

M. Sc. Sebastian Jordan

(e-mail: Sebastian.F.A.Jordan@gmail.com)

Benthic-pelagic transport of methanotrophs at methane gas seep sites Parametrization, identification, and contribution to the pelagic methane sink

A detailed understanding of methane sources and sinks is fundamental for the future aim of decreasing the emissions of this potent greenhouse gas. Marine methane is mostly produced in the sediment and passes two microbial filters until it reaches the atmosphere. The sediment acts as a very effective microbial methane filter, although, if the methane concentration in the sediment is high, methane bubbles can form and bypass this filter. In the water column, the methane subsequently dissolves and is further oxidized by microorganisms, the so-called pelagic methane filter, which is the last barrier for marine methane before it reaches the atmosphere. The main motivation of the present study was to gain a better understanding of the bubble-mediated transport of aerobic methane-oxidizing bacteria from the sediment into the overlying water body and its influence on the pelagic methane sink. Therefore, two-methane bubbling sites were studied, one extending over several kilometers near the coast of California, USA, while the other was concentrated at the bottom of a small crater in the central North Sea. It was found that the transport efficiency of the benthic methanotrophs was dependent on the volumetric gas flow as the transport rate decreased with an increasing gas flow. Genetic analyses also indicated a transportation of methanotrophs of the family Methylomonaceae and oil degrading bacteria of the genus Cycloclasticus from the sediment into the water column. This supports the bubble-mediated link between the benthic and pelagic microbial communities. In addition, transported methanotrophs showed prolonged methane oxidation and growth during a three-week incubation. The transportation of benthic methanotrophic bacteria increased the pelagic methane oxidation capacity by a factor of about five.

Methan ist bekanntlich ein hoch potentes Treibhausgas. Um zukünftig dessen Emissionen zu begrenzen, sind zunächst genaue Kenntnisse der Methanquellen und -senken erforderlich. Ein Großteil des marinen Methans wird durch Mikroorganismen im Sediment gebildet. Von dort aus passiert das Methan zwei mikrobielle Filterstufen bevor es die Atmosphäre erreicht. Treten im Sediment jedoch hohe Methankonzentrationen auf, bilden sich Gasblasen, welche den sehr effektiven mikrobiellen Methanfilter des Sedimentes umgehen können und in die Wassersäule aufsteigen. Das Methan löst sich daraufhin in der Wassersäule und kann nun von Mikroorganismen oxidiert werden, bevor es endgültig in die Atmosphäre entweicht. Das Ziel dieser Arbeit war es, den Gasblasen-getriebenen, benthic-pelagischen Transportprozess von aeroben methanoxidierenden Bakterien zu charakterisieren. Der zweite Teil der Arbeit fokussierte sich auf den Einfluss dieser transportierten Bakterien auf die pelagische Methansenke. Aus diesem Grund wurden zwei Gasblasen-freisetzende Gebiete untersucht. Ersteres erstreckt sich über mehrere Kilometer vor der Küste Kaliforniens, USA, wobei das andere in der zentralen Nordsee liegt, wo aus einem kleinen Krater konzentriert Methan austritt. An beiden Methan-Seeps konnte der Transfer benthischer, methanotropher Bakterien vom Sediment in die Wassersäule nachgewiesen werden. Dabei sank die Transportrate mit zunehmender Gasaustrittsstärke. Der Gasblasen-getriebene Austausch der benthischen und pelagischen Bakteriengemeinschaft wurde zudem durch phylogenetische Analysen gestützt. Die transportierten Mikroorganismen wurden der Familie der methanotrophen Methylomonaceae oder dem Genus Öl-abbauender Cycloclasticus zugewiesen. In dreiwöchigen Inkubationsexperimente zeigten die transportierten methanotrophen Bakterien eine fortwährende Methanoxidation und Zellwachstum. Der Transport benthischen methanotrophen Bakterien erhöhten die Methanoxidationskapazität der Wassersäule um den Faktor fünf.