



Geoengineering kann den Klimawandel nicht aufhalten

Versuche, die Erde künstlich zu kühlen, würden den globalen Wasserhaushalt stark beeinträchtigen

Die Erde künstlich zu kühlen, würde den Klimawandel nicht rückgängig machen. Um den Treibhauseffekt in der Luft einzudämmen, erwägen manche Klimapolitiker, die Erde mit gigantischen Spiegeln im All oder großen Mengen an zusätzlichen Schwebeteilchen in der Atmosphäre vom Sonnenlicht abzuschirmen. Wie Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie in Jena festgestellt haben, ließe sich so zwar bestenfalls die Oberflächentemperatur der Erde senken, gleichzeitig veränderte sich aber der globale Wasserkreislauf. Die Forscher haben berechnet, wie stark der globale Klimawandel den Wasserkreislauf beeinflusst und welche Auswirkungen Maßnahmen des Geoengineering auf ihn hätten. Demnach macht es für den Wasserkreislauf einen Unterschied, ob die Erderwärmung durch Sonnenlicht oder durch einen verstärkten Treibhauseffekt hervorgerufen wird.

Niederschläge sollten in einer wärmeren Welt zunehmen. Wenn die Erdoberfläche durch den anthropogenen Treibhauseffekt aufgeheizt wird, kann die erwärmte Luft mehr Feuchtigkeit halten. Dies sollte zu mehr Verdunstung, mehr Niederschlag, und damit zu einem verstärkten Wasserkreislauf führen. Aufgrund physikalischer Gesetze kann die Luft mit jedem Grad Erwärmung etwa sieben Prozent mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Die meisten Vorhersagen von Klimamodellen bestätigen eine damit verbundene Zunahme des Niederschlags, sie ermitteln allerdings nur eine Steigerung um etwa zwei Prozent pro Grad Erwärmung.

Die Gründe für diese Diskrepanz haben nun Axel Kleidon und sein Kollege Maik Renner am Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena aufgeklärt; die Ergebnisse ihrer Studie veröffentlichten sie in der Zeitschrift Earth System Dynamics der Europäischen Geowissenschaftlichen Union (EGU). Die Wissenschaftler haben die Prozesse, die die Oberfläche erwärmen und abkühlen, aus thermodynamischer Sicht analysiert, sie haben also die Energieflüsse bei diesen Vorgängen untersucht.

Die Verdunstung spielt bei der Erderwärmung eine Schlüsselrolle, weil sie viel Energie benötigt. Da das verdunstete Wasser aber auch in die Atmosphäre transportiert werden muss, haben Kleidon und Renner eine physikalische Grenze für den Vertikaltransport in ihre Rechnungen einbezogen und konnten damit erklären, warum im Zuge des Klimawandels nur zwei Prozent mehr Wasser durch das

Postfach 10 01 64
07701 Jena, Germany

Hans-Knöll-Straße 10
07745 Jena, Germany

Tel.: +49-(0)3641 57-60
Fax: +49-(0)3641 57-70
www.bgc-jena.mpg.de

Direktoren

Prof. Susan E. Trumbore, PhD
Phone: +49 (0)3641 57-6110
susan.trumbore@bgc-jena.mpg.de

Prof. Dr. Martin Heimann
Tel.: +49 (0)3641 57-6350
martin.heimann@bgc-jena.mpg.de

Dr. Markus Reichstein
Phone: +49 (0)3641 57-6273
mreichstein@bgc-jena.mpg.de

Forschungskoordination & Presse

Dr. Eberhard Fritz
Phone +49 (0)3641 57-6800
efritz@bgc-jena.mpg.de

Presse & Öffentlichkeitsarbeit

Susanne Hermsmeier
Phone: +49 (0)3641 57 6801
sherms@bgc-jena.mpg.de

Erdsystem transportiert wird. Demnach kann die Atmosphäre in verschiedenen Höhen unterschiedliche Mengen Feuchtigkeit halten. In Bodennähe speichert sie nämlich deutlich mehr Wasser als in höheren Atmosphärenschichten, in denen die Feuchtigkeit kondensiert. Bei Erwärmung ist die Änderung dieses Unterschieds entscheidend dafür, wie stark der Wasserkreislauf mit der Erderwärmung angekurbelt wird.

Kleidon und Renner fanden allerdings auch, dass der globale Wasserkreislauf sich nur dann um zwei Prozent verstärkt, wenn der Temperaturanstieg durch einen stärkeren Treibhauseffekt verursacht wird. Findet die Erwärmung hingegen durch mehr Sonneneinstrahlung statt, nimmt der globale Niederschlag des Wassers ihren Berechnungen zufolge stärker zu. Denn die Sonne erwärmt die Erdoberfläche stärker und führt ihr mehr Energie zu, sodass mehr Wasser verdunstet.

„Diese unterschiedlichen Auswirkungen der Erwärmung sind leicht zu erklären“, sagt Kleidon, und veranschaulicht die Situation mit einem Topf auf dem Herd. „Die Temperatur in dem Topf lässt sich erhöhen, indem man entweder einen Deckel darauf setzt oder die Herdplatte mehr heizt. Beides führt zu einer Erwärmung, bei einer hochgeheizten Herdplatte fließt aber mehr Wärme durch den Topf als durch einen Topf mit Deckel“. Ähnliche Effekte finden in der Atmosphäre statt, wenn sie sich erwärmt: Ein stärkerer Treibhauseffekt entspricht einem dichteren Deckel, die Erwärmung durch Sonnenlicht dagegen dem Hochregeln der Herdplatte. Da mit einer stärkeren Sonneneinstrahlung jedoch mehr Wärme durch die Atmosphäre fließt, steigt die Verdunstung dabei stärker.

Diese Diskrepanzen bei unterschiedlicher Erwärmung haben weitreichende Konsequenzen. Frühere Studien zur globalen Klimaerwärmung unterscheiden meist nicht zwischen den beiden Gründen für Erderwärmung. Axel Kleidon und Maik Renner zeigen dagegen, dass sich die verschiedenen Arten der Erwärmungen unterschiedlich auf den Wasserkreislauf und Transport von Feuchtigkeit in höhere Atmosphärenschichten auswirkt. Ihre Ergebnisse haben wichtige Konsequenzen für mögliche Interventionen durch Geoengineering. Manche der in diesem Zusammenhang diskutierten Maßnahmen würden darauf abzielen, der Erwärmung durch stärkere Reflektion von Sonnenlicht entgegen zu wirken. Zu dem Zweck müssten etwa Spiegel im Weltall positioniert oder Staubteilchen in oberen Atmosphärenschichten freigesetzt werden.

Axel Kleidon und Maik Renner berechneten jedoch, dass der Wasserkreislauf um zwei Prozent und der Vertikaltransport um acht Prozent sinken, wenn die Erwärmung mithilfe des Geoengineering um zwei Grad gesenkt würde. Ähnliche Effekte wurden auch in einer anderen, gerade veröffentlichten Vergleichsstudie von Klimamodellsimulationen zum Geoengineering beschrieben. „Das wäre, als ob man gleichzeitig einen Deckel auf den Topf setzte und die Herdplatte reduzierte“, erklärt Kleidon. „Während man in der Küche damit Energie sparen kann, führt Geoengineering im Erdsystem zu einer Verlangsamung des Wasserkreislaufs mit weitreichenden Auswirkungen“.

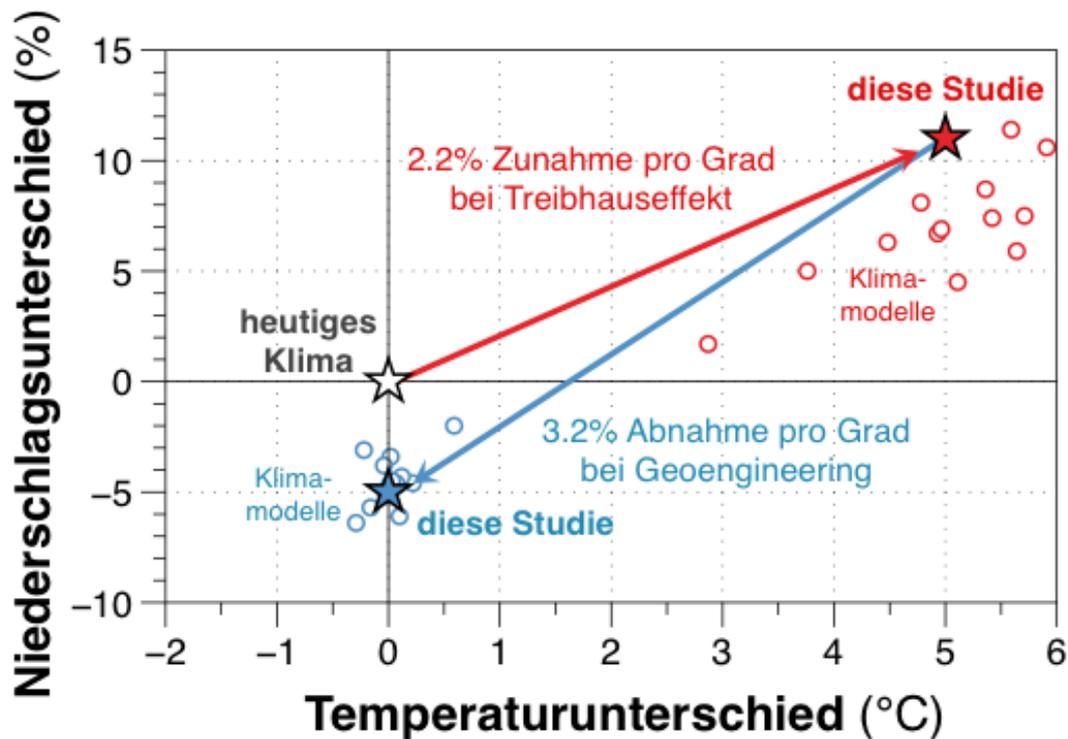
Veröffentlichung:

Kleidon and M. Renner, 2013: A simple explanation for the sensitivity of the hydrologic cycle to surface temperature and solar radiation and its implications for global climate change; *Earth System Dynamics*.

http://www.earth-syst-dynam.net/recent_papers.html

Kontakt:

Dr. Axel Kleidon
Forschungsgruppe „Biosphärische Theorie und Modellierung“
Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena
Telefon: +49 3641 576217, Fax: +49 3641 577217
Email: akleidon@bgc-jena.mpg.de
<http://www.bgc-jena.mpg.de/index.php/BTM/Home>



basierend auf:

Kleidon und Renner (2013) *Earth System Dynamics*

Klimamodelldaten von Tilmes et al. (2013) *Journal of Geophysical Research*

Abb oben.: Die Studie von Kleidon und Renner berechnete die Änderung des Wasserkreislaufs bei Erwärmung durch den Treibhauseffekt und Sonnenlicht von 2.2% bzw. 3.2% pro Grad Erwärmung. Sollte der anthropogene Treibhauseffekt zu einer globalen Erwärmung von 5°C führen, so verstärkt sich der Niederschlag um 11% (roter Pfeil). Wollte man diese Erwärmung durch Reduzierung der Sonnenstrahlung kompensieren, nimmt der Niederschlag jedoch stärker ab (blauer Pfeil). Daher kann zwar die Temperaturänderung durch Geoengineering möglicherweise kompensiert werden, aber der Niederschlag würde um 5% geschwächt im Vergleich zum heutigen Klima. Eine kürzlich veröffentlichte Vergleichsstudie mit weitaus komplexeren Klimamodellen, dargestellt als Kreise, bestätigt diese Änderungen.



Bild: Annett Junginger; imaggeo.egu.eu