



# N<sub>2</sub>FIX

## Modelling heterotrophic N<sub>2</sub>-fixation: understanding the contribution of tropical regions to the global nitrogen cycle

### Background

Nitrogen is essential for all life on Earth. In the global oceans, however, this element is scarce and nitrogen availability is therefore critical for the growth of marine life. Some bacteria found in marine waters can convert nitrogen gas (N<sub>2</sub>) to ammonia (a process known as N<sub>2</sub> fixation), and thereby supply the marine food web with bioavailable nitrogen. N<sub>2</sub> fixation is believed to be restricted within the tropical and subtropical oceans and mainly performed by cyanobacteria. Recent observations reveal the presence of non-cyanobacterial (heterotrophic) N<sub>2</sub> fixers all over the globe.

Since, high levels of oxygen combined with low levels of dissolved organic matter in seawater prevent N<sub>2</sub> fixation, the occurrence of N<sub>2</sub> fixation in a variety of environments constitute a great puzzle. It is speculated that N<sub>2</sub> fixation can take place on sinking marine particles, but it is still unclear how this occurs and to what extent. With the project N<sub>2</sub>FIX, we will develop a mathematical model for unicellular heterotrophic bacteria growing on sinking marine particles.

The main aims of the project are to

1) assess the biogeography of N<sub>2</sub> fixation by heterotrophic bacteria associated with sinking particles,

2) determine the total contribution of this component of N<sub>2</sub> fixation to the global nitrogen budget,

### KEY DATA

ZMT Contacts: Subhendu Chakraborty and Agostino Merico

Department: Theoretical Ecology and Modelling

Cooperation Partner: DTU Aqua - National Institute of Aquatic Resources, Denmark

Partner Country: Denmark

Research Locations: Theoretical project

Project Duration: 01/2021 – 12/2025

Funding: ZMT

Status: ZMT is project coordinator

ZMT Programme Area: PB 2 - Global change impacts and social-ecological responses

3) disentangle the contribution between tropical and temperate regions to the global nitrogen budget, and (

4) estimate the changes in the rates of heterotrophic N<sub>2</sub> fixation under future climate change scenarios.

N<sub>2</sub>FIX

# Modellierung der heterotrophen N<sub>2</sub>-Fixierung: den Beitrag tropischer Regionen zum globalen Stickstoffkreislauf verstehen

## Hintergrund

Stickstoff ist essentiell für alles Leben auf der Erde. In den Weltmeeren ist dieses Element jedoch knapp und die Stickstoffverfügbarkeit ist daher entscheidend für das Wachstum des marinen Lebens. Einige Bakterien, die im Meerwasser vorkommen, können Stickstoffgas (N<sub>2</sub>) in Ammoniak umwandeln (ein Prozess, der als N<sub>2</sub>-Fixierung bekannt ist) und dadurch das marine Nahrungsnetz mit bioverfügbarem Stickstoff versorgen.

Es wird angenommen, dass die N<sub>2</sub>-Fixierung in den tropischen und subtropischen Ozeanen begrenzt ist und hauptsächlich von Cyanobakterien umgesetzt wird. Jüngste Beobachtungen jedoch weisen auf die Existenz von nicht-cyanobakteriellen (heterotrophen) N<sub>2</sub>-Fixierern auf der ganzen Welt hin. Da ein hoher Sauerstoffgehalt in Kombination mit einer geringen Konzentration an gelösten organischen Stoffen im Meerwasser die N<sub>2</sub>-Fixierung verhindert, stellt das Auftreten der N<sub>2</sub>-Fixierung in vielen Umgebungen ein großes Rätsel dar. In der Forschung wird vermutet, dass N<sub>2</sub>-Fixierung an sinkenden Meerespartikeln stattfinden kann, aber es ist noch unklar, wie genau und in welchem Ausmaß dies geschieht.

## Projektbeschreibung

Mit dem Projekt N<sub>2</sub>FIX werden wir ein mathematisches Modell für einzellige, heterotrophe Bakterien entwickeln, die auf sinkenden Meerespartikeln wachsen.

Die Hauptziele des Projekts sind:

1) die Biogeographie der N<sub>2</sub>-Fixierung durch heterotrophe Bakterien in Verbindung mit sinkenden Partikeln zu einzuordnen,

## SCHLÜSSELDATEN

**ZMT-Kontakte:** Subhendu Chakraborty und Agostino Merico (AG Systemökologie)

**Abteilung:** Theoretische Ökologie und Modellierung

**Kooperationspartner:** DTU Aqua - National Institute of Aquatic Resources, Dänemark

**Partnerland:** Dänemark

**Forschungsstandorte:** Theoretisches Projekt  
**Projektdauer:** 1. Januar 2021 – 31. Dezember 2025

**Förderung:** ZMT

**Status:** ZMT koordiniert das Projekt

**ZMT-Programmbereich:** PB 2 - Auswirkungen globaler Veränderungen und sozialökologische Reaktionen

2) den Gesamtbeitrag dieser Komponente der N<sub>2</sub>-Fixierung zum globalen Stickstoffhaushalt zu bestimmen,

3) die Beiträge von tropischen und gemäßigten Regionen auf den globalen Stickstoffhaushalt zu trennen und

4) die Änderungen der Rate der heterotrophen N<sub>2</sub>-Fixierung unter zukünftigen Klimawandelszenarien abzuschätzen.