

Aufbau eines regionalen Erdsystemmodells für Klimasimulationen im Ostseeraum

H.E.M. Meier, S.-E. Brunnabend, C. Frauen, M. Kniebusch, M. Placke, H. Radtke, F. Börgel, Institut für Physik, Universität Rostock und Sektion Physikalische Ozeanographie und Messtechnik, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Kurzgefasst

- Ein regionales Erdsystemmodell für Klimasimulationen im Ostseeraum soll aufgebaut werden.
- Dieses Projekt soll die Kopplung der einzelnen Komponenten des geplanten Klimasystemmodells technisch umsetzen.
- Mit dem gekoppelten Modell sollen verschiedene Fragestellungen, insbesondere zur Klärung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen im Klimageschehen, untersucht werden.

Werden in einem komplexen Ökosystem wie der Ostsee Veränderungen beobachtet, ist es nicht immer einfach deren Ursachen zu identifizieren, denn das System reagiert gleichzeitig auf die Veränderung verschiedener externer Rahmenbedingungen. So wird die beobachtete Vergrößerung der hypoxischen und anoxischen Gebiete in der Ostsee z.B. mit der globalen Erwärmung, einer veränderten Häufigkeit des Auftretens der atmosphärischen Bedingungen für Salzwassereinträge oder einer verzögerten Reaktion des Ökosystems auf die (bereits wieder reduzierten) Nährstoffeinträge durch die Flüsse in Verbindung gebracht. Große Einstromereignisse finden ungefähr alle ein bis zehn Jahre statt und tragen zur Steigerung der Sauerstoffkonzentration in der Ostsee bei.

Für die Beantwortung der Frage, ob und wie stark sich Veränderungen des Systems in Zukunft fortsetzen, ist die Kenntnis solcher Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge (Attribution) entscheidend. Insbesondere gilt das auch für die Frage, in welchem Maß sich der zukünftige Zustand der Ostsee durch regionale Maßnahmen verändern / verbessern lässt bzw. wie umfangreich die dafür nötigen Maßnahmen sein müssten.

Solche Fragen der Klimafolgenforschung werden üblicherweise mit großen Modellsystemen bearbeitet, in denen die Meeresströmungen und die ozeanische Biogeochemie auf einem Modellgitter berechnet werden. Sollen der Stoff- und Energiekreislauf geschlossen werden, muss außerdem die Atmosphäre im Modellsystem integriert sein. Ein solches

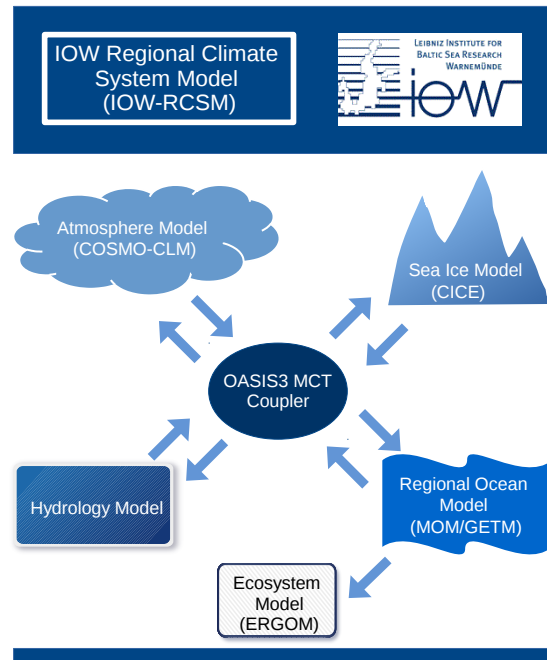


Abbildung 1: Regionales Klimasystemmodell für die Ostsee (IOW-RCSM)

Modellsystem gestattet dann auch, die gegenseitige Beeinflussung zwischen Meer und Atmosphäre zu berücksichtigen.

Am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) befindet sich derzeit ein solches gekoppeltes Klimasystemmodell in der Entwicklung. Der Aufbau des Modellsystems erfolgt schrittweise. Die hier beantragte Rechenzeit soll dem technischen Aufbau des regionalen Klimasystemmodells (Abbildung 1) und der Umsetzung erster klimarelevanter Modellsimulationen dienen.

Das regionale Klimasystemmodell wird mit Hilfe von OASIS3-MCT [6] gekoppelt. Eine erste Version des Klimasystemmodells, welches das Atmosphärenmodell COSMO-CLM [5] mit dem Ozeanmodell MOM-5 [3] verbindet, befindet sich derzeit in der Testphase des technischen Aufbaus. Das Modell MOM-5 wurde hier zunächst favorisiert, da es den Vorteil bietet, dass es bereits mit weiteren Modellkomponenten wie dem Meereismodell SIS [7] und dem Ökosystemmodell ERGOM [4] gekoppelt auf dem HLRN verwendet werden kann. Zusätzlich soll der Interpolationsfehler zwischen den verschiedenen Atmosphären- und Ozeangittern für verschiedene Interpolationsmethoden untersucht werden.

Nach erfolgreicher Kopplung und Kalibrierung sollen mit diesem regionalen Klimasystemmodell

zwei Modellsimulationen durchgeführt werden. Eine erste Simulation (MOM-5 8 Seemeilen / 25km COSMO-CLM) für die Jahre 1979-2017 soll der detaillierten Analyse von Differenzen in den Modellergebnissen im Vergleich zu Simulationsergebnissen aus einem nicht gekoppelten regionalen Ozeanmodell (bereits durchgeführt) und den am IOW verfügbaren Beobachtungsdaten dienen. Dieses Modellsetup soll anschliessend für Paläosimulationen verwendet werden (zunächst nicht Teil dieses Rechenzeitantrages). Die zweite Simulation (MOM-5 2 Seemeilen / 12.5km COSMO-CLM), ebenfalls für die Jahre 1979-2017, wird Teil einer Studie zu regionalen gekoppelten Modellen und koordinierten Experimenten, welche in Kooperation mit verschiedenen anderen Forschungseinrichtungen durchgeführt wird (https://www.baltic-earth.eu/organisation/bewg_coupledmod/).

Im Abrechnungszeitraum sollen zudem Prozessstudien mit dem Ozeanmodell GETM (General Estuarine Transport Model, [1],[2]) durchgeführt werden, die parallel zu der technischen Entwicklung des regionalen Klimasystemmodells verlaufen werden. Es sollen die Prozesse in den Dänischen Straßen, welche die einzige Verbindung der Ostsee zur Nordsee bilden, mit veränderlichem Wasserstand mit einer räumlich hoch aufgelösten Version des Modells GETM simuliert werden. Hierzu werden Simulationen mit verschiedenen räumlichen Auflösungen gerechnet. Mit einer Auflösung von 600m können längere Simulationszeiträume abgedeckt und folglich signifikante Signale aus den Modellergebnissen extrahiert werden. Mit einer höheren Modellauflösung von 200m können kleinskalige Prozesse, z. B. während Salzwassereinströmen, dargestellt werden und mögliche nichtlineare Effekte beim Wasseraustausch identifiziert und ggf. parametrisiert werden.

Außerdem soll mit Hilfe des Ozeanmodells GETM die Hydrographie der Ostsee untersucht und die Statistik kleinerer Einströme auf mögliche klimabedingte Veränderungen untersucht werden. Hierzu wird das Modellsetup optimiert, um die Prozesse der kleineren Einströme und den modellierten Salzgehalt in der nördlichen Ostsee besser darstellen zu können.

Ziel dieser Projektphase ist das erfolgreiche Testen und Kalibrieren des regionalen Klimasystemmodells und die erfolgreiche Durchführung der gekoppelten Simulationen. Außerdem soll das GETM Modell mit Hilfe von Prozessstudien für die Kopplung vorbereitet werden.

WWW

<http://www.io-warnemuende.de/markus-meier-en.html>

Weitere Informationen

[1] H. Burchard, Bolding, K., Villarreal, M. R.,

Three-dimensional modelling of estuarine turbidity maxima in a tidal estuary, *Ocean Dynamics*, **54**, (2), 250-265, (2004), doi: 10.1007/s10236-003-0073-4.

- [2] U. Gräwe, P. Holtermann, K. Klingbeil, H. Burchard, Advantages of vertically adaptive coordinates in numerical models of stratified shelf seas, *Ocean Modelling* **92**, 56-68 (2015). doi:10.1016/j.ocemod.2015.05.008.
- [3] S.M. Griffies, Elements of the Modular Ocean Model (MOM). *GFDL Ocean, Group Technical Report No. 7*, NOAA/Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, 618pp., (2012).
- [4] T. Neumann, Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, *Journal of Marine Systems, Journal of Marine Systems* **81**, 213-224 (2009), doi: 10.1016/j.jmarsys.2009.12.001.
- [5] B. Rockel, A. Will, A. Hense eds., Special issue Regional climate modelling with COSMO-CLM (CCLM), *Special issue Regional climate modelling with COSMO-CLM (CCLM). Met. Z.*, **17**, (2008), ISSN 0941-2948.
- [6] S. Valcke, T. Craig, L. Coquart, OASIS3-MCT User Guide, OASIS3-MCT 3.0, *Technical Report, TR/CMGC/15/38, CERFACS/CNRS SUC URA No 1875*, (2015), Toulouse, France.
- [7] M. Winton, *A reformulated three-layer sea ice model, Journal of Atmospheric and Ocean Technology*, **17**, 525-531, (2000), doi:10.1175/1520-0426(2000)017<0525:ARTLSI>2.0.CO;2.

Projektpartner

Sektion Physikalische Ozeanographie und Messtechnik, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Förderung

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)