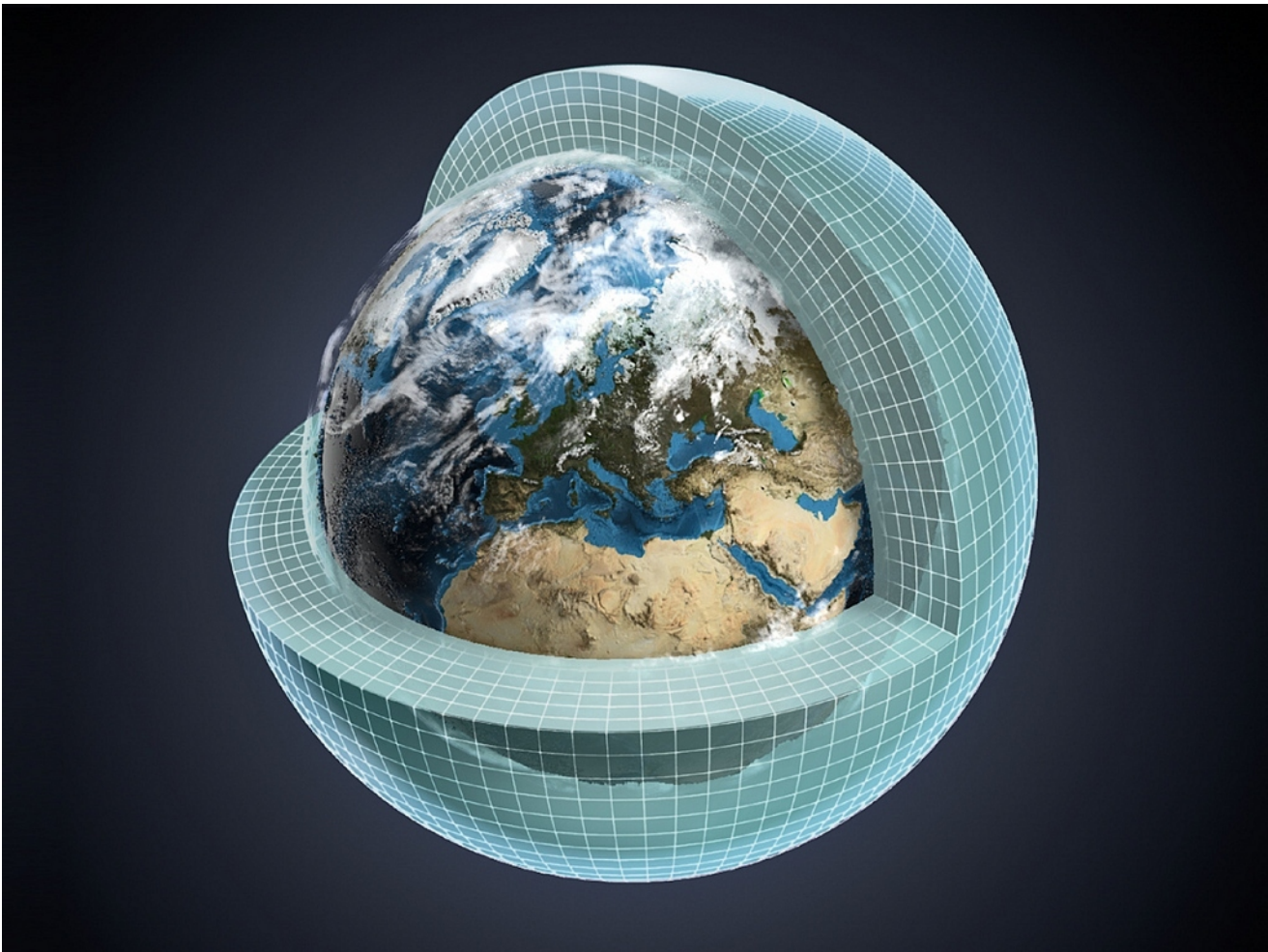


## Neues Klimamodell für den Weltklimarat



Klimaforscher vom Alfred-Wegener-Institut beliefern jetzt erstmals die Datenbank für den Weltklimarat direkt mit Ergebnissen aus ihren globalen Computermodellierungen. Die Daten sind von besonderem Interesse, weil das zugrundeliegende, am AWI entwickelte Modell das Meereis und die Ozeane deutlich besser auflöst als herkömmliche Verfahren. Die Ergebnisse werden weltweit von Klimawissenschaftlern und Stakeholdern genutzt, um die Folgen des Klimawandels für den Menschen und die Natur zu bestimmen.

Wie stark wird sich die Erde in den kommenden Jahrzehnten durch den Klimawandel aufheizen? Wie wird sich dadurch unsere Welt verändern? Diese gehören zu den wohl drängendsten Fragen unserer Zeit. Weltweit versuchen Forscherinnen und Forscher mit Klimarechenmodellen eine Antwort darauf zu finden. Doch das Klima der Erde ist eine ausgesprochen komplexe Angelegenheit und dessen Modellierung auf Supercomputern schwierig. Jedes Klimamodell hat seine Stärken und Schwächen. Um die Entwicklung des künftigen Klimas besser abschätzen zu können, werden deshalb weltweit die Ergebnisse vieler verschiedener Klimamodelle miteinander verglichen. Denn im Vergleich wird deutlich, welcher Klimatrend am wahrscheinlichsten ist und mit welchen Unsicherheiten die Prognosen behaftet sind. An diesem aufwendigen internationalen Vergleich, dem sogenannten Coupled Model Intercomparison Project (CMIP), sind weltweit insgesamt rund 50 Forschungseinrichtungen beteiligt. Das Projekt ist von enormer Bedeutung, weil die Ergebnisse in eine internationale Datenbank einfließen und die Grundlage für den neuen großen Bericht des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) bilden, der im Jahr 2021 erscheinen wird ? des 6. Sachstandsberichts (Sixth Assessment Reports, AR6).

Nur drei Institutionen aus Deutschland

Erstmals ist jetzt auch das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) mit einem eigenen Modell an diesem wichtigen internationalen Vergleichsprojekt beteiligt. Erst vor wenigen Tagen haben die AWI-Forscherinnen und Forscher die ersten ausführlichen Ergebnisse ihrer Klimarechnungen in die internationale CMIP-Datenbank eingestellt. "Es ist schon etwas Besonderes, zu jenen Institutionen zu gehören, die direkt einen wichtigen Beitrag zur Datenbasis für den kommenden Weltklimabericht liefern", sagt der Meteorologe Dr. Tido Semmler, der für das AWI die Arbeit im internationalen Vergleichsprojekt CMIP koordiniert. "Aus Deutschland sind nur drei Forschungseinrichtungen dabei - das Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und wir." Zudem spielt das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) in Hamburg eine zentrale Rolle, da es den drei Institutionen Rechenzeit und Speicherplatz zur Verfügung stellt sowie Unterstützung bei der Durchführung der Simulationen und Bereitstellung der Daten gibt.

Dass das AWI jetzt erstmals dabei ist, hat einen besonderen Grund: Die Experten setzen eine neue und bislang kaum verbreitete Methode ein, um das Klima zu simulieren - ein sogenanntes "unstrukturiertes Gitter", was in der Klimaforschung einer kleinen Revolution gleichkommt. Denn bisher arbeiten fast alle Forschungsgruppen der Welt mit sogenannten "strukturierten Gittern". Das Prinzip dieser Gitter ist schnell erklärt: Da die Modellierung des Klimas weltweit viel zu komplex ist, teilen Klimaforscher die Erde und die Atmosphäre in Gitterboxen auf, Würfel mit einer Kantenlänge von üblicherweise 100 Kilometern. In diesen Gitterboxen lassen sich die biologischen, chemischen und physikalischen Vorgänge, die das Klima beeinflussen, mithilfe von Supercomputern berechnen. Ein Problem besteht aber darin, dass eine Kantenlänge von 100 Kilometern viel zu grob ist, um wichtige Prozesse direkt zu berücksichtigen - etwa die wenige Kilometer großen Ozeanwirbel im Golfstrom oder andere wichtige Meeresströmungen, die zu verstärktem Austausch von Wärme und Feuchtigkeit zwischen der Atmosphäre und dem Meer führen. Viele Klimamodelle können daher den Verlauf des Golfstroms nicht naturgetreu nachbilden. Der Golfstrom entspringt im Golf von Mexiko, wandert an der Küste Floridas gen Norden und zweigt dann nach Osten Richtung Europa ab. In vielen Modellen bewegt sich der Strom aber viel zu weit nach Norden durch die fehlende Berücksichtigung der kleinen Wirbel.

### Ein Netz, das sich anpassen lässt

Ideal wäre ein feineres globales Gitternetz mit einer Maschenweite von nur zehn Kilometern oder weniger. Damit würde sich die Zahl der Einzelrechnungen aber vervielfachen. Selbst für Klimasimulationen, die nur wenige Jahre überspannen, würde ein Großrechner Wochen benötigen. Die Experten vom AWI aber haben mit dem "unstrukturierten Gitter" eine Alternative entwickelt. Bei diesem Gitter lassen sich die Gitterboxen für bestimmte ausgewählte und wichtige Gebiete verkleinern - etwa auf zehn Kilometer. Während das Klima für den ganzen Globus mit Gitterboxen normaler Kantenlänge gerechnet wird, zoomt man sich mit dem flexibel anpassbaren Gitter gewissermaßen in bestimmte Gebiete wie den Golfstrom hinein. Mit dem unstrukturierten Gitter hat die Klimamodellierung nun eine neue interessante Dimension bekommen, die für den CMIP-Prozess sehr wichtig ist.

### Ein einzigartiger direkter Vergleich

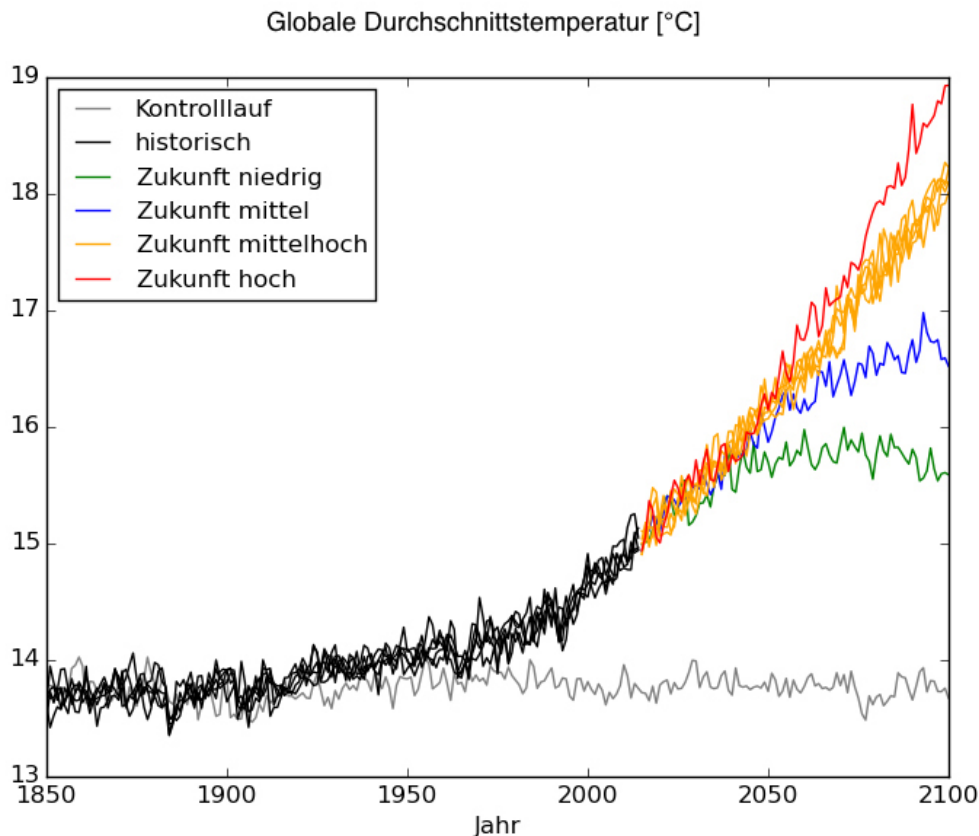
"Für Klimamodellierungen kombiniert man in der Regel verschiedene Modelle, die unterschiedliche Dinge berechnen - beispielsweise ein Modell, das im Detail den Ozean modelliert und ein zweites, das die Vorgänge in der Atmosphäre beschreibt", sagt Tido Semmler. "Das unstrukturierte Gitter kommt in dem von uns entwickelten Ozeanmodell FESOM zum Einsatz. Für die Atmosphäre hingegen nutzen wir ein herkömmliches strukturiertes Modell, das am Max-Planck-Institut für Meteorologie entwickelt worden ist." Und das macht den Vergleich im Rahmen von CMIP besonders interessant: Das Max-Planck-Institut für Meteorologie nämlich koppelt das Atmosphärenmodell mit seinem eigenen Ozeanmodell, das auf einem herkömmlichen strukturierten Gitter basiert. Die Kollegen vom AWI aber verbinden das Atmosphärenmodell mit ihrem Ozeanmodell, in dem das unstrukturierte Gitter arbeitet. "Die CMIP-Partner und wir sind sehr gespannt auf den direkten Vergleich dieser Ergebnisse", sagt Tido Semmler.

### Wichtige Daten für die Klimafolgenforschung

Die Ergebnisse der rund 50 Klimamodelle, die das AWI und die anderen CMIP-Partner aktuell in die internationale Datenbank einspeisen, werden in den kommenden zwei Jahren von vielen anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern genutzt werden. Vor allem jenen Experten, die sich mit den Folgen für den Menschen und die Lebensräume der Erde befassen. Diese Forschungsergebnisse wiederum werden dann die Grundlage für die Berichte des Weltklimarates sein; des 6. Sachstandsberichts,

und auch des zusammenfassenden Berichts des Weltklimarates, des Synthesis-Reports, der vor allem Empfehlungen für die Politik enthalten wird.

### Beispielhafte Ergebnisse aus der Modellrechnung (Grafik)



Entwicklung der globalen Mitteltemperatur von 1850 bis 2100 nach Berechnungen mit dem neuen AWI-Klimamodell

Das AWI-Klimamodell enthält die wesentlichen natürlichen Treiber der Erdtemperatur wie solare Einstrahlung, natürliche Treibhausgas- und Aerosolkonzentrationen und vulkanische Aerosole. Die graue Linie steht für den Kontrolllauf mit diesen natürlichen Treibern und Treibhausgaskonzentrationen aus dem Jahr 1850 von 284 ppm CO<sub>2</sub>. Die schwarzen Linien zeigen die historische Entwicklung der globalen Mitteltemperatur mit sich erhöhenden Treibhausgaskonzentrationen ab 1850 bis zu 400 ppm CO<sub>2</sub> heute, die zu einer globalen Netto-Erwärmung von etwa 1 °C geführt haben. Die farbigen Linien zeigen die mögliche zukünftige Entwicklung der globalen Mitteltemperatur je nach Emissionsszenario.

Die Schwankungen in den Linien geben die natürlichen Variationen in der globalen Mitteltemperatur wieder, die es auch ohne Ausstoß von Treibhausgasen gibt. Im Falle der historischen Entwicklung (schwarze Linien) und des mittelhohen Szenarios (etwa 4 °C Erwärmung bei 871 ppm CO<sub>2</sub> in 2100) für die Zukunft (gelbe Linien) sind jeweils mehrere Rechnungen durchgeführt worden, um die Unsicherheit in den Ergebnissen abzuschätzen. Die AWI-Berechnungen haben eine Schwankungsbreite von etwa einem halben Grad Celsius. Es wird klar, dass die verschiedenen Simulationen sehr ähnliche Ergebnisse liefern und damit die Ergebnisse robust sind.

Für das niedrige Emissionsszenario (445 ppm CO<sub>2</sub> in 2100) müssen starke Anstrengungen unternommen werden, den Ausstoß der Treibhausgase zu reduzieren, so dass der Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf 2 °C begrenzt werden kann; beim hohen

Emissionsszenario (1142 ppm CO<sub>2</sub> in 2100) wird davon ausgegangen, dass es keine Bemühungen gibt, den Ausstoß der Treibhausgase zu reduzieren, so dass der Anstieg der globalen