

Projekt: **845**

Berichtszeitraum: **01.01.2018 – 31.12.2018**

Projekttitel: **RACE – AP3.2: Klimaänderungen auf dem Nordwest-Europäischen Schelf**

Uwe Mikolajewicz (MPI), Moritz Mathis (MPI), Birgit Klein (BSH), Holger Klein (BSH)

Bisherige Ergebnisse unserer RACE-Simulationen mit dem hoch-auflösenden regional gekoppelten Ozean-Atmosphären-Modell MPIOM-HAMOCC-REMO haben gezeigt, dass aufgrund der starken Wechselwirkung zwischen dem Nordost-Atlantik und NWES mit deutlichen physikalischen und biogeochemischen Zustandsänderungen des Schelfs im 21. Jahrhundert zu rechnen ist. Für das Emissions-Szenario RCP8.5 ist außerdem angezeigt, dass sich gegen Ende des 21. Jahrhunderts ein Regimewechsel in der Dynamik des Nährstofftransportes vom offenen Nordost-Atlantik auf den NWES vollzieht (Mathis et al., 2018). Während unter heutigen klimatischen Bedingungen die winterliche Oberflächen-Nährstoffverteilung im Nordost-Atlantik höhere Werte zeigt als auf dem Schelf, kehrt sich dieses Verhältnis in den letzten Jahrzehnten des Jahrhunderts um (siehe Jahresbericht 2017). Der Grund dafür liegt in der durch Verfrischung und Erwärmung deutlich reduzierten winterlichen Deckschichttiefe im Nordost-Atlantik, wodurch weniger Nährstoffe aus angereicherten tieferen Wassermassen in die euphotische Zone gemischt werden. An der Schelfkante dagegen tritt ein vertikaler, aber zeitlich stark variierender Nährstofftransport auf, welcher die Verbindung zu nährstoffreichen Wassermassen unterhalb der Deckschicht aufrecht hält. Dieser Effekt beeinflusst das Nährstoffinventar auf dem Schelf und hat zur Folge, dass die allgemein projizierte Abnahme der Primärproduktion auf dem Schelf geringer ausfällt als bisher aufgrund der niedrigen Nährstoffkonzentrationen im Nordost-Atlantik zu erwarten war.

Projizierte Änderungen der winterlichen Deckschichttiefe berücksichtigen in der oben genannten RCP8.5-Simulation jedoch keine Süßwassereinträge in den subpolaren Atlantik durch das Abschmelzen des Grönland-Eisschildes. Andere Studien weisen darauf hin, dass eine entsprechende oberflächennahe Verringerung des Salzgehaltes bzw. der Dichte die vertikale Schichtung im Ozean zusätzlich verstärkt und dadurch die meridionale Umwälzzirkulation schwächt (Jungclaus et al., 2006; Mikolajewicz et al., 2007; Vizcaino et al., 2015). Um den Einfluss von grönländischem Schmelzwassereintrag auf die Deckschichttiefe des Nordost-Atlantiks und damit auf den Regimewechsel abschätzen zu können, wurden im vergangenen Berichtsjahr (2018) Experimente mit zusätzlichen Festland-Abflussraten an der Küste Grönlands durchgeführt.

Experiment	Grönland-Abflussrate 2000-2100	Grönland-Abflussrate 2101-2150
RCP8.5	0 Sv	0 Sv
RCP8.5 0.1 Sv	linearer Anstieg 0-0.1 Sv	konstant 0.1 Sv
RCP8.5 0.25 Sv	linearer Anstieg 0-0.25 Sv	konstant 0.25 Sv

In den Experimenten mit zusätzlichem Schmelzwassereintrag ist zu erkennen, dass die Verstärkung der Vertikalschichtung im Nordost-Atlantik zu einer Verstärkung der Nährstofffront zwischen dem offenen Ozean und dem NWES führt (Abb. 1). Die Prozesse und Mechanismen, die bei immer niedrigeren Nährstoffkonzentrationen im oberen Atlantik immer höhere Konzentrationen auf dem Schelf verursachen, sind Gegenstand aktueller Untersuchungen.

In den Experimenten mit grönländischem Schmelzwassereintrag ist außerdem angezeigt, dass die resultierende Stabilisierung der Wassersäule die erhöhte Nährstoffvariabilität an der Schelfkante früher im Jahrhundert einleitet als in der Simulation ohne Schmelzwassereintrag (Abb. 2). Darüber hinaus ist angezeigt, dass mit zunehmenden Schmelzwasserabflussraten auch die Intensität der Nährstoffvariabilität zunimmt. Ein Vergleich mit derjenigen RCP8.5-Simulation, auf deren Basis der Regimewechsel bisher untersucht wurde (Mathis et al., 2018), verdeutlicht jedoch, dass sowohl der zeitliche Übergang in das neue Regime als auch die Änderung der Intensität der Nährstoffvariabilität eine starke Abhängigkeit von der jeweiligen Realisation des RCP8.5-Szenarios aufweisen. Das bedeutet, dass die beteiligten Prozesse von einer hohen natürlichen Variabilität gekennzeichnet sind und daher eine statistisch robuste Analyse des Regimewechsels auf Basis von nur einer RCP8.5-Realisation nicht möglich ist. Die bestehenden hoch-aufgelösten MPIOM-HAMOCC-REMO-Simulationen mit und ohne grönländischen Schmelzwassereintrag sollen daher im kommenden Jahr zu einem konsistenten Ensemble erweitert werden.

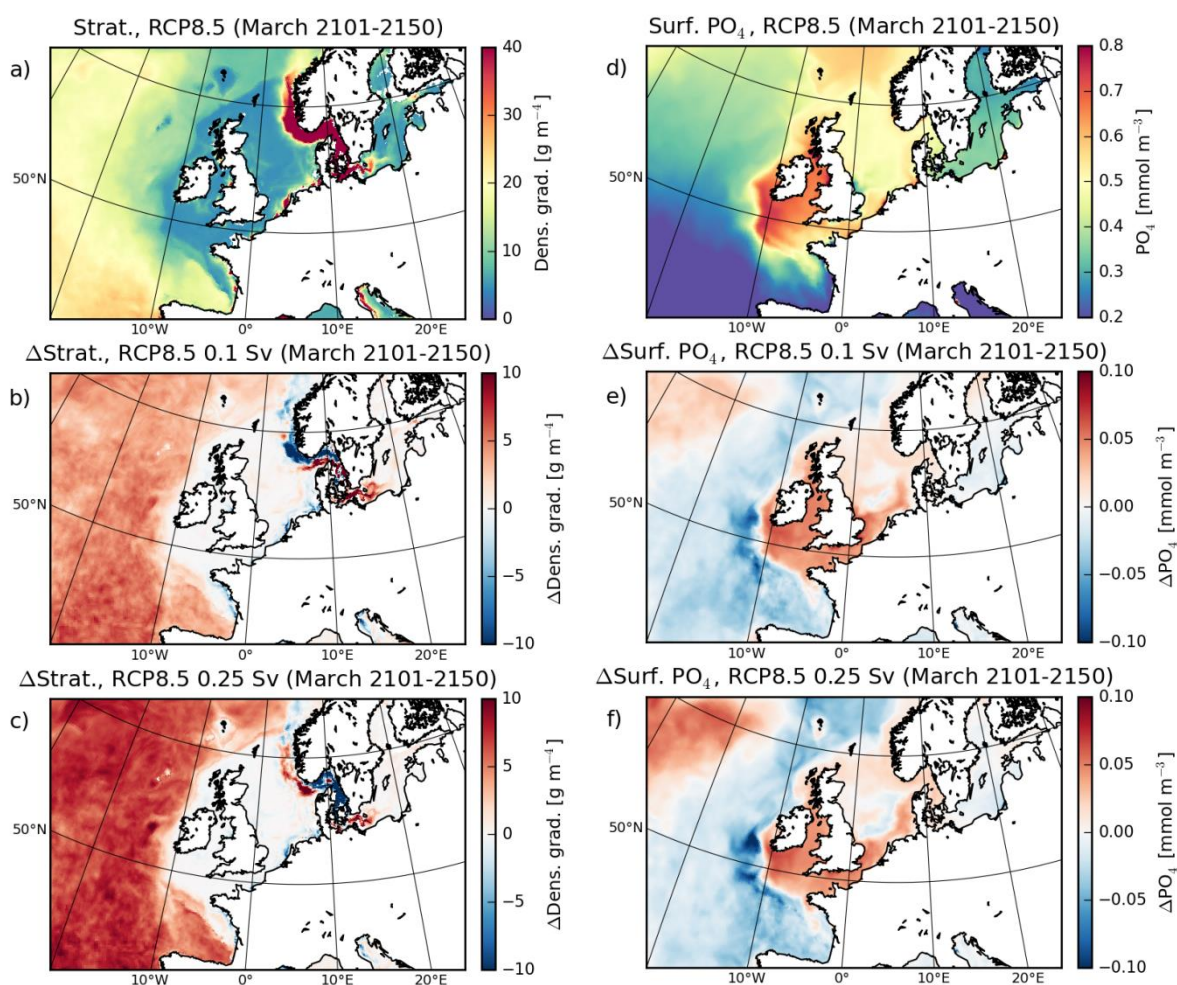


Abb. 1: Intensität der vertikalen Schichtung (a) und Oberflächen-Phosphatkonzentration (d) am Ende des Winters für den Zeitraum 2101-2150 des Szenarios RCP8.5 sowie relative Änderungen der Experimente mit grönländischem Schmelzwassereintrag (b-c und e-f).

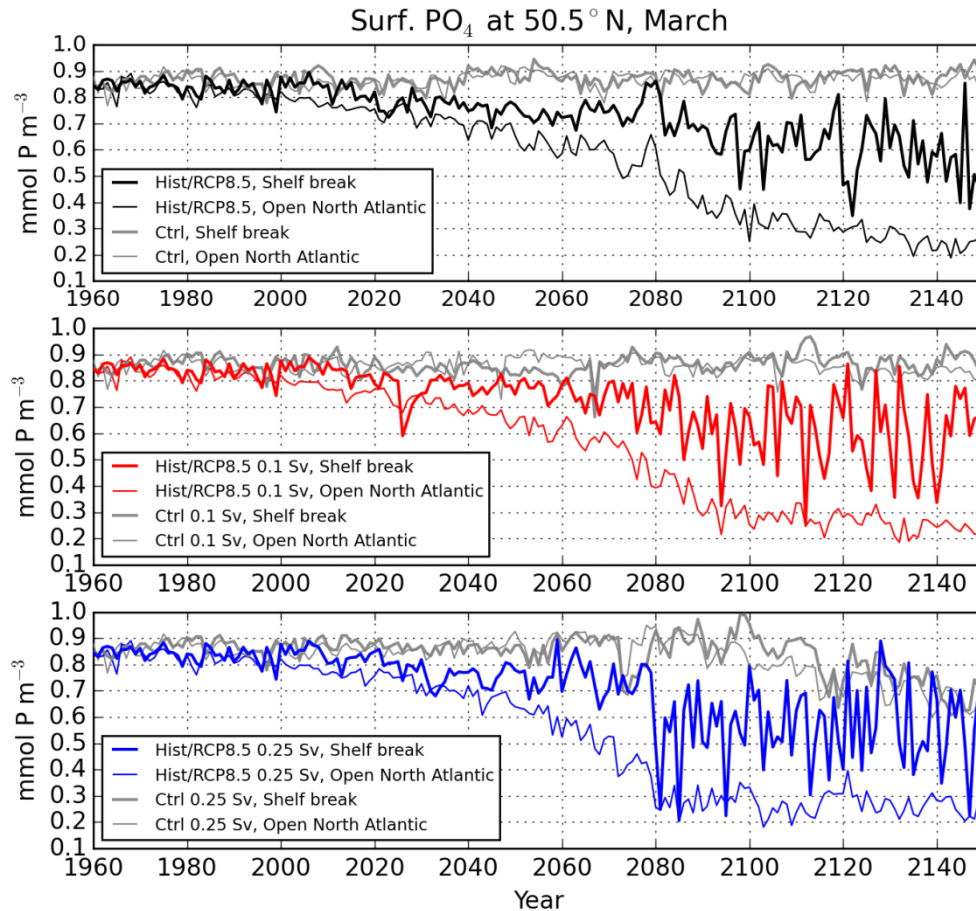


Abb. 2: Zeitreihen der Oberflächen-Phosphatkonzentration am Ende des Winters (März) auf 50.5°N für die historische Periode 1960-2005 sowie für die Periode 2006-2150 des Szenarios RCP8.5. Dicke Linien: Kontinentalhang (10-12°W). Dünne Linien: offener Nordost-Atlantik (15-20°W). Oben: Experiment ohne grönländischen Schmelzwassereintrag. Mitte: Experiment mit 0.1 Sv Schmelzwassereintrag. Unten: Experiment mit 0.25 Sv Schmelzwassereintrag (siehe Tabelle).

Literatur:

- Jungclaus, J. H., N. Fischer, H. Haak, K. Lohmann, J. Marotzke, D. Matei, U. Mikolajewicz, D. Notz, J.-S. von Storch (2013). *Characteristics of the ocean simulations in MPIOM, the ocean component of the MPI Earth System Model*. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 5, 422-446
- Mathis, M., A. Elizalde, U. Mikolajewicz (2018). *The future regime of Atlantic nutrient supply to the Northwest European Shelf*. Journal of Marine Systems (in press), doi:10.1016/j.jmarsys.2018.10.002
- Mikolajewicz, U., M. Vizcaíno, J. Jungclaus and G. Schurgers (2007). *Effect of ice sheet interactions in anthropogenic climate change simulations*. Geophysical Research Letters, 34, L18706, 5 pp
- Vizcaíno, M., U. Mikolajewicz, F. Ziemann, C. B. Rodehacke, R. Greve and M. R. van den Broeke (2015). *Coupled simulations of Greenland Ice Sheet and climate change up to A.D. 2300*. Geophysical Research Letters, 42, 3927 - 3935