

Messung von Schiffsabgasen in der marinen Troposphäre

Universität Bremen, Institut für Umweltphysik
 Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Institut für Küstenforschung
 Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Referat Chemie des Meeres
 Universität Heidelberg, Institut für Umweltphysik

Kurzbeschreibung:

Das Projekt MeSMarT ist eine 2012 geschlossene Kooperation zwischen dem Institut für Umweltphysik (IUP) der Universität Bremen und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), die von dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) und dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg unterstützt wird, um den Einfluss von Schiffsemissionen auf die Chemie in der marinen Troposphäre zu untersuchen. Ziel der ersten Phase des Projektes (2012-2015) war die Erprobung verschiedener Messtechniken zur Bestimmung der zeitlichen und räumlichen Variabilität von gasförmigen und partikulären Luftschadstoffen aus Schiffsabgasen. Dabei wurden die Spurengaskonzentrationen von Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Kohlendioxid (CO_2) und Ozon (O_3) mit verschiedenen in-situ Messtechniken an ortsfesten Landstationen (Wedel, Neuwerk) und auf einem Forschungsschiff (Celtic Explorer) gemessen. Weiterhin wurden an diesen Messorten und von einem Flugzeug aus SO_2 und NO_2 mit Fernerkundungsmethoden unter Anwendung der DOAS-Technik (engl. differential optical absorption spectroscopy) gemessen. Aerosole in der marinen Troposphäre wurden auf Filtern gesammelt und auf Sulfat, Nitrat und organische Komponenten untersucht. Der gewonnene Datensatz diente als Basis für die Modellierung von physikalischen und chemischen Ausbreitungs- und Umwandlungsprozessen in der Troposphäre, um den Einfluss von Schiffsemissionen auf die Küstengebiete und die marine Troposphäre zu verstehen. Bei der Erprobung der verschiedenen Messtechniken stellte sich heraus, dass einige Methoden dazu geeignet sind, die Abgasfahnen einzelner Schiffe zu messen und individuell zuzuordnen. Dies kann für eine Unterstützung der Verfolgung von Regel-



MeSMarT

Laufzeit: 01.01.2012 - 31.12.2018.

Genutzte Systeme: ortsfeste und flugzeuggetragene, passive und aktive DOAS Fernerkundung, Satellitenfernerkundung, ortsfeste und mobile in-situ Messtechnik, Chemietransportmodellierung

Förderprogramm: Förderung aus BSH-Mitteln

Ansprechpartner:

Universität Bremen, Institut für Umweltphysik
 Dr. Folkard Wittrock
 Telefonnummer: 0421-21862111
 E-Mail-Adresse:
 folkard.wittrock@iup.physik.uni-bremen.de

URL zum Projekt: www.mesmart.de



Abbildung 1: Luftmessstation in Wedel an der Elbe ca. 10 km vor dem Hafen Hamburg mit aktivem und passivem DOAS Messsystem, drei in-situ Spurengasmonitoren und Wetterstation, sowie AIS Empfangs- und Datenfernübertragungsanlage. Schiffe passieren die Messstation in einem Abstand von ca. 200-600 m.

verstößen nach der seit 01.01.2015 verschärften EU-Schwefelrichtlinie für Schiffskraftstoffe und Verstößen nach MARPOL Anlage VI genutzt werden. Aus diesem Grund wird in Phase 2 des MeSMarT Projektes (2015-2018) der Fokus auf die Weiterentwicklung und Automatisierung der in-situ und DOAS Mess- und Analyse-methode gelegt. Außerdem wurde an der Messstation Wedel ein aktives Langpfad-DOAS Messsystem installiert, um auch bei schlechten Lichtverhältnissen und ungünstigen Windbedingungen präzise Messungen durchführen zu können.

Anwendungspotenzial:

Die im Rahmen des MeSMarT Projekt entwickelte Methode zur automatischen Messung und Analyse von Schiffsabgasen wird vom BSH genutzt, um im deutschen Küstenraum ein operationell arbeitendes Schiffsabgasüberwachungsmessnetz aufzubauen. Dafür stellt das BMVI entsprechende Geldmittel zur Verfügung.

Wird an einer Messstation ein Schiff mit auffälligen Abgaswerten gemessen, werden automatisch die zuständigen Verfolgungsbehörden informiert, um ggf. an Bord eine gerichts-feste Inspektion durchführen zu können. Das im Aufbau befindliche deutsche Messnetz wird dabei Teil eines europäischen Messnetzes für eine internationale Verfolgung von Verstößen nach MARPOL-VI und der EU-Schwefelrichtlinie sein. Weitere Informationen zu diesem Messnetz erhalten Sie auf der Homepage des BSH.

Weitere Ergebnisse:

DOAS Messungen auf der Insel Neuwerk im Elbemündungsgebiet zeigen, dass sich seit der Verschärfung des maximal zulässigen Schwefelgehalts in Schiffskraftstoffen zum 1.1.2015 (von 1,00% auf 0,10%) die Schwefeldioxidbelastung in der marinen Troposphäre um ca. 70% verringert hat (Abb. 2 oben). Diese Verbesserung wurde auch in anderen Nord- und Ostsee Anrainerstaaten beobachtet und kann damit erklärt werden, dass sich weit über 90% der Seeschiffe an die geltenden Regeln zum Einsatz schwefelarmer Kraftstoffe halten. Bei der Stickoxidbelastung konnte bisher keine Veränderung beobachtet werden (Abb. 2 unten), da die Grenzwerte für den Ausstoß erst 2021 für Schiffsneubauten in Kraft treten (TIER-III Regelung).

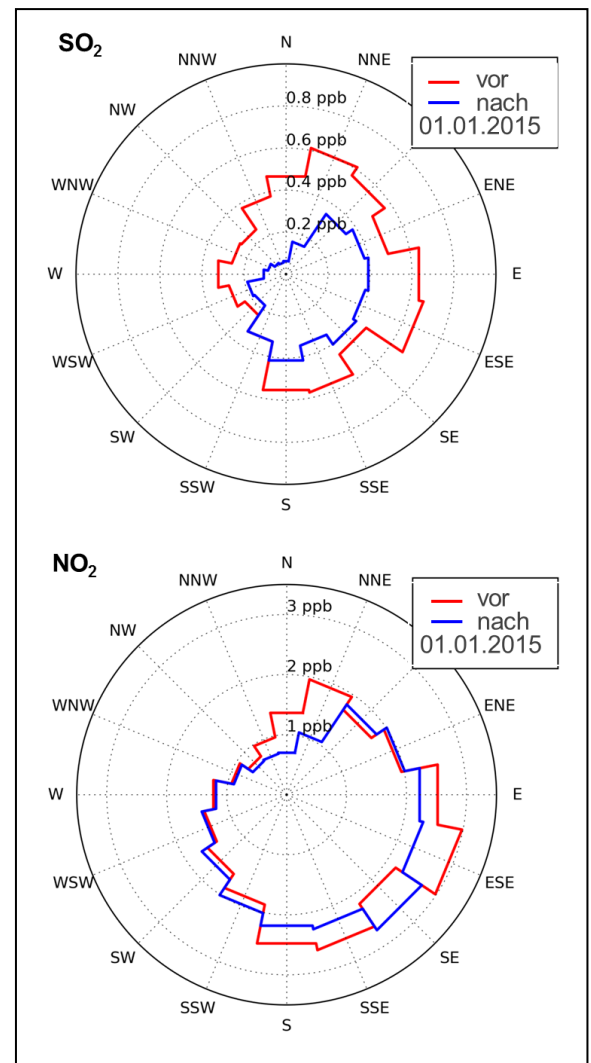


Abbildung 2: Zeit- und Windrichtungsabhängiges Volumenmischungsverhältnis von SO₂ (oben) und NO₂ (unten), gemessen mit einem MAX-DOAS Messsystem auf der Insel Neuwerk im Elbemündungsgebiet.

Publikationen:

Seyler, A., Meier, A., Wittrock, F., Kattner, L., Mathieu-Üffing, B., Peters, E., Richter, A., Schönhardt, A., Schmolke, S., and Burrows, J.P., Investigating horizontal inhomogeneities in NO₂ concentrations over a shipping lane with ground-based MAX-DOAS and air-borne imaging DOAS measurements, submitted to AMTD, 2018

Seyler, A., Wittrock, F., Kattner, L., Mathieu-Üffing, B., Peters, E., Richter, A., Schmolke, S., and Burrows, J. P.: Monitoring shipping emissions in the German Bight using MAX-DOAS measurements, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 10997-11023, <https://doi.org/10.5194/acp-17-10997-2017>, 2017

Kattner, L., Mathieu-Üffing, B., Burrows, J. P., Richter, A., Schmolke, S., Seyler, A., and Wittrock, F.: Monitoring compliance with sulfur content regulations of shipping fuel by in situ measurements of ship emissions, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 10087-10092, [doi:10.5194/acp-15-10087-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-10087-2015), 2015. 2