

Wie lange steht das Wasser in der westlichen Ostsee

Numerische Modellierung der westlichen Ostsee: Wasseraustausch und Belüftung

U. Gräwe, H. Buchard, Leibniz Institut für Ostseeforschung

Kurzgefasst

- Untersuchung von "Heat waves" in der westlichen Ostsee
- Untersuchung des Wassermassenalters im Nahküstenbereich
- Verknüpfung von wasserbaulichen Ansätze und physikalisch/ozeanographischen Ansätzen

Im Rahmen einer wissenschaftlich-technischen Kooperation zwischen dem IOW und der BAW soll untersucht werden wie sich die Veränderungen in der Hydrodynamik der westlichen Ostsee auf aus wasserbaulicher Sicht relevante Gebiete wie die Kieler Bucht und die Wismarer Bucht ausgewirkt haben. Wie wir bereits wissen, existiert die viel diskutierte "Stagnationsperiode" der Salzwassereinbrüche in die Ostsee nicht [1]. Trotzdem weisen die Einströme in die Ostsee eine hohe multi-jährliche Variabilität auf: viele kleine und mittlere Einströme und einige wenige Große. Diese Salzwassereinbrüche sorgen neben der Tiefenwasserbelüftung der zentralen Ostsee auch für einen beschleunigten Wasseraustausch in der Kieler Bucht und die Wismarer Bucht.

Neben den schon erwähnten Salzwassereinbrüchen, die vor allem barotrop angetrieben werden [1], existiert noch eine zweite Art von Einströmen, den Baroklinen. Diese baroklinen Einströme werden durch den salzinduzierten Druckgradienten zwischen dem salzigen Kattegat und salzarmen Arkona Becken angetrieben. Diese Einströme benötigen einen windarmen Zeitraum von ca. 14 Tagen, damit sich in den dänischen Straßen eine Zweischichtströmung aufbauen kann: Ausstrom an der Oberfläche und Einstrom am Boden. Die Volumen und Massenflüsse durch baroklinen Einströme sind relativ schwer zu bestimmen, das sie nicht mit Wasserstandsänderungen der Ostsee verbunden sind, um Volumenflüsse abzuschätzen. Modellstudien deuten darauf hin, das sie 15-20% der Salzflüssen in der Ostsee erklären können. Somit tragen auch die baroklinen Einströme zum Wasseraustausch und Belüftung der westlichen Ostsee bei.

In bisherigen Studien wurde vor allem auf den Wasseraustausch über die Darsser Schwelle und über die Drogden Schwelle fokussiert [2]. Der "Hitze"-Sommer 2018 und 2019 [3] hat aber gezeigt, dass

nicht nur der horizontale sondern auch der vertikale Wasseraustausch von großer Bedeutung für die Belt See, als auch die Kieler Bucht und die Mecklenburger Bucht ist. Durch den windarmen und heißen Sommer 2018, bildete sich eine starke vertikale Temperaturschichtung aus, die das sauerstoffarme Bodenwasser für über 3 Monate vom Oberflächenwasser entkoppelte und die damit einhergehende Sauerstoffarmut im Bodenwasser verstärkte.

Aktuelle Arbeiten zeigen, dass neben den großskaligen Einflüssen wie barotropen und baroklinen Einströmen, der lokale Wind Einfluss auf den Wasseraustausch im Nahküstenbereich hat. Hier kann der Wind durch Upwelling/Downwelling für einen vertikalen Wasseraustausch sorgen, aber auch die bestehende ästuarine Zirkulation verstärken oder sogar invertieren.

In dem hier gestellten Rechenzeitantrag soll der Wasseraustausch in der westlichen Ostsee für den Zeitraum 1980-2019 untersucht werden. Neben der Abschätzung von Volumen und Salzflüssen sollen zusätzlich Wasseralter-Tracern eingesetzt werden. Das Wasseralter (z.B. Zeit seit dem letzten Kontakt mit der Oberfläche) soll helfen, die Belüftung des Bodenwassers zu untersuchen und mögliche Veränderungen in den letzten 40 Jahren zu quantifizieren. Neben der physikalisch/ozeanographischen Betrachtung sollen mit Hilfe der BAW auch mögliche wasserbauliche Aspekte untersucht werden.

Mit Hilfe des numerischen Modells GETM, das am IOW betrieben und entwickelt wird, um die Hydrodynamik der Ostsee und der Nordsee und deren multi-dekadische Variabilität realitätsnah zu reproduzieren, soll eine hochaufgelöste Hindcast-Simulation der letzten 40 Jahre (1980-2019) durchgeführt werden. Dabei soll das Modell in 4-fach genesteter Weise auf den Bereich der Belt See fokussieren. Die Modell-Hierarchie ist dabei wie folgt aufgebaut:

1. Vertikal-integriertes Nordostatlantik-Modell (Auflösung 4km (mvk00030))
2. Drei-dimensionales Nordsee-Ostsee-Modell (Auflösung 1.8km (mvk00030))
3. Drei-dimensionales Modell der Westlichen Ostsee (Auflösung 600m (mvk00047))
4. Drei-dimensionales Lokalmodell mit Fokus auf die Belt See (Auflösung 200m)

Durch die angestrebte räumliche Auflösung von 200 m haben wir erstmals die zwischen baroklinen

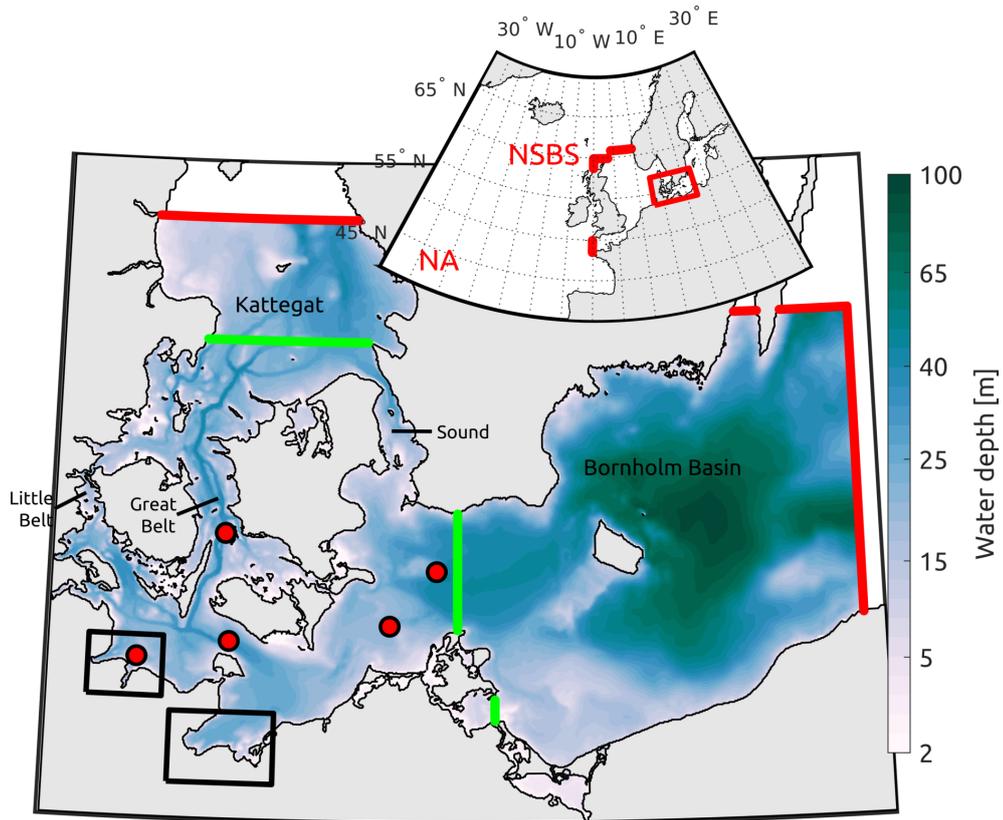


Abbildung 1: Überblick über die existierende genestete GETM-Modell-Hierarchie mit dem 4-Seemeilen-Modell für den Nordost-Atlantik (kleine Karte), dem 1-Seemeilen-Modell für Nordsee und Ostsee (NSBS) und dem 600-m-Modell für die Westliche Ostsee (WBS). Eine vierte Modellebene mit einer horizontalen Auflösung von 200 m soll im Rahmen dieses Projektes für den Großbereich der Belt See, der Dänischen Straßen und der Darsser Schwelle etabliert werden. Die roten Punkte markieren permanente Messtationen. Die beiden schwarzen Vierecke markieren die beiden Fokusgebiete Kieler Bucht und Mecklenburger Bucht.

und barotropen Einströme in die Ostsee zu unterscheiden. Das Modellsystem soll helfen die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Tragen barokline Einströme nur 20% zum gesamten Salztransport in die Ostsee bei?
2. Gab es Änderungen in "Marine Heatwaves"?
3. Welche Veränderungen gab und gibt es in der Bodenbelüftung und Verweildauer von Wassermassen?

[3] Naumann, M., Gräwe, U., Mohrholz, V., Kuss, J., Siegel, H., Waniek, J.J., Schulz-Bull, D.E., *Marine Science Reports*, (2018). doi: 10.12754/msr-2019-0110

WWW

<http://www.io-warnemuende.de>

Weitere Informationen

[1] Mohrholz, V., *Front. Mar. Sci*, **5**, 1–16, (2018). doi:10.3389/fmars.2018.00384

[2] Gräwe, U., Naumann, M., Mohrholz, V. Burchard, H., *J. Geophys. Res. Ocean*, **120**, 7676–7697, (2015). doi: 10.1002/2015JC011269