

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Universität Rostock

**Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW) & Institut für Biowissenschaften
(UniRostock)**

Fachgebiet: **Mikrobiologie**

Betreuer: **Prof. Dr. Matthias Labrenz and Prof. Dr. Martin Hagemann**

Mariano Santoro

(e-mail: mariano.santoro@io-warnemuende.de)

Title: **“Ecological framework of cyanobacterial blooms in the Baltic Sea fostered by nutrient limitations and climate impacts”**

Abstract

This dissertation investigates why cyanobacterial blooms occur in the Baltic Sea, focusing on the ecological and physiological mechanisms behind them. The motivation lies in the fact that imbalances in nitrogen and phosphorus - amplified by human activity and climate change - promote harmful summer blooms. To understand why certain cyanobacteria thrive under these conditions, the study examines how bloom-forming and picocyanobacterial taxa respond to nutrient limitation and environmental stress. It combines molecular, physiological, and ecosystem-scale approaches. A key finding explains why cyanobacteria can persist during phosphate scarcity: through enhanced uptake, intracellular storage, metabolic adjustments, and buoyancy regulation, they survive nutrient stress and rapidly form blooms when conditions improve. The study also reveals why microbial communities are crucial: heterotrophic and particle-associated bacteria promote phosphorus retention in the euphotic zone through remineralization, delaying nutrient export and shaping bloom succession. Contrary to the common assumption that filamentous cyanobacteria dominate early summer uptake, the research highlights why small, fast-growing picophytoplankton play a key role in exploiting residual phosphate. Finally, it shows how environmental disturbances, such as wind-driven rainfall, influence community composition by favoring physiologically flexible picocyanobacterial taxa. Overall, these findings provide important insights to improve modelling approaches, coastal ecosystem management, and effective monitoring strategies under climate change.

Zusammenfassung

Diese Dissertation untersucht, warum Cyanobakterienblüten in der Ostsee entstehen, indem sie ökologische und physiologische Mechanismen analysiert. Der Hintergrund ist, dass Ungleichgewichte von Stickstoff und Phosphor – verstärkt durch menschliche Aktivitäten und Klimawandel – das Wachstum schädlicher Sommerblüten begünstigen. Um zu verstehen, warum bestimmte Cyanobakterien besonders erfolgreich sind, wird untersucht, wie blütenbildende und picocyanobakterielle Taxa auf Nährstofflimitierung und Umweltstress reagieren. Dazu werden molekulare, physiologische und ökosystemweite Ansätze kombiniert. Ein zentrales Ergebnis zeigt, warum Cyanobakterien Phosphatmangel überstehen können: durch verbesserte Aufnahme, intrazelluläre Speicherung, metabolische Anpassungen und Auftriebsregulierung sichern sie ihr Überleben und ermöglichen eine rasche Blütenbildung unter günstigen Bedingungen. Außerdem wird beleuchtet, warum mikrobiellen Gemeinschaften eine Schlüsselrolle zukommt: heterotrophe und partikelgebundene Bakterien fördern durch Remineralisierung die Phosphorrückhaltung in der euphotischen Zone, was den Nährstoffexport verzögert und die Sukzession der Blüten beeinflusst. Entgegen der gängigen Annahme, dass filamentöse Cyanobakterien die frühe Sommeraufnahme dominieren, zeigen die Ergebnisse, warum kleine, schnell wachsende Picophytoplankter entscheidend bei der Nutzung von Restphosphat sind. Schließlich wird erklärt, wie Umweltstörungen, etwa durch windbedingte Niederschläge, die Gemeinschaftszusammensetzung beeinflussen und physiologisch flexible Taxa begünstigen. Insgesamt liefern die Ergebnisse wichtige Erkenntnisse, um Vorhersagemodelle, das Management küstennaher Ökosysteme und effektive Monitoring-Strategien im Klimawandel zu verbessern.