

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

Naturgefahren · Sturm

KONVEKTIVE STARKWINDEREIGNISSE IN DEUTSCHLAND

Susanna Mohr ¹

¹ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Arbeitsgruppe „Atmosphärische Risiken“

Zuerst publiziert: 10. Juli 2018, 5. Jahrgang

Digitaler Objektbezeichner (DOI): <https://doi.org/10.2312/eskp.054>

Teaser

Sturmböen im Sommer sind häufig mit schweren Schäden verbunden. Da sie in Mitteleuropa vor allem in den warmen Sommermonaten auftreten, können sie zudem bei Outdoor-Aktivitäten oder Open-Air-Veranstaltungen ein erhebliches Gefahrenpotential darstellen.

Keywords

Starkwind, Böen, Windlast, Wind, Gewitter, Böe, Spitzenböe, Windgeschwindigkeit, Konvektion, Extremwetter

Da konvektive Windböen aufgrund ihrer geringen räumlichen Ausdehnung nicht vollständig und flächendeckend durch Stationsmessungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erfasst werden, bestand in Deutschland bisher ein erhebliches Wissensdefizit hinsichtlich ihrer räumlichen und saisonalen Verteilung. Vor diesem Hintergrund wurde am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) das Projekt „[Convective Wind Gusts \(ConWinG\)](#)“ ins Leben gerufen, um diese Phänomene genauer zu untersuchen.

Doch was genau sind überhaupt konvektive Starkwindböen? Diese Starkwindereignisse werden in der Regel durch Gewitterereignisse - vor allem während der warmen Sommermonate - ausgelöst. Bedingt durch den fallenden Niederschlag und durch Abkühlungsprozesse (diabatische Phasenübergänge) in der Gewitterwolke entsteht ein lokaler Abwind (Downbursts; siehe [Youtube](#)), der nach dem Auftreffen auf der Erdoberfläche horizontal umgelenkt wird und anschließend bodennah eine divergierende horizontale Strömung erzeugt. Dies betrifft in der Regel nur eine kleine Fläche von wenigen Quadratkilometern und der lokale Abwind wird hier auch als Mikroburst

bezeichnet. Zusätzlich können aber konvektive Böen durch Böenfronten (siehe [Youtube](#)) meist größerer meso-skaliger¹ Gewitterkomplexe hervorgerufen werden. Hier kommt es zu einem Zusammen-schluss der Abwinde mehrerer Gewitterzellen, die dann bodennah zu hohen horizontalen Druckgradienten führen und dadurch in der Lage sind, hohe horizontale Windgeschwindigkeiten zu erzeugen. Verbunden mit der Böenfront, die in der Regel über ein größeres Gebiet hinwegzieht, können dann eher einzelne konvektive Böen durch meteorologische Messstationen erfasst werden als bei einem einzelnen Mikroburst.

Windspitzen mit den Geschwindigkeiten eines Tornados vergleichbar

Verschiedene Studien haben bereits gezeigt, dass konvektive Böen im Vergleich zu großen außertropischen Sturm-tiefs (Winterstürmen) noch höhere Windgeschwindigkeiten erreichen können. Windspitzen von mehr als 50 m/s wurden bereits aufgezeichnet. Die höchste konvektive Böe, die jemals beobachtet wurde, wurde 1983 in den Vereinigten Staaten mit einer Spitzenböe von 67 m/s detektiert (Fujita, 1990). In Deutschland wurde die stärkste gemessene konvektive Böe am 29. Juli 2005 an der Station Zinnwald (Erzgebirge) mit einer maximalen Windgeschwindigkeit von 52,6 m/s beobachtet (untersuchter Zeitraum 1992-2014, Mohr et al., 2017). Aufgrund von Schadensschätzungen nach solchen Ereignissen wird aber davon ausgegangen, dass auch Windgeschwindigkeiten vergleichbar mit denen eines F3-Tornados (d.h. 70 - 92 m/s) möglich sind.

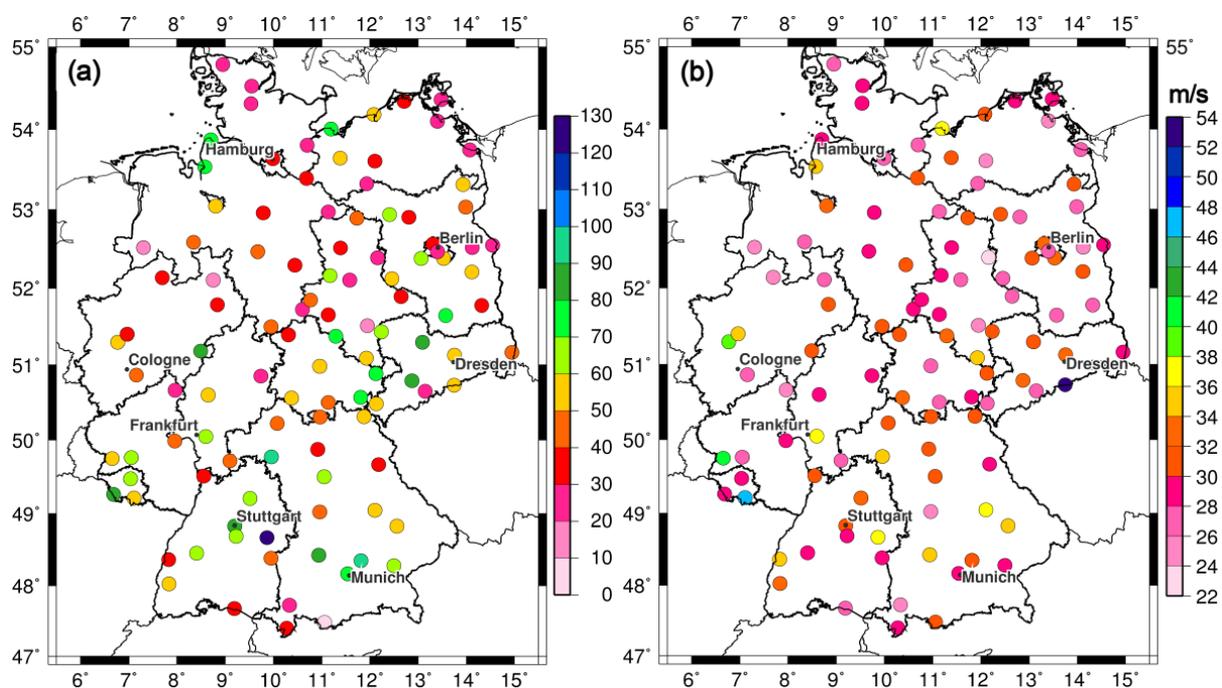


Abb. 1: Räumliche Verteilung (a) der Gesamtanzahl konvektiver Böen, die eine Schwelle von 18 m/s überschreiten, und (b) der höchste gemessene Wert zwischen 1992 und 2014. (Grafik: S. Mohr/KIT)

¹ „Meso-skalig“ beschreibt einen Skalenbereich in der Meteorologie, auf dem atmosphärische Phänomene betrachtet werden - gemeint sind Phänomene mit einer horizontalen Erstreckung zwischen 2 und 2000 km wie größere Gewitterkomplexe oder Tief-/Hochdruckgebiete.

Um die räumliche und saisonale Verteilung, Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit konvektiver Böen zu analysieren, wurde in dem Projekt ein Ereigniskatalog für Deutschland basierend auf 110 Klimastationen des DWD über einen Zeitraum von 23 Jahren (1992-2014) statistisch analysiert. Für die Analyse wurden dabei nur Starkwindereignisse als „konvektive Böen“ berücksichtigt, die zum einen größere Windgeschwindigkeiten (≥ 18 m/s; Warnkriterium Level 2 des DWD) aufwiesen und zum anderen in Verbindung mit einem Gewittertag (Blitzeinschlag in der Nähe der Messung) standen (Mohr et al., 2017).

Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit konvektiver Böen von Nord- nach Süddeutschland zunimmt (Abb. 1a). Anhand der Verteilung der Maxima wird deutlich, dass schwere konvektive Böen von über 30 m/s überall in Deutschland möglich sind (Abb. 1b).

Ähnlich wie bei anderen mit Gewitterereignissen verbundenen Phänomenen wie Blitz oder Hagelschlag treten konvektive Böen in Deutschland vorwiegend in der warmen Jahreszeit auf (vor allem Mai bis August), wenn die atmosphärischen Bedingungen die Bildung organisierter Gewittersysteme begünstigen. So sind die meisten Ereignisse vor allem im Juni und Juli (z.B. 53% der Ereignisse ≥ 18 m/s, rot) zu beobachten (Abb. 2).

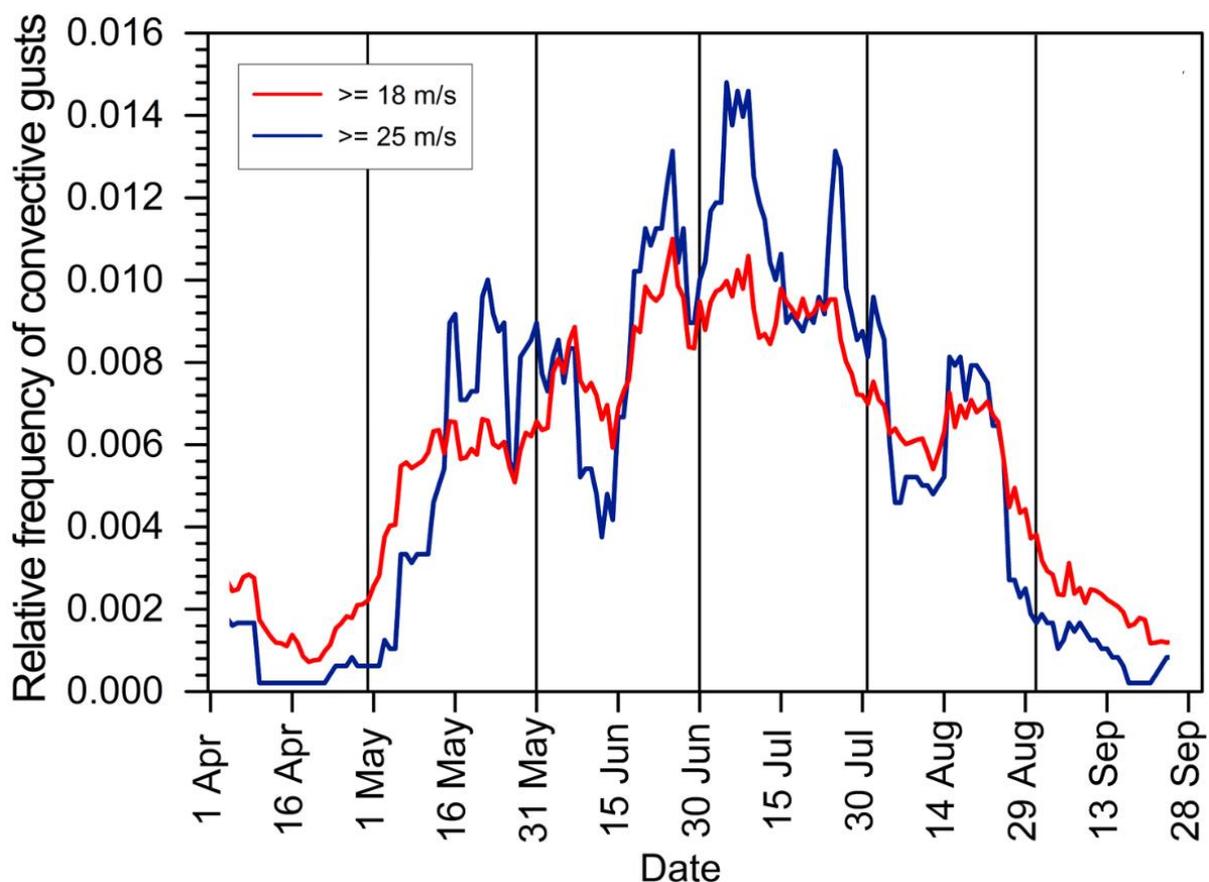


Abb. 2: Mittlere saisonale Verteilung (gleitender Mittelwert 11 Tage) für die relative Häufigkeit konvektiver Böen, die ≥ 18 m/s (rot) bzw. 25 m/s (blau) sind (Deutschland, 1992 - 2014, Quelle: S. Mohr/KIT). (Grafik: S. Mohr/KIT)

Wie oft muss in Deutschland mit konvektiven Starkwindereignissen gerechnet werden?

Basierend auf den Stationen des DWD wurden weiterhin mit Hilfe statistischer Verfahren Wiederkehrwerte konvektiver Böen für verschiedene Wiederkehrperioden geschätzt. Abbildung 3 zeigt exemplarisch die Wiederkehrwerte für eine Wiederkehrperiode von 20 Jahren, d.h. der Wert der statistisch alle 20 Jahre in der Region (bzw. an der Station) erwartet wird. So kann im Raum Stuttgart statistisch alle 20 Jahre mit einer Windgeschwindigkeit von 29,5 m/s gerechnet werden, während für Hamburg ein Wert von 25,6 m/s berechnet wurde. Verteilt über Deutschland sind in der Regel mit Werten zwischen 24 und 32 m/s zu rechnen, wobei aber auch vereinzelt Werte bis zu 36 m/s erwartet werden.

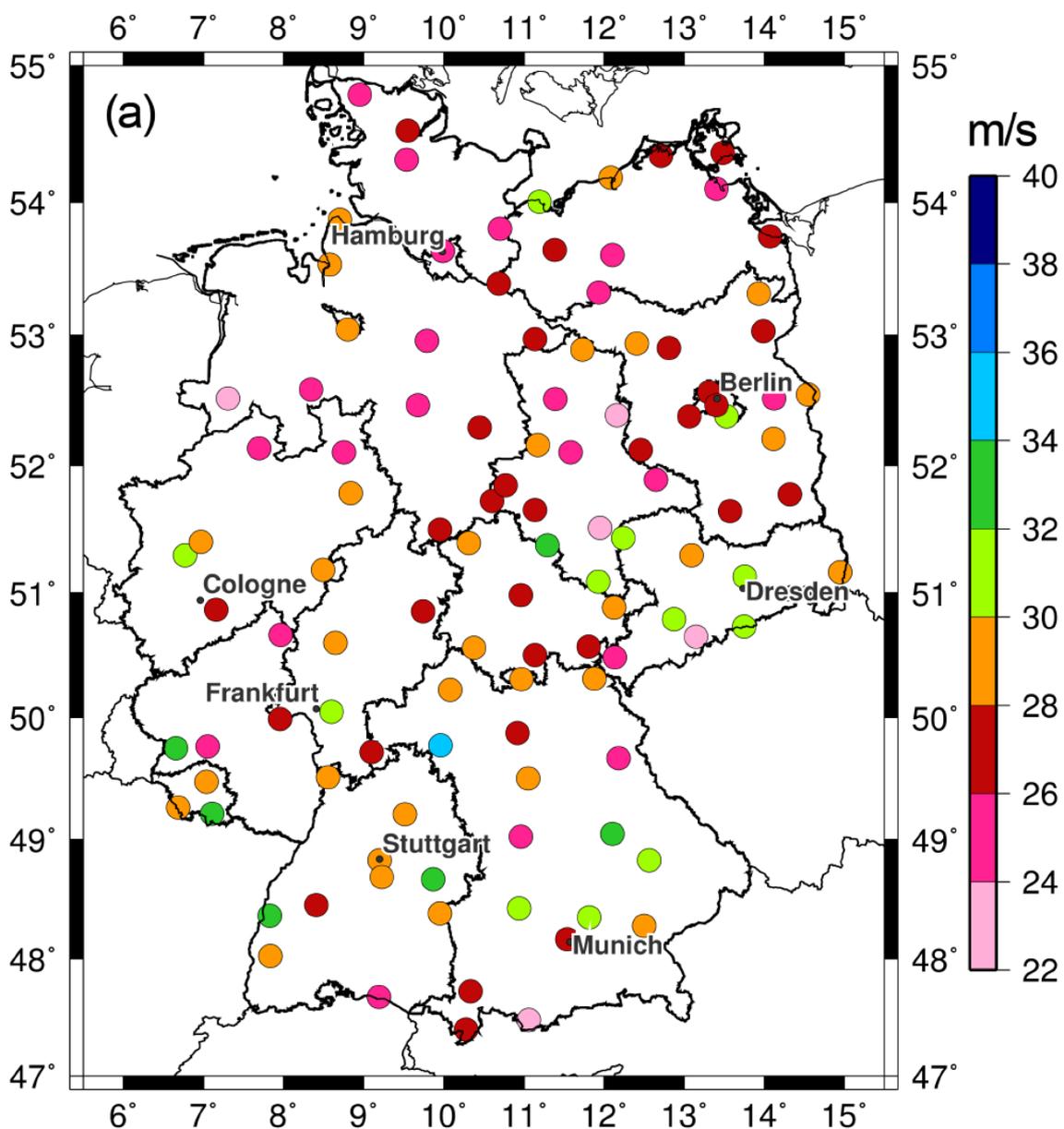


Abb. 3: Räumliche Verteilung einer konvektiven Böe für eine Wiederkehrperiode von 20 Jahren. (Grafik: S. Mohr/KIT)

Ein Vergleich mit schweren Starkwindereignissen, die mit Winterstürmen wie Lothar (1999) oder Kyrill (2007) einhergehen und als turbulente Böen bezeichnet werden, zeigt, dass die Wiederkehrwerte bei solchen Ereignissen deutlich größer sind (Abb. 4; Mittelwert \pm Standardabweichung: $7,3 \pm 3,9$ m/s). Die Differenzen sind dabei im Norden ($9,0 \pm 3,2$ m/s; blau) ausgeprägter als im Süden ($5,6 \pm 3,8$ m/s; rot). Ein Grund hierfür ist, dass die betroffene Fläche bei einem Wintersturm in der Regel deutlich größer als bei Gewitterereignissen ist. Zudem kann dieser Unterschied auch auf einen signifikanten Nord-Süd-Gradienten der Wiederkehrwerte von turbulenten Böen zurückzuführen werden, der durch eine erhöhte Frequenz der vom Atlantik kommenden Tiefdruckgebiete (Winterstürme) im Norden erklärt werden kann. Die Gewitteraktivität in diesem Gebiet ist dagegen aufgrund der höheren atmosphärischen Stabilität nahe der Nord- und Ostsee gegenüber dem Süden von Deutschland deutlich reduziert.

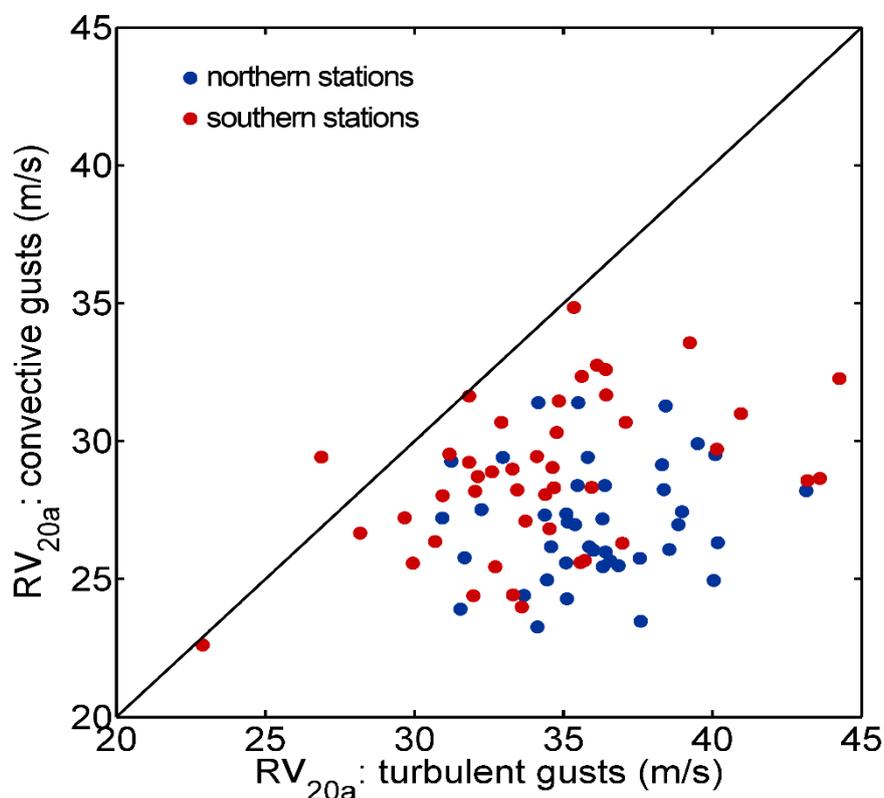


Abb. 4: Streudiagramm zwischen dem Wiederkehrwert einer konvektiven und turbulenten Böe für eine Wiederkehrperiode von 20 Jahren aufgeteilt in nördliche (blau) und südliche Stationen (rot). (Grafik: Mohr et al. 2017)

Wechselwirkung mit städtischen Bebauungsstrukturen

Die gegenwärtig gültigen Windlastnormen für Gebäude oder Tragwerke beinhalten aktuell nur die Charakteristik turbulenter Böen. Konvektive Starkwindereignisse mit ausgeprägter vertikaler Geschwindigkeitskomponente und ihre Wechselwirkung mit städtischen Bebauungsstrukturen werden dagegen derzeit noch nicht berücksichtigt. Dies liegt unter anderem daran, dass, wie oben beschrieben, ihre Stärken und Dimensionen bisher nicht

hinreichend bekannt waren und ihre Auftretenswahrscheinlichkeit unterschätzt wurde. Mit den gewonnenen Ergebnissen in dem Projekt besteht nun die Möglichkeit, die Windlast auf typische städtische Bebauungsstrukturen besser abzuschätzen und gegebenenfalls die Normen anpassen zu können.

Referenzen

Feser, F., Barcikowska, M., Krueger, O., Schenk, F., Weisse, R & Xia, L. (2014). Storminess over the North Atlantic and northwestern Europe – A review. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 141(687), 350-382. doi:10.1002/qj.2364

Fujita, T. T. (1990). Downbursts: meteorological features and wind field characteristics. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 36(Part 1), 75-86. doi:10.1016/0167-6105(90)90294-M

Mohr, S., Kunz, M., Richter, A., & Ruck, B. (2017). Statistical characteristics of convective wind gusts in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(6), 957-969. doi:10.5194/nhess-17-957-2017

Piper, D. & Kunz, M. (2017). Spatiotemporal variability of lightning activity in Europe and the relation to the North Atlantic Oscillation teleconnection pattern. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(8), 1319-1336. doi:10.5194/nhess-17-1319-2017

Puskeiler, M., Kunz, M. & Schmidberger, M. (2016). Hail statistics for Germany derived from single-polarization radar data. *Atmospheric Research*, 178-179, 459-470. doi:10.1016/j.atmosres.2016.04.014

Wakimoto, R. M. (2001). Convectively Driven High Wind Events. In C. A. Doswell (Hrsg.), *Severe Convective Storms. Meteorological Monographs* (S. 255-298). Boston, MA: American Meteorological Society. doi:10.1007/978-1-935704-06-5_7



Daten- und Textgrundlage: [Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology \(CEDIM\)](#). CEDIM ist eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung des Karlsruher Instituts für Technologie.

Zitiervorschlag

Mohr, S. (2018, 10. Juli). Konvektive Starkwindereignisse in Deutschland. *Earth System Knowledge Platform* [www.eskp.de], 5. doi:10.2312/eskp.054



Text, Fotos und Grafiken soweit nicht andere Lizenzen betroffen: [eskp.de](#) | [CC BY 4.0](#)

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