es handelt sich um Neutralismus. Das Bakterium *Croceibacter* schränkt das Wachstum der Kieselalge ein. Die Interaktionsart Parasitismus liegt nahe. (Afb: II)
- 3) Die Algen sind ausgewachsen oder die notwendigen Mineralstoffe im Wasser sind aufgebraucht, was ein weiteres Wachstum verhindert. Es soll erkannt werden, dass nicht die Biomasse abnimmt, sondern das Wachstum! (Afb: III)
- 4) Das Wachstum von Kieselalgen kann durch Bakterien positiv beeinflusst werden, wodurch mehr Biomasse produziert wird, was wiederum einen positiven Einfluss auf die Konsumenten hat. Zudem wird mehr Kohlenstoff gebunden und mehr Sauerstoff freigesetzt. Neben Bakterien mit einer neutralen Wirkung auf Kieselalgen gibt es Bakterienarten, die sich negativ auf die Kieselalgenpopulation auswirken. Das führt dann bei einer großen Bakterienpopulation zu einer geringeren Biomassenproduktion, Sauerstofffreisetzung und Kohlenstoffbindung. (Afb: II/III)

5) Mögliche Forschungsfragen:

- Können Bakterien über die Kieselalgen Einfluss (positiv/negativ) auf das Nahrungsnetz nehmen?
- Können unterschiedliche Bakterienpopulationen (Art, Größe) über die Kieselalgen und damit die Kohlenstoffbindung Einfluss auf den Klimawandel nehmen?
- Können sich Kieselalgen gegen negativ wirkende Bakterien schützen und „unerwünschte“ Arten abhalten bzw. positiv wirkende aktiv binden?
- Erkennen Kieselalgen die jeweilige Bakterienart? (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) Kieselalgen sind deutlich größer als Bakterien, auch wenn sie sehr klein sind: Kieselalgen: 0,02-0,4 mm (20 bis 400 µm), Bakterien: 0,001 Millimeter (1 µm). (Afb: I)
- 2) Beschreibung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden. Zu sehen sind zwei mikroskopisch vergrößerte Bilder zu Kieselalgen mit Bakterien. Es handelt sich um die gleichen Kieselalgen. Links sind die Kieselalgen scharf zu erkennen. Rechts ist die Kieselalgenkette eher verschwommen und es sind helle Flecken an verschiedenen Stellen zu sehen. (Afb: I, II)
- 3) Die DNA der Kieselalgen und der Bakterien wird durch einen Farbstoff markiert (SYBR Green) und dadurch sichtbar. Die größeren, runden Erscheinungen sind die Zellkerne der Kieselalgen, die kleinen, punktförmigen die der Bakterien. (Afb: II)
- 4) Eine Bakterienart kann mit Hilfe der DNA-Sequenzierung bestimmt werden. Dabei wird das 16 S rRNA Gen analysiert. Bereits bekannte Strukturen der Bakterien werden mit den unbekannt Strukturen verglichen. Somit kann das zu bestimmende Bakterium einer (bekannten) Art zugeordnet werden. (Afb: II)

### **Aufgabe „Aufgabe zur Selbstüberprüfung“**

Diese letzten Aufgaben dienen zur Selbstüberprüfung für 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) Vgl. „Der Einfluss von Bakterien auf das Kieselalgenwachstum“, 2. Aufgabe. (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.