

Einfluss grosser Vulkaneruptionen auf das europäische Klima während den letzten 500 Jahren

E. Fischer (1), J. Luterbacher (1,2), H. Wanner (1,2)

(1) Gruppe für Klimatologie und Meteorologie, Geographisches Institut, Universität Bern

(2) National Center of Competence in Research on Climate, Bern

Vulkanausbrüche sind eine wichtige Ursache natürlicher Klimavariabilität. In diversen Studien wurde der Einfluss von Vulkanen auf das globale Klima mittels Messdaten ausführlich untersucht und dokumentiert. Neue zeitlich und räumlich hochaufgelöste Klimarekonstruktionen Europas ermöglichen nun eine Untersuchung der vulkanischen Einflüsse während der letzten 500 Jahre, nicht nur auf globaler, sondern auch auf regionaler Ebene. Der von uns verwendete Klimadatensatz umfasst sowohl monatliche (saisonale vor 1658) Temperaturfelder für das europäische Festland, als auch Bodendruckfelder und Geopotentialfelder auf dem 500 hPa Niveau für Europa und den Nordatlantik. Die statistisch rekonstruierten Felder basieren auf instrumentellen Messdaten sowie natürlichen und historischen Klimaarchiven (Luterbacher 2002, Pauling 2003). Diese Rekonstruktionen erlauben uns die Berechnung der mittleren vulkanbedingten Klimaanomalien in den verschiedenen Regionen Europas.

Mittels Compositing berechneten wir das durchschnittliche Anomalienfeld nach 16 ausgewählten Ausbrüchen und bestimmten somit den Vulkaneinfluss auf das europäische Klima. Die Signifikanz des Signals wurde mit dem Mann-Whitney Test und in einem zweiten Schritt mit einer Monte Carlo Analyse getestet.

Auf der Basis dieser Daten kann gezeigt werden, dass es während dem ersten und besonders dem zweiten Sommer nach einem Vulkanausbruch in Europa signifikant kühler ist als vor dem Ausbruch. Dies zeigt sich am ausgeprägtesten in Südkandinavien und die baltischen Staaten (Abbildung 1, links). Die Abkühlung im Sommer kann durch die Streuung des Sonnenlichts an vulkanischen Aerosolen in der Stratosphäre erklärt werden. Im Gegensatz zum Sommer führen Vulkane im Winter zu einer Erwärmung des europäischen Festlandes während den ersten beiden Jahren. Über Nordeuropa ist die Temperaturabweichung mit über $+2^{\circ}\text{C}$ am stärksten (Abbildung 1, rechts). Unsere Resultate zeigen eine gute Übereinstimmung mit verschiedenen früheren Untersuchungen von Messdaten und Klimamodellen. Die höhere räumliche Auflösung und die längere Untersuchungsperiode erlauben uns aber eine genauere Bestimmung der regionalen Auswirkungen über eine längere Zeitspanne.

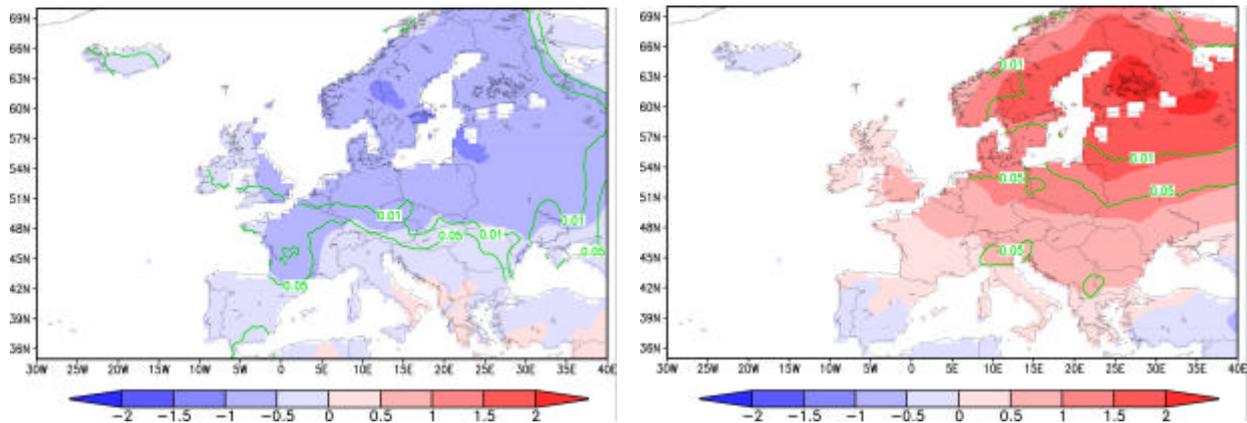


Abbildung 1: Mittleres europäisches Temperaturanomaliefeld (°C) im zweiten Sommer (links) und Winter (rechts) (relativ zu den 5 Jahren vor einem Ausbruch) nach 16 ausgewählten tropischen Vulkaneruptionen während den letzten 500 Jahren. Die grünen Linien stellen die statistische Signifikanz als p-Werte des Mann-Whitney Tests dar.

Neben möglichen strahlungsbedingten Veränderungen dürfen die zirkulationsbedingten Einflüsse nicht unterschätzt werden. Gleichzeitig mit der Temperaturerwärmung zeigt nämlich das mittlere Bodendruckfeld im Winter eine Anomalieverteilung, die einem positiven NAO-Druckmuster sehr ähnlich sieht. Die Zentren positiver und negativer Anomalie der Geopotentialhöhe deuten entsprechend auf einen überdurchschnittlichen Nord-Süd Gradient hin. Dieser Gradient führt zu stärkeren geostrophischen West-/Südwestwinden über Westeuropa, die im Winter oft warme, maritime Luft auf den europäischen Kontinent transportieren.

Die vorliegenden Resultate verdeutlichen das grosse Potential der Analyse von Klimarekonstruktionen zur Bestimmung des saisonalen und regionalen Vulkaneinflusses. Optimale Erkenntnisse für das Verständnis des vulkanischen Strahlungsantriebs (Forcing) sind allerdings nur durch eine Kombination mit Klimamodellsimulationen zu erreichen. Ausserdem zeigt die Arbeit die wichtige Rolle des vulkanischen Einflusses auf das europäische Klima während den letzten 500 Jahren auf.

Referenzen:

Luterbacher, J. , E. Xoplaki, D. Dietrich, R. Rickli, J. Jacobeit, C. Beck, D. Gyalistras, C. Schmutz and H. Wanner. Reconstruction of Sea-Level Pressure Fields over the Eastern North Atlantic and Europe Back to 1500. *Clim. Dyn.*, 18, 2002.

Pauling, A., J. Luterbacher, and H. Wanner. Evaluation of proxies for European and North Atlantic temperature field reconstructions. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 2003.