

Wieviel Eis wächst im Computer?

Modellierung des Einsetzens der letzten Eiszeit

M. Prange, D. Latinovic, M. Schulz, MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen

Kurzgefasst

- Das Einsetzen der letzten Eiszeit vor ca. 115 000 Jahren vor heute stellt eine Schlüsselperiode für vergangene globale Klimaveränderungen dar.
- Zur Untersuchung der glazialen Einsetzphase werden gekoppelte Klima-Eisschild-Simulationen für das Zeitintervall 120 000 bis 85 000 Jahre vor heute durchgeführt.
- Das gekoppelte Modellsystem besteht aus dem dynamisch-thermodynamischen Eisschildmodell PISM und dem komplexen Klimamodell CESM.

Für das letzte Interglazial im Marinen Isotopenstadium (MIS) 5.5 vor ca. 125 ka (tausend Jahren vor heute) wurde eine globale Mitteltemperatur von fast einem Grad Celsius über dem vorindustriellen Wert rekonstruiert. Aufgrund teilweise geschmolzener Eisschilde in Grönland und der Antarktis lag der globale Meeresspiegel mit hoher Wahrscheinlichkeit 6-9 Meter über dem heutigen Niveau. Gegen Ende des MIS 5.5, zwischen ca. 120 und 115 ka, führte Abkühlung in den hohen Breiten aufgrund veränderter Erdbitalparameter schließlich zu einem Ende des Interglazials und dem ersten Anwachsen der Eisschilde. Dabei konnten mehrere Phasen des Einsetzens der Eiszeit rekonstruiert werden. Die sommerliche Sonneneinstrahlung nahm nach 127 ka kontinuierlich ab (Abb. 1). Das Oberflächenwasser im subpolaren Nordatlantik begann um 122-120 ka abzukühlen, ebenso wie die Temperaturen über den Eisschildder Grönlands und der Antarktis. Die Vereisung der hohen Breiten intensivierte sich zwischen 118 und 113 ka, während die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration erst verzögert um ca. 115 ka abnahm. Ein deutliches Abfallen des Meeresspiegels zeigt in diesem Zeitraum signifikantes Eiswachstum über den Kontinenten an. Für 110 ka wurde schließlich ein erster Meeresspiegel-Tiefstand von ca. 30 m unter dem heutigen Niveau rekonstruiert (Abb. 1). Eisschild-Rekonstruktionen weisen dabei auf erste signifikante Vereisungen im Nordosten Kanadas und der Barents-Kara-See-Region hin.

Eine wesentliche Herausforderung für das Verständnis von Klimavariabilität auf langen Zeitskalen hängt mit Mechanismen und Rückkopplungsprozessen im Erdsystem während des Einsetzens vergangener Eiszeiten zusammen. Obgleich Klimamodelle

in der Lage sind, eine Abkühlung der hohen Breiten gegen Ende des MIS 5.5 zu simulieren ist unklar, ob diese Abkühlungen hinsichtlich ihrer Stärke, räumlichen Verteilung und zeitlichen Entwicklung realistisch simuliert werden, und ob folglich mit Eisschildmodellen gekoppelte Klimamodelle die rekonstruierten Vergletscherungen und die damit verbundenen Meeresspiegeländerungen reproduzieren können.

Unser Ziel in diesem Projekt ist es, mit einem komplexen Klimamodell (CESM1.2) gekoppelt an das Eisschildmodell PISM v1.2 die Phase des Einsetzens der letzten Eiszeit zu simulieren und dabei wichtige Rückkopplungsprozesse zu identifizieren. Obgleich ein Hauptaugenmerk auf das Zeitintervall der stärksten Meeresspiegeländerung (120-110 ka) liegt, soll die gesamte Phase vom Ende des MIS 5.5 bis zum Beginn des MIS 5.1 (120-85 ka) modelliert und untersucht werden. Hierbei stellt sich die Frage, ob und wie das gekoppelte Modell Eisschilde während des sommerlichen Einstrahlungsmaximums um 105 ka aufrechterhalten kann, wenn die Massenbilanz für einige tausend Jahre vermutlich negativ wird, um schließlich ein noch größeres (relativ zu MIS 5.4) Eisvolumen während des MIS 5.2 zu simulieren, für das es neben Meeresspiegelrekonstruktionen auch geomorphologische Hinweise gibt.

Das Modell wird mit einer horizontalen Auflösung von ca. 2 Grad für das Atmosphären-/Landmodellgitter betrieben, während das Ozean-/Meereisgitter eine räumlich variable Gitterweite von ca. 1 Grad in zonaler und bis zu 0,3 Grad in meridionaler Richtung besitzt. Die vertikale Darstellung des Atmosphärenmodells umfasst 30 Schichten, der Ozean wird mit 60 Niveaus in der Vertikalen diskretisiert. Das Eisschildmodell verwendet ein 20-km-

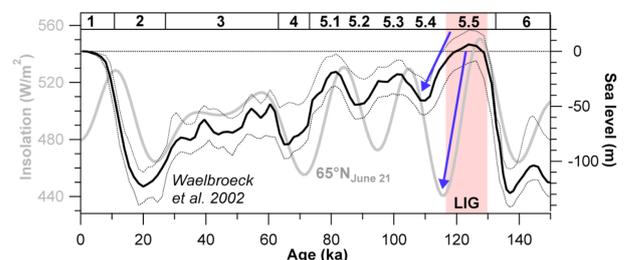


Abbildung 1: Rekonstruktion des globalen Meeresspiegels (schwarz) mit Unsicherheiten (gepunktet) über die letzten 150 000 Jahre. Darüber geplottet ist die sommerliche boreale Sonneneinstrahlung (grau). Das letzte Interglazial (LIG) ist rosa gekennzeichnet. Die blauen Pfeile heben die Abnahmen im Meeresspiegel und der solaren Einstrahlung am Ende des LIG hervor. Die verschiedenen Marinen Isotopenstadien (MIS) sind am oberen Rand der Abbildung angegeben (MIS 1 bis MIS 6).

Gitter. Zur Untersuchung des raumzeitlichen Aufbauverhaltens der nordhemisphärischen Eisschilde und Wechselwirkungen mit dem Atmosphäre-Ozean-System werden transiente Simulationen durchgeführt. Mittels einer asynchronen Koppelungstechnik können rechenzeitsparende beschleunigte Modeläufe durchgeführt werden.

Das Projekt ist Teil der durch das BMBF-finanzierten nationalen Klimamodellierungsinitiative PalMod-II.

WWW

<https://www.palmod.de>

Weitere Informationen

[1] <https://www.palmod.de>

Projektpartner

AWI (Bremerhaven), PIK (Potsdam), MPI-M (Hamburg), Memorial University (Newfoundland, Kanada), NTNU (Norwegian University of Science and Technology, Trondheim), National Center for Atmospheric Research (Boulder, USA)

Förderung

BMBF