



Ergebnisse und Auswertungen der Recherche zur

Entwicklung von Extremwetterereignissen in Deutschland

Bearbeitung:
Climate Service Center
Bearbeiter: Daniela Jacob, Hinnerk Ries, Björn Weber

Das CSC ist eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht

Im Folgenden werden Ergebnisse und Auswertungen aus einer Recherche zur Entwicklung von Extremwetterereignissen in Deutschland präsentiert. Diese Arbeit basiert auf verschiedenen Informationen aus Internetquellen, Daten des DWD, die für diese Arbeit freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, Ergebnissen von Klimamodellrechnungen, eigenen Auswertungen und Erfahrungen.

Extremwetterereignisse verschiedenster Art kommen in Deutschland relativ selten vor, daher ist es nach wie vor sehr schwierig, genaue Aussagen zu Veränderungen in der Häufigkeit ihres Auftretens oder ihrer Intensität zu machen. Sie unterscheiden sich deutlich von unserem täglichen Wetter und sind zum Beispiel bekannt als starke Stürme mit hohen Windgeschwindigkeiten und Böen, starke und/oder lang anhaltende Niederschläge (manchmal mit Überflutungen) oder lang anhaltende Trocken- und Hitzeperioden.

Diese Ereignisse sind häufig mit Schäden für Mensch, Natur und Infrastruktur verbunden. Hierzu gehören beispielsweise Überflutungen und Hangrutsche, Niedrigwasser in den Flüssen, Windbruch, aber auch gesundheitliche Belastungen durch anhaltende Hitze.

Schäden an Infrastrukturen können allerdings auch entstehen, wenn besondere Konstellationen von hydro-meteorologischen Größen zusammen kommen. Dies war vor einigen Jahren der Fall im Münsterland, als einige Strommasten durch Eislasten brachen. Die Wetterlage zeichnete sich durch Temperaturen knapp unter Null Grad, Niederschläge und Windgeschwindigkeiten um 10 m/s aus. Jede einzelne Größe für sich kann nicht als extrem eingestuft werden. Das Zusammenwirken führte allerdings dann zu dem verstärkten Eisansatz und den darauf folgenden Schäden. Detaillierte Analysen zu dieser Art Extremereignissen (und auch zu Wetterextremen im Allgemeinen) sind im Moment im CSC in Arbeit. Hierzu wird untersucht, ob diese Situationen in Zukunft häufiger auftreten, sie intensiver sein können und in welchen Gebieten von Deutschland sie bevorzugt vorkommen können. (Siehe hierzu [Klimasignalkarten für Deutschland](#) und [CSC Report 5: Schneelast an Strommasten – Heute und in Zukunft](#)).

Zwei Themen wurden mit der Anfrage angesprochen, die in den folgenden Teilen für verschiedene klimatische Größen aufgegriffen werden. Da Extremwetterereignisse sehr selten auftreten, müssen immer lange Beobachtungszeitreihen betrachtet werden, um herauszufiltern, ob sich Veränderungen eingestellt haben. Ein Zeitraum von 10 Jahren ist viel zu kurz, um festzustellen, ob das vermehrte Auftreten von z. B. starken Winden nur eine natürliche Schwankung oder eine robuste Veränderung ist. Es gab und gibt windschwache und windstarke Jahre bzw. Dekaden. Aus diesem Grund wird hier versucht, mögliche beobachtete Veränderungen in den letzten 10 Jahren mit natürlichen Schwankungen der letzten Dekaden zu vergleichen und stabile oder auch nur mögliche Trends der letzten 10 Jahre aufzuzeigen. Die Ergebnisse sind mit großen Unsicherheiten belastet, zeigen aber teilweise klare Veränderungen. Nicht immer lassen sich Aussagen für die letzten 10 Jahre machen.

Teil A: Hat die Anzahl der Extremwetterereignisse in den letzten 10 Jahren zugenommen?

Temperatur:

1. Anzahl der heißen Tage pro Jahr (Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit mindestens 30°C in Deutschland):

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Dekaden wurde die Anzahl von ca. fünf heißen Tagen pro Jahr seit 1995 nicht mehr unterschritten. **Die fünf Jahre mit den meisten heißen Tagen seit 1950 liegen im Zeitraum seit 1994.** Seit 1950 nimmt die Anzahl der heißen Tage um 0,09/Jahr zu (Abbildung 1).

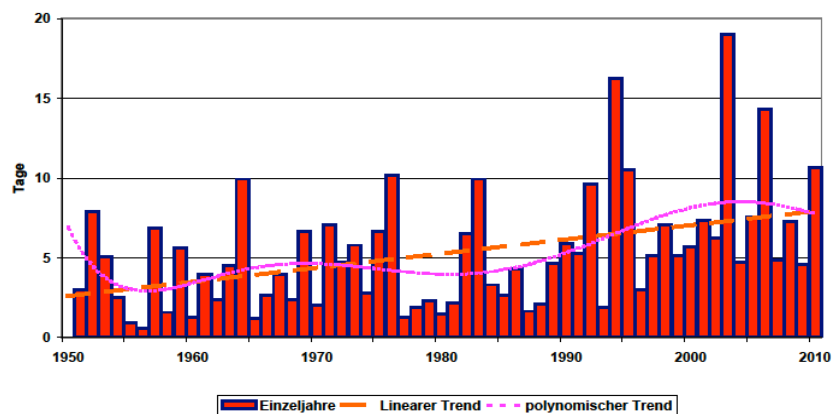


Abbildung 1: Gebietsmittel der Anzahl der Heißen Tage (Temperaturmaximum mindestens 30 °C) in Deutschland (pers. Kommunikation Müller-Westermeier, DWD).

2. Anzahl der Eistage pro Jahr (Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit Temperaturmaximum unter 0°C in Deutschland):

Seit 1950 nimmt die Anzahl der Eistage um 0,11/Jahr ab. Seit 1990 gibt es eine Häufung an Jahren mit einer geringen Anzahl an Eistagen (weniger als 12) (Abbildung 2).

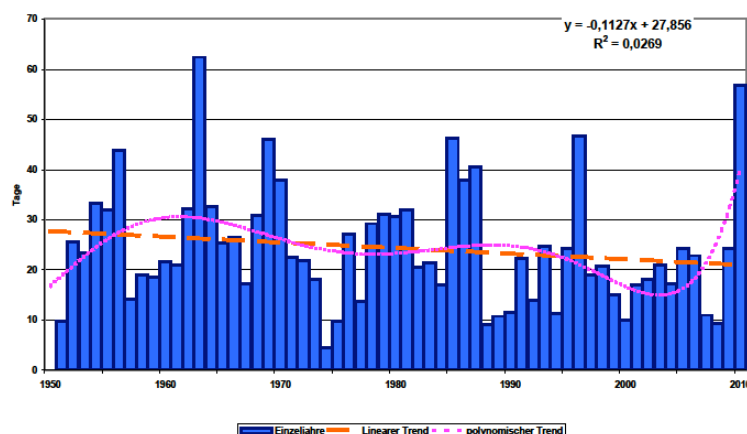


Abbildung 2: Gebietsmittel der Anzahl der Eistage (Temperaturmaximum maximal 0 °C) in Deutschland (pers. Kommunikation Müller-Westermeier, DWD).

3. Saisonalität: Verglichen mit dem Zeitraum 1891 bis 2007 hat der Jahresgang der Temperatur für den Zeitraum 1978 bis 2007 durch den relativ stärker ausgeprägten Temperaturanstieg im Winter abgenommen. (Schlünzen K.H., Hoffmann P., Rosenhagen G., Riecke W. (2010): Long-term changes and regional differences in temperature and precipitation in the metropolitan area of Hamburg. Int. J. Climatol., 30, 1121-1136, doi: 10.1002/joc.1968).

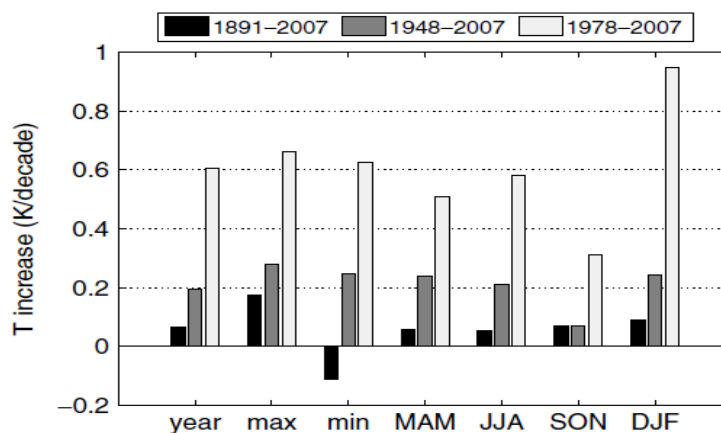


Abbildung 3: Linearer Trend des 10 Perzentil (min), 90 Perzentil (max), Tagesmittelwert (year) und der saisonalen Temperatur in K pro Dekade. Gemessen in Hamburg-Fuhlsbüttel.

Niederschlag:

1. Anzahl der Tage mit mindestens 30 mm Niederschlag pro Jahr (Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit mindestens 30 mm Niederschlag in Deutschland): Es gibt keinen langfristigen Trend; die Anzahl der Tage bleibt konstant. Zwischen 1950 und 2009 traten vier von sechs Jahren mit mehr als 2 Starkregentagen in den letzten 15 Jahren auf.

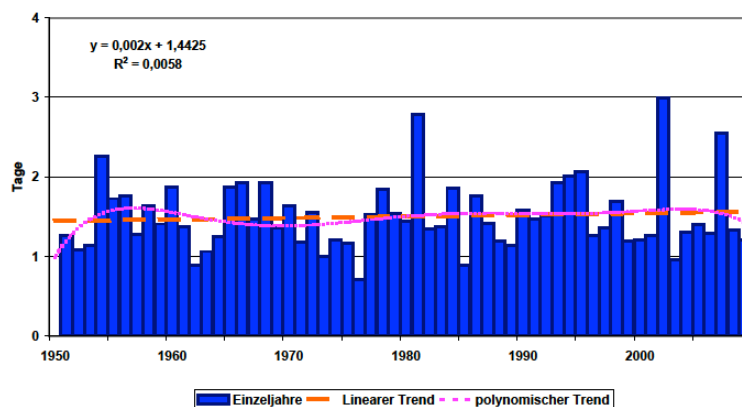


Abbildung 4: Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit mindestens 30 mm Niederschlag in Deutschland (pers. Kommunikation Müller-Westermeier, DWD).

Der Trend der Anzahl der Tage mit mindestens 20 mm Niederschlag ist leicht positiv.

In Deutschland gibt es zwischen 1954 und 2004 für Herbst, Winter und Frühling lineare Zunahmen der Starkniederschlags- (95-Perzentil) und Extremniederschlagsereignisse (98-Perzentil). Die Zunahmen betragen pro Dekade zwischen 5 % und 13 %.

Für den Sommer betragen die linearen Abnahmen der Starkniederschlags- und Extremniederschlagsereignisse pro Dekade zwischen 3 % und 9 %. Die stärkste Erhöhung der Niederschlagsintensitäten ist während der Wintermonate in Norddeutschland mit 10-13% pro Dekade erfolgt; die stärkste Abnahme ist in Mitteldeutschland mit 8-11% pro Dekade zu verzeichnen. (Zolina, O., C. Simmer, A. Kapala, S. Bachner, S. Gulev, and H. Maechel (2008): Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a very dense observational network, *J. Geophys. Res.*, 113, D06110, doi:10.1029/2007JD008393).

2. Hagel: Das Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit Hagel (Mai bis September) in Deutschland nimmt im langfristigen Trend seit 1950 um -0.01 Tage pro Jahr auf 0.67 ab (ereignistage_laender_neu_2.xls von DWD, Müller-Westermeier).

In Südwestdeutschland nimmt die mittlere Zahl der Hageltage (April bis September) im Jahr zwischen 1986 und 2004 von 5 auf 33 zu (Abbildung 6). Die Hageltage sind hierbei definiert als Tage mit mehr als 10 Versicherungs-Schadenfällen. (Kunz M., Sander J., Kottmeier Ch. (2009): Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. *Int. J. Climatol.* 29: 2283-2297, doi: 10.1002/joc.1865).

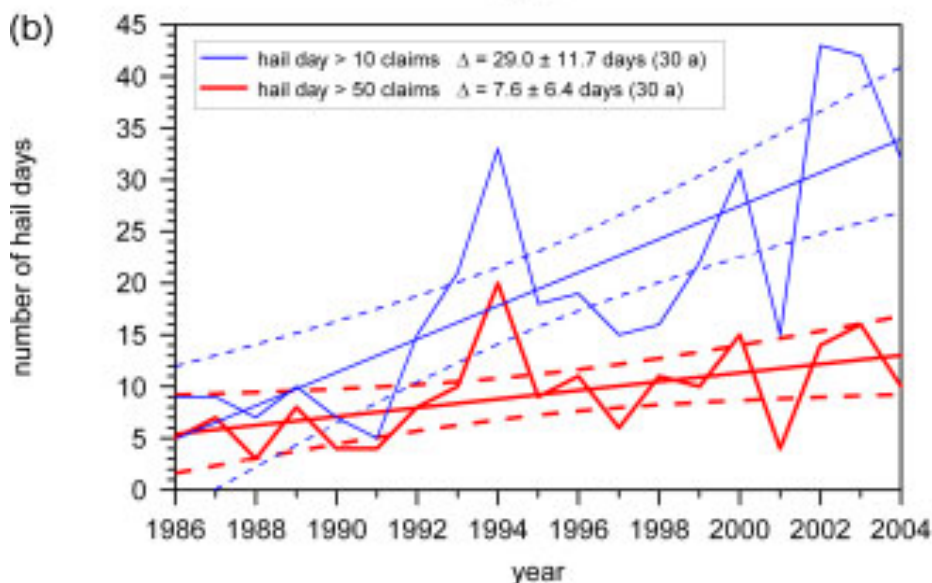


Abbildung 5: Anzahl der Hageltage pro Jahr. Datenbasis beruht auf Versicherungsangaben über Hagelschäden an Gebäuden in Baden Württemberg. Rote Linie: > 50 Schadensmeldungen pro Tag; blau Linie > 10 Schadensmeldungen pro Tag (Kunz et al. 2009).

3. Hochwasser: Die Zahl der starken beckenübergreifenden Hochwasser hat sich in den Jahren 1978-2002 im Vergleich zu den Jahren 1952-1977 nahezu verdoppelt (21 verglichen mit 11) (Uhlemann et al: A consistent set of trans-basin floods in Germany between 1952-2002).

Sturm:

1. Das 98-Perzentil des geostrophischen Windes im Gebietsmittel über der deutschen Bucht hat seit 1879 um 7 % auf 27,8 m/s abgenommen. (Vortrag Becker DWD: Klimawandel-Extremwetter-Frühwarnsysteme, 2. UBA Anpassungskonferenz, 2.3. Sep. 2010) In der Zeitreihe der jährlichen winterlichen Sturmereignisse seit 1958 gab es im Zeitraum 1982 bis 1992 eine Zunahme (Abbildung 6). Diese Sturmereignisse definieren sich als Ereignisse oberhalb einer bestimmten Intensität, die durchschnittlich zweimal pro Winterhalbjahr in Deutschland zwischen 1958 und 1998 überschritten wird. In sechs von elf Jahren hat sich die Zahl der Ereignisse um den Faktor 2,5 erhöht. (Dissertation v. Klawa M. (2001): Extreme Sturmereignisse in Deutschland: Entwicklung, Zusammenhang mit der Nordatlantischen Oszillation und Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft, Köln).

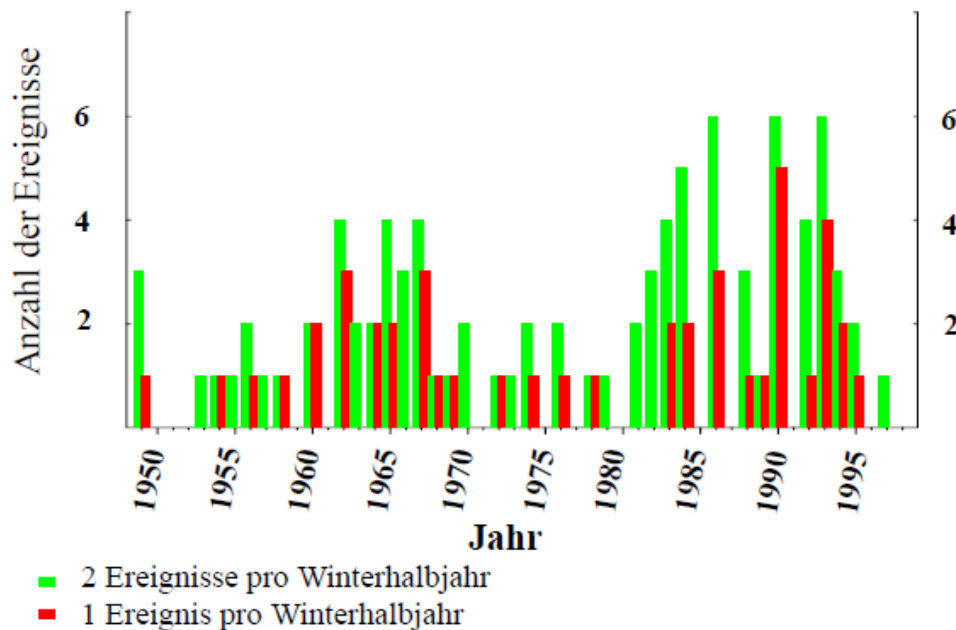


Abbildung 6: Anzahl extremer Sturmereignisse mit Windstärken oberhalb einer bestimmten Intensität, die durchschnittlich ein- bzw. zweimal pro Winterhalbjahr in Deutschland auftreten (Klawa, 2001).

Wetterlagen

2. Die Anzahl der Tornados hat sich zwischen 1998 und 2003 verglichen mit dem Zeitraum 1950-2003 erhöht. Durchschnittlich gab es 9 Tornados pro Jahr, maximal ca. 20. Zwischen 1998 und 2003 lag der Durchschnitt bei 26 Tornados pro Jahr. Für die Bildung von Tornados, sowie für die Entstehung von Hagel, sind im Wesentlichen drei

Wetterlagen verantwortlich (SW, feucht, SWAAW, SWCAW, SWCCW) (Bissolli et al: Tornadoes in Germany 1950-2003 and their relation to particular weather conditions). Die mittleren Häufigkeiten der Wetterlagen SWAAW, SWCAW, SWCCW haben sich in den Jahren 2003 bis 2008 gegenüber dem Mittel des Vergleichszeitraums (1981 bis 2000) wie folgt verändert: SWAAW 9,28% + 1,86 %Punkte, SWCAW 6,6 % + 1,22 %Punkte, SWCCW 5,6 % -0,9 %Punkte. Verglichen mit dem Zeitraum 1981 bis 2000 nehmen die feuchten SW Wetterlagen und damit einhergehend die Hauptursache für die Bildung von Tornados in der letzte Dekade um 0,73 %Punkte zu. (Klimareporte des DWD)

Die mittlere Anzahl der Gewitterereignisse pro Jahr hat sich in Südwestdeutschland zwischen 1974 und 2003 nicht verändert. (Kunz M., Sander J., Kottmeier Ch. (2009): Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. Int. J. Climatol. 29: 2283-2297, doi: 10.1002/joc.1865)

Teil B: Welche Entwicklung der Extremwetterereignisse wird für die Zukunft erwartet?

Leider ist es bis heute noch nicht möglich, die Entwicklung von Extremwetterereignissen in den nächsten 10 bis 20 Jahren vorherzusagen. Dazu wird in naher Zukunft ein Forschungsprogramm des BMBF beginnen, in dem die Grundlagen zur dekadischen Vorhersage erarbeitet werden. Ein Ziel dieses Förderprogramms ist die Entwicklung eines globalen dekadischen Vorhersagesystems mit regionaler Verfeinerung für Deutschland. Mit Ergebnissen ist allerdings erst in 3 bis 5 Jahren zu rechnen.

Für die Zeit um 2050 und später wurden Klimasimulationen durchgeführt, in denen unter Annahme verschiedener Entwicklungen der Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre die damit verbundenen Veränderungen der klimatologischen Größen projiziert wurden.

Mit der Erwärmung der Atmosphäre steigt eindeutig das Potential für extreme Wetterereignisse. Dies lässt sich auf den erhöhten Energieinhalt in der Atmosphäre, der auch mit einer Erhöhung der Luftfeuchte verbunden ist, zurückführen. Damit ist es sehr wahrscheinlich, dass sich die beobachteten Trends aus den letzten 20 bis 30 Jahren in der Zukunft fortsetzen werden. Genaue Angaben darüber, wie häufig und wie stark Extremwetterereignisse in der Zukunft auftreten werden, lassen sich jedoch noch nicht angeben. Hierzu laufen Arbeiten in verschiedenen Universitätsinstituten, Forschungszentren, dem DWD und dem CSC.

Viele dieser Arbeiten basieren auf den Ergebnissen des EU-Projektes ENSEMBLES (<http://www.ensembles-eu.org/>), in dem in einer gemeinsamen europäischen Anstrengung unter abgestimmten Bedingungen eine Vielzahl globaler und regionaler

Klimaszenarien für Europa berechnet wurde. Diese **Modellergebnisse können auf mögliche Veränderungen der Extremwetterereignisse untersucht werden.**

Erste Ergebnisse zeigen, dass in Deutschland zum Beispiel mit einer Zunahme der Hitzetage, einer Abnahme der Frost- und Eistage und einer Zunahme der sommerlichen Starkniederschläge in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu rechnen ist. Weitere Ergebnisse für Europa sind im Abschlussbericht des Projektes zu finden (siehe hierzu [CSC Report 6: Regionale Klimaprojektionen für Europa und Deutschland](#)).

Im Rahmen der Vorbereitung des 5. Sachstandsberichtes des IPCC werden im Moment neue globale Klimaszenarien berechnet. Auch diese Arbeiten sind eingebunden in einer internationalen Abstimmung (WCRP-CORDEX), um durch eine Vielzahl von regionalen Klimasimulationen zusammen mit den europäischen Kollegen die notwendige Datenbasis für die Analyse möglicher Veränderungen von Extremwetterereignissen zu legen. Das CSC koordiniert den europäischen Bereich im WCRP-CORDEX und stellt dann die Ergebnisse im Sommer 2013 zur Verfügung (siehe hierzu [EURO-CORDEX-Webseite](#)).