



Wie stabil sind Telekonnektionsmuster der mittleren Breiten in den vergangenen 500 Jahren? Eine Herausforderung an Klimarekonstruktionen und Klimamodelle.

C. C. Raible(1), D. Hofer(1), S. Kleppek(1), T. F. Stocker(1), M. Renold(1), M. Yoshimori(2)

(1) Klima- und Umweltphysik, Physikalisches Institut, Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern, Schweiz, (2) Center for Environmental Prediction, Rutgers University, USA (raible@climate.unibe.ch)

Telekonnektionsmuster sind wichtige Strukturen im Verständnis der Klimavariabilität. Ihre Trends können zum Erwärmungstrend der Nordhemisphäre signifikant beitragen. Ob diese Trends in Telekonnektionsmuster, z. B. der Nordatlantischen Oszillation (NAO), selbst mit dem anthropogenen Anstieg in Treibhausgasen zusammenhängen, ist noch nicht geklärt (Raible et al. 2005). Es konnte aber gezeigt werden, dass niederfrequente Schwankungen der NAO zeitlich nicht stabil sind (unter anderem in Raible et al. 2001; 2004). Aber nicht nur zeitlich findet man ein instationäres Verhalten, auch die Position der Aktionszentren solcher Telekonnektionsmuster (NAO) variiert beträchtlich (Christoph et al. 2000, Raible et al. 2006).

Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Studie mit der Stabilität der Telekonnektionsmuster der Nordhemisphäre in Rekonstruktionen (Luterbacher et al. 2002, Casty et al. 2007) und Modellsimulationen der letzten 500 Jahre. Das Community Climate System Model (CCSM, Version 3.0) verwendet als Antrieb die Treibhausgaskonzentrationen, solare Einstrahlung und vulkanisches Aerosol, das in der unteren Stratosphäre vorgeschrieben wird. Alle Antriebe beruhen auf Eisbohrkerndaten. Vier Ensemble-Simulationen mit unterschiedlichen Anfangsbedingungen wurden für den Zeitraum 1500-2000 erstellt. Statistische Methoden, wie die EOF-Analyse, sind für die Analyse nicht geeignet, da sie die Muster fixieren. Daher wird auf eine klassische Meth-

ode zurückgegriffen, die Schätzung der Telekonnektivität nach Wallace and Gutzler (1981). Diese Telekonnektivität in einem 30-jährigen Fenster, das durch die Zeitreihe von Feldern der geopotentiellen Höhe in 500 hPa geschoben wird, bestimmt. Die Zentren werden dann mit einer Achse verbunden.

Eine erste Analyse der rekonstruierten geopotentiellen Höhe in 500 hPa zeigt ein instationäres Verhalten mit zwei bevorzugten Ausrichtungen der Telekonnektionsachsen im atlantisch-europäischen Sektor: NW-SW und NW-SO. Diese bevorzugten Ausrichtungen sind allerdings über mehrere Jahrzehnte stabil, und decken sich mit niederfrequenten Schwankungen in der solaren Einstrahlung. Ein Vergleich mit einer Kontrollsimulation für konstante 1990 Bedingungen legt die Hypothese nahe, dass dieser externe Antrieb die atmosphärische Zirkulation über mehrere Jahrzehnte in einer Ausrichtung hält, da in der Kontrollsimulation zwar ähnliche Achsenausrichtungen gefunden wurden, aber keine systematische Ausrichtung über mehrere Jahrzehnte (Raible et al. 2006).

Diese Hypothese stellt die Arbeitsgrundlage für die Analyse der vier Ensemble-Simulationen von 1500-2000 dar. Im Ensemble-Mittel finden wir einige Parallelen zu den Rekonstruktionen. Allerdings ist die Variabilität zwischen den einzelnen Simulationen sehr gross. Vergrössert man das Analysegebiet auf den gesamten Nordatlantik so zeigt sich keine systematische Ausrichtung der Telekonnektionsachsen über mehrere Jahrzehnte. Dies gilt auch für den pazifischen Raum. Ein mögliches Problem könnte in der Rekonstruktionsmethode liegen, die als Basis eine EOF-Analyse mit anschließender multi-variater Regression verwendet. Darüberhinaus nimmt die Anzahl der Daten in die Vergangenheit ab. Beides verringert dabei die möglichen Freiheitsgrade und führt wahrscheinlich zu einer Unterschätzung der Variabilität der Achsausrichtung. Diese Problematik wird in der Modellumgebung getestet.

Referenzen:

Casty, C., C. C. Raible, T. F. Stocker, H. Wanner, and J. Luterbacher, 2007: European climate pattern variability since 1766, *Clim. Dyn.*, in press.

Christoph, M., U. Ulbrich, J. M. Oberhuber and E. Roeckner, 2000: The role of ocean dynamics for low-frequency fluctuations of the NAO in a coupled ocean-atmosphere GCM. *J. Climate*, 13, 2536-2549.

Luterbacher J., E. Xoplaki, D. Dietrich, R. Rickli, J. Jacobeit, C. Beck, D. Gyalistras, D. Schmutz, and H. Wanner, 2002: Reconstruction of sea level pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500. *Clim Dyn.*, 18, 545-561.

Raible, C.C., C. Casty, J. Luterbacher, A. Pauling, J. Esper, D. C. Frank, U. Büntgens, A. C. Roesch, M. Wild, P. Tschuck, P.-L. Vidale, C. Schär and H. Wanner, 2006: Climate variability - observations, reconstructions and model simulations, *Clim. Change*, 79, 9-29.

Raible, C. C., T. F. Stocker, M. Yoshimori, M. Renold, U. Beyerle, C. Casty, and J. Luterbacher, 2005: Northern Hemispheric trends of pressure indices and atmospheric circulation patterns in observations, reconstructions, and coupled GCM simulations, *J. Climate*, 18, 3968-3982.

Raible, C. C., U. Luksch, and K. Fraedrich, 2004: Precipitation and Northern Hemisphere Regimes, *Atmos. Sci. Lett.*, 5, 43-55.

Raible, C. C., U. Luksch, K. Fraedrich, and R. Voss, 2001: North Atlantic decadal regimes in a coupled GCM simulation, *Clim. Dyn.*, 18, 321-330.

Wallace, J.M., D.S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 782 - 812.