

doi:10.5194/acpd-15-11277-2015
© Author(s) 2015. This work is distributed
under the Creative Commons Attribution 3.0 License.

Discussion papers

Abstract

Discussion

Metrics

Research article

16 Apr 2015

The impact of shipping emissions on air pollution in the Greater North Sea region – Part 1: Current emissions and concentrations

Review status

A revised manuscript was accepted for final publication in ACP.

A. Aulinger¹, V. Matthias¹, M. Zeretzke², J. Bieser¹, M. Quante¹, and A. Backes¹

¹Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Institute of Coastal Research, Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht, Germany

²DNV-GL, Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany

Received: 29 Jan 2015 – Accepted: 21 Mar 2015 – Published: 16 Apr 2015

Abstract. The North Sea is one of the areas with the highest ship traffic densities worldwide. At any time, about 3000 ships are sailing its waterways. Previous scientific publications have shown that ships contribute significantly to atmospheric concentrations of NO_x, particulate matter and ozone. Especially in the case of particulate matter and ozone this influence can even be seen in regions far away from the main shipping routes. In order to quantify the effects of North Sea shipping on air quality in its bordering states, it is essential to determine the emissions from shipping as accurately as possible. Within the Interreg IVb project Clean North Sea Shipping (CNSS) a bottom-up approach was developed and used to thoroughly compile such an emission inventory for 2011 that served as the base year for the current emission situation. The innovative aspect of this approach was to use load dependent functions to calculate emissions from the ships' current activities instead of averaged emission factors for the entire range of the engine loads. These functions were applied to ship activities that were derived from hourly records of Automatic Identification System signals together with a data base containing the engine characteristics of the vessels that traveled the North Sea in 2011. The emission model yielded ship emissions among others of NO_x and SO₂ in high temporal and spatial resolution that were subsequently used in a chemistry transport model in order to simulate the impact of the emissions on pollutant concentration levels. The total emissions of nitrogen reached 540 Gg and of sulfur oxides 123 Gg within the North Sea, which was about twice as much of those of a medium-sized industrialized European state like the Netherlands. The relative contribution of ships to, for example, NO₂ concentration levels ashore close to the sea can reach up to 25% in summer and 15% in winter. Some hundred kilometers away from the sea the contribution was about 6% in summer and 4% in winter. The relative contribution of the secondary pollutant NO₃⁻ was found to reach 20% in summer and 6% in winter even distant from the shore.



Citation: Aulinger, A., Matthias, V., Zeretzke, M., Bieser, J., Quante, M., and Backes, A.: The impact of shipping emissions on air pollution in the Greater North Sea region – Part 1: Current emissions and concentrations, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 15, 11277-11323, doi:10.5194/acpd-15-11277-2015, 2015.

doi:10.5194/acpd-15-11325-2015
© Author(s) 2015. This work is distributed
under the Creative Commons Attribution 3.0 License.

[Discussion papers](#)

Abstract

Discussion

Metrics

Research article

16 Apr 2015

The impact of shipping emissions on air pollution in the Greater North Sea region – Part 2: Scenarios for 2030

Review status

A revised manuscript was accepted for final publication in ACP.

V. Matthias¹, A. Aulinger¹, A. Backes¹, J. Bieser¹, B. Geyer¹, M. Quante¹, and M. Zeretzke²

¹Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Institute of Coastal Research, Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht, Germany

²DNV-GL, Brooktorkai 18, 20457 Hamburg, Germany

Received: 29 Jan 2015 – Accepted: 09 Mar 2015 – Published: 16 Apr 2015

Abstract. Scenarios for future shipping emissions in the North Sea have been developed in the framework of the Clean North Sea Shipping project. The effects of changing NO_x and SO₂ emissions were investigated with the chemistry transport model CMAQ for the year 2030 in the North Sea area. It has been found that, compared to today, the contribution of shipping to the NO₂ and O₃ concentrations will increase due to the expected enhanced traffic by more than 20 and 5%, respectively, by 2030 if no regulation for further emission reductions will be implemented in the North Sea area. PM_{2.5} will decrease slightly because the sulphur contents in ship fuels will be reduced as international regulations foresee. The effects differ largely between regions, seasons and date of the implementation of stricter regulations for NO_x emissions from new built ships.



Citation: Matthias, V., Aulinger, A., Backes, A., Bieser, J., Geyer, B., Quante, M., and Zeretzke, M.: The impact of shipping emissions on air pollution in the Greater North Sea region – Part 2: Scenarios for 2030, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 15, 11325–11368, doi:10.5194/acpd-15-11325-2015, 2015.

Hintergrund

Der weltweite Schiffsverkehr nimmt mit jährlichen Wachstumsraten von 2-3 % immer weiter zu (Smith et al., 2014). Immer mehr Waren fahren über die Weltmeere, denn Schiffsverkehr ist preisgünstig und die Fertigung erfolgt dort, wo die Kosten niedrig sind. Schiffe brauchen große Mengen Treibstoff. Sie sind wichtige Emittenten von Luftschadstoffen wie Schwefeloxiden (SO_x), Stickoxiden (NO_x) und Aerosolpartikeln (Feinstaub). Bislang sind nur sehr wenige Schiffe mit Abgasreinigungssystemen versehen. Die Internationale Maritime Organisation (IMO) hat Regeln eingeführt, um die Luftverschmutzung durch Schiffe in bestimmten Gebieten zu reduzieren. Dazu gehört die Einrichtung eines sog. "Emissions-Kontrollgebiets" (ECA) in der Nord- und Ostsee. Seit 2007 wurde der erlaubte Schwefelanteil im Schiffskraftstoff immer weiter reduziert, eine Ausweitung der Vorschriften auf Stickoxide wäre möglich. Dann dürften neue Schiffe nur noch Emissionen von 3,4 g/kWh NO_x aufweisen, was einer Reduktion um 75 % im Vergleich zu Schiffen der Baujahre ab 2011 entspricht (IMO, 2008).

Modellsysteme

Der Einfluss der Schiffsemissionen auf die Luftqualität kann mit einem dreidimensionalen Modellsystem untersucht werden (Abb. 1). Es beinhaltet folgende Komponenten: meteorologische Felder (COSMO-CLM), Emissionen (SMOKE-EU) (Bieser et al., 2011), Chemie und Transport (CMAQ). Schiffsemissionen werden in einem speziellen Modul berechnet.

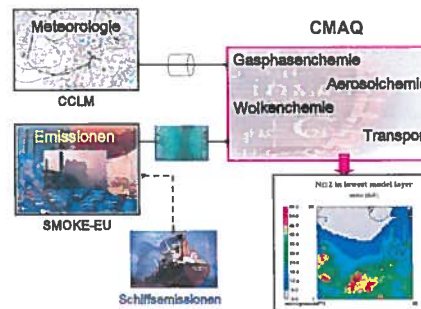


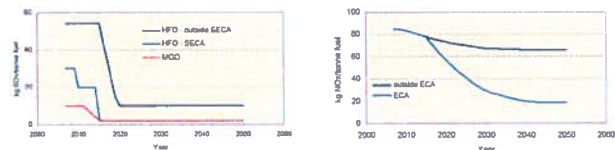
Abb. 1: Chemie-transport-modellsystem am Helmholtz-Zentrum Geesthacht

Emissionsszenarien

Basierend auf einer detaillierten Statistik von Schiffsbewegungen wurden Schiffsemissionen für das Jahr 2008 berechnet (Aulinger et al., 2015). Die Szenarien für verringerte spezifische Emissionen (pro Tonne Treibstoff) in ECAs wurden mit einem Anstieg des Schiffsverkehrs verknüpft (Matthias et al., 2015). Alle Landemissionen blieben unverändert. Es ist zu erwarten, dass diese weiter sinken werden und damit die relative Bedeutung der Schifffahrt weiter steigen wird.

Abb. 2:

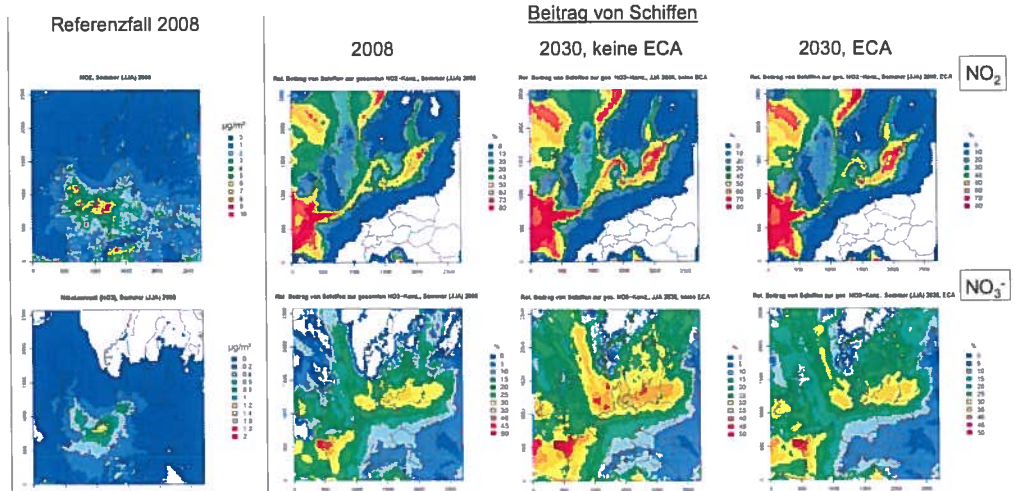
Projektionen von spezifischen Schiffsemissionen (pro Tonne Treibstoff) für SO_x (links) und NO_x (rechts), jeweils für Heavy Fuel Oil (HFO) and Marine Gas Oil (MGO) innerhalb und außerhalb von ECAs (Buhaug et al., 2009).



Luftschadstoffe

Der Beitrag von Schiffen zur NO₂- und Nitraaerosol (NO₃⁻)-Konzentration sind für das Referenzjahr 2008 und für 2030 gezeigt. Dabei wurden die Fälle mit und ohne Einführung eines Emissionskontrollgebiets für Stickoxide im Jahr 2016 betrachtet. Im Sommer tragen Schiffe in einigen Regionen 20-40 % zur Gesamtbelastung bei. Während das NO₂ meist nur die offene See und den unmittelbaren Küstenstreifen erreicht, können Nitraaerosole auch weit im Landesinneren erhöht sein. Die Beiträge von Schiffen zur NO₂- und NO₃⁻-Konzentration werden bis 2030 erheblich steigen, sollte keine Regulierung erfolgen.

Abb. 3: Beitrag von Schiffen zur atmosphärischen Konzentration von NO₂ (obere Reihe) und NO₃⁻ (untere Reihe) für 2008 und für die Szenarien im Jahr 2030 mit und ohne eine ECA ab 2016. Gezeigt sind Mittelwerte für Sommer (Juni, Juli, August, (JJA)). Die linke Spalte zeigt Absolutwerte für 2008.



Literatur:

- Aulinger, A. et al. 2015. *Atm. Chem. Phys. Disc* 15
- Bieser, J., et al. 2011. *Geosci. Model Dev.* 4, 47-68
- Buhaug, Ø. et al. 2009. Second IMO GHG Study, London, UK
- IMO 2008. MARPOL Annex VI
- http://www.imo.org/biast/blast/Data/Helper.asp?data_id=23780&ffname=178 (letzter Zugriff: 8. April 2015)
- Matthias, V. et al. 2015. *Atm. Chem. Phys. Disc* 15
- Smith, T., et al. 2014. Third IMO GHG Study, London, UK

Forschungsbedarf

- Bessere Erfassung des Schiffsverkehrs und der daraus resultierenden Emissionen auf der Nordsee
- Bestimmung spezifischer, lastabhängiger Emissionsfaktoren für Ruß und andere Partikel
- Hafenemissionen und ihre Auswirkungen auf die Luftqualität in Hafenstädten
- Regelmäßige Schadstoffmessungen an der Küste und an Schifffahrtsstraßen wie Elbe und Nord-Ostseekanal zur Erfassung des Schiffsbeitrags zur Gesamtbelastung