

Earth System Knowledge Platform - die Wissensplattform des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft, www.eskp.de

Klimawandel · Polargebiete

WIE BEEINFLUSST DER KLIMAWANDEL DEN JETSTREAM?

Ralf Jaiser¹, Jana Kandarr²

¹ Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

² Earth System Knowledge Platform | ESKP

Zuerst publiziert: 25. Oktober 2019, 6. Jahrgang

Digitaler Objektbezeichner (DOI): <https://doi.org/10.2312/eskp.010>

Teaser

Die Arktis erwärmt sich schneller als der Rest der Welt. Damit verringert sich der Temperaturunterschied zwischen Äquator, gemäßigten Breiten auf der einen und Arktis auf der anderen Seite. Dieser Unterschied treibt jedoch das starke Westwindband der Nordhalbkugel an und bestimmt dessen Bahnen und Stärke mit. Der sogenannte Polar-Front-Jetstream hat große Bedeutung für unser Wetter in Deutschland.

Keywords

Landwirtschaft, Biodiversität, Insekten, Vögel, Arten, Lebensräume, Nutzpflanzen, naturnah, Agrarlandschaft, Europa, Europäische Union, Agrarpolitik

Jeder, der schon einmal von Nordamerika nach Europa geflogen ist, wird bemerkt haben, dass der „Rückenwind“ immens ist. Der Flug von Nordamerika nach Europa kann ein bis zwei Stunden kürzer sein als der in die umgekehrte Richtung. Dieser Höhenwind - auf der Nordhalbkugel Polar-Front-Jetstream genannt - bläst mit bis zu 535 Kilometern pro Stunde über dem Nordatlantik (DWD).

Selten wehen diese starken Strahlströme nur von West nach Ost. Eher verlaufen sie in Wellen, die mal mehr, mal weniger stark mäandrieren bzw. auseinanderfließen, also nach Norden und Süden ausweichen. In der Regel sind die Westwindbänder einige Tausend Kilometer lang, haben aber nur eine Breite von 50 bis 100 Kilometern bei einer Dicke von ein bis zwei Kilometern (Deutscher Wetterdienst, 05.09.2014).

Großen Einfluss hat der Höhenwind auf unser Wettergeschehen. Er prägt sich auch in niedrigere Luftschichten durch. So trägt er im Winter warme und feuchte Luftmassen von den Ozeanen auf die Kontinente. Sind die Westwinde schwächer, können sich kalte und trockene Luftmassen verstärkt über die Kontinente ausbreiten. Von erheblicher Bedeutung ist der Einfluss auf die Niederschläge in Europa (Simpson et al., 2018). Die Niederschlagsanomalie, die Klimamodelle (CMIP5) durch Veränderungen des Polarwirbels vorhersagen, könnte bis zu 0,25 mm pro Tag über Südeuropa und den Mittelmeerländern betragen, was etwa 10-20 Prozent deren heutiger Niederschlagsklimatologie im Winter entspricht (Seager et al., 2014, Simpson et al., 2018).

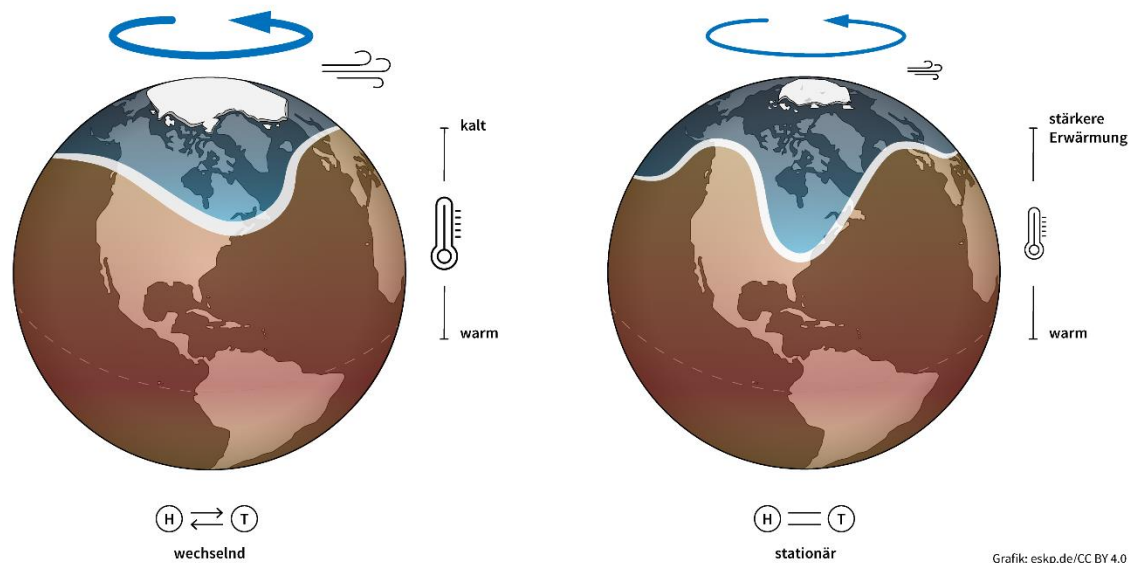


Abb. 1: Darstellung der Auswirkungen eines starken und eines schwachen Jetstreams auf die Wittersituation im Winter auf der Nordhalbkugel.

Links: Durch hohe Temperaturunterschiede zwischen den Tropen und der Arktis ist der Jetstream stark ausgeprägt. Er mäandert nur wenig und die arktische Kaltluft bleibt im Norden. Die Winter in Nordamerika und Europa sind dann durch wechselnde Hoch- und Tiefdruckgebiete gekennzeichnet.

Rechts: Erwärmt sich die Arktis, sind die Temperaturunterschiede zwischen Tropen und Arktis geringer. Der Jetstream ist dann schwächer ausgeprägt und verläuft in sehr ausgeprägten Wellen. Die Kaltluft dringt weit nach Süden vor und die Druckgebiete sind oft über Wochen stationär. Diese Situation prägte den Winter 2019 in Nordamerika. (Grafik: Wissensplattform Erde und Umwelt, eskp.de, Lizenz: CC BY 4.0)

Jetstream verändert seine Bahnen, wenn Polkappen schmelzen

Welche Wellen die Starkwindbänder schlagen, ist ganz davon abhängig wie stark die Temperaturunterschiede zwischen Äquator und Arktis ausgeprägt sind. Die Eiskappen in der Arktis schmelzen in den letzten Jahrzehnten immer stärker in den Sommermonaten. Jeweils Ende September nähert sich die Meereisausdehnung in der Arktis dem jährlichen Minimum.

Nur noch etwa 3,9 Millionen Quadratkilometer des Arktischen Ozeans waren in diesem Jahr von Meereis bedeckt. Damit lag das jährliche Minimum erst zum zweiten Mal seit Beginn

der Satellitenmessungen im Jahr 1979 unter vier Millionen Quadratkilometern (Meereisminimum in Sichtweite). Das sommerliche Meereisminimum in der Arktis ist ein Indikator für die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels weltweit. Seit dem Jahr 1979 nimmt die Eisausdehnung im September ab. Damit wird auch weniger der einfallenden Strahlung ins All zurückreflektiert. Die Arktis erwärmt sich dadurch schneller als andere Regionen. In den letzten Jahrzehnten zeigte sich im Winter in der Arktis eine doppelt so hohe Erwärmungsrate wie in den mittleren Breiten.

Die Erwärmung der Arktis durch den Klimawandel verringert die großräumigen Temperaturunterschiede. Diese Temperaturunterschiede treiben die starken Strahlwinde an, auf welche dann die ablenkende Kraft, die durch die Erdrotation entsteht (Corioliskraft), wirkt. Mittlerweile schwächt sich der Wind immer wieder ab (Alfred-Wegener-Institut, 28.5.2019). Er weht dann seltener auf einem geradlinigen Kurs parallel zum Äquator, sondern schlängelt sich häufiger in Riesenwellen über die Nordhalbkugel.

Diese Wellen führen wiederum im Winter bei uns in den mittleren Breiten zu ungewöhnlichen Kaltlufteinbrüchen aus der Arktis. Dies wird verstärkt durch Störungen im stratosphärischen Polarwirbel - einen Bereich mit niedrigem Druck und extrem kalter Luft. Diese Störungen können zu plötzlichen Erwärmungen in der Stratosphäre führen, was sich dann wiederum auf die darunterliegende Troposphäre und den Strahlstrom auswirkt. Die so ausgelösten Wellen des Strahlstroms schicken dann arktische Luft nach Süden in mittlere Breitengrade (Alfred-Wegener-Institut, 28.5.2019). Ende Januar 2019 beispielsweise wurde der Mittlere Westen Nordamerikas von extremer Kälte heimgesucht. Die Menschen in Chicago erfanden damals Namen wie „Chiberia“ für ihre Stadt. Zweifelsfrei waren die Temperaturen mit -30° Celsius in Chicago arktisch. Zugschienen wurden in Brand gesetzt, damit Züge überhaupt passieren können. Selbst kochendes Wasser gefror draußen innerhalb von Sekunden.

Auch im heißen Dürrejahr 2018 mäandrierte das starke Westwindband mit 6-8 Wellen in einer höheren Frequenz (Imbery, 2019). Starkregen in Südeuropa und Hitzerekorde in Nordeuropa waren die Folge. Im Sommer verursacht ein schwächerer Jetstream langanhaltende Hitzewellen und Trockenheit wie sie Europa unter anderem auch in den Jahren 2003, 2006 und 2015 erlebte.

Häufigere Kaltlufteinbrüche im Winter sind Teil des Klimawandels

Der Zusammenhang zwischen dem globalen Klimawandel und den mäandrierenden atmosphärischen Wellen des Jetstream auf der Nordhalbkugel konnte in Klimamodellen erst vor kurzem hergestellt werden. Die Ozonchemie in der Stratosphäre spielt dabei eine weitere wichtige Rolle, um die Änderungen im dortigen Polarwirbel, welche dann die Westwinde in der Troposphäre beeinflussen, korrekt wiederzugeben (Romanowsky et al.,

2019). Mit dem fortschreitenden Klimawandel wird sich der Polar-Front-Jetstream bis zum Ende des 21. Jahrhundert im Mittel ein bis zwei Grad weiter Richtung nach Norden verlagern und zu weiteren Änderungen der Variabilitätsmuster führen (Yin, 2005; Barnes & Polvani, 2018).

Sollte die Eisdecke weiter schrumpfen, ist anhand dieser Modellergebnisse damit zu rechnen, dass die bislang beobachteten Extremwetterereignisse in den mittleren Breiten in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmen. Dazu sagt Prof. Dr. Markus Rex, Leiter der Atmosphärenforschung des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung: „Unsere Ergebnisse untermauern zudem, dass die häufiger auftretenden winterlichen Kaltphasen in den USA, Europa und Asien der Klimaerwärmung nicht widersprechen, sondern vielmehr Teil des menschengemachten Klimawandels sind.“ (Alfred-Wegener-Institut, 28.05.2019).

Referenzen

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung - AWI. (2019, 28. Mai). Erwärmung der Arktis führt zu Wetterextremen in unseren Breiten. AWI-Forscher entwickeln Klimamodell, das den schwächelnden Jetstream erklärt [Pressemitteilung, www.awi.de]. Aufgerufen am 21.10.2019.

Barnes, E. A. & Polvani, L. (2013). Response of the Midlatitude Jets, and of Their Variability, to Increased Greenhouse Gases in the CMIP5 Models. *Journal of Climate*, 26, 7117-7135. doi:10.1175/JCLI-D-12-00536.1

Deutscher Wetterdienst - DWD (2014, 05. September). Jetstream (Strahlstrom) [Wetterlexikon, www.dwd.de]. Aufgerufen am 19.10.2019.

Imbery, F. (2019, 11. September). 2018 - A Climatological View on an Outstanding Year [Vortrag am Deutschen GeoForschungsZentrum auf der TERENO International Conference 2019 „The drought year 2018“, 11.9.-13.9.19].

Meereisminimum in Sichtweite [Kurzmeldungen]. (2019, 13. September). [www.meereisportal.de]. Aufgerufen am 21.10.2019.

Romanowsky, E., D. Handorf, R. Jaiser, I. Wohltmann, W. Dorn, Jinro Ukita, J. Cohen, K. Dethloff & Rex, M. (2019). The role of stratospheric ozone for Arctic-midlatitude linkages. *Scientific Reports*, 9:7962. doi:10.1038/s41598-019-43823-1

Seager, R., Liu, H., Henderson, N., Simpson, I., Kelley, C., Shaw, T., Kushnir, Y. & Ting, M. (2014). Causes of Increasing Aridification of the Mediterranean Region in Response to Rising Greenhouse Gases. *Journal of Climate*, 27, 4655-4676, doi:10.1175/JCLI-D-13-00446.1

Simpson, I. R., Hitchcock, P., Seager, R., Wu, Y. & Callaghan, P. (2018). The Downward Influence of Uncertainty in the Northern Hemisphere Stratospheric Polar Vortex Response to Climate Change. *Journal of Climate*, 31, 6371-6391, doi:10.1175/JCLI-D-18-0041.1

Yin, J. H. (2005). A consistent poleward shift of the storm tracks in simulations of 21st century climate. *Geophysical Research Letters*, 32(18):L18701. doi:10.1029/2005GL023684

Zitiervorschlag

Jaiser, R. & Kandarr, J. (2019, 25. Oktober). Wie beeinflusst der Klimawandel den Jetstream? *Earth System Knowledge Platform* [www.eskp.de], 6. doi:10.2312/eskp.010



Text, Fotos und Grafiken soweit nicht andere Lizenzen betroffen: eskp.de | [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

eskp.de | Earth System Knowledge Platform - die Wissensplattform des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft