

Projekt: 1035**Projekt-Titel:** BMBF-Projekt: ZUWEISS: 1,5°C-Ziel Und der Westantarktische EISSchild**Projekt-Leiter:** Tido Semmler (AWI)**Berichtsperiode:** 2018-01-01 to 2018-12-31

In diesem Projekt geht es darum, mit gekoppelten Atmosphären-Ozean-Meereis-Eisschildsimulationen die positiven Auswirkungen einer Beschränkung der globalen Erwärmung auf 1,5 Grad über präindustriellen Werten auf den antarktischen Eisschild zu bestimmen. Dazu hatte das BMBF einen Aufruf zu Projektvorschlägen veröffentlicht, um Ergebnisse zum Sonderbericht des IPCC zu den positiven Auswirkungen des Einhaltens des 1,5°-Zieles beizutragen. Wir hatten diesen Aufruf beantwortet und erfolgreich Mittel für zwei Postdocs eingeworben, die seit März/April 2017 am Projekt arbeiten.

In 2018 mussten wir zunächst die Simulationen mit dem Parallel Ice Sheet Model (PISM: Winkelmann et al., 2011; Martin et al., 2011) wiederholen, die wir bereits in 2017 gerechnet hatten. Grund dafür ist, dass wir ein schwerwiegendes Problem in den Simulationen gefunden hatten. Zusätzlich mussten wir noch weitere Entwicklungsarbeit in das PISM-Modell und unseren Ansatz, die CMIP5-Daten als Input für PISM zu nutzen, investieren. Insbesondere haben wir den Einfluss der Methode, den Niederschlag als Input für die Eisschildsimulationen zu verwenden, untersucht. Wir haben dabei herausgefunden, dass die Methode zur Vorgabe des Niederschlags darüber entscheiden kann, ob man einen positiven oder negativen Meeresspiegelbeitrag der Antarktis bekommt. Gängige Praxis ist zur Zeit, die Niederschlagsänderung über der Antarktis skaliert mit der globalen Temperaturänderung vorzuschreiben, z.B. gleichmäßig 5% mehr Niederschlag über der Antarktis bei einer globalen Temperaturzunahme von 1 K. Wir nutzen nun stattdessen die von den CMIP5-Modellen simulierten Niederschlagsänderungen, was durch eine Abschätzung paläoklimatischer Niederschlagsänderungen aus Eisbohrkernen aus verschiedenen antarktischen Regionen gerechtfertigt ist. Dies zeigt, dass die Eisschildmodellierung im Kontext von heutigen Klimaänderungen und Klimaänderungen der nahen Zukunft noch ziemlich in den Anfängen steckt und hier Entwicklungsarbeit notwendig ist. Wir werden unsere Ergebnisse zum Einfluss des Niederschlages zeitnah in Geophysical Research Letters veröffentlichen.

Zusätzlich haben wir das Finite Element Sea-ice Ocean Model FESOM, die Ozeankomponente von AWI-CM (Sidorenko et al., 2015, Rackow et al., 2016, Rackow et al., 2018), mit Kavernen im z-System getestet. Bis jetzt wurde FESOM nur mit Kavernen im sigma-System und ohne Kavernen im z-System verwendet. Wenn man FESOM im sigma-System rechnet, benötigt man extrem kleine Zeitschritte, da in den Kavernen nahe der Gründungslinie sehr hohe vertikale Auflösungen entstehen, die dann den maximal möglichen Zeitschritt durch das CFL-Kriterium bestimmen. Zeitschritte liegen in diesem Fall im 10s-Bereich. Deshalb ist die getestete Modellkonfiguration für das ZUWEISS-Projekt mit den langen AWI-CM-PISM-Läufen von entscheidender Bedeutung. In den Klimasimulationen für CMIP6 und HighResMIP mit AWI-CM liegt der Ozeanzeitschritt je nach Ozeanconfiguration bei 600 – 900 s. Einen Zeitschritt in dieser Größenordnung wollen wir für unsere gekoppelten AWI-CM-Simulationen auch verwenden. Der Vergleich der Ergebnisse zwischen den beiden FESOM-Versionen (z-System auf der einen Seite und sigma-System auf der anderen Seite) hat gezeigt, dass FESOM mit Berücksichtigung der

Kavernen im z-System nicht nur wegen des größeren Zeitschrittes deutlich schneller läuft als im sigma-System, sondern auch bessere Ergebnisse hinsichtlich der Zirkulation in den Kavernen gibt, was wir durch einen Vergleich mit jüngsten Messungen, die vom AWI durchgeführt worden sind, zeigen konnten. Eine Publikation darüber ist in Vorbereitung. Ebenfalls in Vorbereitung ist eine Publikation über den Einfluss eines möglichen Walles in der Amundsensee, der im Rahmen von Geoengineering-Überlegungen dazu dienen soll, den Eintrag von warmen Wasser in die Kavernen zu stoppen.

Das voll gekoppelte System AWI-CM-PISM ist inzwischen technisch ausgiebig getestet worden und soll in den nächsten Monaten in ersten Test-Klimasimulationen angewendet werden. Im folgenden Jahr sollen dann die ursprünglich für 2017 geplanten gekoppelten Produktionsläufe durchgeführt werden. Auch wenn das BMBF-Projekt bereits Ende Februar 2019 endet, wollen wir die geplanten Szenarien im gesamten Verlauf des Jahres 2019 durchführen und unterstützen die Wissenschaftler aus AWI-Haushaltsmitteln. Die Einbeziehung der Einflüsse der Eisschilde im globalen Klimasystem ist wegen der möglichen nichtlinearen Effekte extrem relevant für die weitere Entwicklung unseres Klimasystems und sollte daher in folgenden IPCC-Berichten und in den zugrundeliegenden Modellsimulationen berücksichtigt werden, weshalb die hier geplanten Prototyp-Simulationen gerechtfertigt sind.

Literatur

Martin, M. A., R. Winkelmann, M. Haseloff, T. Albrecht, E. Bueler, C. Khroulev, and A. Levermann, 2011: The Potsdam Parallel Ice Sheet Model (PISM-PIK) – Part II: Dynamic equilibrium simulation of the Antarctic ice sheet. *The Cryosphere*, 5, 727-740, doi: 10.5194/tc-5-727-2011.

Rackow, T., H. F. Goessling, T. Jung, D. Sidorenko, T. Semmler, D. Barbi, and D. Handorf (2016): Towards multi-resolution global climate modeling with ECHAM6-FESOM. Part II: climate variability. *Clim Dyn*, doi:10.1007/s00382-016-3192-6.

Rackow, T., D. Sein, T. Semmler, S. Danilov, N. Koldunov, D. Sidorenko, Q. Wang, and T. Jung (2018): Sensitivity of deep ocean biases to horizontal resolution in prototype CMIP6 simulations with AWI-CM 1.0. *Geoscientific Model Development Discussions*, doi: 10.5194/gmd-2018-192.

Sidorenko, D., T. Rackow., T. Jung, T. Semmler, D. Barbi, S. Danilov, K. Dethloff, W. Dorn, K. Fieg, H. F. Goessling, D. Handorf, S. Harig, W. Hiller, S. Juricke, M. Losch, J. Schröter, D. V. Sein, and Q. Wang (2015): Towards multi-resolution global climate modeling with ECHAM6-FESOM. Part I: model formulation and mean climate. *Clim Dyn* 44: 757. doi:10.1007/s00382-014-2290-6

Winkelmann, R., M. A. Martin, M. Haseloff, T. Albrecht, E. Bueler, C. Khroulev, and A. Levermann: The Potsdam Parallel Ice Sheet Model (PISM-PIK). Part I: Model description. *The Cryosphere*, 5, 715-726. Doi: 10.5194/tc-5-715-2011.