

## X.2.20

### Prüfungen – Mündliche Prüfungen

## Tiefsee-Symbiosen in der mündlichen Abiturprüfung

Dr. Monika Pohlmann



© RAABE 2024

© Johndersonphoto/iStock/Getty Images Plus

Die jüngste Tiefseeforschung fasziniert mit der Erschließung fremdartiger Meeresumwelten, die wie von einem anderen Planeten wirken. Eukaryote Lebewesen überleben in chemosynthetischen Lebensräumen durch Symbiose mit Bakterien, die als Primärkonsumenten die Basis bizarrer Tiefsee-Ökosysteme bilden. Die experimentelle marine Mikrobiologie belegt aktuell eindrucksvoll, dass die außerordentliche Biodiversität der Erde nicht allein Ergebnis von Konkurrenz und Selektion ist. Erst die Kooperation von symbiontischen Mikroorganismen mit Tieren und Pflanzen ermöglichte die Evolution artenreicher Ökosysteme wie wir sie kennen. Abiturientinnen und Abiturienten bereiten mit diesem Material den Vortrag in der mündlichen Abiturprüfung vor.

---

## KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	12/13
<b>Dauer:</b>	2 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Sachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 3. Bewertungskompetenz; 4. Kommunikationskompetenz
<b>Methoden:</b>	Abiturvorbereitung
<b>Inhalt:</b>	Mündliche Abiturprüfung, Symbiose, Stoff- und Energie- umwandlung, Biologische Methanoxidation, Abiotische Faktoren, Tiefsee

---

## Fachliche Hinweise

### Abiotische Faktoren der Tiefsee

Ozeane lassen sich grob in die oberflächennahen Schichten und die Tiefsee unterteilen. Während sich im Oberflächenwasser, durch Kopplung an die sich schnell verändernden atmosphärischen Bedingungen, Schwankungen der Temperatur und der Strömungen sowie des Salzgehaltes innerhalb von Wochen und Monaten bemerkbar machen, benötigen Änderungen in der Tiefsee viele Jahrzehnte bis Jahrhunderte. Bezogen auf den globalen Klimawandel ist die Tiefsee, besonders mit Blick auf die anthropogene Klimabeeinflussung, von besonderer Bedeutung. Im Rahmen der globalen Erwärmung haben die polaren und subpolaren Gebiete aufgrund der Dichteanomalie des Wassers und dessen Beeinflussung durch den Salzgehalt des Wassers einen besonderen Stellenwert. Der Salzgehalt der Meere beträgt im Schnitt 34,7 ‰. Die Temperatur des Dichtemaximums verschiebt sich bei diesem Salzgehalt auf  $-3,8\text{ °C}$  und liegt dann unter dem Gefrierpunkt von  $-1,9\text{ °C}$ . Im Meer entsteht dann, bei Abkühlung bis zum Einsetzen der Eisbildung, eine Konvektionsströmung. Das abgekühlte und damit dichtere Wasser sinkt in die Tiefe ab, das wärmere und weniger dichte Tiefenwasser steigt auf. Das wärmere Wasser gibt an der Oberfläche seinen Wärmeinhalt an die Atmosphäre ab und nimmt atmosphärische Gase auf. Dann sinkt es erneut in die Tiefe. Die Gase, wie Kohlenstoffdioxid, werden mit der vertikalen Konvektionsströmung in die Tiefsee befördert, so dass sich in den Konvektionsgebieten der Meere die größten Mengen an anthropogenem Kohlenstoffdioxid befinden. Aber auch horizontale Meeresströmungen spielen in der Tiefsee eine Rolle. In Abhängigkeit von den jeweiligen Oberflächenbedingungen bilden kalte Wassermassen, die sich durch die Temperatur, den Sauerstoff- und Salzgehalt, den Dichtewert oder den Gehalt an anthropogenen Spurengasen unterscheiden lassen, horizontale Strömungen in der Tiefe.

## Auf einen Blick

---

### Aufgaben für Schülervortrag

- M 1      Extremer Lebensraum Tiefsee  
M 2      Marine Symbiosen in chemosynthetischen Lebensräumen
- 

### Prüfungsfragen

- M 3      Prüfungsgespräch

## M 2 Marine Symbiosen in chemosynthetischen Lebensräumen

Zum ersten Mal wurde 1818 Leben in der Tiefsee festgestellt, als der englische Forscher Sir John Ross Würmer und Quallen aus 2000 Metern Tiefe an Deck seines Schiffes holen konnte. Heute wissen wir, dass, obwohl keine Primärproduktion durch Pflanzen möglich ist, die Tiefsee von einer großen Vielfalt symbiontischer Lebensgemeinschaften bevölkert wird. Wirbellose, wie Würmer und Muscheln, haben in ihrer Evolution Symbiosen mit Mikroorganismen ausgebildet, die Methan und Schwefelwasserstoff oxidieren und aus dem Edukt Kohlenstoffdioxid und Kohlenhydrate für ihre Ernährung aufbauen. Die mikrobiellen Methanoxidierer und Sulfidoxidierer entgiften damit nicht nur die Umwelt für empfindliche eukaryote Lebewesen, sondern geben auch organische Nährstoffe an ihre Wirte ab.

### A: Primärproduktion durch Methan-Konsumenten

Das Klimagas Methan ( $\text{CH}_4$ ) mit einer 25-fach stärkeren Treibhauswirkung als Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) wird nicht nur durch anthropogene Maßnahmen freigesetzt, sondern auch durch natürliche Quellen. Der Meeresboden ist von 10 Kilometer dicken Sedimentschichten aus abgesunkenen anorganischen und organischen Partikeln bedeckt.

Zum einen entstehen Methanemissionen als Endprodukt des mikrobiellen Abbaus dieser organischen Stoffe am Meeresgrund unter Sauerstoffabschluss. Methanogene Archaea, wie *Methanobacterium*, setzen dabei Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ) zu Methan um.

Methangas entsteht zum anderen aber auch ohne die Stoffwechselaktivität von Mikroorganismen tief im Meeresboden, weil organisches Material allein durch den dort herrschenden hohen Druck und die hohe Temperatur zersetzt wird. Insgesamt entstammen aber nur ein bis fünf Prozent aller Methanemissionen in die Atmosphäre den Tiefseequellen. Besonders an den Kontinentalthängen in Wassertiefen von über 1000 Metern entströmt das Gas aus den kalten Quellen unterseeischer Lagerstätten und bahnt sich über Risse im Meeresboden seinen Weg nach oben. Überall dort, wo Methan freigesetzt wird, findet sich eine überraschende Artenvielfalt des ansonsten weitläufig unbelebten Bodens der Tiefsee.

Methanotrophe Mikroorganismen nutzen Methan als Energiequelle. Ist Sauerstoff vorhanden, oxidieren sie Methan zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Diese mikrobiellen Methan-Konsumenten bilden regelrechte Matten am Meeresgrund, die Würmern und Krabben als Nahrung dienen.