

Details zur anaeroben Ammoniumoxidation aufgedeckt

Das Stickstoff-Puzzle in den Ozeanen



Bild: B. Karal

Chemostat mit Anammox-Anreicherungskultur.

Ein internationales Forscherteam mit Beteiligung der Universität Basel hat entscheidende Details zum «isotopischen Fingerabdruck» der anaeroben Ammoniumoxidation (Anammox) aufgedeckt – einem wichtigen mikrobiellen Prozess, der zu Stickstoffverlusten in den Meeren beiträgt und so die Nährstoffverfügbarkeit im Ozean beeinträchtigt. Die detaillierte Kenntnis des Prozesses ist wichtig zum Verständnis der Stickstoffbilanz in den Ozeanen, berichten die Wissenschaftler in der Fachzeitschrift PNAS.

Viele Organismen können den lebensnotwendigen Stickstoff nicht direkt aus der Atmosphäre beziehen, wo er im Überfluss als gasförmiger, molekularer Stickstoff (N_2) vorkommt. Ihren Zellen fehlen die Werkzeuge zur Stickstoff-Fixierung, weshalb sie auf Stickstoffverbindungen wie Ammonium, Nitrit und Nitrat angewiesen sind, die von sogenannten Stickstoff-fixierenden Organismen kommen. In der Natur reguliert die biologische Verfügbarkeit von fixiertem Stickstoff häufig die Produktion von Biomasse durch Algen oder Bakterien (Primärproduktion). Deshalb sind Düngemittel oft reich an Stickstoffverbindungen. Es gibt in der Umwelt eine Reihe von anderen mikrobiellen Prozessen, die fixierten Stickstoff zur Energiegewinnung nutzen und wieder in gasförmigen molekularen

Stickstoff umwandeln. So werden den jeweiligen Ökosystemen wichtige bioverfügbare Stickstoffverbindungen entzogen, und die Primärproduktion kann als Folge eingeschränkt sein. Die Prozesse, die zum Stickstoffverlust führen, werden von verschiedenen Mikroorganismen gesteuert: Manche reduzieren Nitrat und Nitrit, manche oxidieren Ammonium. Bestimmte Bakterien nutzen Nitrit und Ammonium, um daraus molekularen Stickstoff zu bilden: Diese anaerobe Oxidation von Ammonium ist unter dem Begriff Anammox bekannt.

Stickstoffverluste sind besonders in den Meeresgebieten stark ausgeprägt, in denen der im Wasser gelöste Sauerstoff fast komplett verbraucht wurde. Diese Zonen werden als «Oxygen Minimum Zones» (OMZ) bezeichnet. Wissenschaftliche Studien lassen befürchten, dass sich diese OMZ aufgrund des Klimawandels weiter ausbreiten werden. Das könnte zu weitreichenden Konsequenzen bei den Stickstoffverlusten und damit bei der Primärproduktion in den Ozeanen führen. Deshalb ist es wichtig zu wissen, welche mikrobiellen Prozesse wie stark zu den Stickstoffverlusten beitragen und wo diese innerhalb der OMZ stattfinden.

Gefunden: Das fehlende Teil zum Stickstoff-Puzzle

Zur Beantwortung dieser Frage machen sich die Forscher zunutze, dass die verschiedenen mikrobiellen Prozesse verschiedene Isotopenmuster oder «isotopische Fingerabdrücke» hinterlassen. Einige Reaktionen bevorzugen das leichtere Isotop ^{14}N , andere Prozesse ziehen das schwerere Isotop ^{15}N vor. Um die Stickstoff-Isotopenmuster in der Umwelt entschlüsseln zu können, muss man zuvor indes die Isotopeneffekte aller Prozesse im Stickstoffkreislauf kennen. «Genau hier lag das Problem», erläutert Professor Moritz Lehmann von der Universität Basel. «Die Isotopeneffekte eines Prozesses, der mitverantwortlich ist für den Verlust an fixiertem Stickstoff im Ozean

– nämlich Anammox – waren bisher unbekannt. Dies vor allem auch deswegen, weil es für Experimente lange keine Reinkulturen der sehr langsam wachsenden Anammox-Bakterien gab.»

Dem Forscherteam ist es nun gelungen, durch Laborversuche mit hochangereicherten Anammox-Zellkulturen deren Isotopeneffekte zu bestimmen. Die Ergebnisse belegen, dass die von Anammox verursachten Isotopeneffekte die bisher bekannten Isotopenmuster in den OMZ erklären können. «Diese fehlende Information ist von grösster Bedeutung zur Lösung des Stickstoff-Isotopen-Puzzles. Nicht nur, weil Anammox ein wesentlicher Prozess in den OMZ ist, sondern auch, weil Anammox die Isotopenzusammensetzung aller Stickstoff-Reservoirs beeinflusst: Es setzt Ammonium und Nitrit zu gasförmigem Stickstoff N_2 und Nitrat um», so Professor Marcel Kuypers, Direktor am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen.

Quelle: Universität Basel

Originalpublikation

B. Brunner, S. Contreras, M.F. Lehmann, O. Matantseva, M. Rollog, T. Kalvelage, G. Klockgether, G. Lavik, M.S.M. Jetten, B. Kartal and M.M.M. Kuypers

«Nitrogen isotope effects induced by anammox bacteria»

Proc. Natl. Acad. Sci. USA (2013),

DOI 10.1073/pnas.1310488110

Kontakt



Prof. Moritz Lehmann
Umweltgeowissenschaften / Biogeochemie
Departement Umweltwissenschaften

Universität Basel
Bernoullistrasse 30, CH-4065 Basel
Telefon +41 (0)61 267 36 16
moritz.lehmann@unibas.ch
www.unibas.ch