



A central arctic extreme aerosol event triggered by a warm air-mass intrusion

At the Extreme Environments Research Laboratory, EPF Sion, measurements in the central Arctic Ocean, on board of the icebreaker research vessel Polarstern, revealed the extent of aerosol pollution arriving into the central Arctic from mid-latitudes. This phenomenon has serious implications for the Arctic climate since the transported aerosol particles could act as cloud seeds, forming a blanket-like structure with warming properties and accelerating the Arctic amplification process and the Arctic sea ice melt. The results also show how high concentrations of anthropogenic air pollution reach sensitive ecosystems where no noticeable local pollutant emissions are observed. The work highlights the importance of transboundary global efforts in reducing air pollutants especially in the context of global warming. This work was shown by Lubna Dada and was awarded the Swiss Aerosol Award 2023.

The Arctic is warming at a rate roughly four times as fast as the rest of the globe due to Arctic amplification. While its detailed causes remain to be quantified, a large number of studies attributed the amplification to anomalous poleward atmospheric transport in the form of warm air-mass intrusions from mid-latitudes. With a changing climate, these intrusions of warm and moist air into the Arctic have become more frequent and intense over the past decades, and they have been identified as a key factor in the rapid melting of Arctic sea ice. During the year-long MOSAiC expedition in the remote central Arctic Ocean aboard the research vessel Polarstern, an extreme event occurred in mid-April 2020, associated with an increase of air temperature by 30°C in less than 48 hours. This event witnessed a remarkable surge in moisture levels, and longwave radiation, all attributed to an air-mass intrusion carrying air pollutants from northern Eurasia. The two-day intrusion, caused drastic changes in the aerosol size distribution, chemical composition and particle hygroscopicity. The aerosol particles were found to have traveled from lower latitudes undergoing transformations allowing them to modify the Arctic cloud regime (and thereby energy budget) and depleting gas phase constituents critical for the biogeochemical cycle in the Arctic climate. Such an observation was first of a kind, given the minimal measurements of chemical properties of aerosol particles in the central Arctic Ocean.

The awarded research showcases how the intrusion altered the Arctic environment, transforming it from a remote, unpolluted setting into a region resembling an urban area in central Europe. Furthermore, it highlights the impact of this transformation on the Arctic climate. For instance, the intrusion led to a substantial increase in cloud condensation nuclei, which can directly influence various aspects of Arctic clouds, including their radiation properties, precipitation patterns, and longevity. This study highlights the need of integrating aerosol research and in-situ measurements with meteorological and atmospheric transport investigations to identify the most effective strategies for mitigating these "natural" yet pollution-driven events. Given the multitude of ongoing Arctic climate research initiatives, particularly in response to the pressing issue of global warming, the findings of this work are relevant to many researchers and policymakers. It constitutes a valuable contribution to one of the most urgent research topics of our time: climate change. This research suggests that taking prompt actions to significantly reduce emissions in the source regions is necessary to reduce the impact of these events on the Arctic climate. The Swiss Aerosol Award will be/was presented on 15 November 2023 at the 18th meeting of the Swiss Aerosol Group (SAG). The prize is endowed with CHF 5 000.

Information:

- Dr. Lubna Dada, Scientist, Atmosphere-Biosphere Interactions Group, Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institute, Villigen, lubna.dada@psi.ch, 0563105317

Original title: A central arctic extreme aerosol event triggered by a warm air-mass intrusion; Source: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-32872-2>



Ein extrem starkes Aerosol-Ereignis in der zentralen Arktis ausgelöst durch eine warme Luftmassen-Intrusion

Das Extreme Environments Research Labor, EPF Sion, hat mittels Messungen an Bord des Eisbrecher-Forschungsschiffs Polarstern den grossen Einfluss von Emissionen aus mittleren Breiten auf die Aerosolver Verschmutzung in der zentralen Arktis bestimmt. Daraus resultieren schwerwiegende Auswirkungen auf das arktische Klima, da die transportierten Aerosolpartikel als Wolkenkeime wirken können, eine deckenartige Struktur mit wärmenden Eigenschaften bilden und so die Meereisschmelze in der Arktis beschleunigen könnten. Die Ergebnisse zeigen auch, wie hohe Konzentrationen anthropogener Luftverschmutzung sensible Ökosysteme erreichen, in denen keine nennenswerten lokalen menschgemachten Schadstoffemissionen beobachtet werden. Die Arbeit unterstreicht die Bedeutung grenzüberschreitender globaler Bemühungen zur Reduzierung von Luftschadstoffen, insbesondere im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung. Diese Arbeit von Lubna Dada wird mit dem Swiss Aerosol Award 2023 ausgezeichnet.

Die Arktis erwärmt sich etwa viermal so schnell wie der Rest der Welt. Während die genauen Ursachen noch untersucht werden, führten zahlreiche Studien die Beschleunigung auf einen anomalen polwärts gerichteten Transport von warmen Luftmassen aus mittleren Breiten zurück. Aufgrund des Klimawandels sind solche Warmlufteinbrüche in die Arktis in den letzten Jahrzehnten häufiger und intensiver geworden und wurden als Schlüsselfaktor für das schnelle Abschmelzen des arktischen Meereises identifiziert. Während der einjährigen MOSAiC-Expedition im abgelegenen zentralen Arktischen Ozean an Bord des Forschungsschiffs Polarstern kam es Mitte April 2020 zu einem Extremereignis, das mit einem Anstieg der Lufttemperatur um 30 °C in weniger als 48 Stunden einherging. Bei diesem Ereignis kam es zu einem bemerkenswerten Anstieg des Feuchtigkeitsgehalts und der herabsinkenden langwelligigen Strahlung, was alles auf einen Luftmasseneinbruch mit Luftschadstoffen aus dem nördlichen Eurasien zurückzuführen ist. Der zweitägige Warmlufteinbruch verursachte drastische Veränderungen in der Aerosolgrößenverteilung, der chemischen Zusammensetzung und der Partikelhygroskopizität. Es wurde festgestellt, dass die Aerosolpartikel aus den mittleren Breiten das arktische Wolkenregime (und damit den Energiehaushalt) veränderten, die für den biogeochemischen Kreislauf im arktischen Klima entscheidend sind. Angesichts fehlender Messungen der chemischen Eigenschaften von Aerosolpartikeln im zentralen Arktischen Ozean war dies die erste Beobachtung dieser Art.

Die ausgezeichnete Forschungsarbeit zeigt, wie das Warmlufteinbruch die arktische Umwelt veränderte und sie von einer abgelegenen, partikelarmen Umgebung in eine Region verwandelte, die einem städtischen Gebiet in Mitteleuropa ähnelt. Darüber hinaus werden die Auswirkungen dieser Transformation auf das arktische Klima hervorgehoben. Beispielsweise führte der Warmlufteinbruch zu einem erheblichen Anstieg der Wolkenkeime, die verschiedene Aspekte der arktischen Wolken direkt beeinflussen können, einschließlich ihrer Strahlungseigenschaften, Niederschlagsmuster und Langlebigkeit. Diese Studie unterstreicht die Notwendigkeit, Aerosolforschung und In-situ-Messungen mit meteorologischen und atmosphärischen Transportuntersuchungen zu kombinieren, um die wirksamsten Strategien zur Abschwächung dieser durch Umweltverschmutzung verursachten Ereignisse zu ermitteln. Angesichts der Vielzahl laufender Klimaforschungsinitiativen in der Arktis sind die Ergebnisse dieser Arbeit für viele Forscher und politische Entscheidungsträger relevant. Es stellt einen wertvollen Beitrag zu einem der dringendsten Forschungsthemen unserer Zeit dar: dem Klimawandel. Diese Forschung legt nahe, dass schnelle Maßnahmen zur deutlichen Reduzierung der Emissionen in den Quellregionen erforderlich sind, um die Auswirkungen dieser Ereignisse auf das arktische Klima zu verringern. Der Swiss Aerosol Award wird/wurde am 15. November 2023 anlässlich der 18. Tagung der Swiss Aerosol Group (SAG) verliehen. Der Preis ist mit CHF 5.000 dotiert.

Kontakt:

- Dr. Lubna Dada, Scientist, Atmosphere-Biosphere Interactions Group, Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institute, Villigen, lubna.dada@psi.ch, 0563105317

Original title: A central arctic extreme aerosol event triggered by a warm air-mass intrusion; Quelle: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-32872-2>