



Annalen der Meteorologie

31

**Deutsche
Meteorologen-Tagung 1995**

vom 11. bis 15. September 1995 in München

Offenbach am Main 1995
Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes
ISSN 0072-4122

Die für die Veröffentlichung als Vorabdruck zur Deutschen Meteorologen-Tagung 1995 eingereichten Manuskripte stellen erweiterte Zusammenfassungen oder Kurzfassungen der Vorträge dar. Für ihren Inhalt sind die Verfasser verantwortlich. Die Wiedergabe der Zusammenfassungen nimmt eine spätere ausführliche Darstellung der Vorträge und ihre Veröffentlichung durch die Autoren an anderer Stelle nicht vorweg.

In dem Band Annalen der Meteorologie Nr. 30, Tagung für Alpine Meteorologie in Lindau, sind durch ein Versehen die Seiten 309 und 324 vertauscht. Wir bitten dies zu entschuldigen.

Die Redaktion

ISSN 0072-4122

ISBN 3-88148-311-X

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst, Zentralamt

Frankfurter Straße 135

D-63067 Offenbach a. M.

Redaktionsschluß: 15. Juni 1995

Rezente winterliche Klimaänderungen auf der Nordhemisphäre, Ozonänderungen und zunehmender Treibhauseffekt

Hans-F. Graf, Judith Perlwitz, Ingo Kirchner und Ingrid Schult

Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bundesstr. 55
20146 Hamburg

In diesem Beitrag werden die beobachteten Trends von Geopotential und Temperatur in der Troposphäre und in der Stratosphäre vor dem Hintergrund von Klimaänderungen durch Konzentrationsänderungen von Spurenstoffen (Treibhausgase, Ozon und Aerosole) in der Atmosphäre diskutiert, die aus der Analyse von entsprechenden Simulationsstudien mit globalen Klimamodellen stammen.

Sowohl die Muster der Temperatur- als auch der Geopotentialtrends in der unteren Stratosphäre und in der Troposphäre der letzten Jahrzehnte ähneln denen eines von Perlwitz und Graf (1994) beschriebenen natürlichen gekoppelten Moden von troposphärischer und stratosphärischer Zirkulation. Dieser Mode verbindet einen verstärkten winterlichen Polarwirbel in der unteren Stratosphäre mit einem Geopotentialmuster, das durch einen tiefen Trog über dem Nordwestatlantik und positive Geopotentialanomalien über Westeuropa und Teilen Nordamerikas gekennzeichnet ist. Die daraus entstehenden westlichen bis südwestlichen Windanomalien über dem Nordatlantik führen zu negativen Temperaturanomalien in Bereich des Troges und zu positiven in mittleren und hohen Breiten der Kontinente. Die damit einhergehende verstärkte Baroklinität kann ebenfalls die Stärke der Konvektion in Nordatlantischen Tiefdrucksystemen erhöhen und damit einen Luftaustausch zwischen unterer Stratosphäre und oberer Troposphäre verstärken.

Diese beobachteten Zirkulationsänderungen könnten zum Teil die beobachteten Trends der vertikalen Ozonprofile (Abnahme in der unteren Stratosphäre, Zunahme in der oberen Troposphäre) erklären. Um die Rolle dieser Ozonänderungen bei der Beeinflussung der Zirkulation zu untersuchen, wurden ein neues Sensitivitätsexperiment (ECHAM3 Klimamodell angetrieben durch die beobachtete Änderung des breitenabhängigen vertikalen Ozonprofiles) durchgeführt sowie mehrere unterschiedliche transiente Treibhausgassimulationen (z.B. Cubasch et al. 1994) sowie Treibhausgas/Aerosol Experimente (Roeckner et al. 1995) analysiert.

In allen Treibhausgasexperimenten ergibt sich nach anfänglich undeutlicher Entwicklung nach einiger Zeit ein klareres transientes Muster, das im Winter durch ein Anwachsen des Geopotentials in niederen Breiten und eine Abnahme in polaren Breiten gekennzeichnet ist. Damit ist eine Temperaturzunahme vor allem in mittleren Breiten und eine Vertiefung des Polarwirbels verbunden, wie sie auch im oben erwähnten gekoppelten Mode von stratosphärischer und troposphärischer Zirkulation und Temperatur erkennbar ist. Kurz vor dem Zeitpunkt der Verdoppelung der Treibhausgaskonzentration kippt das Signalmuster und zeigt dann die stärkste troposphärische Erwärmung am Pol. Das "2xCO₂-Muster" entwickelt sich also nichtlinear.

Ein verändertes Ozonprofil bewirkt dagegen im Modellexperiment keine statistisch sicherba-

ren Klimaänderungen, wobei in der verwendeten Modellkonfiguration (ECHAM3, Klima-SST) alle Rückkoppelungen vernachlässigt werden.

Von diesen Ergebnissen ausgehend folgern wir, daß die in den letzten Jahrzehnten beobachteten Änderungen der Temperatur und des Geopotentials in der unteren Stratosphäre und in der Troposphäre auf das bevorzugte Auftreten des "baroklinen gekoppelten Modes" (Perlwitz und Graf 1994) zurückzuführen sind. Dieser Mode wird möglicherweise ursächlich durch den sich entwickelnden Treibhauseffekt angefacht, entweder durch die Verstärkung des meridionalen Geopotentialgradienten in der unteren Stratosphäre im Gefolge der zunächst stärksten Temperaturzunahme in der Troposphäre in niederen Breiten oder durch den verstärkten Land-Meer Temperaturkontrast in mittleren Breiten der Nordhemisphäre, der die Aktivität der ultralangen planetaren Wellen beeinflusst. Die sich so ergebenden Zirkulationsänderungen sind konsistent mit den beobachteten Ozonänderungen, positive Rückkoppelungen können nicht ausgeschlossen werden.

Cubasch U., B. D. Santer, A. Hellbach, G. Hegerl, H. Höck, E. Maier-Reimer, U. Mikolajewicz, A. Stössel, and R. Voss, 1994a: Monte Carlo climate change forecasts with a global coupled ocean-atmosphere model. *Climate Dynamics*, 10, 1-19.

Perlwitz, J. and H.-F. Graf, 1994: On the statistical connection between tropospheric and stratospheric circulation of the Northern Hemisphere in winter. MPI-Report No. 134, Max-Planck-Institut für Meteorologie, FRG, 33 pp (J. Climate in press 1995)

Roeckner, E., T. Siebert and J. Feichter, 1995: Climate response to anthropogenic sulphate forcing simulated with a general circulation model. In: Charlson, R., Heintzenberg, J. (eds.). *Aerosol Forcing of Climate*. John Wiley and Sons, 349-362

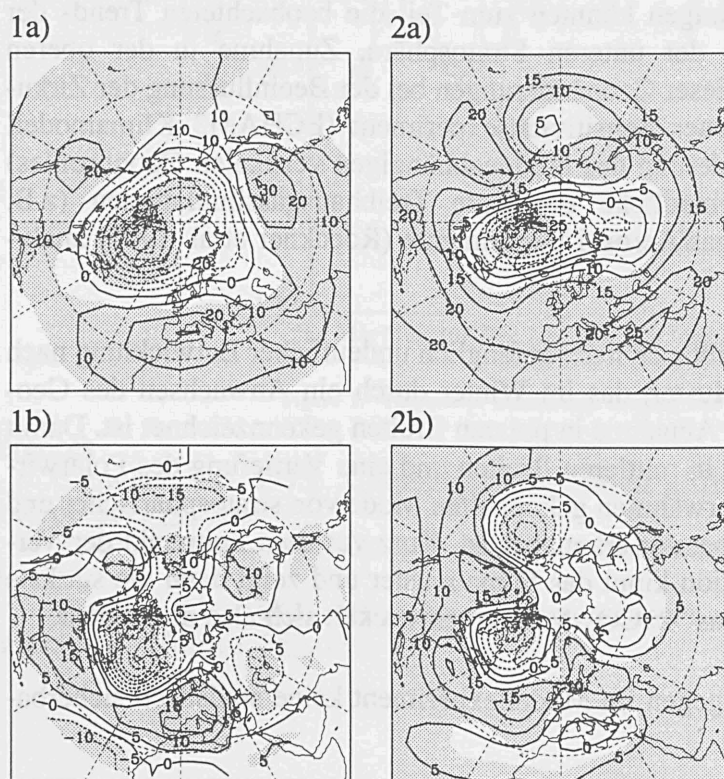


Abb. 1:
Lokale lineare Trends des Wintermittels der Höhe der 50 hPa Fläche (Abb. 1a) und der Höhe der 500 hPa Fläche (Abb. 1b) [gpm/Dekade] (\overline{DJF} 1957/58 - 1991/92). In den schraffierten Gebieten ist der Regressionskoeffizient mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10% signifikant.

Abb. 2:
Wie Abb. 1, jedoch wurden die linearen Trends für die IPCC Szenario A CO_2 Integration mit dem Model LSG/ECHAM1 T21 (\overline{DJF} 29/30-58/59) bestimmt.