

Wasser in der Atmosphäre

Zwei aktuelle Veröffentlichungen der Atmosphärenwissenschaftler Prof. Dr. Bjorn Stevens, und Dr. Sandrine Bony widmen sich der wesentlichen Komponente im Erdsystem: dem Wasser (in: „Science“ und „Physics Today“, siehe Referenzen). Prof. Stevens ist Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg und Leiter der Abteilung „Atmosphäre im Erdsystem“, Dr. Bony forscht am Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) in Paris.

Im Übersichtsartikel in „Physics Today“ gehen die Autoren gezielt auf die essentielle Rolle des Wassers in der Atmosphäre ein. Wasser- H_2O - ist ein kleines Molekül mit großer Wirkung. Es kommt auf der Erde in allen drei Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig) vor, wobei die Verteilung der Zustände durch die Temperatur bestimmt wird. Wasser agiert auch stark abhängig von der Strahlung, sowohl in kondensierter Form als auch als Wasserdampf und ist damit die wichtigste Komponente im Energiezyklus der Erde. Die Strahlungseigenschaften des Wassers treiben den Wasserkreislauf an, und machen ihn damit zur entscheidenden meteorologischen Komponente des Erdsystems, die wiederum direkt mit der Dynamik der Erdatmosphäre verknüpft ist. In jeder Hinsicht ist Wasser fundamental, um die Atmosphäre und das Klima zu verstehen. Basierend auf dem Verständnis der robusten und fundamentalen Eigenschaften des Wassers behaupten die Autoren, dass die wahrscheinliche Spanne der Klimasensitivität (erwärmte Erde nach einer Verdopplung des atmosphärischen CO_2) bei einem Wert zwischen 2,2 und 3,4 K liegt, und damit besser bekannt ist als bisher angenommen. Aber sie zeigen auch, dass vieles von dem, was wir über Wetter und Klima nicht verstehen, eng mit dem zusammenhängt, was wir über Wasser nicht verstehen, z.B. warum die Wolkenbildung in verschiedenen Modellen so unterschiedlich aussieht (Abb.).

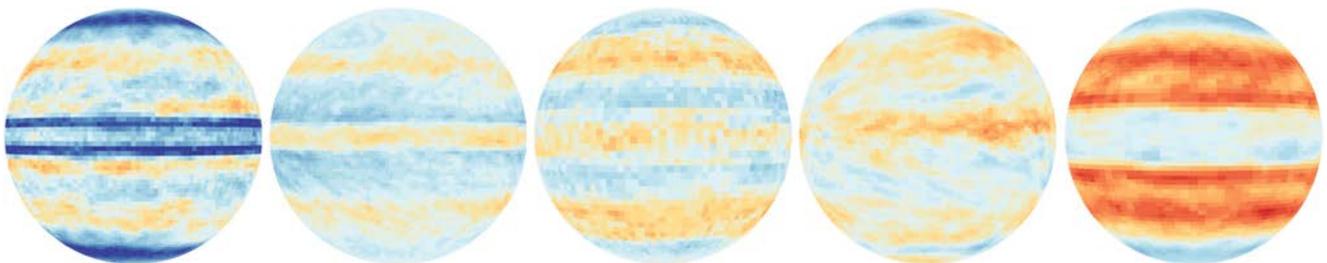


Abb.: Je nach Klimamodell, variieren die Reaktionsmuster von Wolken und Niederschlag bei einer Erwärmung sehr stark, selbst in den einfachsten Modellen. Dargestellt sind Veränderungen in den Strahlungseffekten von Wolken und Niederschlag bei einer einheitlichen Erwärmung ($4^\circ C$), prognostiziert durch vier Modelle des Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) für einen Wasser-Planeten mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen.

Dieser Thematik widmen sich die Autoren explizit in einem Perspektivenartikel im Magazin „Science“, in dem sie argumentieren, dass dem Wasser als der wichtigsten Komponente in der Atmosphäre, von der Klimawissenschaft zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wird. Sie stellen auch hier fest, dass in den aktuellen Erdsystem- und Klimamodellen insbesondere die Darstellung von Wolken und Konvektion bzw. noch genereller die Kopplung zwischen dem atmosphärischen Wassergehalt und der Zirkulation immer noch nicht befriedigend ist.

Dadurch wird die Darstellung des Klimasystems und des Klimawandels verzerrt. Insbesondere in den Tropen wird dies sichtbar, wo die Kopplung von Wasser und Zirkulation durch kleinräumigere Prozesse erfolgt, die von den Modellen nicht aufgelöst werden können (siehe einfache Experimente in einer „Wasserwelt“, Abb.).

Obwohl wir genug über Wasser wissen, um die globale Erwärmung als große und aktuelle Herausforderung zu erkennen, wissen wir aber nicht genug über die Kopplung von Wasser mit den Zirkulationssystemen, um mit Sicherheit die regionalen Änderungen vorhersagen zu können, die jedoch fundamental für die Entwicklung von Anpassungsstrategien sind. Das Verständnis der Zusammenhänge von Wasser in der Atmosphäre und den großen Zirkulationssystemen und damit auch dem Energiehaushalt ist damit essentiell auch für den Fortschritt in der Klimaforschung. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass den Klimamodellen nicht eine noch umfassendere Aufbereitung des Erdsystems fehlt, sondern eher die adäquate Handhabung von Wasser. Grundsätzliche Fortschritte und Verbesserungen in den Erdsystemmodellen erfordern somit eine größere Hinwendung zu diesen Grundfragen.

Kürzlich hat das Weltklimaforschungsprogramm (WCRP – World Climate Research Programme) diese Ideen in einem Schwerpunkt über „Clouds, Circulation and Climate Sensitivity“ aufgegriffen, der von Dr. Sandrine Bony und Prof. Dr. Bjorn Stevens geleitet wird. Das Ziel innerhalb dieses Forschungsprogramms ist es, mit der internationalen Community lösbare Probleme zu formulieren, die mit Wasser in der Atmosphäre zusammenhängen, und die Klimaforschung über die Hürden vorwärts zu bringen, mit denen sie im Moment konfrontiert ist.

Originalveröffentlichungen:

1. B. Stevens and S. Bony: What are Climate Models Missing? *Science*, Vol. 340, 31 May 2013.
2. B. Stevens and S. Bony: Water in the Atmosphere. *Physics Today*,..., June 2013.

Mehr Informationen:

WCRP – Grand Challenges: <http://www.wcrp-climate.org/index.php/gc-clouds>

Kontakt:

Prof. Dr. Bjorn Stevens
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Tel: 040 41173 422 (Sekretariat: Angela Gruber)
Email: bjorn.stevens@mpimet.mpg.de