

# Zusammenfassung

Die zunehmende Regulierung von Schiffsemissionen durch die Internationale Maritime Organisation hinsichtlich gesundheitlicher, ökologischer und klimatischer Aspekte zwingt Reedereien zur Nutzung moderner Treibstoffe. Diese beinhalten oft keine Übergangsmetalle wie Nickel, Eisen oder Vanadium, die ursprünglich zur Quellenidentifizierung von Emissionen des Schiffsverkehrs verwendet wurden. Da diese Emissionen nicht zwangsläufig durch metallische Marker charakterisiert sind, wird ihre Quellenzuordnung erheblich erschwert. Moderne Treibstoffe sind oft teurer und haben trotz der Regulierungsmaßnahmen Auswirkungen auf Gesundheit, Umwelt und Klima. Die vorliegende Dissertation untersucht neuartige organische Marker zur Quellenzuordnung von Schiffsemissionen moderner Treibstoffe. Die Forschungsarbeit fokussiert sich auf die Bestimmung charakteristischer Verteilungen polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAKs) in relevanten Schiffstreibstoffen, insbesondere verschiedener Schweröle (HFOs) und Marine Gasöl (MGO). Zudem wird die Anwendbarkeit von EC/OC-Verhältnissen als potenzielle Schiffsmarker evaluiert. Die Analyse erfolgt mittels moderner Einzelpartikelmassenspektrometrie, die eine simultane Echtzeiterfassung organischer und anorganischer Partikelkomponenten ermöglicht. Diese Methode kombiniert ein bipolares ToF-System mit verschiedenen Laser-Ionisationsmethoden. Die Arbeit demonstriert die erfolgreiche Implementierung dieser Messtechnik in Labor- und Feldexperimenten, identifiziert methodische Limitationen und schlägt Optimierungsansätze für zukünftige Schiffsemissionsmessungen vor.

## Summary

The increasing regulation of ship emissions by the International Maritime Organization (IMO) regarding health, environmental, and climatic aspects compels shipping companies to adopt modern fuels. These often lack transition metals such as nickel, iron, or vanadium, which were traditionally used to identify the source of marine emissions. As these emissions are not necessarily characterized by metallic markers, their source attribution becomes significantly more challenging. Modern fuels are frequently more expensive and continue to impact health, environment, and climate despite regulatory measures. This dissertation investigates novel organic markers for source apportionment of ship emissions from modern fuels. The research focuses on determining characteristic distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in relevant marine fuels, particularly various heavy fuel oils (HFOs) and marine gas oil (MGO). Additionally, the applicability of EC/OC ratios as potential ship markers is evaluated. The analysis employs state-of-the-art single-particle mass spectrometry, enabling simultaneous real-time detection of organic and inorganic particle components. This method combines a bipolar time-of-flight system with laser ionization methods. The study demonstrates the successful implementation of this measurement technology in laboratory and field experiments, identifies methodological limitations, and proposes optimization approaches for future ship emission measurements.

