

# Bedeutung von Bakterienkonsortien für Ökosysteme

## Einleitung

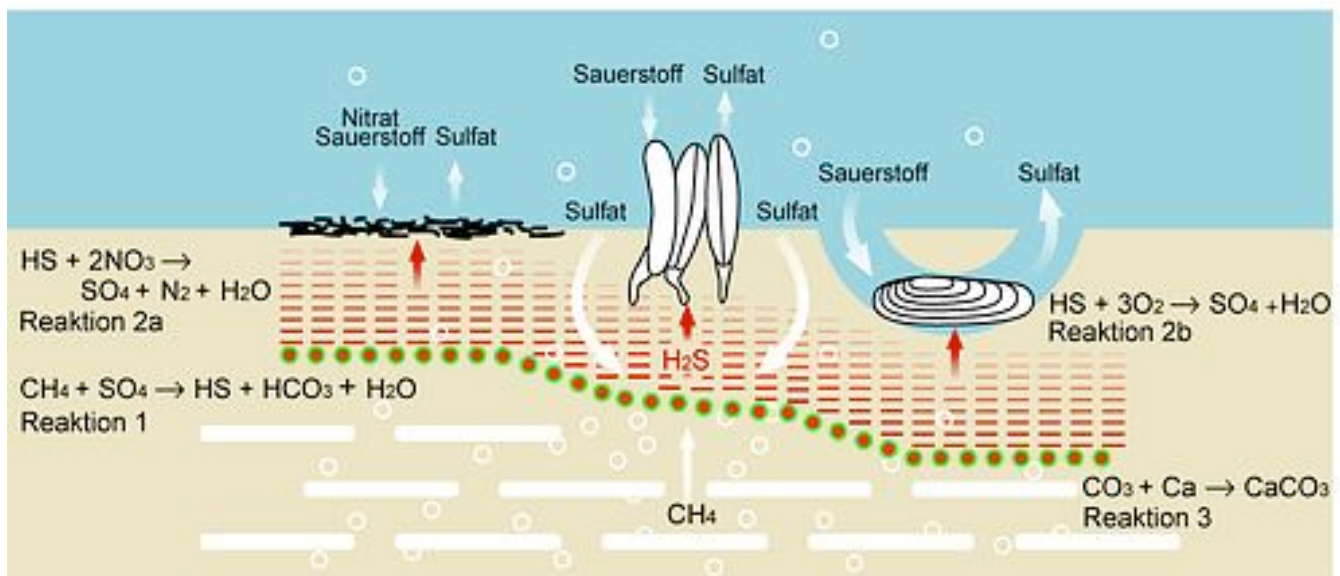
In vielen Teilen unseres Lebens spielen Bakterien eine große Rolle. Diese Bakterien schließen sich teilweise zu Konsortien (Gemeinschaften) zusammen. Diese sichern das Überleben eines ganzen Ökosystems.

## Vorkommen

Diese Bakterienkonsortien kommen an unterschiedlichsten Orten vor. Im Folgenden betrachten wir ein ausgewähltes Beispiel aus der Tiefsee.

Aus dem Meeresboden treten Gase oder Flüssigkeiten aus. Diese können 2° C kalt oder auch warm sein, man spricht von kalten Quellen oder Cold Seeps. Die austretenden Flüssigkeiten sind reich an ionischen (reduzierten) Verbindungen. Bakterien können aus diesen Verbindungen mit Hilfe von Redox-Reaktionen Energie gewinnen, die sie zum Aufbau von organischen Stoffen verwenden. Diesen Vorgang nennt man auch Chemosynthese.

## Bakterienkonsortien in der Tiefsee



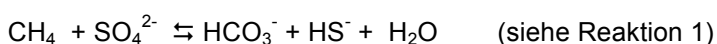
© IFM-GEOMAR

Die Grafik zeigt einen Querschnitt durch das Sediment, welcher Lebewesen auf und im Sediment darstellt.

Das Methan wird im Sediment anaerob durch Archaeen produziert. Methangas ( $CH_4$ ) steigt aus tieferen Schichten, die auch Gashydrate (in der Abbildung als weiße Balken dargestellt) enthalten können, auf. Nach einer bestimmten Schicht, in der Abbildung grün dargestellt, ist kein Methan mehr zu finden. Im Wasser oder an Land wird Methan normalerweise mit Hilfe von Sauerstoff zu Wasser und Kohlenstoffdioxid oxidiert, in den Meeresboden dringt Sauerstoff jedoch nur wenige Millimeter ein.

Sulfat hingegen ist im Meerwasser reichlich vorhanden und es dringt mit dem Porenwasser tief ins Sediment ein. Das von oben hinein diffundierende Sulfat verschwindet unterhalb der grünen Schicht. Hier fand man Mikroben, die in dicht gepackten winzigen Klümpchen sog. Aggregaten zusammenleben: Sulfat reduzierende Bakterien, *Desulfosarcina*, ummanteln dabei die zu den Archaeen gehörenden Methan verbrauchenden *Methanosarcinales*.

Die chemischen Reaktionen lassen sich vereinfacht wie folgt darstellen:



Es findet also eine Methanoxidation und gleichzeitig eine Sulfatreduktion statt. Gleichzeitig kann fester Kalk ausfallen (siehe Reaktion 3:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$ ).

Die entdeckte Symbiose hat vermutlich auch enorme Konsequenzen auf den Kohlenstoffkreislauf und das Erdklima. Wissenschaftler schätzen, dass die Methanoxidierer etwa 70 Teragramm ( $10^{12}\text{g}$ ) Kohlenstoff jährlich verbrauchen, dies sind mehr als 80 % des in sauerstofffreien Sedimenten produzierten Methans.

Der produzierte Schwefelwasserstoff liefert dabei die energetische Grundlage für eine weitere Lebensgemeinschaft, die auf dem Sediment über den Methanquellen lebt. Die fädige, mattenbildende Bakterienart *Beggiatoa* (auf dem Sediment links) oxidiert Schwefelwasserstoff mit Sauerstoff zu Sulfat, dabei wird Energie frei (siehe Reaktion 2b:  $\text{HS}^- + 3 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ). Diese wird zum Aufbau organischer Stoffe (z.B. Kohlenhydrate u.a.) genutzt. Von den erzeugten Kohlenhydraten und anderen Stoffen leben die Bakterien selbst und andere Organismen.

Die Muschel *Calyptogena* (Bildmitte) besitzt in ihren Kiemen Bakterien. Diese oxidieren Schwefelwasserstoff ebenso wie *Beggiatoa* zu Sulfat, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid nehmen sie direkt aus dem vorbei fließenden Atemwasser der Muschel auf. Ein speziell gebautes Proteinmolekül ermöglicht den Transport des normalerweise giftigen Schwefelwasserstoffes im Blut der Muschel; dadurch wird eine Vergiftung des Hämoglobins verhindert und gleichzeitig eine vorzeitige Oxidation vermieden. Schwefelwasserstoff kann auch mit Nitrat anstelle von Sulfat oxidiert werden (siehe Reaktion 2a:  $\text{HS}^- + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

Der Stoffkreislauf der verschiedenen Lebewesen im und auf dem Sediment lässt sich vereinfachend zusammenfassen:

Methan wird mit Sulfat oxidiert, es entsteht Schwefelwasserstoff, der an der Sedimentoberfläche mit Sauerstoff zu Sulfat reagiert. Damit schließt sich der Kreislauf für eine erneute Methanoxidation.

#### Quellen:

Dr. Peter Linke, IFM-GEOMAR, mündliche Mitteilungen zu coldseeps, 2007

C. Queisser: Gashydrate und das Leben in der Tiefsee, PdN- BioS, 3/53 Jg. 2004, S.29-31

M.T. Madigan et al.: Brock Mikrobiologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin 2003, S.743 (Einleitung), S.759 (Tabelle 16.2)

Mündliche Mitteilungen und Korrektur: Prof. Dr. Tina Treude, IFM-GEOMAR, Cluster of Excellence: The Future Ocean, November 2010

#### Autorin:

Christiane Queisser, Städt. Gymnasium Bad Segeberg, 2010

#### Copyright:

Dieses Material darf vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden nach Maßgabe der Creative Commons Lizenz:



CC BY-NC-ND 3.0

Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung