



AUFGABENSAMMLUNG



Aufgabe 1

Erklären Sie die Fachbegriffe mit den Nummern 1-5, wie sie in der Abbildung A des GEOMAX 11, Seite 1 (> QR) zu finden sind.



Aufgabe 2

Anammox ist die Abkürzung für „anaerobe Ammoniumoxidation“ und ein mikrobieller Prozess im Stickstoffkreislauf. Nitrit- und Ammoniumionen werden dabei von Anammox-Bakterien in molekularen Stickstoff umgewandelt. In den produktiven Zonen des Meeres gibt es einen ständigen Niederschlag an toter Biomasse, die in Form von Partikeln in der Wassersäule nach unten sinkt. Die Partikel enthalten u.a. Ammonium. Ein Team am MPI für Marine Mikrobiologie untersuchte den Anammox-Prozess. Dazu wurden die Partikel kontinuierlich über die Wassertiefe, die N_2 -Produktion in sechs Tiefen gemessen. Leiten Sie Ergebnisse aus der Grafik ab.

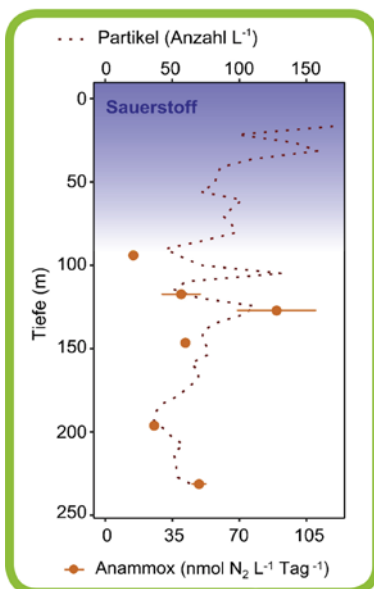


Abb. 1 © C. Karthäuser, MPI für Marine Mikrobiologie / CC BY-NC-SA 4.0



Aufgabe 3

Menschliche Eingriffe in den Haushalt der Natur verändern natürliche Prozesse. Auch der natürliche Stickstoffkreislauf ändert sich dramatisch!

3.1 Das Haber-Bosch-Verfahren: Es hat Millionen Menschen vor dem Hungertod gerettet, es gibt aber auch Schattenseiten des Verfahrens. Beschreiben Sie eine Auswirkung auf den Stickstoffkreislauf.

3.2 Erläutern Sie Ursachen und ökologische Folgen einer „Algenblüte“.



Aufgabe 4 – Variante A

Informieren Sie sich im GEOMAX S. 2 (ab „Filter aus Sand“) bis Ende der Seite 3 über den Abbau von Stickstoffverbindungen im Meer. Erläutern Sie die zwei beschriebenen Wege anhand einer Concept Map.



Aufgabe 4 – Variante B

Informieren Sie sich im GEOMAX S. 2 (ab „Filter aus Sand“) bis Ende der Seite 3 über den Abbau von Stickstoffverbindungen im Meer. Der folgende Text fasst diese zusammen. Setzen Sie die Begriffe in die Lücken ein!

Wasser / Mikroorganismen / Anammox-Bakterien / Todeszone / Hälfte / Denitrifikation / Anammox-Prozess / Stickstoff / Biomasse / Stickstoffkreislauf / Stickstoffverbindungen

Sauerstofflose Todeszonen im Meer: Lösen Meeressand und mariner Schneefall die Probleme?

Forschende des MPI in Bremen untersuchen die Rolle von Sandböden im marinen _____. Das durch den Sand strömende _____ treibt Sauerstoff, Stickstoffverbindungen und Partikel toter Biomasse an Sandkörnern vorbei, die mit _____ besiedelt sind. Diese verstoffwechseln die Partikel und chemischen Verbindungen, wodurch elementarer _____ freigesetzt wird und somit ein verstärktes Algenwachstum im Meer gebremst wird. Dieser Prozess wird _____ genannt.

Es gibt einen weiteren Vorgang im Meer, der erheblich zur Reduktion von Stickstoffverbindungen im Meer sorgt: Der _____ (anaerobe Ammoniumoxidation). Hierbei verstoffwechseln _____ Stickstoffverbindungen. Das geschieht in der sog. _____ der Meere, da der Prozess nur anaerob abläuft. „Marine Snow“, d.h. Partikel toter _____ sinken in anaerobe Wasserschichten der Meere ab. Freie Anammox-Bakterien verstoffwechseln vor allem bei kleinen Biomassepartikel die _____ effektiv zu molekularem Stickstoff. Etwa die _____ des im Meer produzierten freien Stickstoffs entsteht so!



Aufgabe 5

5.1 Erläutern Sie, weshalb die Denitrifikation in den küstennahen Sanden keine vollständige Lösung der Stickstoff-Problematik im Meer bietet.

5.2 Ein „ungetrübter“ Badespaß im nächsten Urlaub: Nennen Sie Maßnahmen, die den Stickstoffeintrag in die Gewässer reduzieren.



Lösungen

Lösung 1

Stickstofffixierung: Fixierung von elementarem Stickstoff durch Umwandlung in Ammonium (NH_4^+)

Ammonifikation: Entstehung von Ammonium aus toter, organischer Biomasse durch Mikroorganismen

Nitrifikation: Ammonium wird mikrobiell über Nitrit (NO_2^-) zu Nitrat (NO_3^-) umgewandelt

Assimilation: Stickstoff aus Verbindungen wie Ammonium und Nitrat wird in organische Moleküle eingebaut

Denitrifikation: Freisetzung von elementarem Stickstoff aus Stickstoffverbindungen

Lösung 2

- Die Anzahl der Partikel/L ist in der Wassersäule nicht gleichmäßig, sondern unterschiedlich (zu- und abnehmend) verteilt (gepunktete Linie).
- Die Anammox-Bakterien werden erst im sauerstofffreien Bereichen aktiv (orange Kugeln erscheinen nicht im blau eingefärbten Bereich).
- Sind viele Partikel vorhanden, produzieren die Bakterien mehr N_2 -Gas (orange Kugeln und Verlauf der gestrichelten Linie sind „gekoppelt“).

Lösung 3.1

Millionen Tonnen Stickstoff werden zusätzlich fixiert und das überschüssige Ammonium und Nitrat führen zu enormem Pflanzenwachstum, der sog. Algenblüte

Lösung 3.2

Ursachen: Düngemittel, nitratreiche Gülle aus der Landwirtschaft

Folgen: Verstärktes Algenwachstum → Es entstehen sauerstofffreie Zonen in Gewässern (lebensfeindliche „Todeszonen“), da der mikrobielle Abbau der riesigen Mengen an abgestorbenem, organischem Material (tote Algen) Sauerstoff benötigt, der dann in diesen Meereszonen fehlt.

Ein großer Teil des CO_2 , das die Algen bei der Fotosynthese aufnehmen, gelangt bei der mikrobiellen Zersetzung der abgestorbenen Algen wieder zurück in die Atmosphäre und wird dadurch nicht langfristig gebunden.

Lösung 4 – Variante A

Individuelle Lösungen, zum Beispiel

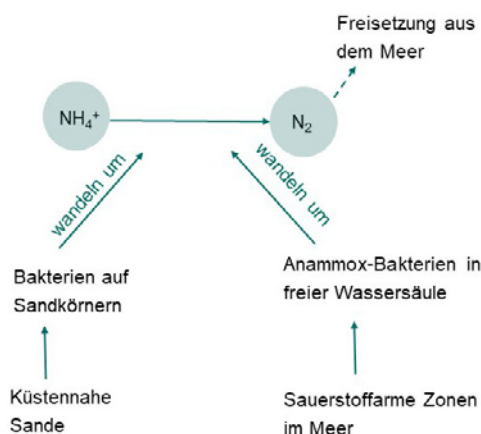


Abb. 2 © MPG / CC BY-NC-SA 4.0

Lösung 4 – Variante B

Sauerstofflose Todeszonen im Meer: Lösen Meeressand und mariner Schneefall die Probleme?

Forschende des MPI in Bremen untersuchen die Rolle von Sandböden im marinen **Stickstoffkreislauf**. Das durch den Sand strömende **Wasser** treibt Sauerstoff, Stickstoffverbindungen und Partikel toter Biomasse an Sandkörnern vorbei, die mit **Mikroorganismen** besiedelt sind. Diese verstoffwechseln die Partikel und chemischen Verbindungen, wodurch elementarer **Stickstoff** freigesetzt wird und somit ein verstärktes Algenwachstum im Meer gebremst wird. Dieser Prozess wird **Denitrifikation** genannt.

Es gibt einen weiteren Vorgang im Meer, der erheblich zur Reduktion von Stickstoffverbindungen im Meer sorgt: Der **Anammox-Prozess** (anaerobe Ammoniumoxidation). Hierbei verstoffwechseln **Anammox-Bakterien** Stickstoffverbindungen. Das geschieht in der sog. **Todeszone** der Meere, da der Prozess nur anaerob abläuft. „Marine Snow“, d.h. Partikel toter **Biomasse** sinken in anaerobe Wasserschichten der Meere ab. Freie Anammox-Bakterien verstoffwechseln vor allem bei kleinen Biomassepartikel die **Stickstoffverbindungen** effektiv zu molekularem Stickstoff. Etwa die **Hälfte** des im Meer produzierten freien Stickstoffs entsteht so!

Lösung 5.1

Die Sande setzen zwar viele, aber nicht alle Stickstoffverbindungen um. Bei der Denitrifikation entsteht gleichzeitig Lachgas (N_2O). Das Gas ist sehr klimaschädlich, da es den Treibhauseffekt (weit mehr als CO_2) verstärkt und die Ozonschicht schädigt.

Lösung 5.2

Reduktion des Stickstoff- und Nitratreintrags durch geringeren, aber effizienteren Düngemiteleinsatz und Verwendung von stickstoffreduziertem Nutztierfutter

Abbildungshinweise:

Abb. 1: © C. Karthäuser, MPI für Marine Mikrobiologie / CC BY-NC-SA 4.0

Abb. 2 © MPG / CC BY-NC-SA 4.0

Der Text wird unter CC BY-NC-SA 4.0 veröffentlicht.

Stand: 01/2023; Text: W. Bachleitner; Layout und Redaktion: max-wissen-Team