

Institut für Biowissenschaften / Chemie / Mathematik / Physik

Fachgebiet: *Chemie*

Betreuer: Prof. Dr. Gregor Rehder

Ihr Name: Sören Iwe

(e-mail: soeren.iwe@io-warnemuende.de)

Development and Application of a Gas Equilibrium – Membrane-Inlet Mass Spectrometer to Study the Nitrogen Budget of the Baltic Sea

Deutsche Zusammenfassung

Die in den Sommermonaten stattfindende Stickstofffixierung durch Cyanobakterien trägt wesentlich zur Eutrophierung der Ostsee bei, indem sie während Phasen limitierter Verfügbarkeit an gelöstem anorganischen Stickstoffs, bioverfügbaren Stickstoff bereitstellt und dadurch die Primärproduktion im oberflächennahen Wasserkörper erhöht. Die anschließende mikrobielle Zersetzung der dabei gebildeten Biomasse in tieferen Wasserschichten führt zur Sauerstoffverarmung bis hin zur Ausbildung sulfidischer Bedingungen. Die Quantifizierung der N_2 -Fixierung ist jedoch aufgrund ihrer hohen natürlichen Variabilität sowie methodischer Einschränkungen mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. In dieser Dissertation wird ein neuentwickeltes Messsystem, das Gas Equilibrium – Membrane-Inlet Mass Spectrometer (GE-MIMS), vorgestellt, welches die kontinuierliche Bestimmung gelöster Gase (N_2 , Ar und O_2) im Meerwasser ermöglicht und hochauflösende Beobachtungen von Schiffen aus erlaubt. In der vorliegenden Arbeit wurde das GE-MIMS-System in einem Mehrmethodenansatz zur Untersuchung von Cyanobakterienblüten im Finnischen Meerbusen sowie im östlichen Gotlandbecken eingesetzt, wobei zeitlich und regional eingegrenzte Bereiche intensiver Stickstofffixierung identifiziert und deren direkte Auswirkung auf Biomasseproduktion sowie das Kohlenstoffsystem untersucht wurden. Neben diesen oberflächennahen Untersuchungen wurde das GE-MIMS-System zur vertikalen Profilierung der Wassersäule des östlichen Gotlandbeckens eingesetzt und so der Einfluss lateraler Intrusionen von sauerstoff- und nährstoffreichen Wassers auf den Prozess der mikrobiellen Denitrifikation unterhalb der pelagischen Redoxkline herausgearbeitet. In den vorliegenden Studien erweist sich das GE-MIMS-System als ein leistungsfähiger methodischer Ansatz, um zentrale Prozesse des Stickstoffkreislaufs detaillierter zu untersuchen und deren Bedeutung für die Biogeochemie der Ostsee zu bewerten.

Englische Zusammenfassung

N_2 fixation by cyanobacteria is an important process in the Baltic Sea in the context of eutrophication, supplying bioavailable nitrogen during periods of limited dissolved inorganic nitrogen and supporting also the growth of other phytoplankton. The subsequent decomposition of this organic matter in deeper waters contributes to oxygen depletion and the formation of sulfidic conditions. However, quantifying N_2 fixation has been challenging

due to natural variability and methodological limitations. This dissertation introduces a new measurement system, the Gas Equilibrium–Membrane-Inlet Mass Spectrometer (GE-MIMS), which allows continuous detection of dissolved gases (N_2 , Ar, and O_2) in seawater and enables observations from ships with high spatial resolution. Applying this system, cyanobacterial blooms were monitored in the Gulf of Finland and eastern Gotland Basin, revealing strong local nitrogen fixation and its direct link to increased biomass and changes in the carbon system. Vertical profiles in the eastern Gotland Basin further showed how microbial denitrification occurs at the interface between oxic and sulphidic conditions and how lateral water intrusions influence this process. Overall, this work demonstrates that GE-MIMS provides a powerful approach to better understand key nitrogen cycle processes and their role in Baltic Sea biogeochemistry.