

# WAS WIR HEUTE ÜBER DAS EXTREMWETTER IN DEUTSCHLAND WISSEN

## STAND DER WISSENSCHAFT ZU EXTREMEN WETTERPHÄNOMENEN IM KLIMAWANDEL IN DEUTSCHLAND

Stand: September 2020



herausgegeben von:

Deutscher Wetterdienst und Extremwetterkongress Hamburg

## **DIE FÜNF KERNINFOS ZUM EXTREMWETTER IN DEUTSCHLAND IN FÜNF SÄTZEN:**

- 1. DIE GLOBALE ERWÄRMUNG ERHÖHT GENERELL DIE WAHRSCHEINLICHKEIT FÜR DAS AUFTRETEN BESTIMMTER EXTREME.**
- 2. DIE ZUNAHME VON HITZEWELLEN IST ZWEIFELSFREI EINE FOLGE DER GLOBALEN ERWÄRMUNG.**
- 3. DIE WAHRSCHEINLICHKEIT VON TROCKENPHASEN IST GESTIEGEN.**
- 4. KEINE SIGNIFIKANTE VERÄNDERUNG DER WINDSTÄRKEN AN DER NORDSEE.**
- 5. NEUE DATENQUELLEN ERLAUBEN BESSERE BEWERTUNGEN VON SCHADENSRIKEN DURCH STARKREGENEREIGNISSE.**

# Inhalt

## WAS WIR HEUTE ÜBER DAS EXTREMWETTER IN DEUTSCHLAND WISSEN

ZUSAMMENFASSUNG .....	4
1. BEREITS KNAPP 2 GRAD ERWÄRMUNG – DEUTLICH MEHR ALS DER WELTWEITE DURCHSCHNITT .....	5
2. BEISPIELLOSE HÄUFUNG AN WÄRME-REKORDJAHREN .....	6
3. MARKENTE ZUNAHME VON HITZEEREIGNISSEN .....	7
4. WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU .....	10
5. LÄNGERE TROCKENZEITEN .....	10
6. DIFFERENZIERTER BETRACHTUNG DER STARKNIEDERSCHLÄGE WICHTIG .....	12
7. RISIKO FÜR HOCHWASSER HAT ZUGENOMMEN .....	13
8. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER .....	14
9. DIFFERENZIERTER BETRACHTUNG BEI WIND UND STURM .....	15
10. ZAHL DER BEOBACHTETEN TORNADOS .....	15
11. GEFAHR HÖHERER STURMFLUTEN STEIGT .....	16

Foto Titelseite: Rüdiger Manig (c) 2019

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Autoren und Herausgeber sehen in Folge der globalen Erwärmung starke Veränderungen bei extremem Wetterereignisse. Dabei kommt es sowohl zu regionalen Verlagerungen, in deren Folge extreme Wetterereignisse in Gebieten auftreten, in denen diese bisher nicht aufgetreten sind. Ebenso kommt es innerhalb von Regionen – wie Deutschland - zu einer Zunahme von extremen Wetterereignissen wie Hitzewellen und eine Abnahme anderer extremer Wetterereignisse wie beispielweise strenge Fröste. Die Autoren und Herausgeber bewerten die Entwicklung im Bereich der Temperaturen übereinstimmend als eindeutig und wissenschaftlich abgesichert sowie in den Folgen als sehr gravierend. Im Bereich der Niederschläge und der Winde sind die Aussagen differenzierter und weniger eindeutig. In Folge der rasch fortschreitenden Erwärmung des Klimasystems gibt es inzwischen eine deutliche Zunahme extrem hoher Temperaturen, in einigen Gegenden Deutschlands sind langanhaltende Phasen mit Tageshöchsttemperaturen von 30°C und darüber ein neues Phänomen. Es ist davon auszugehen, dass die globale Erwärmung sich mit den hier beschriebenen Entwicklungen in den kommenden Dekaden fortsetzen und damit verschärfen wird. Dieses bewirkt eine zunehmende Neigung zu Tagen mit hohen Temperaturen bei gleichzeitiger Abnahme der Neigung zu Tagen mit niedrigen Temperaturen. Neue Temperaturrekorde werden wahrscheinlicher. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es im Rahmen der natürlichen Variabilität weiterhin auch kalte Winter, kühle Sommer und die Gefahr von Spätfrösten geben wird. Die Wahrscheinlichkeit für diese drei genannten Ereignisse nimmt jedoch in Folge der globalen Erwärmung ab.

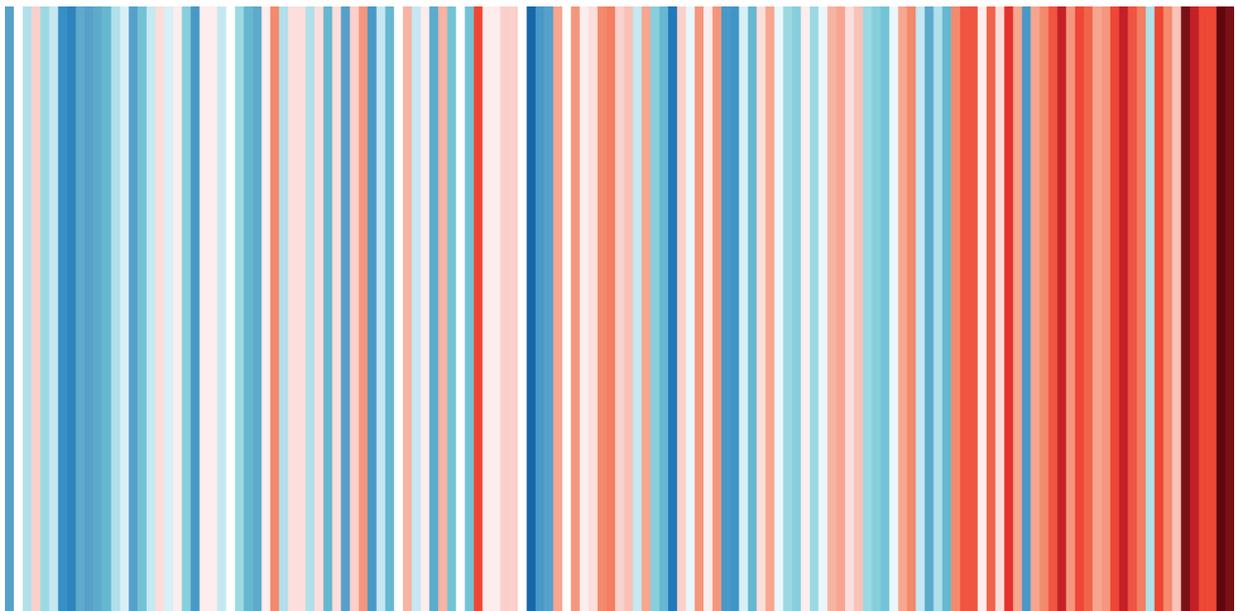


Abb. DE01 - Erwärmung Deutschland Stripes für den Zeitraum 1881-2019

## 1. BEREITS KNAPP 2 GRAD ERWÄRMUNG – DEUTLICH MEHR ALS DER WELTWEITE DURCHSCHNITT

Seit Beginn der systematischen, flächendeckenden Wetteraufzeichnungen 1881 hat sich die mittlere Temperatur in Deutschland bereits deutlich erwärmt. Laut Daten des Deutschen Wetterdienstes war das aktuelle Jahrzehnt rund 1,9 Grad Celsius wärmer als die ersten Jahrzehnte (1881-1910) der Aufzeichnungen. Die Temperaturen in Deutschland sind damit deutlich stärker gestiegen als im weltweiten Durchschnitt. Dies verwundert nicht, weil sich die Landregionen generell schneller erwärmen als die Meeresregionen. Das Tempo des Temperaturanstiegs hat in Deutschland (wie auch weltweit) in den vergangenen 50 Jahren deutlich zugenommen: Bezogen

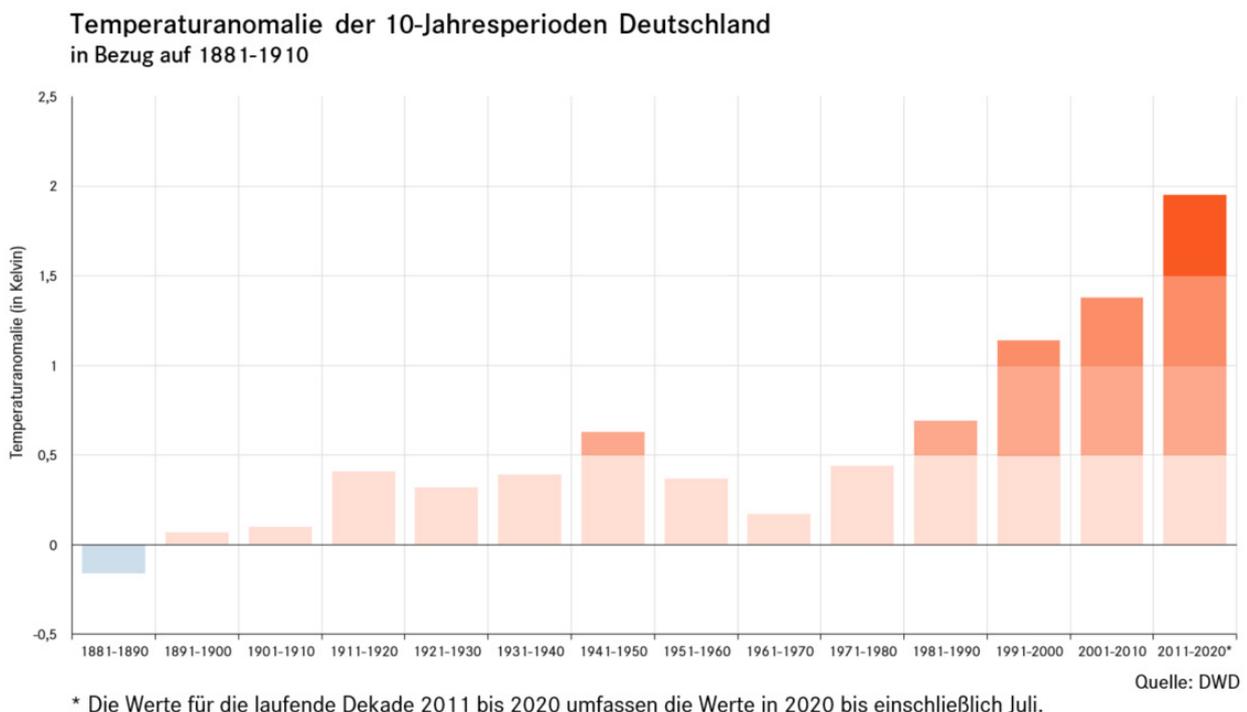


Abb.DE02 - Die laufende Dekade ist knapp 2 Grad wärmer als der Referenzzeitraum 1881-1910

auf den Gesamtzeitraum 1881-2019 wurde es jedes Jahrzehnt 0,11 Grad Celsius wärmer, für die letzten 50 Jahre (1970-2019) lag die Erwärmungsrate mit 0,37 Grad pro Dekade mehr als dreimal so hoch. Seit den 1960er Jahren war hierzulande jedes Jahrzehnt deutlich wärmer als das vorangehende.

## 2. BEISPIELLOSE HÄUFUNG AN WÄRMEREKORDJAHREN

Neun der zehn wärmsten Jahre seit 1881 traten seit 2000 auf (siehe Kasten). In den letzten 20 Jahren waren bereits sechs Jahre um mehr als 2,0 Grad wärmer als die Werte zwischen 1881 und 1910. Drei Jahre lagen sogar über der 2,5 Grad Marke. Eine derart außergewöhnliche Häufung von Rekordjahren der Temperatur ist nur durch die menschengemachte globale Erwärmung erklärbar. Zufällige Schwankungen oder natürliche Einflüsse wie Vulkane oder Schwankungen der Sonnenstrahlung fallen als Erklärung aus. Auf Basis der bisherigen Entwicklung ist zu erwarten, dass die kommende Dekade ebenfalls wärmer ausfällt, als die vorangegangene.

### Die wärmsten Jahre in Deutschland

seit Beginn der Aufzeichnungen

JAHR	ABWEICHUNG (in Bezug auf 1881-1910)
2018	+2,7 °C
2019	+2,5 °C
2014	+2,5 °C
2015	+2,1 °C
2007	+2,1 °C
2000	+2,1 °C
1994	+1,9 °C
2017	+1,8 °C
2011	+1,8 °C
2002	+1,8 °C

Quelle: DWD Abb.DE03 - Beispiellose Häufung an Rekordjahren

### 3. MARKENTE ZUNAHME VON HITZEEREIGNISSEN

Die Anzahl Heißer Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 30 °C), über ganz Deutschland gemittelt, hat sich seit den 1950er-Jahren von etwa drei Tagen pro Jahr auf derzeit durchschnittlich neun Tage pro Jahr verdreifacht. Im Sommer 2020 erreichten in Hamburg acht Tage in Folge Tageshöchstwerte über 30 Grad und waren damit die längste Folge ununterbrochener Heißen Tagen seit 1891. Die mittlere Anzahl der Eistage (Tagesmaximum der Lufttemperatur kleiner 0 °C) hat im gleichen Zeitraum von 28 Tagen auf 19 Tage abgenommen. In Hamburg gab es beispielsweise im Winter 2019/2020 erstmals seit 1891 keinen Eistag. 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30

°C traten zum Beispiel in Hamburg vor 1994 nicht auf. Seitdem gab es dort solche Ereignisse allerdings schon sechs Mal. In vielen Regionen kommt es seit den 1990er Jahren zu einer massiven Häufung von Hitzewellen. Dieser Effekt ist eine Folge der globalen Erwärmung und des damit auch in Deutschland erfolgenden deutlichen Temperaturanstieges. Bei ungebremsstem Treibhausgasausstoß wird für den Zeitraum 2031 - 2060 eine weitere Zunahme um fünf bis zehn heiße Tage im Jahr in Norddeutschland und zehn bis 20 heiße Tage in Süddeutschland erwartet.

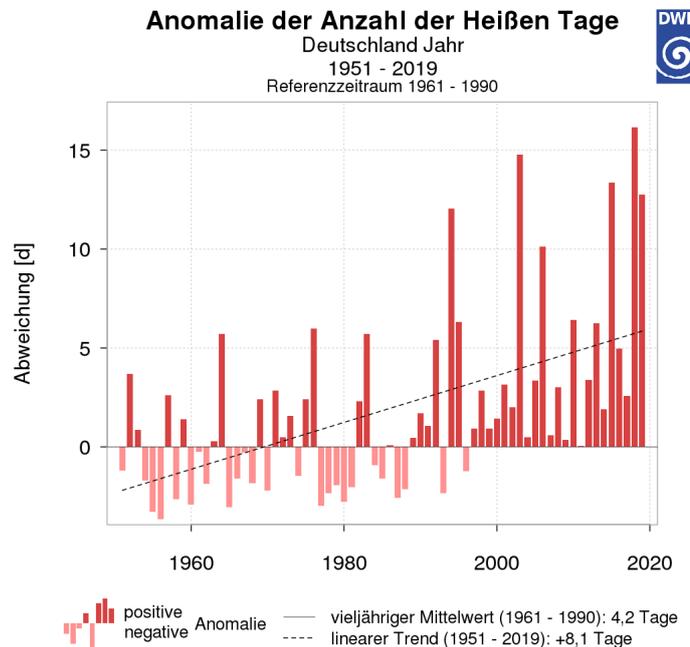


Abb. DE04: Entwicklung der Heißen Tagen im Vergleich zum Zeitraum 1961-1990. Quelle: DWD)

## Entwicklung der mittleren jährlichen Anzahl von Heißen Tagen mit Höchstwerten über 30 Grad

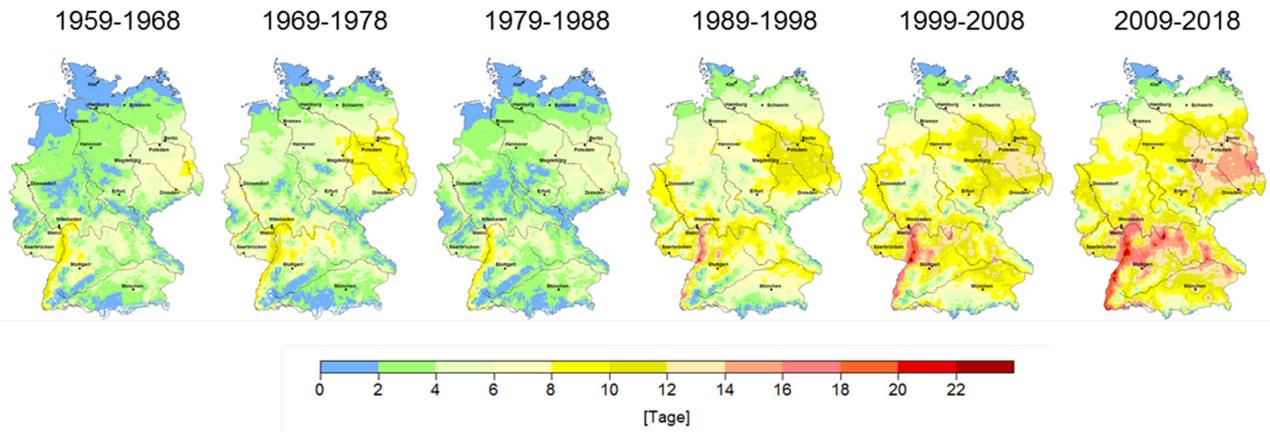


Abb. DE05: Mittlere jährliche Anzahl der Heißen Tage (d.h. Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 30 °C. Quelle: DWD)

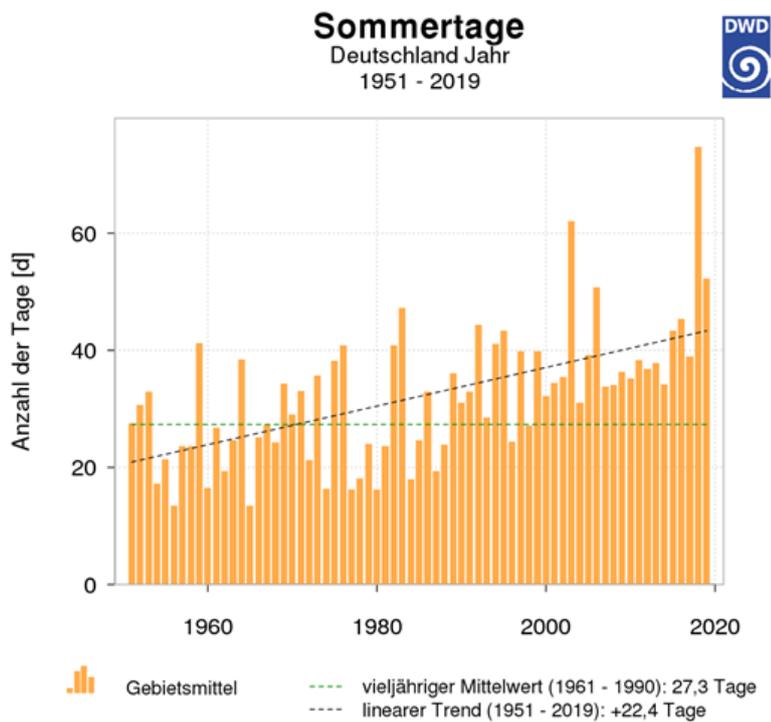


Abb. DE06: Entwicklung der Sommertage in Deutschland mit Tageshöchstwerten  $\geq 25$  °C. Quelle: DWD)

Weitere Zeitreihen finden Sie unter <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>

# Markante Hitzewellen seit 1951

14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30,0 °C für ausgewählte deutsche Großstädte

- mittleres Tagesmaximum der jeweiligen Hitzewelle
- größtes mittleres Tagesmaximum bei einer Hitzewelle

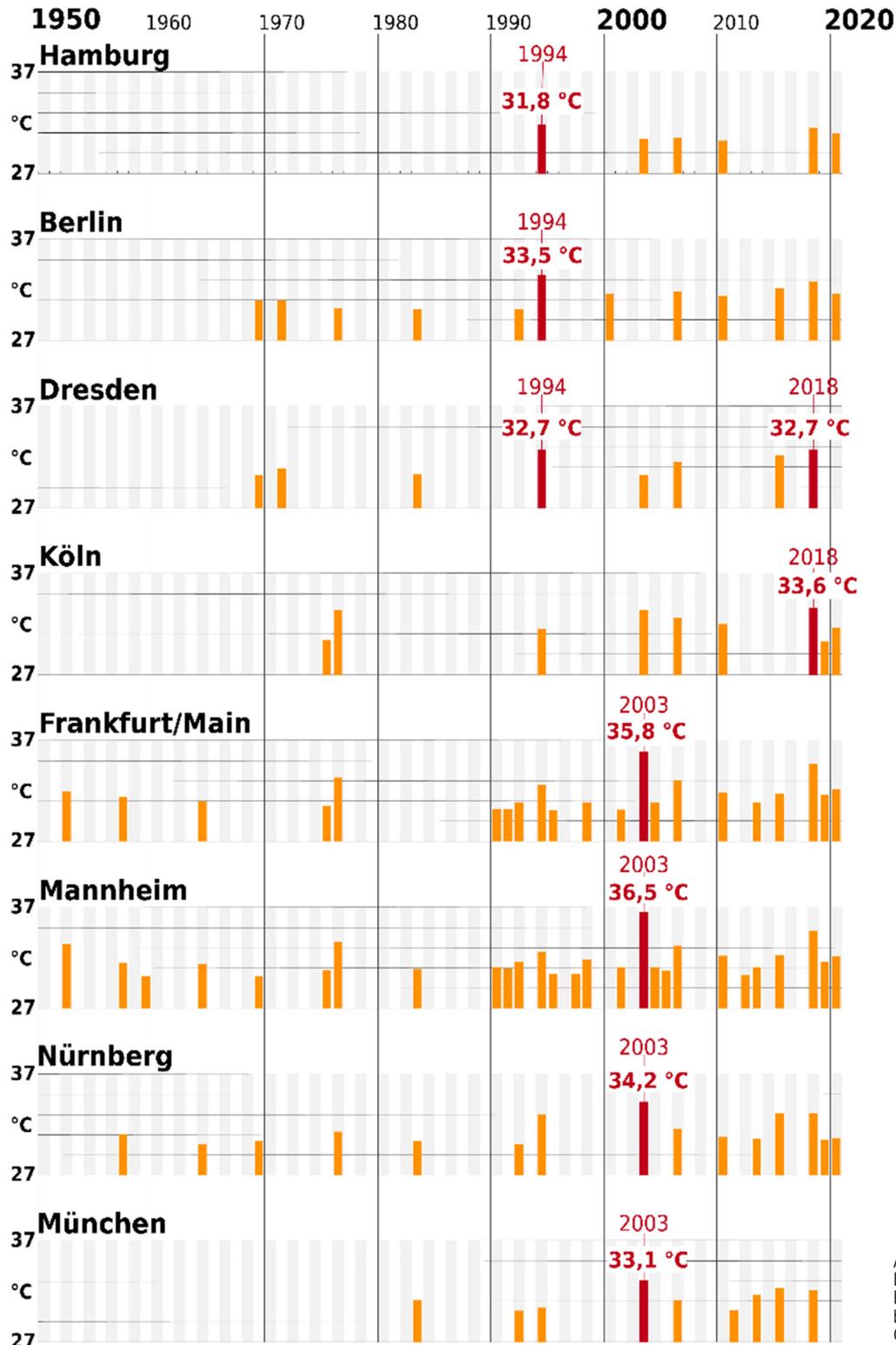


Abb. DE07: Markante Hitzewellen in Deutschland von 1951 bis einschließlich 2020, Quelle: DWD)

#### 4. DIE WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU

Wärmere Sommer und längere Trockenphasen verstärken das Risiko von Waldbränden, besonders stark in bereits durch Trockenschäden belasteten Wäldern. In den vergangenen Jahrzehnten ist die Zahl der Tage mit hohem bis sehr hohem Waldbrandrisiko bereits gestiegen: Deutschlandweit gemittelt gab es im Zeitraum 1961 bis 1990 rund 27 Tage im Jahr mit hohem oder sehr hohem Waldbrandrisiko. Im Zeitraum 1981 bis 2010 waren es schon rund 33 Tage, im Zeitraum 1991 bis 2019 sogar rund 38 Tage.

#### 5. LÄNGERE TROCKENZEITEN

Die Zahl aufeinanderfolgender Trockentage nimmt v.a. im Sommer zu. Dies hat zur Folge, dass sich die Häufigkeit von Trockenphasen erhöht – ein Trend, der auch für die Zukunft prognostiziert wird. Laut Daten des Deutschen Wetterdienstes hat die Zahl von Tagen mit niedriger Bodenfeuchte seit 1961 bereits deutlich zugenommen.

Die trockenen Jahre 2018/19 sind laut Umweltbundesamt (UBA) beispiellos für die vergangenen 250 Jahre. Seit 1766 hat es in Mitteleuropa keine zweijährige Sommer-Dürre dieses Ausmaßes gegeben, mehr als 50 Prozent des Ackerlandes waren von ihr betroffen. Darüber hinaus zeigt der Dürremonitor des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung, dass in Deutschland der Gesamtboden bis in eine mittlere Tiefe von 1,80 Meter das dritte Trockenjahr in Folge erlebt.

Zahlreiche Wirtschaftsbranchen bekommen die Auswirkungen von Dürren zu spüren, wie die Energiewirtschaft und Teile der Industrie. In Folge länger andauernder Trockenheit können beispielsweise die Wasserstände der Flüsse so stark absinken, dass Binnenschiffe nur eingeschränkt oder gar nicht fahren können. Diese Verkehrseinschränkungen können wiederum beispielsweise dazu führen, dass Raffinerien und Chemiewerke ihre Produktion einschränken müssen.

Geht der Klimawandel ungebremst weiter, wird mit einer starken Zunahme von Trockenheit gerechnet. Eine globale Erwärmung um weitere drei Grad Celsius würde zum Beispiel für Teile Südwestdeutschlands nach Angaben des Umweltforschungszentrum in Leipzig (UFZ) gegenüber dem Zeitraum 1971 bis 2000 eine Verdoppelung der Zeiten unter Dürre bedeuten.

## Jährliche Dürrestärke im Gesamtboden 1952-2019 in Deutschland

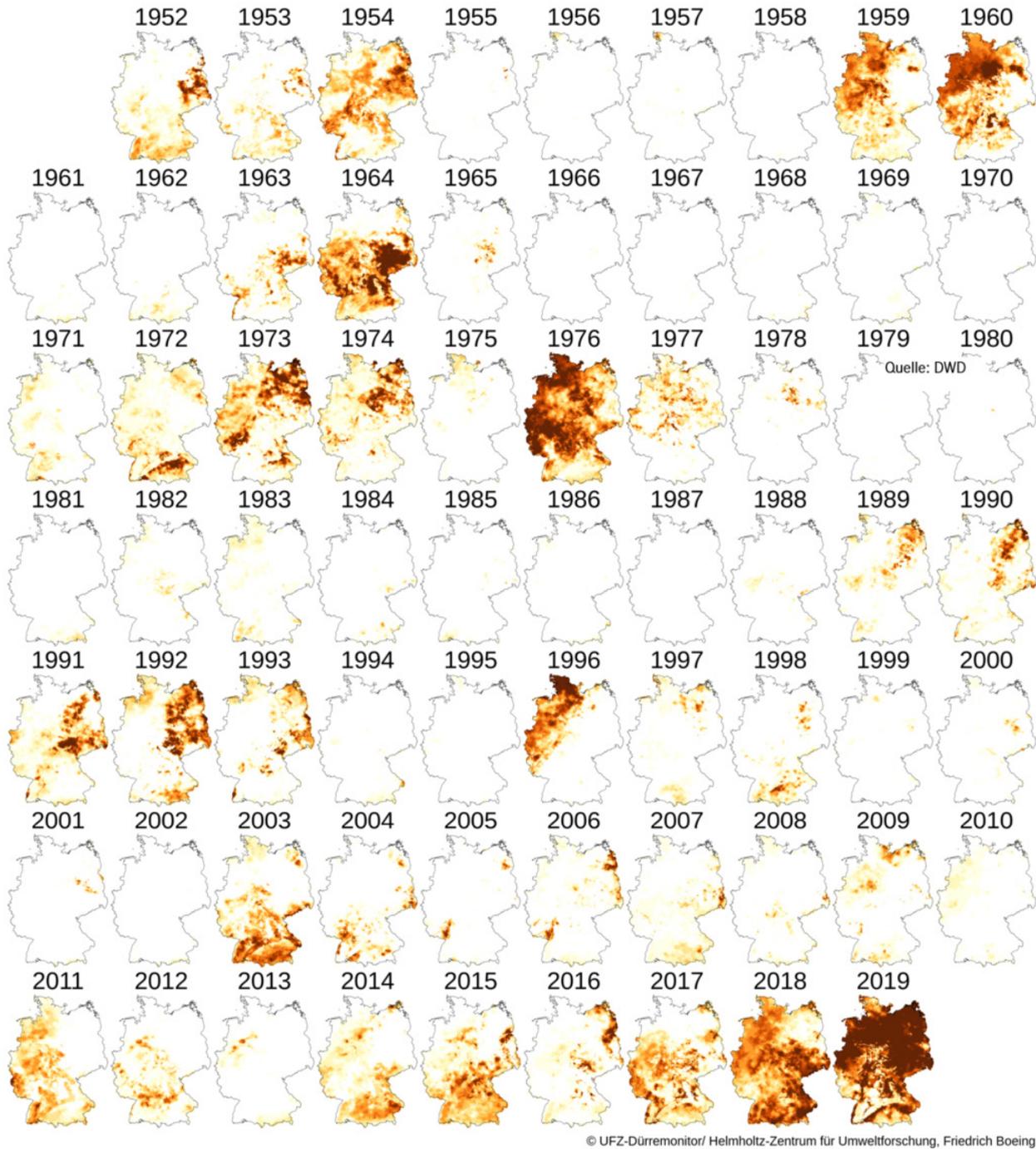
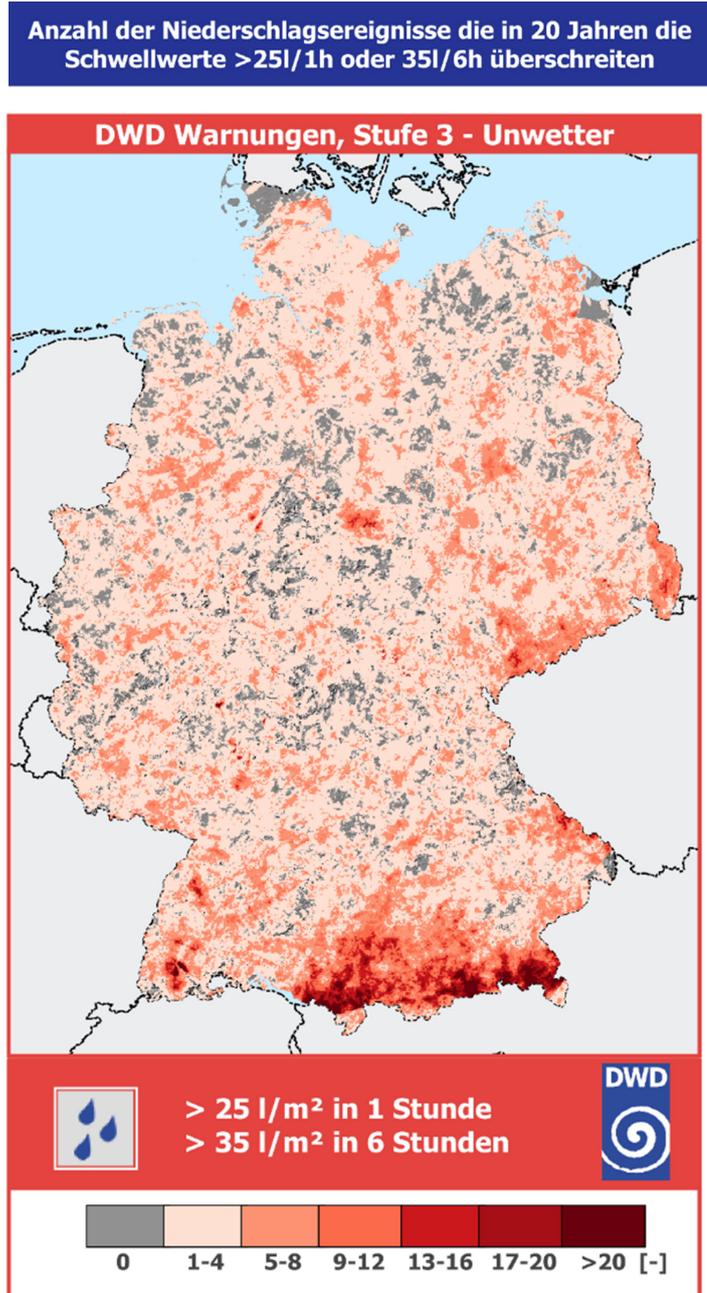


Abb. DE08: Dürrestärke in der Vegetationsperiode April bis Oktober für die Jahre 1952 bis 2019. In die Berechnung fließt die Länge der Dürreperiode und die absolute Trockenheit im zeitlichen Verlauf ein.

## 6. DIFFERENZIERTE BETRACHTUNG DER STARKNIEDERSCHLÄGE WICHTIG

Bei der Verteilung und Häufigkeit von Starkregenereignissen zeigen sich große Unterschiede. Der Zusammenhang Klimawandel – Starkniederschlag ist komplex und Gegenstand intensiver Forschung. Die mittlere Zahl der Tage mit Starkregen pro Jahr (über 30 Liter pro Quadratmeter) ist auf dem Hohenpeißenberg von 1879 bis 2006 von 3,5 auf 5,5 angestiegen. An anderen Stationen gibt es aber auch den umgekehrten Trend. Im Gebietsmittel für Deutschland hat sich im Zeitraum 1951-2019 die Anzahl von Tagen mit Niederschlägen  $\geq 20$  mm nur unwesentlich verändert. Für die in Mitteleuropa vorwiegend im Sommerhalbjahr relevanten Starkniederschläge kurzer Dauerstufen (kürzer als 24 Stunden) gibt es dagegen insgesamt noch verhältnismäßig wenige Erkenntnisse. Es existieren zwar einige Anhaltspunkte für eine Zunahme der Intensität sogenannter konvektiver Ereignisse mit steigender Temperatur. Hier besteht aber noch Forschungsbedarf. Für die vergangenen 19 Jahre existieren zusätzlich auch flächendeckende Radardaten, diese deuten regional auf eine Zunahme von Starkniederschlägen mit Andauern unter 24 Stunden hin. Jedoch sind diese Ereignisse aufgrund der geringen Länge der Zeitreihen aus klimatologischer Sicht nicht aussagekräftig und können durch kurz- und mittelfristige Schwankungen bedingt sein.



Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014 Klimadaten und Darstellung: © DWD 2017 (Radarklimatologie v.2017.002)

Abb. DE09: Verteilung der Anzahl der Niederschlagsereignisse 1996 bis 2016 mit Niederschlagsmengen größer 25 l/qm in einer Stunde oder 35 l/qm in sechs Stunden..  
Quelle: DWD

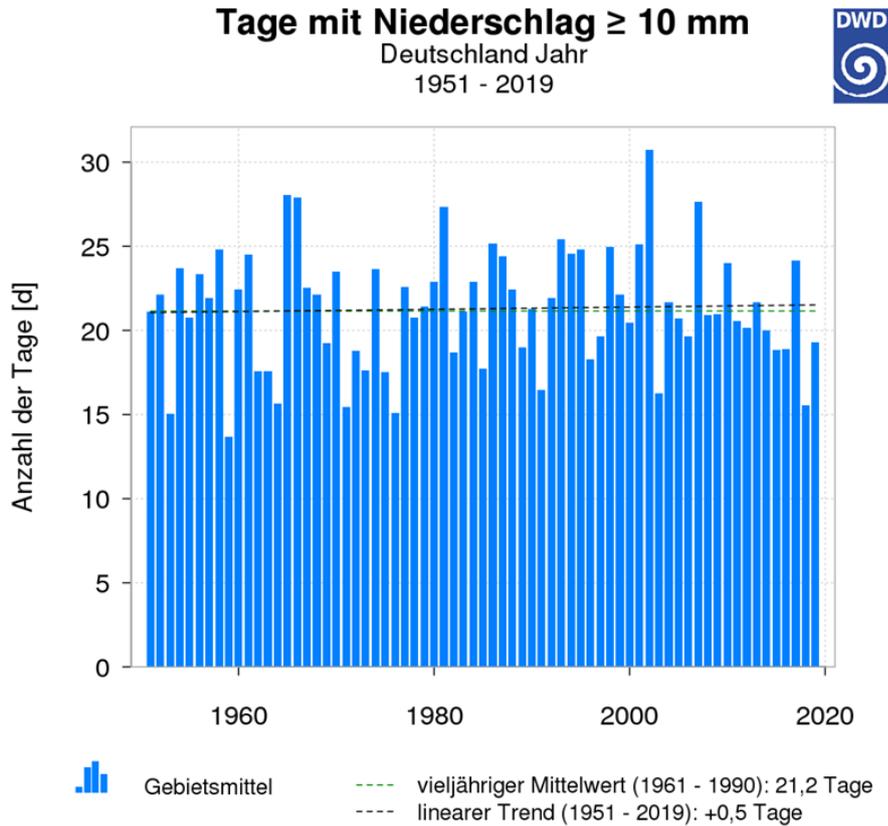


Abb. DE10: Entwicklung der Tage mit Niederschlag größer gleich 10 l/qm in den Jahren 1951 bis 2019, Quelle: DWD

## 7. RISIKO FÜR HOCHWASSER HAT ZUGENOMMEN

Die Zahl der Tage mit Großwetterlagen (GWL) mit hohem Hochwassergefahrenpotenzial (GWL Trog Mitteleuropa, TRM) hat sich seit Ende des 19. Jahrhunderts in Deutschland im Mittel deutlich erhöht. In den letzten drei Dekaden lag die Zahl der Ereignisse um das 2- bis 3-fache über den Werten zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Trend der Auftrittshäufigkeit (Tage pro Sommer) der Großwetterlage Trog Mitteleuropa (TRM) im Sommer.

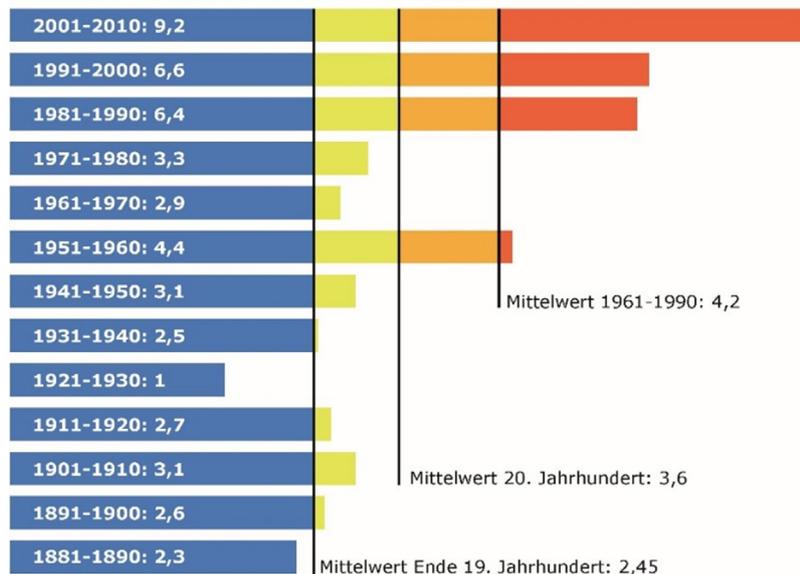


Abb. DE11: Auftrittshäufigkeit (Tage pro Sommer) der Großwetterlage mit Trog Mitteleuropa (TRM), Quelle: Umweltamt Sachsen

## 8. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER

In Deutschland hat das Risiko durch schwere Gewitter möglicherweise zugenommen. Seit 1980 zeigt der Trend bei den Schadenssummen deutlich nach oben. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich bei den Schäden in Europa.

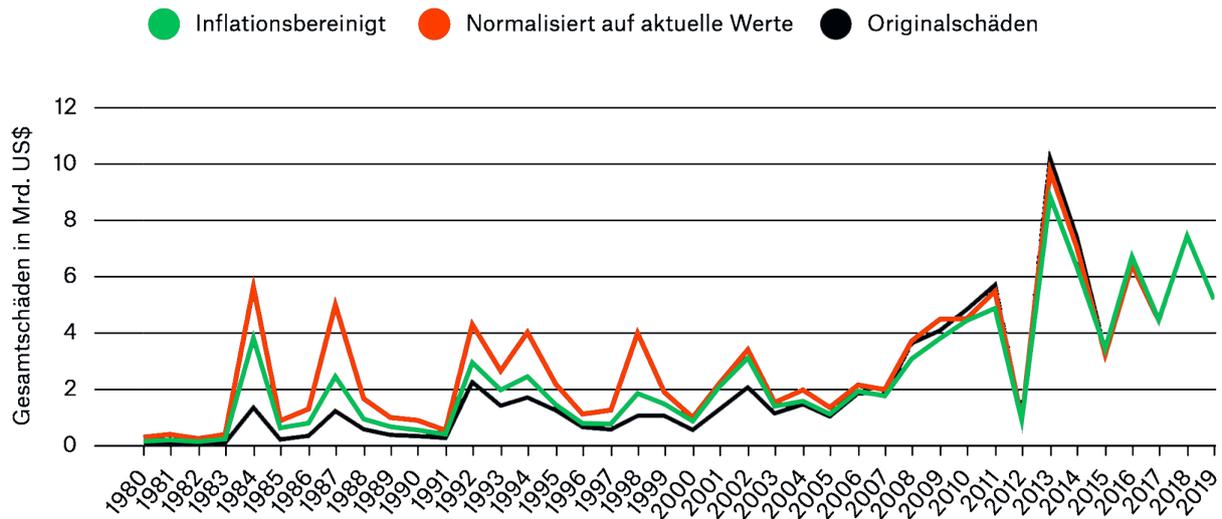


Abb DE12: Die Grafik der MunichRe zeigt die Entwicklung der Originalschadenhöhen im Vergleich zu den normalisierten und inflationsbereinigten Werten für Europa..

## 9. DIFFERENZIERTE BETRACHTUNG BEI WIND UND STURM

Die mittlere Zahl der schweren Stürme mit Kerndruck unter 950 Hektopascal (hpa) über dem Nordatlantik ist von 4,7 im Jahr 1986 auf 9,5 im Jahr 2012 angestiegen. Die Entstehungsgebiete und Zugbahnen der besonders schweren Stürme verlagerten sich mit der zurückweichenden Kante des arktischen Meereises nordwärts. In den letzten Jahrzehnten ist an der Nordsee in Folge der globalen Erwärmung keine Zunahme der mittleren Winde und keine Zunahme der Spitzenböen festzustellen. Es gibt Hinweise darauf, dass die Zahl der Sturmtage im Binnenland in den letzten 30 Jahren abgenommen haben könnte.

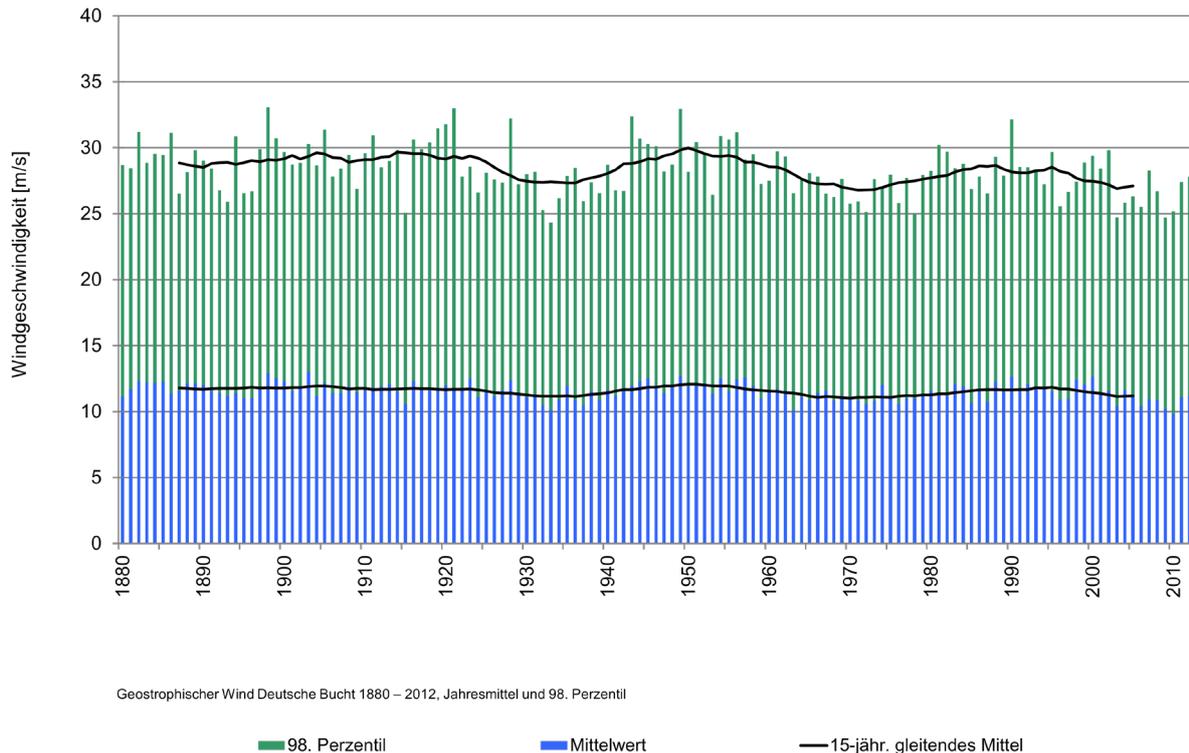


Abb DE13: Entwicklung der Mittelwinde (blau) und Windspitzen (98. Perzentil, grün) sowie die gleitenden 30-jährigen Mittelwerte. Quelle: DWD

## 10. ZAHL DER BEOBACHTETEN TORNADOS

Die Zahl der beobachteten Tornados lag in Deutschland zwischen 1986 und 1995 im Mittel bei sieben pro Jahr und stieg in den Jahren 1996 bis 2005 auf ein Mittel von rund 80 Tornadobeobachtungen pro Jahr an. In den zehn Jahren von 2006 bis 2019 wurden in Deutschland jedes Jahr im Mittel rund 200 bis 250 Tornados beobachtet. Die Ursache liegt zu einem großen Teil in der Zunahme und heutigen Verbreitung mobiler Endgeräte mit Foto- und Videofunktion. Die Zahl der Mobilfunkteilnehmer lag bis 1995 unter 5 Millionen, von 1996 bis 2005 im Mittel bei 43 Millionen und 2006 bis 2015 im Mittel bei 96 Millionen. Die Beobachtungsdaten lassen daher noch keinen Schluss auf eine Veränderung der Zahl der Tornados in Folge des Klimawandels zu.

## 11. GEFAHR HÖHERER STRUMFLUTEN STEIGT

In Cuxhaven zum Beispiel ist der relative Meeresspiegel seit Mitte des 19. Jahrhunderts bereits um gut 40 Zentimeter gestiegen, am Pegel Travemünde um rund 20 Zentimeter. Folgen sind unter anderem höher auflaufende Sturmfluten. Die weltweit zu beobachtende Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs zeigt sich auch an den deutschen Küsten: Für die Nordsee zum Beispiel wurde für den Gesamtzeitraum 1900 bis 2015 ein Langzeittrend von 1,7 Millimeter jährlicher Zunahme ermittelt; betrachtet man nur die letzten Jahrzehnte, beträgt der Trend jedoch (1992 bis 2015) bis zu vier Millimeter.

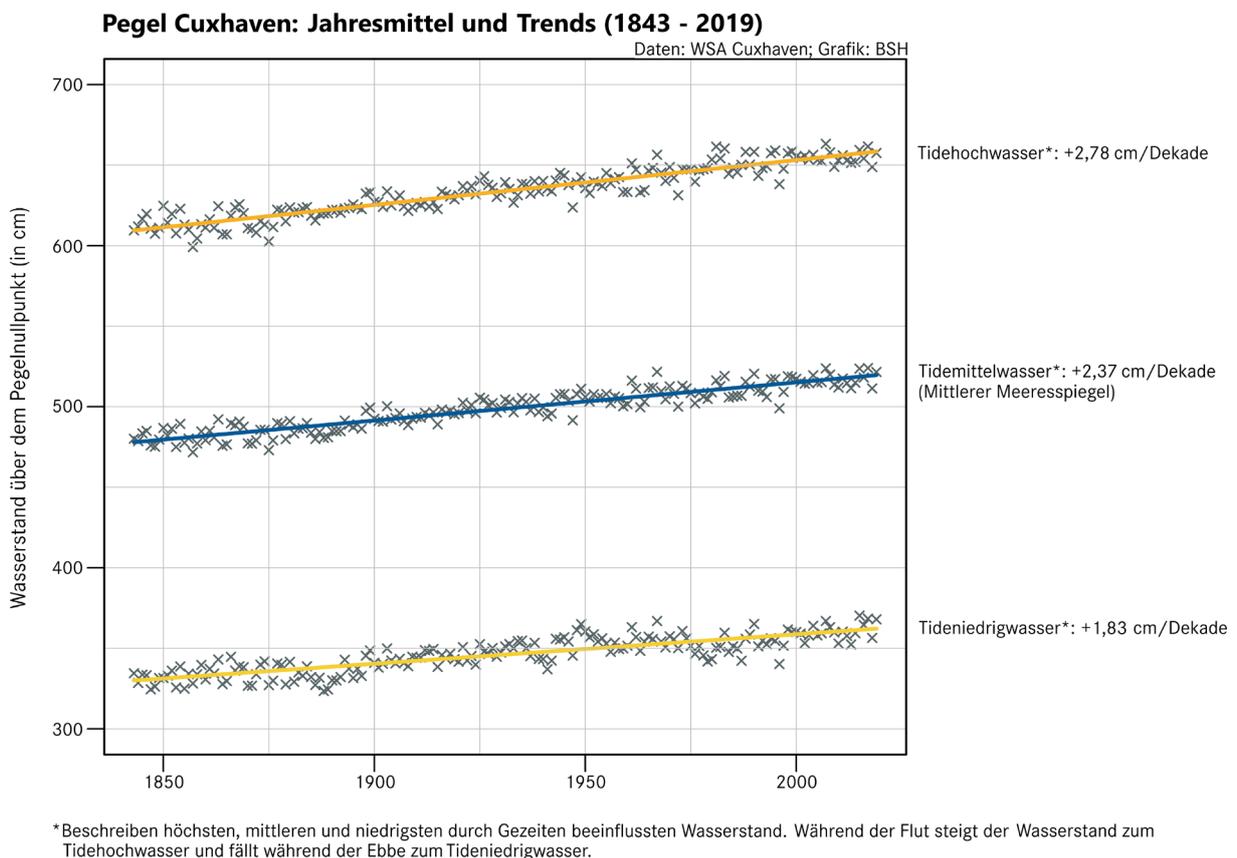


Abb DE14: Veränderung des Meeresspiegels in Cuxhaven. Quelle: BSH