

Das Internationale Polarjahr 2007/08



An dieser Stelle berichtet die Deutsche Kommission für das Internationale Polarjahr in den kommenden Monaten über deutsche Aktivitäten im Internationalen Polarjahr 2007/08, das am 1. März 2007 begann und am 1. März 2009 endet. Aktuelle Informationen gibt es bei www.polarjahr.de

Folge 6: Wetter und Klima in Polarregionen

Arktis und Antarktis stellen die Kältesenken der atmosphärischen Zirkulation dar und beeinflussen die globale Zirkulation durch den meridionalen Energiegradienten zwischen den Polen und den Tropen. Atmosphärische Beobachtungsdaten für die Polarregionen in der Arktis und Antarktis sind nur spärlich vorhanden, da nur wenige Beobachtungsstationen existieren, die mit langfristigen Daten dienen können. Deshalb stellen neben Satellitendaten, die Reanalysen des ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecast) und des NCEP (National Center for Environmental Prediction) einen brauchbaren Datensatz für die Polarregionen dar, der durch die Assimilation von existierenden Beobachtungsdaten in ein Wettervorhersagemodell erzeugt wurde.

Zirkulation der Arktis

Die arktische Winterzirkulation wird in der mittleren Troposphäre durch einen polaren Wirbel bestimmt, der mit seinem Druckminimum über Nordamerika liegt und sich bis nach Westeuropa erstreckt. Diese Druckverteilung wird durch die Orographie, die Land-Meerverteilung und die Strahlungssenne während der Polarnacht bestimmt. Der Polarwirbel schwächt sich im Sommer ab und wird stärker symmetrisch.

Im Winter dominieren im Bodenluftdruck (Abb.1a) das Islandtief an der Südküste Grönlands, das Aleutentief im nordpazifischen Bassin und das Sibirienhoch über Zentraleurasien. Das Isländische Tief und das Aleutentief werden durch den thermischen Einfluß des relativ warmen Ozeans und die Entwicklung regionaler Zyklonen bestimmt. Das sibirische Hoch wird im wesentlichen durch langwellige Strahlungsabkühlung getrieben. Das Islandtief ist im Vergleich zum Winter im Sommer deutlich schwächer (Abb. 1b). Die Druckverteilung des Sommers zeigt den höchsten Luftdruck über Grönland, der Barents- und der Beaufortsee. Niedriger Luftdruck herrscht wieder im Islandtief, aber auch über Sibirien.

Die mittlere Zirkulation des Winters wird durch großskalige planetare Wellenmuster bestimmt, die im Sommer wesentlich geringer ausgeprägt sind. Die niedrigsten mittleren Wintertemperaturen von unter -30 °C treten über Gebieten Sibiriens, dem eisbedeckten Arktischen Ozean, dem nördlichen Teil Kanadas und Grönlands auf. Die höheren Temperaturen über dem atlantischen Sektor sind mit ozeanischen Wärmequellen und starker Wolkenbildung und horizontalen Wärmequellen

durch die nordatlantischen Zyklonenzugbahnen verknüpft, welche die Bildung von Meereis verhindern. Die tiefsten Temperaturen über Sibirien treten im Kältehoch auf, während ozeanische Wärmequellen durch das relativ dünne arktische Eis die Temperaturen über dem arktischen Ozean relativ hoch halten.

Dieses globale Muster der Luftdruck- und Temperaturverteilung hat sich in den Jahren 1948-2000 deutlich verändert. In den Wintern trat eine signifikante Erwärmung und in den Sommern ein leichte Abkühlung auf. Die beobachtete Wintererwärmung steht im Zusammenhang mit den Änderungen der nordhemisphärischen Zirkulation und des Telekonnektionsmusters der Nordatlantischen Oszillation (NAO, Hurrell & Van Loon 1997, Dorn et al. 2003). Dieses natürliche Variabilitätsmuster zeichnet sich durch großräumige Schwankungen des Luftdruckes im Bereich des Islandtiefs und des Azorenhochs aus.

Wettersysteme der Arktis

Die winterliche Zyklonenaktivität ist am stärksten über der atlantischen Seite der Arktis und bildet einen wichtigen Teil der nordatlantischen Zyklonenzugbahn. Dabei treten bevorzugte Zyklonenzugbahnen im Winter über der Südspitze Grönlands im Zusammenhang mit dem Islandtief und in der Barent- und Karasee auf. In dieser Region entwickeln sich Zyklonen durch den großen Temperaturunterschied zwischen dem warmen, nordwärts fließenden Norwegenstrom und dem kalten, südwärts fließenden Ostgrönlandstrom in der Nähe der Eiskanten. Diese Zyklonen transportieren an ihrer Westflanke warme Luft und Drehimpuls polwärts und an der Ostflanke kalte Luft und Drehimpuls südwärts und bewegen sich von West nach Ost. Sommerzyklonen treten häufig über Osteurasien und Alaska auf (SERREZE 1995).

Zirkulation der Antarktis

Der antarktische Kontinent beeinflusst durch seine topographische Höhe von 2-4 km die Luftdruckverteilung und die Wettersysteme. Das Innere des antarktischen Kontinents ist von den warmen Luftmassen mittlerer Breiten relativ gut isoliert und durch sehr kalte, trockene und wolkenfreie Bedingungen charakterisiert. Dadurch ergibt sich eine relativ einfache Druckverteilung mit einem starken Kältehoch über dem Kontinent und einer im Vergleich zur stark durchmischten Arktis geringen jahreszeitlichen Variabilität. Der höchste Luftdruck tritt im Winter und im Sommer über dem antarktischen Kontinent auf, der von einem Gürtel niedrigen Luftdrucks

umgeben ist. Dieser Luftdruckgürtel ist im Winter stärker als im Sommer. Da die Land-Meerverteilung der Antarktis und der Arktis sich sehr deutlich unterscheiden, sind die durch die Topographie und Land-Meer-Kontraste angeregten langen planetaren Wellen in der Südhemisphäre wesentlich schwächer ausgebildet. Die baroklinen Wettersysteme spielen deshalb für die meridionalen Transporte von Drehimpuls und Wärme eine wichtigere Rolle als in der Nordhemisphäre.

Wettersysteme der Antarktis

Der stärkere meridionale Temperaturgradient zwischen der Antarktis und den Tropen ist verantwortlich für die zahlreichen Zyklonen über dem Südozean zwischen 60-70 °S, die mit einem Gürtel niedrigen Luftdrucks den antarktischen Kontinent einschließen, (KING & TURNER 1997). Diese Wettersysteme können sich infolge des starken Kältehochs nur eingeschränkt über den antarktischen Kontinent bewegen. Der Druckgradient zwischen dem kalten kontinentalen Hoch und den Zyklonen an den Küsten des Kontinents treibt die starken und persistenten Oberflächenwinde der Antarktis, die besonders stark während des Winters ausgeprägt sind und als katabatische Windsysteme bezeichnet werden. Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Antarktis ist die starke Temperaturinversion an der Oberfläche, die stärker als in der Arktis ausgeprägt ist. Diese entsteht durch die Strahlungsabkühlung am Erdboden und der unteren Troposphäre.

Der jahreszeitlich variierende Luftdruckgürtel um die Antarktis beeinflusst die Verteilung des Meereises. Dieses ist im Unterschied zur Arktis dünner und ca. 1 m dick. Der Effekt der sich bewegenden Wettersysteme führt über dem südlichen Ozean zu offenen Wasserflächen (Polynjas), die lokale Quellen für Wärme und Feuchte und damit für Wolken darstellen und die Kopplung zwischen Atmosphäre, Ozean und Meereis beeinflussen.

Globale Auswirkungen polarer Klimaprozesse

Die globalen Auswirkungen verbesserter arktischer Prozessparametrisierungen wurden in dem europäischen Forschungsprojekt GLIMPSE (Global implications of Arctic climate processes and feedbacks; (<http://www.awi-potsdam.de/www-pot/atmo/glimpse>)) untersucht. Dabei wurden acht verschiedene regionale Modelle der arktischen Atmosphäre mit einer hohen horizontalen Auflösung im gleichen Integrationsgebiet angewendet und die Modellunsicherheiten infolge verschiedener Parametrisierungen der Strahlung, der arktischen Grenzschicht und Permafrostprozessen gegen Beobachtungsdaten verglichen. Während die simulierten Temperatur- und Windfelder gut mit den Beobachtungen übereinstimmen, haben die Modelle große Probleme bei der Simulation des Wolkenwasserhaltages, (Rinke et al. 2006). Dies führt zu einem Fehler in der zum Erdboden reflektierten langwelligen Strahlung und fehlerhaften Energieflüssen an der Erdoberfläche. Zukünftige Modellentwicklungen in enger Abstimmung mit Feldmessungen während des IPY 2007-08 erfordern eine verbesserte Beschreibung arktischer Aerosole, die als Kondensationskeime für Wolkenbildung dienen.

Eine verbesserte Parametrisierung der Eis- und Schneeralbedo-Rückkopplung wurde in einem regionalen Modell getestet und dann in ein globales Klimamodell implementiert. Dabei zeigte sich, daß die Energiesenke der Arktis starke Einflüsse auf das globale Klima und das Fernverbindungsmuster der Arktischen Schwingung ausübt und damit auch Szenarien der zukünftigen

Klimaentwicklung von arktischen Prozessparametrisierungen beeinflusst werden (DETHLOFF et al. 2006).

Literatur

- Dethloff, K. et al. (2006): A dynamical link between the Arctic and the global climate system.- *Geophys. Res. Lett.* 33: L03703, doi:10.1029/2005GL025245.
- Dorn, W. et al. (2003): Competition of NAO regime changes and increasing greenhouse gases and aerosols with respect to Arctic climate estimates.- *Climate Dyn.* 21: 447-458.
- Hurrell, J.W. & H. van Loon (1997): Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation.- *Climate Change* 36: 301-326.
- King, J.C. & Turner, J. 1997, *Antarctic meteorology and climatology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rinke, A. et al. (2006): Evaluation of an ensemble of Arctic regional climate models: Spatiotemporal fields during the SHEBA year.- *Climate Dyn.* 26: 459-472, doi:10.1007/s00382-005-0095-3.
- Serreze, M.C. (1995): Climatological aspects of cyclone development and decay in the Arctic.- *Atmosphere-Ocean* 33: 1-23.

Internet:

- <www.awi.de/www-pot/atmo/glimpse> (Informationen zum EU- Forschungsprojekt GLIMPSE „Global implications of Arctic climate processes and Feedbacks“)
- <www.ecmwf.int/research/era/> (European Center for Medium-Range Weather Forecast)

Zusammenstellung: Prof. Dr. Klaus Dethloff

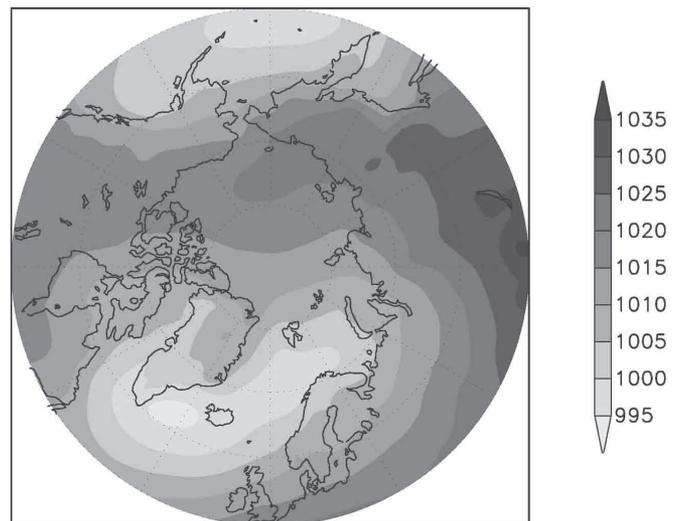


Abb. 1a: Wintermittel des Bodenluftdrucks (hPa) in der Arktis für 1990-2000 aus ERA40 Daten.

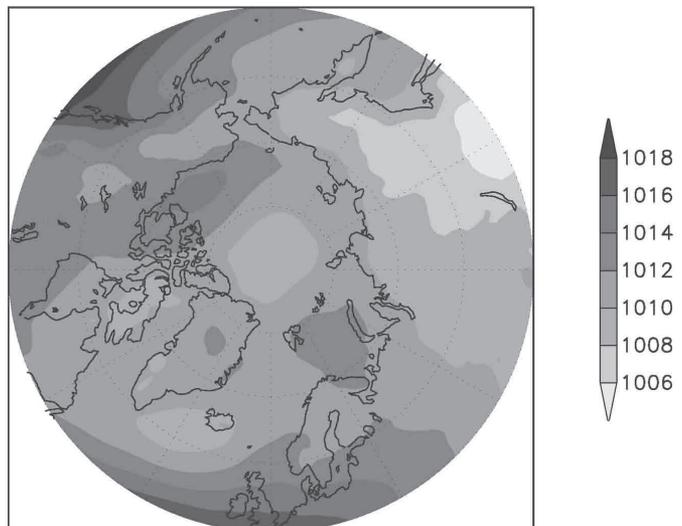


Abb. 1b: Sommermittel des Bodenluftdrucks (hPa) in der Arktis für 1990-2000 aus ERA40 Daten.