

Bedeutung von Bakteriengemeinschaften für Ökosysteme

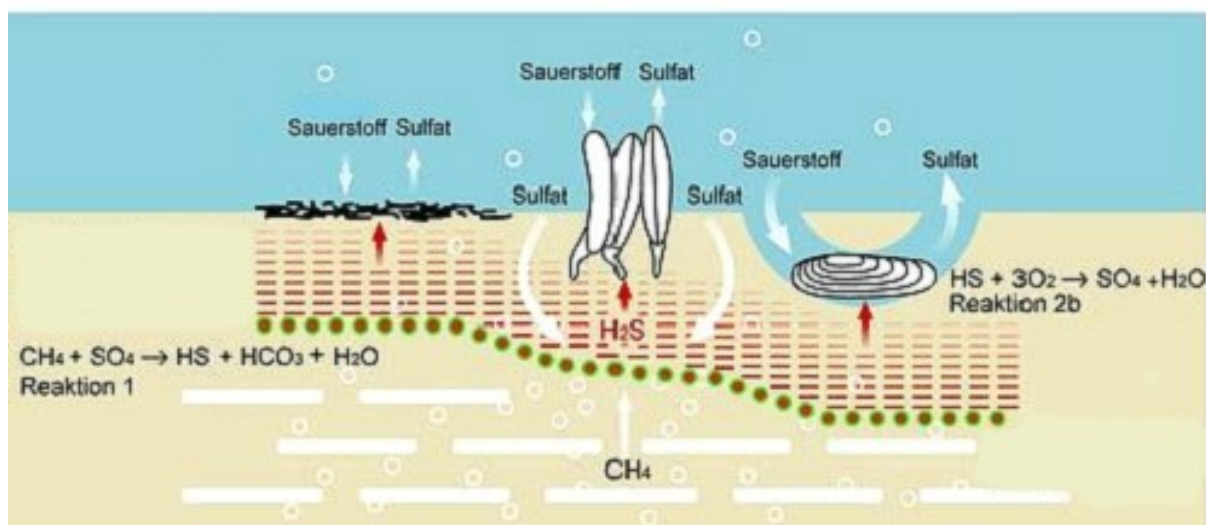
In vielen Teilen unseres Lebens spielen Bakterien eine große Rolle. Diese Bakterien schließen sich teilweise zu Gemeinschaften zusammen und sichern so das Überleben eines ganzen Ökosystems.

Vorkommen

Bakteriengemeinschaften 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. Im Vergleich zur Fotosynthese wird anstelle von Lichtenergie chemische Energie verwendet.

Bakteriengemeinschaft in der Tiefsee



Die Grafik zeigt einen Querschnitt durch das Sediment und stellt Lebewesen auf und im Sediment dar. © IFM-GEOMAR

Das Methan wird im Sediment unter Ausschluss von Sauerstoff (anaerob) durch Archaeen¹ produziert. Methangas (CH₄) steigt aus tieferen Schichten auf, die auch Gashydrate (in der Abbildung weiße Balken) enthalten können. 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

¹ Archaeen, früher Archaeobakterien, gehören mit Cyanobakterien und Bakterien zu den Prokaryoten

unterhalb der grünen Schicht. Hier fand man Mikroben, die in dicht gepackten winzigen Klümpchen, sog. Aggregaten, zusammenleben: Sulfat reduzierende Bakterien (*Desulfosarcina*) ummanteln dabei Methan verbrauchende Archaeen (*Methanosarcinales*).

Die chemischen Reaktionen lassen sich vereinfacht wie folgt darstellen:



Es findet also eine Methanoxidation und gleichzeitig eine Sulfatreduktion statt.

Die entdeckte Symbiose hat vermutlich auch enorme Konsequenzen auf den Kohlenstoffkreislauf und das Erdklima. Wissenschaftler schätzen, dass die Methanoxidierer etwa 70 Teragramm (10^{12} 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 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.

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.

Christiane Queisser / Torben Boekhoff 2011

Quellen:

Dr. Peter Linke, IFM-GEOMAR, mündliche Mitteilungen zu cold seeps, 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, Exzellenzcluster *Ozean der Zukunft*, November 2010.