

**Projekt-Titel:** BMBF-Projekt: ZUWEISS: 1,5°C-Ziel Und der Westantarktische EISSchild  
**Projekt-Leiter:** Tido Semmler (AWI)  
**Antragsperiode:** 01.01.2017 – 31.12.2017

## **Motivation und Beschreibung der geplanten Simulationen**

Das BMBF hat einen Aufruf zu Projektvorschlägen veröffentlicht, um Ergebnisse zum Sonderbericht des IPCC zu den positiven Auswirkungen des Einhaltens des 1,5°-Zieles beizutragen. Hierbei gibt es einen sehr engen Zeitplan, da Veröffentlichungen dazu bereits in der zweiten Jahreshälfte von 2017 eingereicht sein müssen, um in den IPCC-Sonderbericht eingehen zu können.

Am AWI planen wir, Atmosphären-Ozean-Meereis-Eisschildsimulationen mit dem an das AWI-CM (AWI-Climate Model bestehend aus ECHAM6.3 für Atmosphäre und Land sowie FESOM für Ozean und Meereis: Sidorenko et al., 2015; Rackow et al., 2016) gekoppelten PISM (Parallel Ice Sheet Model: Winkelmann et al., 2011; Martin et al., 2011) durchzuführen, um zu untersuchen, ob durch das Einhalten des 1,5°-Zieles ein irreversibler Verlust des Westantarktischen Eisschildes verhindert werden kann. Es gibt Hinweise, dass in der letzten Warmzeit vor 125.000 Jahren bei einer Erhöhung der polaren Oberflächentemperatur von etwa 2°C ein Kollaps der Westantarktis stattgefunden hat (z.B. Capron et al., 2014; Sutter et al., 2016; Pfeiffer und Lohmann, 2016), so dass die Frage berechtigt ist, ob das bei einem Anstieg der globalen Mitteltemperatur von mehr als 1,5°C bzw. der polaren Mitteltemperatur von mehr als 2°C wieder passieren könnte. Dies könnte verheerende Konsequenzen für vulnerable Küstenregionen haben, da dies in den nächsten 1000 Jahren einen zusätzlichen Anstieg des globalen Meeresspiegels von etwa 3 bis 5 Metern bedeuten würde.

In Experimenten, in denen Wechselwirkungen zwischen Ozean und Schelfeis mit einem regionalen gekoppelten Eis-Ozean-Modell für das Filchner-Ronne-Schelfeis simuliert worden sind (Hellmer et al., 2012), kommt es im sich erwärmenden Klima zu einer veränderten Ozeanzirkulation, die wärmeres Wasser an die Unterkante des Schelfeises transportiert und bereits in diesem Jahrhundert zur Schmelze des Schelfeises von unten von 4 m pro Jahr führen kann. Der zusätzliche Frischwassereintrag verändert die Ozeanzirkulation weiter und verstärkt den Schmelzprozess, so dass man von einer positiven Rückkopplung sprechen kann. Dies zusammen mit den Untersuchungen zur letzten Warmzeit zeigt, dass es relevant ist, die zukünftige Entwicklung des Westantarktischen Eisschildes für die nächsten Jahrhunderte zu untersuchen. Dazu planen wir jahrhundertelange globale gekoppelte Simulationen (das Eisschildmodell ist auf die Antarktis beschränkt), die eine im selben Projekt geplante Untersuchung mit Eisschildmodellsimulationen angetrieben mit verschiedenen CMIP5-Modellen ergänzt.

Die Idee ist es, für die gekoppelten Simulationen Emissionsszenarien anzuwenden, bei denen die globale Mitteltemperatur um etwa 1,5°C und etwa 2°C ansteigt, und mit einem business-as-usual Szenario zu vergleichen, bei denen die globale Mitteltemperatur um etwa 4°C ansteigt. Die Simulationen sollen nach dem HighResMIP-Protokoll (Haarsma et al., 2016) durchgeführt werden, aber nicht nur von 1950 bis 2050 laufen, sondern bis 2400 verlängert werden, da Änderungen im Eisschild auf Zeitskalen von mehreren hundert Jahren passieren.

AWI-CM ist ein gut geeignetes Werkzeug für mit einem Eisschildmodell gekoppelte Simulationen, da durch die flexible Gitterstruktur in der Ozeankomponente FESOM im zirkumantarktischen Raum horizontale Auflösungen von 5 bis 10 km erreicht werden können, während in dynamisch weniger aktiven Gebieten wie den subtropischen Ozeanen gröbere Auflösungen gewählt werden können. In den DKRZ-Projekten bk0988 (CMIP6) und bm0944 (PRIMAVERA) konnten wir zeigen, dass eine im westlichen und nördlichen Nordatlantik regional erhöhte Auflösung im Ozean den Tiefenbias im Nordatlantik mehr als halbieren kann. Außerdem ist die Lage des Golfstroms / Nordatlantikstroms erheblich besser wiedergegeben, was auch den Oberflächen-Kalt-Bias im subpolaren Wirbel reduziert. Weiterhin hat die Einführung des vertikalen Vermischungsschemas KPP für die Grenzschicht statt des bisher verwendeten einfachen PP-Schemas eine Verbesserung der Ergebnisse ergeben. Insbesondere ist das Problem des sporadischen Überfrierens der Labrador-See behoben. Ergebnisse sind in den Projektberichten bk0988 und bm0944 für 2016 beschrieben. Damit ist der im Vergleich zu anderen Klimamodellen höhere Rechenzeitbedarf gerechtfertigt.

Das Eisschildmodell PISM wird in einer Auflösung von 5 bis 10 km gerechnet werden und somit von der Auflösung her zum Ozean-Gitter passen. Dadurch wird es zum ersten Mal möglich sein, Ozean-Schelfeis-Wechselwirkungen in hoher horizontaler Auflösung und in globalem Kontext über Klimazeitskalen zu simulieren. Wir werden damit herausfinden, ob die in Hellmer et al. (2012) gefundenen Wechselwirkungen modellunabhängig sind und ob es globale Auswirkungen der lokal geänderten Ozeanzirkulation gibt. Die Simulationen werden auch für HighResMIP verwendet, da sie für 1950 bis 2050 nach dem HighResMIP-Protokoll durchgeführt werden. Damit werden die Simulationen und daraus hervorgehenden Publikationen zusätzliche internationale Aufmerksamkeit erlangen und die Daten werden für Wissenschaftler weltweit verfügbar gemacht werden. Ferner werden die Simulationen nicht nur im Hinblick auf den antarktischen Eisschild untersucht, sondern auch im Hinblick auf globale Veränderungen der ozeanischen und atmosphärischen Zirkulation bei zusätzlicher Berücksichtigung des Frischwassereintrages vom antarktischen Eisschild. Simulationen können mit Simulationen ohne den Einfluss vom antarktischen Eisschild verglichen werden.

Alle unten aufgeführten Simulationen werden in der Atmosphäre mit T127L95-Auflösung, im Ozean mit etwa 1,3 Millionen Gitterpunkten und im Eisschild mit 5-10 km horizontaler Auflösung gerechnet. FESOM skaliert bei einem Gitter mit 1,3 Millionen 2D-Gitterpunkten bis zu 100 Knoten gut und ECHAM6.3 bei einer Auflösung von T127L95 bis zu 50 Knoten. Die Kopplung mit dem Eisschildmodell PISM testen wir zur Zeit. Wir werden vor dem Start der Produktionsläufe die optimale Verteilung der Rechenknoten testen. Die Speicherplatzanforderung bezieht sich sowohl auf Lustre work als auch auf doku, da wir die Simulationen aufgrund der Zeitknappheit weitgehend parallel durchführen werden, so dass die gesamten Daten gleichzeitig auf Lustre work liegen und zur Auswertung bereit sein müssen, und da die gesamten Daten nicht nur im Rahmen des BMBF-Projektes sondern auch im Rahmen von HighResMIP in CMIP6 für mindestens 10 Jahre verfügbar sein sollen.