

STORM – Entwicklung eines hochauflösenden Klimamodells

Dr. Jin-Song von Storch, Gruppenleiterin in der Abteilung „Ozean im Erdsystem“ am Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M), und ihre Kollegen vom MPI-M und der Universität Hamburg haben erstmals mit einem wirbelauflösenden Modell innerhalb des Projekts STORM Abschätzungen für den Lorenz-Energiezyklus des gesamten Ozeans gemacht. Dies war bisher mit den gängigen Modellen nicht möglich und erweitert die Möglichkeiten, Sensitivität und Stabilität der globalen Umwälzzirkulationen im Ozean detaillierter zu untersuchen und damit auch genauere Klimaänderungsexperimente durchzuführen.

Eine der Herausforderungen in der Klimaforschung ist zu untersuchen, wie die globalen Energiezyklen in Atmosphäre und Ozean funktionieren. Mit Klimamodellen versuchen Wissenschaftler die Zirkulationssysteme zu simulieren. Diese Modelle sind in den letzten Jahren immer weiter verbessert worden. Die großen Strömungssysteme der Ozeane sowie Abschätzungen für die Energietransporte durch die globale Umwälzzirkulation (z.B. auch der AMOC – Atlantic Meridional Overturning Circulation) wurden bisher allerdings innerhalb gekoppelter Atmosphäre-Ozean-Modellen mit relativ gering auflösenden Ozeanmodellen, untersucht. Mithilfe hochauflösender Modelle kann die Ozeanzirkulation realistischer simuliert werden. Sie ermöglichen es erstmalig, die kleinskaligen Wirbelstrukturen im Ozean zu erkennen und damit bessere Abschätzungen über die Sensitivität und Stabilität der globalen Umwälzzirkulationen machen zu können, und damit auch genauere Aussagen über das globale Klima.

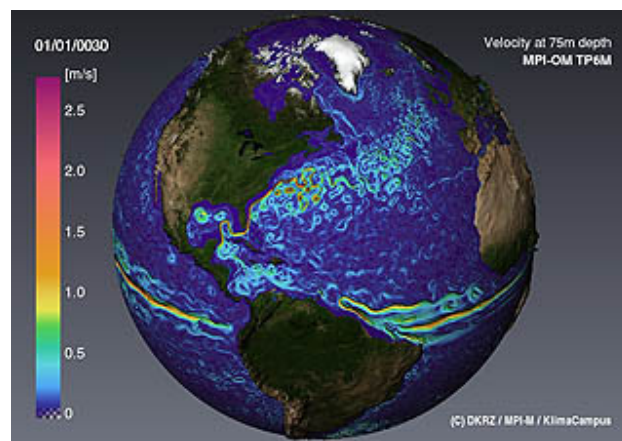


Abb.: Die Visualisierung zeigt die Strömungsgeschwindigkeit in 75 m Tiefe. Deutlich ist die kleinskalige Wirbelstruktur der wichtigsten nordatlantischen Strömungen zu erkennen. In der [Mediathek des Deutschen Klimarechenzentrums \(DKRZ\)](#) wird eine animierte Version dieser Visualisierung angeboten.

Jin-Song von Storch und ihre Kollegen haben im Konsortium STORM erste Abschätzungen der Energietransporte (Lorenz-Energiezyklus) für den gesamten Ozean mit dem hochauflösenden Klimamodell MPIOM/TP6ML80 gemacht. Dies war bisher nur schwer möglich bzw. unmöglich, da im Ozean die Beobachtungsdichte sehr gering ist und die bisherigen grob auflösenden Modelle die notwendigen Informationen nicht liefern konnten. Für die Atmosphäre sind diese Energietransporte relativ gut zu bestimmen, da die atmosphärischen Wirbel viel größere Skalen haben, so dass aktuelle Modelle und umfangreiche Beobachtungsdaten ausreichende Informationen liefern. Eine Abschätzung des Energiezyklus' im Ozean ist wichtig, um zu verstehen, wie dort die Zirkulation genau funktioniert. Die Wissenschaftler fanden heraus, dass sich der Energiezyklus des Ozeans von dem der Atmosphäre deutlich unterscheidet. Während die Atmosphäre eine Wärmemaschine ist, die zwischen den warmen Gebieten der tropischen Breiten (Quelle) und kälteren Gebieten in höheren Breiten (Senke) thermische Energie (Wärme) in mechanische Energie (Winde) umwandelt, ist der Ozean eher eine Windmühle, die Windenergie in Rotationsenergie kleiner Wirbel umwandelt, oder sogar ein Kühlschranks, der die Windenergie dazu benutzt, um Temperaturunterschiede im Ozean zu erzeugen (von Storch et al., 2012).

Die STORM-Simulation für den Ozean wird zurzeit von verschiedenen Forschergruppen analysiert. Nachdem die ungekoppelte Simulation für die Atmosphäre auch erfolgreich durchgeführt wurde, wird die gekoppelte Simulation optimiert und getestet. Die nachfolgenden Klimaänderungsexperimente werden verwendet, um die Rolle der kleinskaligen Prozesse auf die Klimasensitivität untersuchen zu können.

Das STORM-Modell:

Das hochauflösende STORM-Modell wird auf Basis der Modellkomponenten ECHAM (Atmosphäre) und MPI-OM (Ozean) entwickelt. Bei einer durchschnittlichen horizontalen Auflösung der atmosphärischen Komponente von etwa 40 km (768x384 Punkte auf einem Gauß-Gitter) bei 95 Schichten in der Vertikalen ergeben sich etwa 59 Millionen Gitterpunkte, für die die Berechnungen jeweils durchgeführt werden müssen.

Für die ozeanische Modellkomponente, MPI-OM TP6M, wird ein noch wesentlich feineres Rechengitter verwendet, um auch kleinräumige Ozeanwirbel in der Simulation berechnen zu können. Bei etwa 10 km Gitterpunktabstand in der Horizontalen (3602x2394 Punkte pro Schicht) und 80 Schichten in der Vertikalen müssen die Modellgleichungen für etwa 690 Millionen Gitterpunkte auf einem krummlinigen tripolaren Gitter, welches den Ozean überwiegend gleichmäßig abdeckt, gelöst werden.

Das Projekt STORM:

STORM ist ein Gemeinschaftsprojekt zehn deutscher Klimaforschungseinrichtungen mit dem Ziel, ein globales Klimamodell mit der höchstmöglichen Auflösung zu entwickeln und mit diesem Modell eine bessere Darstellung kleinräumiger Prozesse in Atmosphäre und insbesondere im Ozean zu erlangen. Dr. Jin-Song von Storch und Prof. Dr. Detlef Stammer vom Institut für Meereskunde (IfM) der Universität Hamburg koordinieren gemeinsam das STORM-Projekt im Exzellenzcluster [CIISAP](#).

Welche Vorhaben sollen mit einem hochauflösenden Klimamodell in STORM verfolgt werden? Neben der Untersuchung der Auswirkung der hohen Auflösung auf die Klimasensitivität können die Simulationsergebnisse aus STORM als Basis für weitere Rechnungen mit Regionalmodellen noch höherer Auflösung dienen sowie zu Untersuchungen von Variabilität und Änderung verschiedener Klimagrößen genutzt werden, wie die Änderungen von Extremen, die Intensität und Häufigkeit von sturmbedingten Fluten, Auftrieb in Küstengebieten, ihre früheren Veränderlichkeit und der Einfluss des anthropogenen Klimawandels, und ihre Verbindung zu den entsprechenden großskaligen Ereignissen.

Projektseite:

<https://verc.enes.org/storm>

Originalveröffentlichung:

von Storch, J.-S., C. Eden, I. Fast, H. Haak, D. Hernández-Deckers, E. Maier-Reimer, J. Marotzke and D. Stammer, 2012: An Estimate of Lorenz Energy Cycle for the World Ocean Based on the STORM/NCEP Simulation; Journal of Physical Oceanography 2012 ; e-View doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JPO-D-12-079.1> .

Kontakt:

Dr. Jin-Song von Storch

Max-Planck-Institut für Meteorologie

Tel.: 040 41173 156

E-Mail: jin-song.von.storch@zmaw.de