

# The early twentieth century warm period in the European Arctic

ANDREA N. GRANT, STEFAN BRÖNNIMANN\*, TRACY EWEN, THOMAS GRIESSER and ALEXANDER STICKLER

Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zurich, Switzerland

(Manuscript received December 16, 2008; in revised form April 1, 2009; accepted April 2, 2009)

## Abstract

The European Arctic experienced a pronounced warming around 1920 and a sustained warm period in the 1920s and 1930s. The causes of this climatic event are not fully known. However, understanding this event is considered important for assessing current and future climate change in the Arctic. Here we investigate the role of atmospheric circulation variability based on newly available historical upper-air data and statistical reconstructions of atmospheric circulation. The strongest warming at the ground from the 1910s to the 1920s and 1930s was found in wintertime. Historical upper-air data in this region from the 1930s show warm temperatures also in the lower troposphere. Reconstructed geopotential height fields suggest stronger than normal meridional transport of warm air into the European Arctic during the warm period compared to the preceding cold period. We propose that the 1920–1940 warm period can be subdivided into two periods with distinct circulation regimes: During the 1920s, warm, relatively clean air masses from the North Atlantic lead to a warming, while during the 1930s warm, rather polluted air masses from Western Europe played an important role. This is reflected in a sudden increase in sulphate concentrations in an ice core from Svalbard around 1930. The aerosols might have amplified the warming via changing cloud long wave emissivity, but this mechanism remains to be further studied. The circulation anomalies in the North Atlantic region during the early 20<sup>th</sup> century warm period that are shown in this paper form an observation-based counterpart against which model studies can be compared.

## Zusammenfassung

Der skandinavisch-europäische Sektor der Arktis erfuhr um 1920 eine ausgeprägte Erwärmung, die von einer anhaltend warmen Periode in den 20er und 30er Jahren gefolgt wurde. Die Ursachen für dieses Klimaereignis sind bis jetzt nicht vollständig bekannt, sein Verständnis erscheint jedoch wichtig, um die aktuellen und für die Zukunft vorhergesagten Veränderungen im arktischen Klimasystem korrekt zu beurteilen. Hier untersuchen wir die Rolle der Variabilität der atmosphärischen Zirkulation auf der Grundlage neu verfügbarer, historischer Messdaten aus der freien Atmosphäre und statistischer Rekonstruktionen der atmosphärischen Zirkulation. Die stärkste, bodennahe Erwärmung wurde von 1910 bis in die 30er Jahre im Winter registriert. Die historischen Messdaten aus der Region zeigen, dass die Erwärmung sich zumindest in den 30er Jahren auch auf die untere Troposphäre erstreckte. Rekonstruierte Felder der geopotentiellen Höhe legen einen überdurchschnittlich ausgeprägten Meridionaltransport von Luftmassen aus südlichen Richtungen in die europäische Arktis während der warmen Periode im Vergleich zur vorhergehenden kalten Periode nahe. Aus der Analyse der Felder treten zwei signifikant unterschiedliche Zirkulationsregime während der Periode 1920–1940 hervor: Während der 20er Jahre führten warme, aber relativ saubere Luftmassen vom Nordatlantik zur beobachteten Erwärmung, wohingegen während der 30er Jahre relativ stark verschmutzte Luftmassen aus dem westlichen Europa eine wichtige Rolle spielten. Dies spiegelt sich in einem plötzlichen Anstieg der Sulfatkonzentration um 1930 in einem Eisbohrkern aus Spitzbergen wider. Die Aerosolpartikel könnten die Erwärmung durch Beeinflussung der Emissivität der Wolken im Infrarot auch direkt verstärkt haben, dieser Mechanismus müsste aber genauer untersucht werden, um qualitative oder gar quantitative Aussagen geben zu können. Die in dieser Studie untersuchten Zirkulationsanomalien im Bereich des Nordatlantik während der Erwärmungsperiode im frühen 20. Jahrhundert bilden ein beobachtungs-basiertes Pendant zu weiteren möglichen Modellstudien.

## 1 Introduction

The Arctic has warmed dramatically during the past three decades, accompanied by a huge decrease in sea ice in summer and autumn. The changes in Arctic climate are among the largest in the world and are far more pronounced than the global mean changes; this phenomenon is known as Arctic amplification (HOLLAND

and BITZ, 2003). The detailed mechanisms and the implication for the future are still not fully understood (HOLLAND et al., 2006). While feedback processes involving sea ice certainly contribute (SERREZE et al., 2009), there might be other feedbacks, e.g., including aerosols and clouds or changes in atmospheric circulation. SLINGO and SUTTON (2007) suggested that anomalous atmospheric circulation had a particularly large effect on the 2007 record sea ice loss.

An altered atmospheric circulation may imprint on the vertical structure of the warming. GRAVERSEN et

\*Corresponding author: Stefan Brönnimann, Institute for Atmospheric and Climate Science, CHN M 11, Universitätstrasse 16, 8092 Zurich, Switzerland, e-mail: stefan.bronnimann@env.ethz.ch