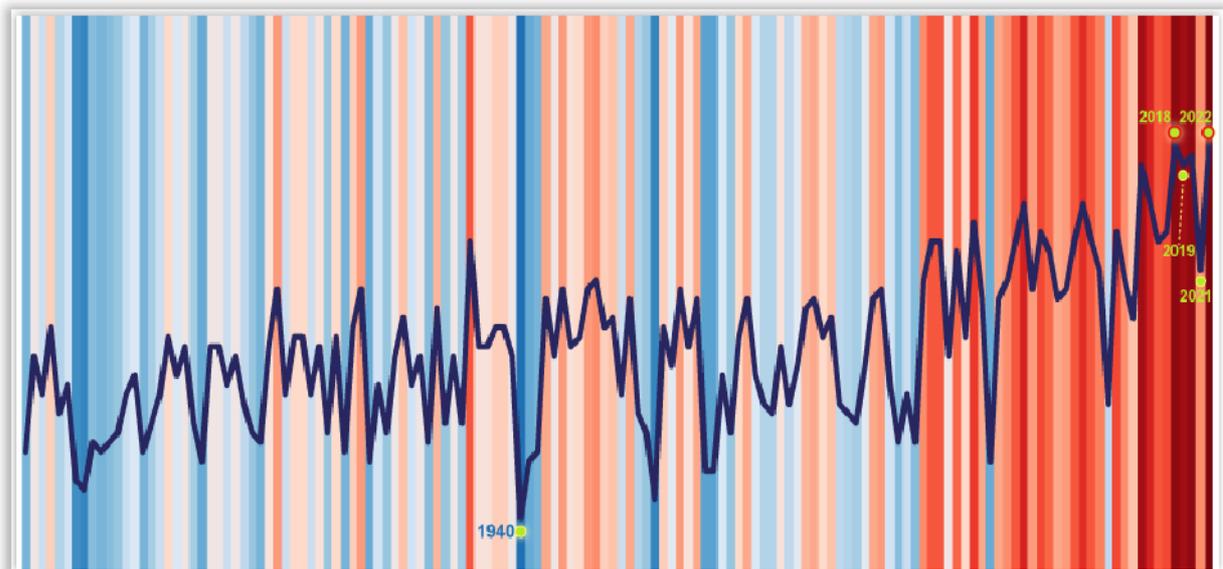


WAS WIR 2023 ÜBER DAS EXTREMWETTER IN DEUTSCHLAND WISSEN

STAND DER WISSENSCHAFT ZU EXTREMEN WETTERPHÄNOMENEN
IM KLIMAWANDEL IN DEUTSCHLAND



herausgegeben von:
Deutscher Wetterdienst und Extremwetterkongress Hamburg



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 HÄUFIGKEIT VON TROCKENPHASEN IST GESTIEGEN.
4. KEINE AUSGEPRÄGTEN VERÄNDERUNGEN DER WINDGESCHWINDIGKEITEN.
5. NEUE DATENQUELLEN ERLAUBEN BESSERE BEWERTUNGEN VON SCHADENSRIKEN DURCH STARKREGENEREIGNISSE.

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG.....	4
1. LETZTES JAHRZEHNT BEREITS 2 GRAD CELSIUS WÄRMER – DEUTLICH MEHR ALS DER WELTWEITE DURCHSCHNITT.....	5
2. BEISPIELLOSE HÄUFUNG AN WÄRMEREKORDJAHREN.....	6
3. MARKANTE ZUNAHME VON HITZEEREIGNISSEN	7
4. ZUSÄTZLICHE HITZEBELASTUNGEN IN STÄDTEN	10
5. DIFFERENZIERTER BETRACHTUNG DER STARKNIEDERSCHLÄGE IST WICHTIG.....	11
6. 2023 ERNEUT EIN AUßERGEWÖHNLICH WARMER SOMMER, DER ABER ETWAS NASSER AUSFIEL.....	12
7. LÄNGERE TROCKENPERIODEN.....	13
8. DIE WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU.....	15
9. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER UND BLITZSCHLAG	17
10. DIFFERENZIERTER BETRACHTUNG BEI WIND UND STURM.....	18
11. ZAHL DER BEOBACHTETEN TORNADOS.....	20
12. GEFAHR HÖHERER STURMFLUTEN STEIGT.....	21

Zusammenfassung

Die Autoren und Herausgeber sehen in Folge der globalen Erwärmung starke Veränderungen bei extremen Wetterereignissen. 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 Grad Celsius und darüber ein neues Phänomen. Es ist davon auszugehen, dass sich die globale Erwärmung mit den hier beschriebenen Auswirkungen 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.

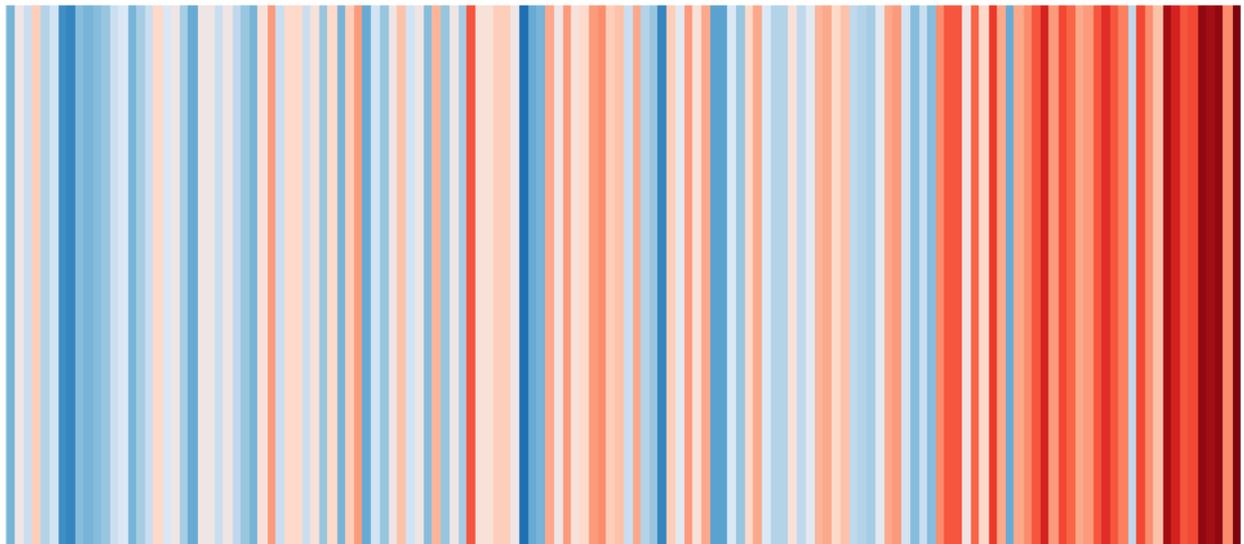


Abbildung 01: Erwärmung in Deutschland dargestellt als „Warming Stripes“ für den Zeitraum 1881 - 2022.

(Quelle: DWD, basierend auf jährlichen Gebietsmittelwerten der Temperatur)

Darstellungsidee von Ed Hawkins <https://showyourstripes.info/>

1. LETZTES JAHRZEHNT BEREITS 2 GRAD CELSIUS WÄRMER – DEUTLICH MEHR ALS DER WELTWEITE DURCHSCHNITT

In Deutschland hat sich seit Beginn der systematischen, flächendeckenden Wetteraufzeichnungen 1881 die mittlere Temperatur bereits deutlich erhöht. Laut Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes ist die Temperatur in Deutschland seitdem um 1,7 Grad Celsius gestiegen (linearer Trend des Gebietsmittelwerts). 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:

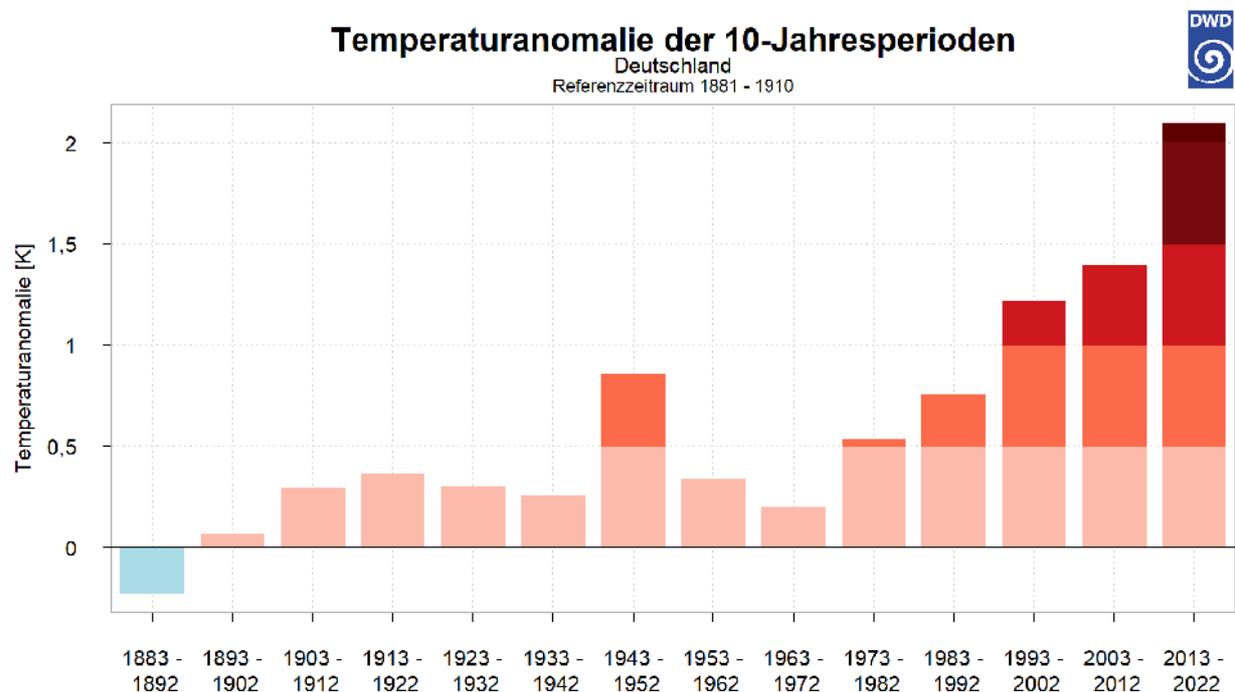


Abbildung 02: Die Dekade 2013-2022 ist über zwei Grad wärmer als der Referenzzeitraum 1881-1910. / Quelle: DWD¹

Im Gesamtzeitraum 1881-2022 wurde es jedes Jahrzehnt 0,12 Grad Celsius wärmer, für die letzten 50 Jahre (1971-2022) lag die Erwärmungsrate mit 0,38 Grad Celsius pro Dekade mehr als dreimal so hoch². Seit den 1960er Jahren war hierzulande jedes Jahrzehnt deutlich wärmer als das vorangehende und das vergangene Jahrzehnt (2011-2020) 2 Grad Celsius wärmer als die ersten Jahrzehnte (1881-1910) der Aufzeichnungen.

2. BEISPIELLOSE HÄUFUNG AN WÄRMEREKORDJAHREN

Neun der zehn wärmsten Jahre seit 1881 traten seit 2000 auf (Abbildung 03 und Link <https://www.dwd.de/zeitreihen>). In den letzten 20 Jahren waren bereits sieben Jahre um mehr als 2,0 Grad Celsius wärmer als die Werte zwischen 1881 und 1910. Drei Jahre lagen sogar über der 2,5 Grad Celsius 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 für den weltweiten Temperaturanstieg aus. Aufgrund der weiter steigenden Treibhausgaskonzentration 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)
2022	+2,7 °C
2018	+2,7 °C
2020	+2,6 °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

Abbildung 03: Beispiellose Häufung an Wärmerekordjahren während des letzten Jahrzehnts.

3. MARKANTE ZUNAHME VON HITZEEREIGNISSEN

Die Anzahl Heißer Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 30 Grad Celsius), 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 2022 erreichten in Hamburg acht Tage in Folge Tageshöchstwerte über 30 Grad Celsius und waren damit die längste Folge ununterbrochener Heißer Tage seit 1891 an dieser Station. Die mittlere Anzahl der Eistage (Tagesmaximum der Lufttemperatur kleiner 0 Grad Celsius) 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. Am 20.7.2022 wurde während einer intensiven Hitzewelle in Hamburg-Neuwiedenthal eine Tageshöchsttemperatur von 40,1 °C gemessen. Noch nie wurde in Mitteleuropa so weit nördlich Temperaturen über 40 °C gemessen. Auch intensive Hitzewellen haben in den letzten Jahrzehnten zugenommen: 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 Grad Celsius traten zum Beispiel in Hamburg vor 1994 nicht auf. Seitdem gab es dort solche Ereignisse allerdings schon sieben 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 ungebremstem Treibhausgasausstoß wird für den Zeitraum 2031-2060 eine weitere Zunahme um fünf bis zehn Heiße Tage im Jahr in Norddeutschland und zehn bis zwanzig Heiße Tage in Süddeutschland erwartet.

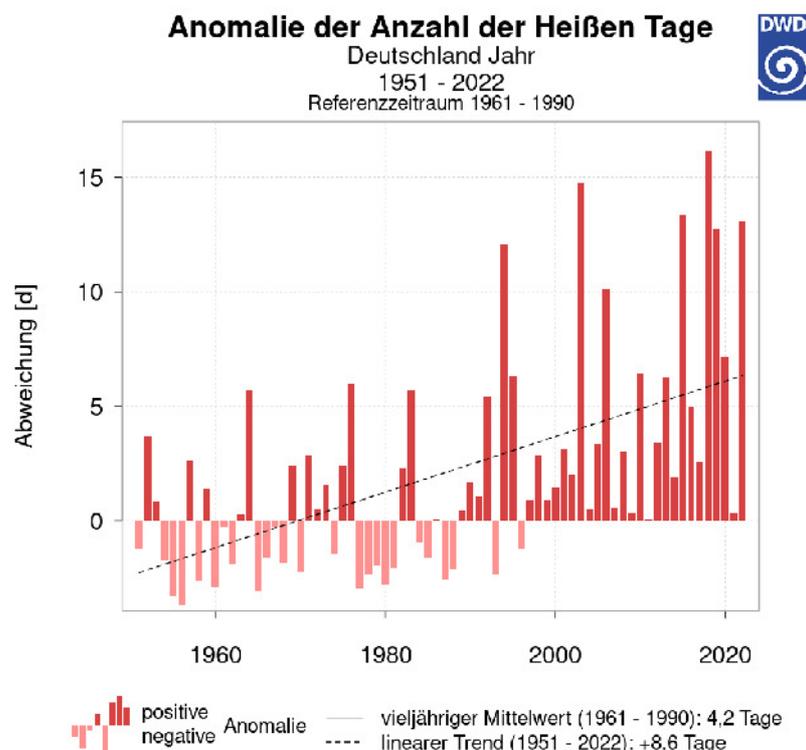


Abbildung 04: Entwicklung der Heißen Tage in Deutschland mit Tageshöchstwerten ≥ 30 °C.

Quelle: DWD, Link: <https://www.dwd.de/zeitreihen>

Entwicklung der mittleren jährlichen Anzahl von Heißen Tagen mit Höchstwerten von mindestens 30 Grad Celsius

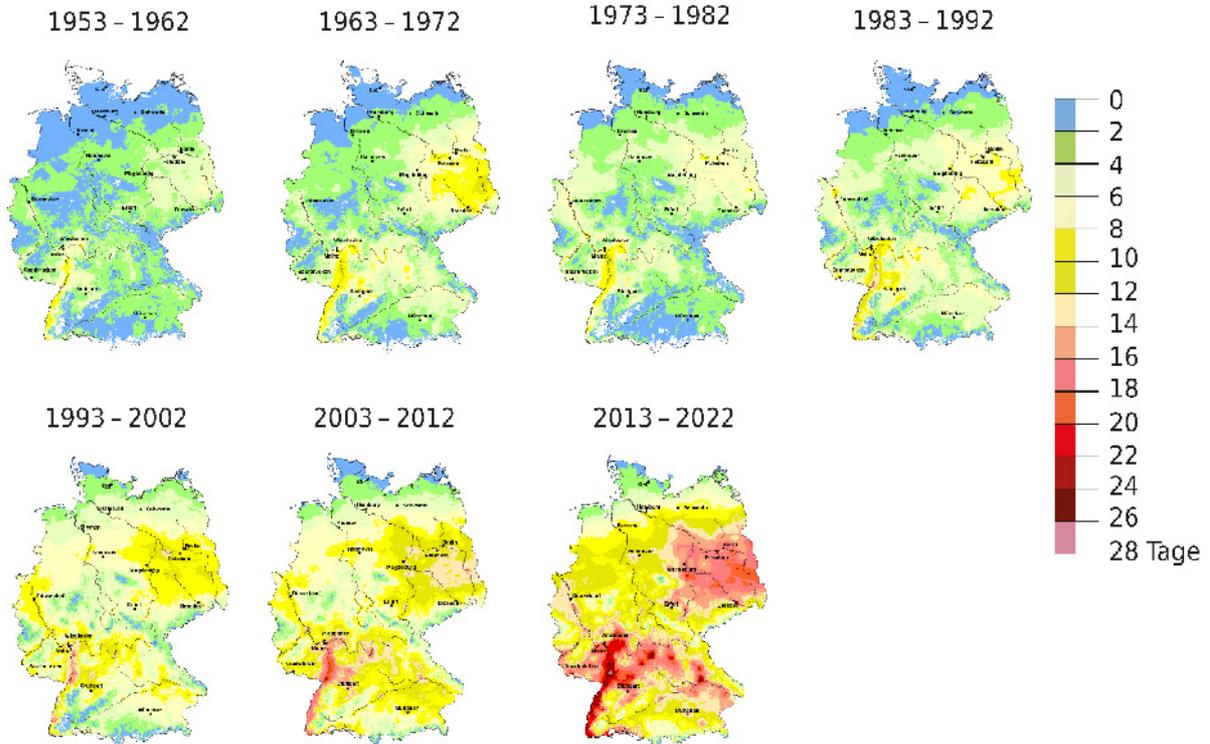


Abbildung 05: Mittlere jährliche Anzahl der Heißen Tage (d.h. Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 30 °C).
Quelle: DWD

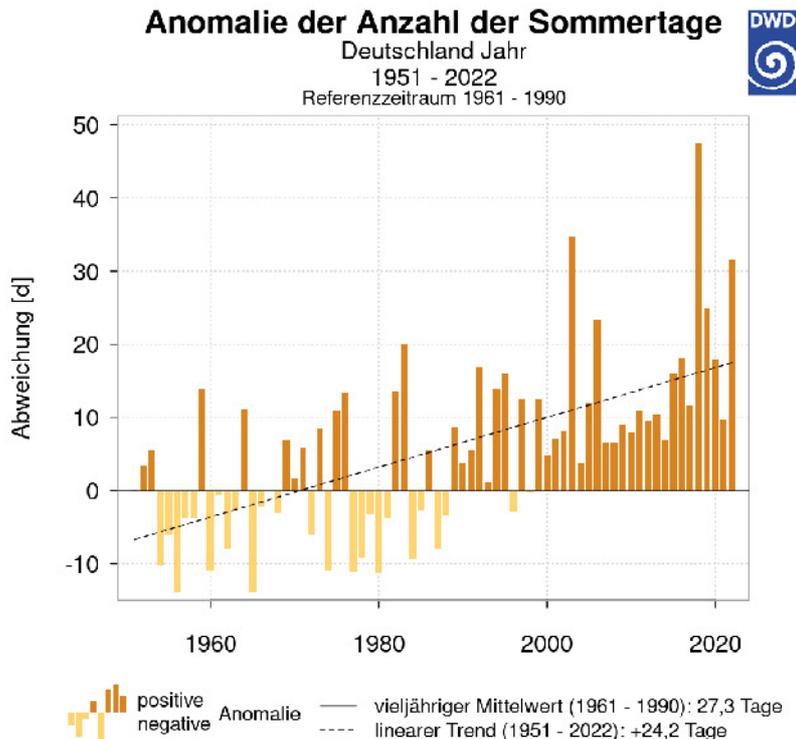


Abbildung 06: Entwicklung der Sommertage in Deutschland mit Tageshöchstwerten ≥ 25 °C.
Quelle: DWD, Link: <https://www.dwd.de/zeitreihen>

Markante Hitzewellen seit 1950

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

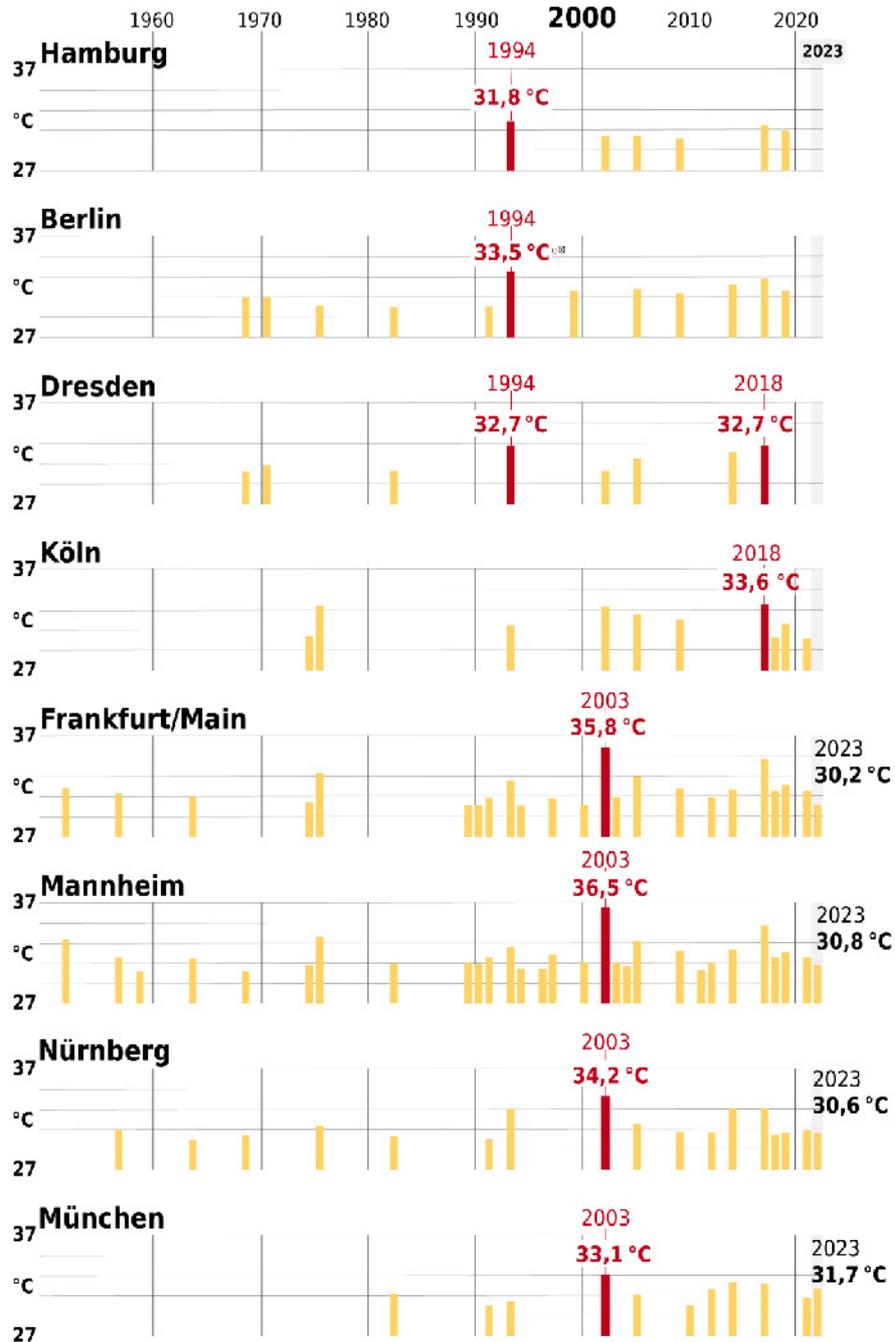


Abbildung 07: Markante Hitzewellen in Deutschland von 1950 bis 2023 (Stand: 1. September 2023).

Quelle: DWD³

4. ZUSÄTZLICHE HITZEBELASTUNGEN IN STÄDTEN

Die verstärkte Hitzebelastung in Städten ist am beobachteten Wärmeinseleffekt erkennbar. Die Wärmeinsel wird durch die Lufttemperaturdifferenz zwischen der wärmeren Stadt und ihrem kühleren Umland charakterisiert und kann bei wolkenfreien und windschwachen Wetterbedingungen bis zu 10 Kelvin betragen. Zur Beobachtung dieses Effekts betreibt der DWD ein Stadtklimamessnetz in Ergänzung zum offiziellen DWD-Messnetz. Dargestellt ist der mittlere Wärmeinseleffekt für die Städte Hamburg und Freiburg (siehe auch www.dwd.de/waermeinsel).

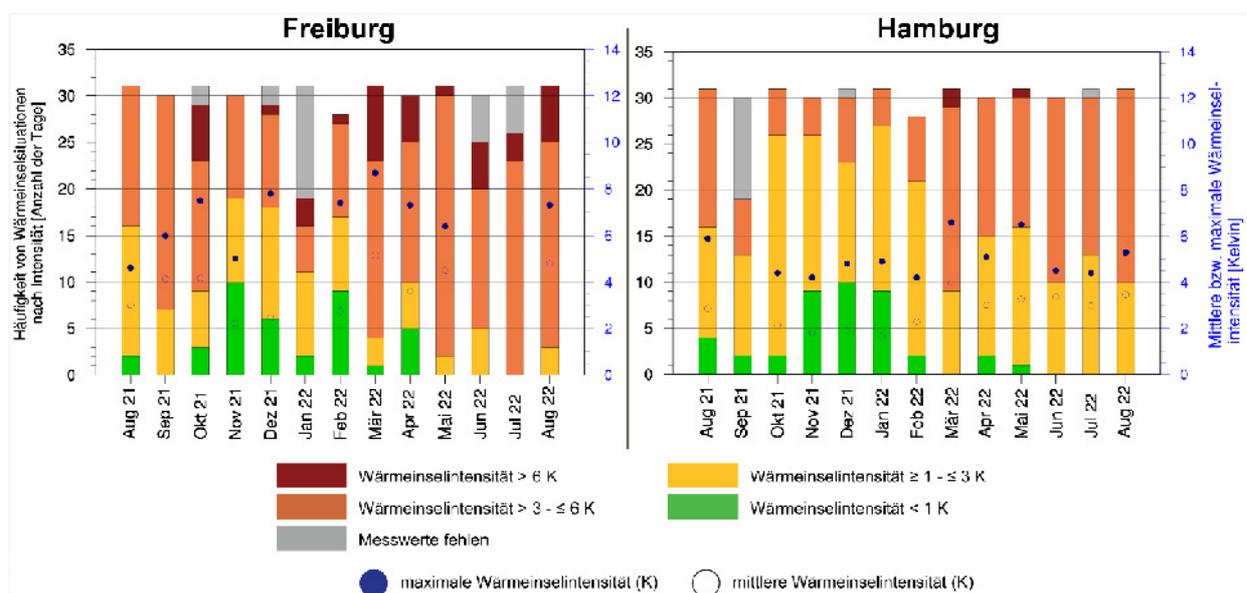


Abbildung 08: Wärmeinselintensität in Freiburg und Hamburg im Zeitraum August 2021 bis August 2022. Quelle: DWD

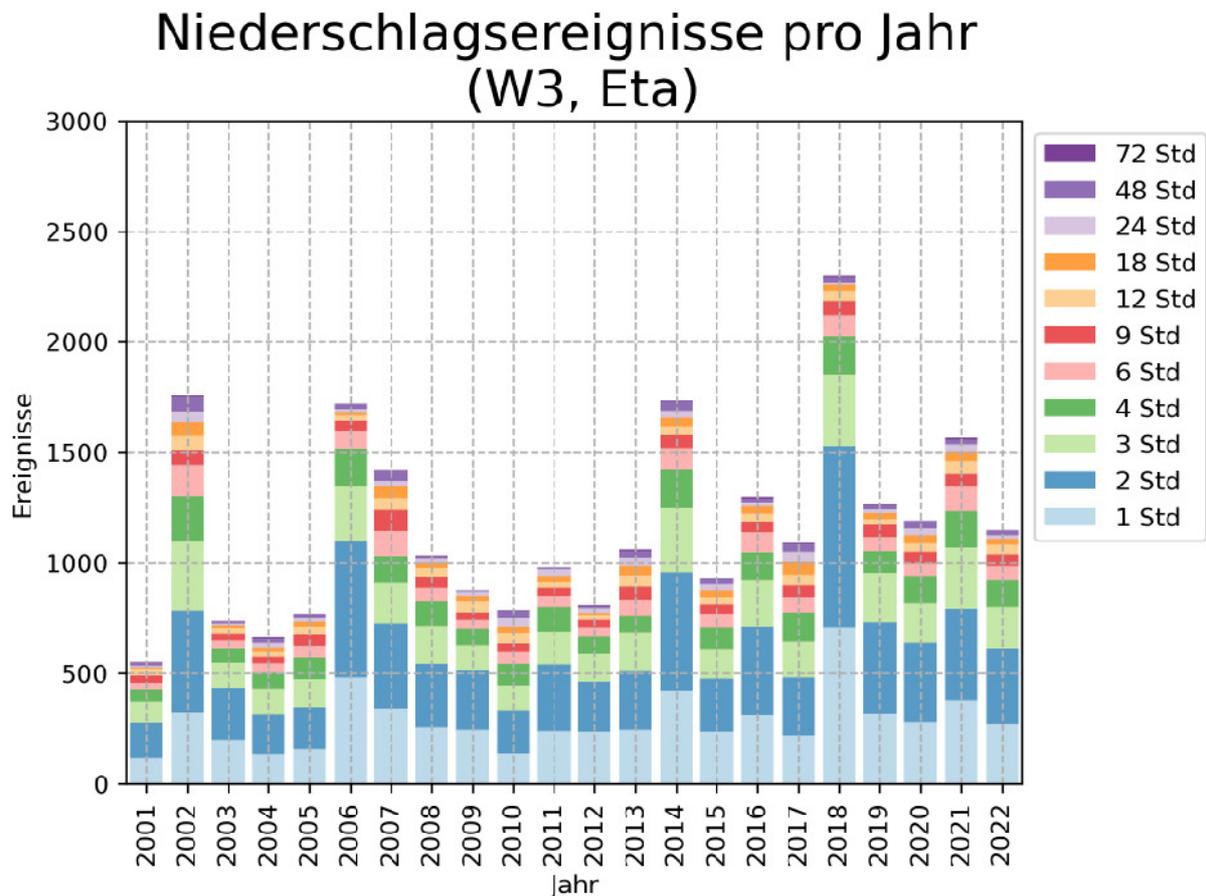


Abbildung 10: Anzahl mittels Radars erfasster Starkregenereignisse pro Jahr seit dem Jahr 2001 aus klimatologisch aufbereiteten Radardaten. Als Schwellenwert wurden die Warnkriterien Level 3 (Unwetter) für Stark- beziehungsweise Dauerregen des Deutschen Wetterdienstes genutzt. / Quelle: DWD⁵

6. 2023 ERNEUT EIN AUßERGEWÖHNLICH WARMER SOMMER, DER ABER ETWAS NASSER AUSFIEL

Nach dem „Jahrtausendsommer“ 2003 erlebten Deutschland und Mitteleuropa in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022 eine Folge von sehr trockenen und warmen Sommern. Sowohl die Häufigkeit wie auch die Intensität dieser sehr trockenen und warmen Sommermonate lässt sich nur durch den menschengemachten Klimawandel erklären.

2023 verzeichnete Deutschland den fünftwärmsten Sommer in den Aufzeichnungen des DWD. Während Deutschland von neuen Hitzerekorden verschont geblieben ist, wurden innerhalb mehrerer intensiver Hitzewellen im Mittelmeerraum neue Temperature rekorde registriert. In dem Thermopluiogramm in Abbildung 11 sind für den Zeitraum April bis August die Anomalien der Gebietsmittel der Temperatur und des Niederschlags für Deutschland für die Jahre 1881 bis 2023 dargestellt. Zwar war der April etwas nasser im Vergleich zu den vieljährigen Mittelwerten, aber die sehr trockenen Monate Mai und Juni ließen befürchten, dass ein nächster trockener Sommer folgt. Es stellte sich aber Ende Juli eine rege Tiefdrucktätigkeit mit gemäßigten

Temperaturen und viel Niederschlägen ein, die bis in die erste Augustdekade anhielt. Diese Witterungsperiode hinterließ den Eindruck von einem sehr verregneten und kühlen Sommer.

Die langanhaltenden sehr warmen und sehr trockenen Verhältnisse im Sommer 2023 hatten im Mittelmeerraum gravierende Auswirkungen unter anderem auf die Land- und Forstwirtschaft sowie eine Vielzahl an Waldbränden.

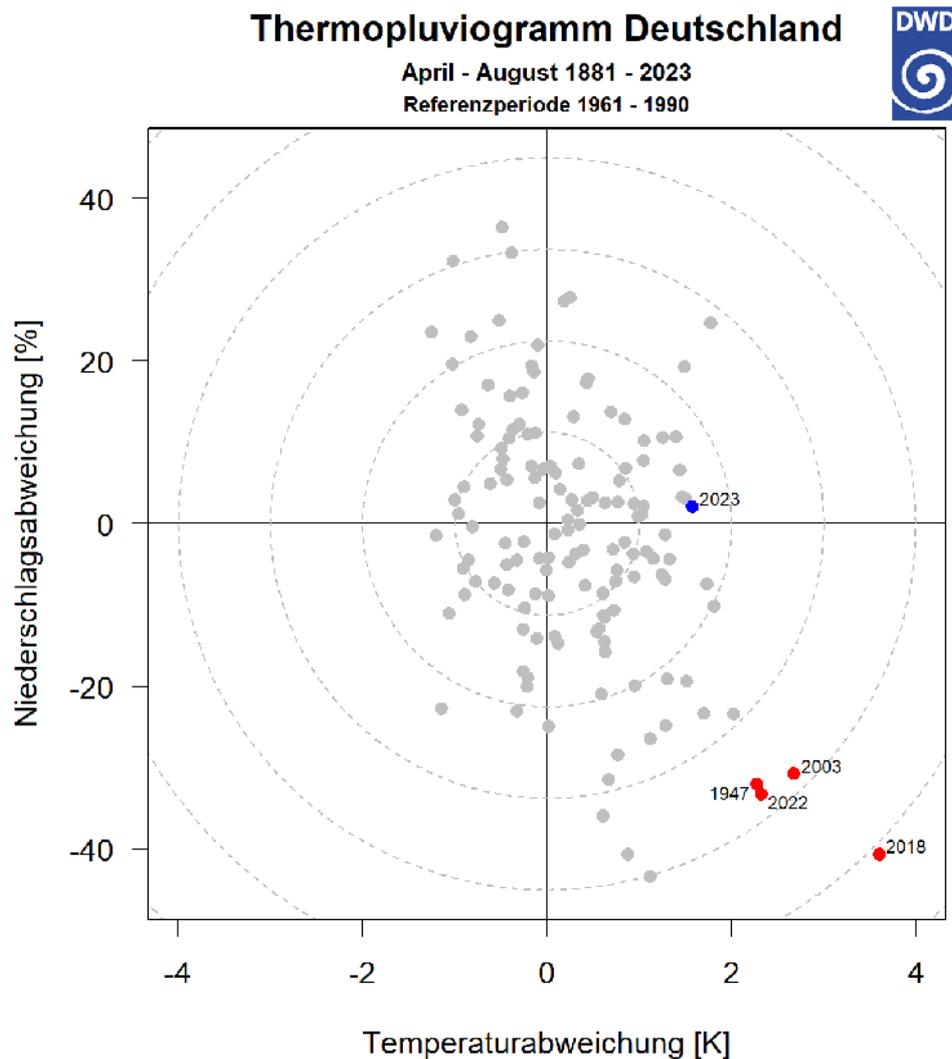


Abbildung 11: Thermopluviogramm der Temperatur- und Niederschlagsabweichung der Gebietsmittel für Deutschland für die Monate April bis August von den vieljährigen Mitteln 1961-1990.

7. LÄNGERE TROCKENPERIODEN

Die höheren Temperaturen im Sommerhalbjahr bei gleichzeitig abnehmenden Niederschlägen führen dazu, dass die Pflanzen zum einen früher mit der Verdunstung beginnen und zum anderen auch mehr verdunsten können. Dieses hat in der Summe zur Konsequenz, dass die Böden im Frühjahr schneller und im Sommer stärker austrocknen. Dieses kann neben Eng-

Was wir 2023 über das Extremwetter in Deutschland wissen

pässen bei der Trinkwasserversorgung zunehmend auch in der Landwirtschaft zu Problemen führen. Besonders bei den Sommerkulturen mit einer späteren Vegetationsperiode im Jahr wie Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben muss verstärkt über Beregnung nachgedacht werden. Zunehmende Engpässe bei der Wasserversorgung sind unabwendbar, wenn nicht geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Betrachtet man die jährlichen Abweichungen der mittlere Bodenfeuchte des meteorologischen Frühjahrs (März - Mai) und des Sommers (Juni - August) seit 1961 zur Referenzperiode 1991 bis 2020, so ist die Zunahme der trockenen Jahre in beiden Jahreszeiten sehr markant.

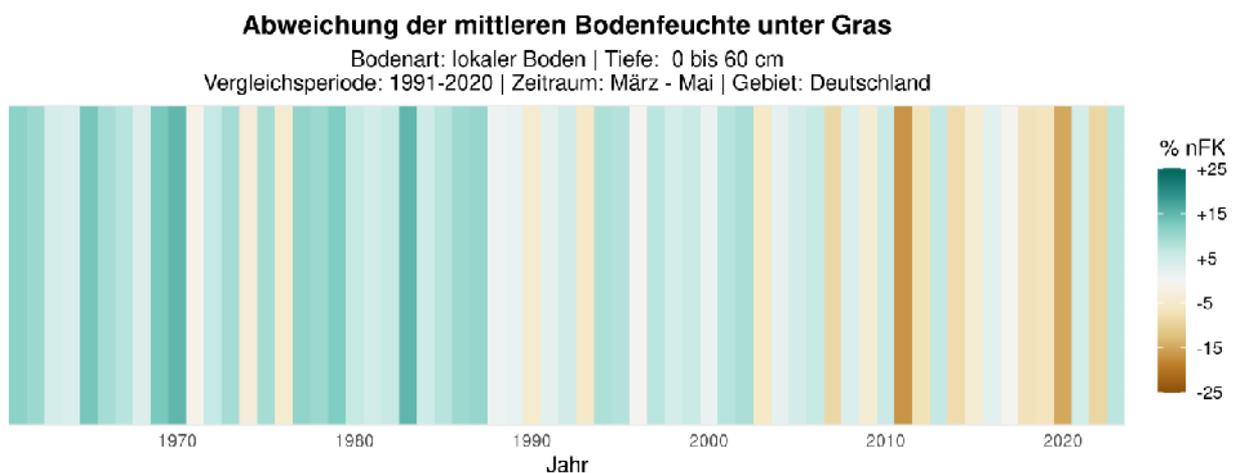


Abbildung 12: Abweichung der mittlere Bodenfeuchte unter Gras in Deutschland während des Frühjahrs (März bis Mai) im Vergleich zu der Referenzperiode 1961 - 2020.

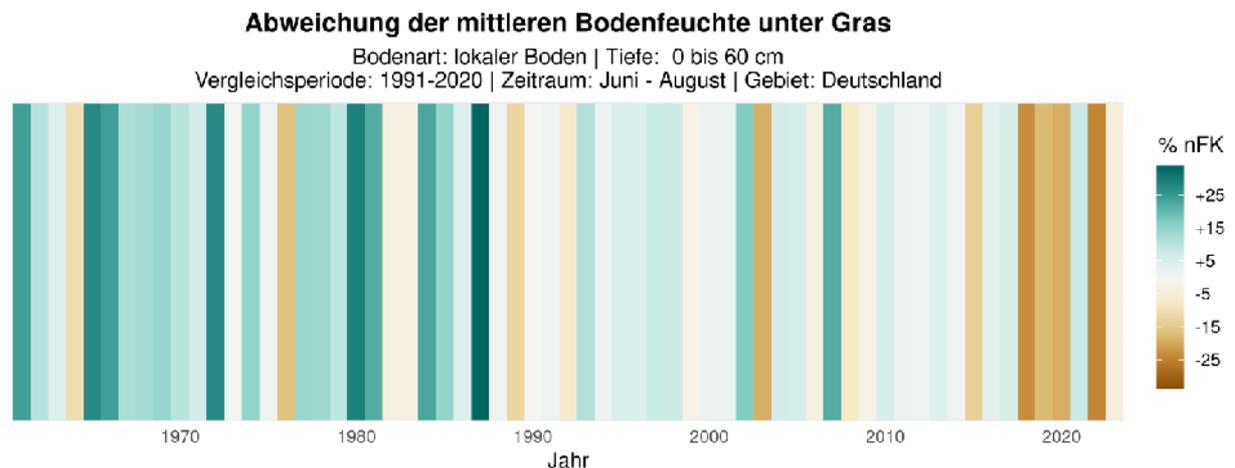


Abbildung 13: Abweichung der mittlere Bodenfeuchte unter Gras in Deutschland während der Sommermonate Juni bis August im Vergleich zu der Referenzperiode 1961 - 2020.

Die zunehmende Frühjahrstrockenheit ist bereits bekannt und besonders nach 2010 sehr ausgeprägt, denn nur noch in drei der nachfolgenden Jahre war der Boden überdurchschnittlich feucht. Um das Wasserdefizit vom Frühjahr wieder ausgleichen zu können, bedarf es überdurchschnittlicher Niederschläge im Sommer, um die Bodenfeuchte wieder ansteigen zu lassen. Bleiben diese aus, so verschärft sich die Situation noch im Sommer, was besonders häufig in den letzten Jahren zu beobachten war.

Das Jahr 2022 zeigt, dass das Rekordjahr 2018 doch nicht so einzigartig war und der Druck zum Ergreifen vorbeugender Maßnahmen zunehmen wird. Dieses ist nicht nur ein Problem der Land- und Forstwirtschaft, sondern der gesamten Gesellschaft.

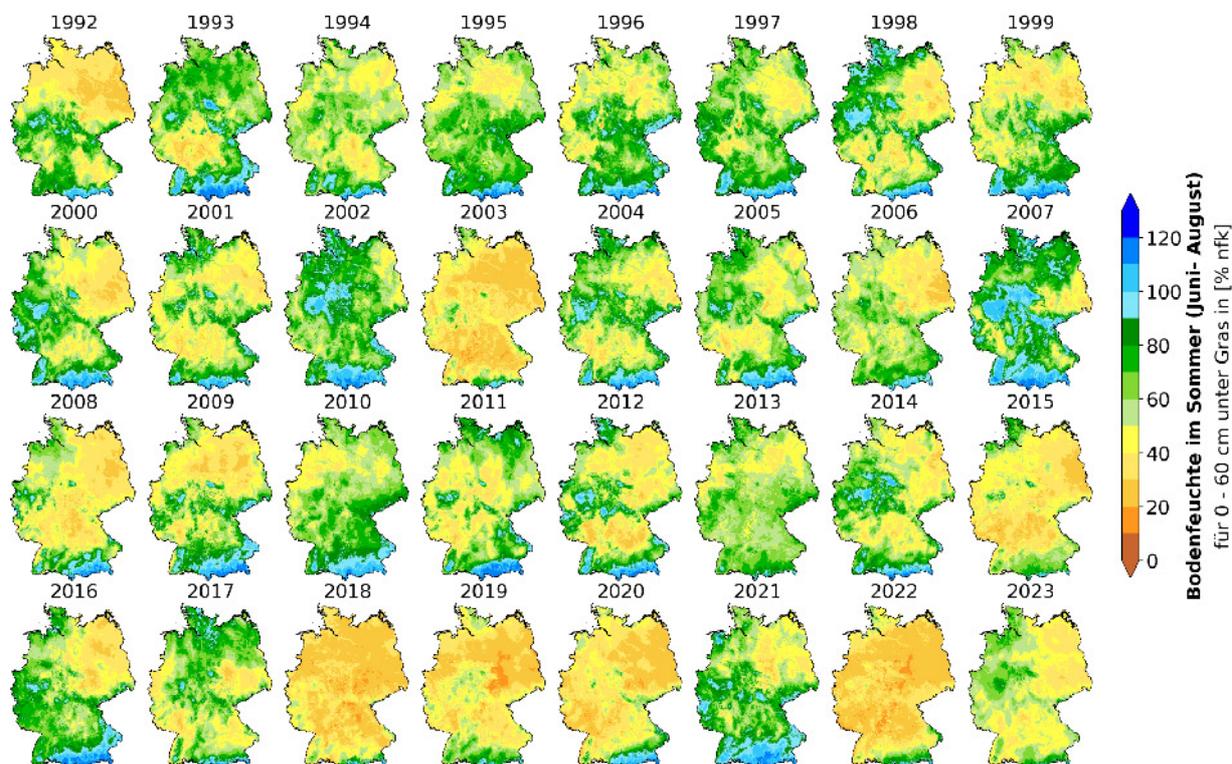


Abbildung 14: Karten der mittleren Bodenfeuchte unter Gras in der Bodentiefe 0- 60 cm in den Sommermonaten für die Jahre 1992-2023, in Prozent nutzbare Feldkapazität (nFK). Quelle: DWD, Link: <https://www.dwd.de/bodenfeuchteviewer>

8. DIE WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU

Der Trend zu wärmeren Sommern mit längeren Trockenphasen bleibt bestehen und verstärkt das Risiko von Waldbränden. Zudem wird das Waldbrandrisiko dadurch verschärft, dass die durch Trockenschäden bereits geschwächten Bäume mehr Streu auf dem Waldboden bilden, welches durch die lichtereren Kronen leichter austrocknen und sich somit auch entflammen kann. Ohne Berücksichtigung dieser Nebeneffekte gab es deutschlandweit gemittelt im Zeitraum 1961 bis 1990 rund 5 Tage im Jahr mit hohen Gefährdungsklassen des Waldbrandgefahrenindexes. Im Zeitraum 1991 bis 2020 waren es schon rund 10 Tage. Vier der letzten fünf Jahre waren von erhöhtem Waldbrandrisiko betroffen, wie Abbildung 15 vom zeitlichen Verlauf der Tage in Deutschland über das Jahr zeigt. Von März bis Ende August 2022 wurde im bundesweiten Stationsmittel an 29 Tagen mindestens die Warnstufe 4 für den Waldbrandgefahrenindex (WBI) berechnet. Dies ist nach dem Sommer 2018 (31 Tage) das Jahr mit dem zweithöchsten Wert seit 1961. Auch wenn die Waldbrandgefahr im Jahr 2023 nicht so stark ausgeprägt war wie im Vorjahr, so gab es in den Monaten Juni und Juli auch in diesem Jahr eine weit überdurchschnittliche Zahl an Tagen mit Waldbrandgefahr (Informationen zur Entwicklung des *Waldbrandindex* finden sich auch unter <https://www.deutscher-klimaatlas.de>).

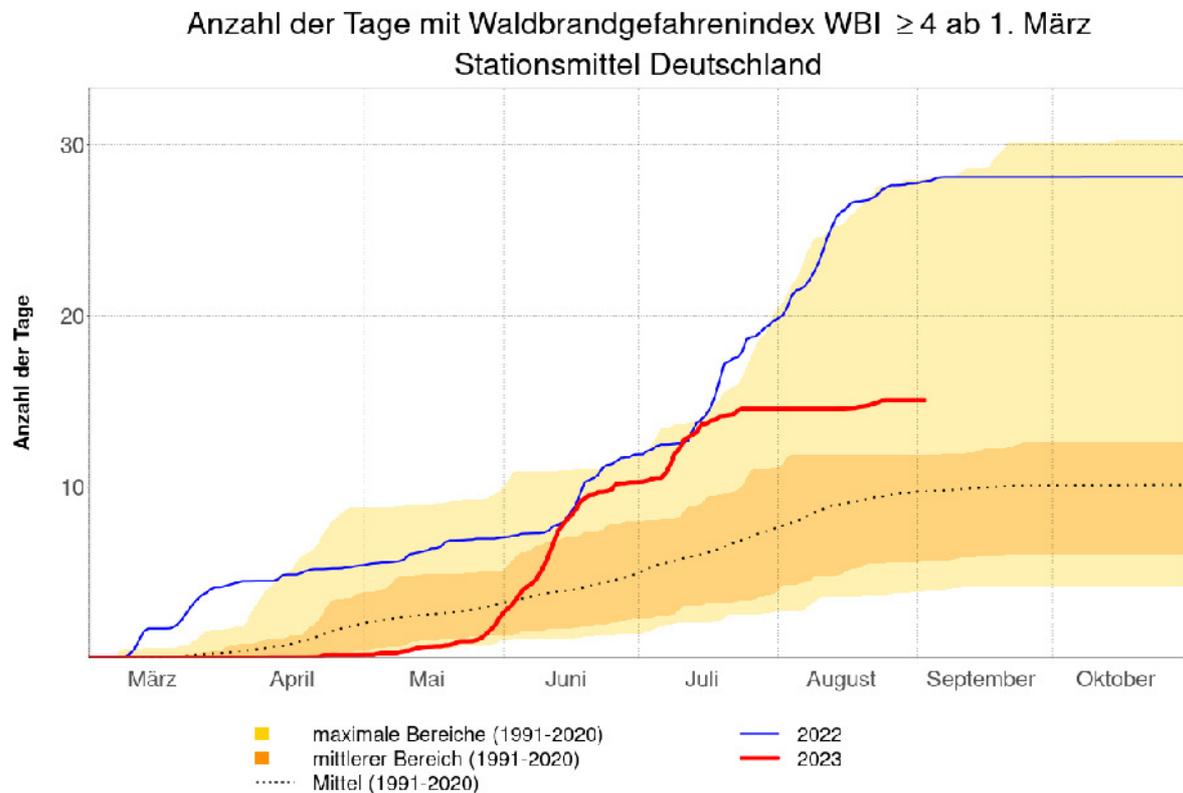


Abbildung 15: Die Kurven zeigen die kumulierten Tage mit einem Waldbrandgefahrenindex größer gleich 4 über die Saison März bis Oktober. Gezeigt werden der mittlere Verlauf 1991 bis 2020 (schwarze gepunktete Linie), der Verlauf 2022 (blaue Linie) sowie der bisherige Verlauf 2023 (orangene Linie). Der als Fläche eingezeichnete hellgelbe Bereich gibt den bisher zwischen 1991 und 2020 aufgetretenen maximalen Bereich und die dunkelgelbe Fläche den Bereich zwischen dem 20 und 80 % Perzentil an.

9. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER UND BLITZSCHLAG

Auswertungen der Versicherer⁶ zeigen, dass von Gewitter und Blitzen in Deutschland hohe Sachschäden verursacht werden.

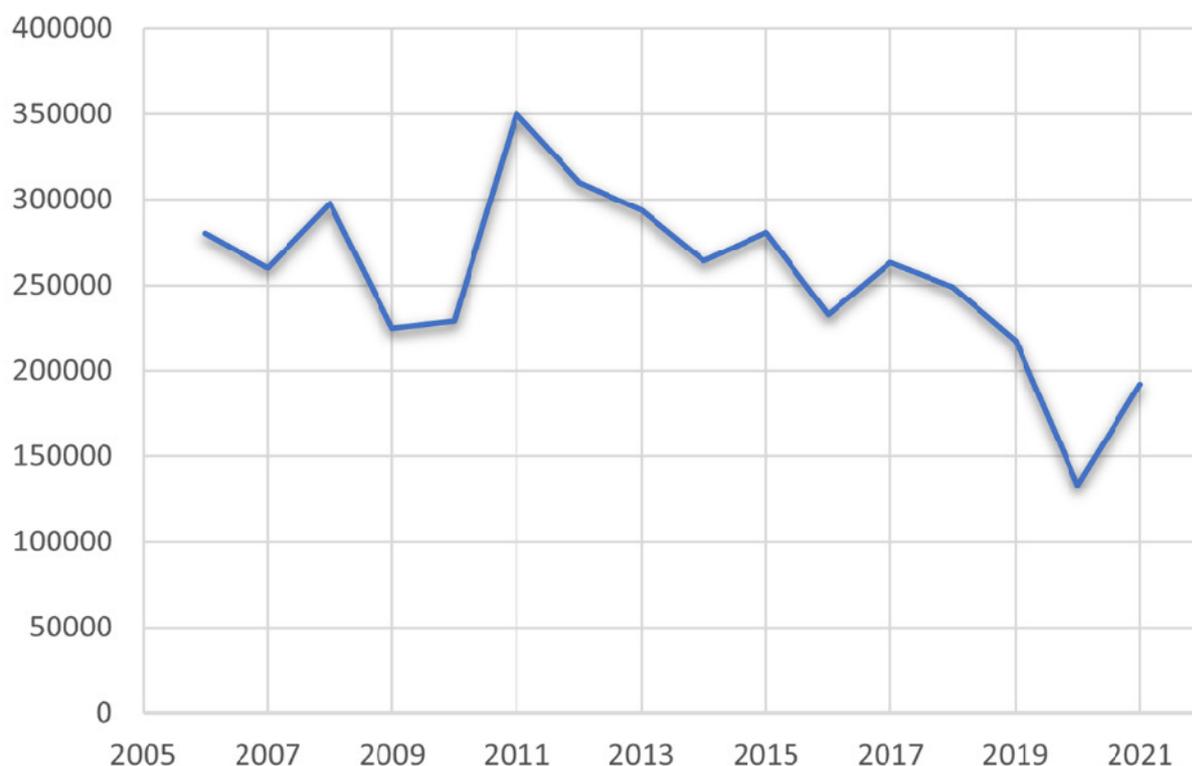


Abbildung 16: Anzahl der Blitze (Erd- und Wolke-Wolke-Blitze) pro Jahr in Deutschland seit 2006 (basierend auf Messungen von LINET der Firma Nowcast GmbH)⁷.

Für die letzten Jahrzehnte stehen für Deutschland Blitz-Beobachtungen aus Blitzortungssystemen zur Verfügung, die eine ortsgenaue Erfassung in einer Genauigkeit von besser als 100 Metern ermöglichen. Die Zeitreihen der Daten sind allerdings noch zu kurz, um daraus zuverlässige Aussagen über klimabedingte Trends abzuleiten. Durch Änderungen bei der Detektion der Blitze muss auch von Inhomogenitäten in den Zeitreihen ausgegangen werden. In den Daten der vergangenen 15 Jahren ist kein eindeutiger Trend bei der Blitzemenge feststellbar, die letzten Jahre zeigten im Vergleich sogar eher weniger Blitze (weitere Details zu den Beobachtungssystemen in Kaspar et al., 2023b⁷).

10. DIFFERENZIERTE BETRACHTUNG BEI WIND UND STURM

Verschiedene Datenquellen weisen für die zurückliegenden Jahrzehnte auf einen leichten Rückgang in den mittleren Windgeschwindigkeiten für Deutschland, sowie die Nordsee, hin. So zeigt beispielsweise die Zeitreihe der Jahresmittel des geostrophischen Windes für die Nordsee ab 1950 eine leichte Abnahme, die allerdings von deutlichen Unterschieden von Jahr zu Jahr gekennzeichnet ist⁸. Deutlich erkennbar sind windreiche Zeiten Anfang der 1950er, und in den 1980er und 1990er Jahren. Die Anzahl der Tage mit Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Beaufort an Messstationen des DWD ist während der vier zurückliegenden Dekaden zurückgegangen (siehe Abbildung 18).

Auch in einer europaweiten Analyse von Windmessungen zeigen sich für den Großraum um Deutschland schwächere Windverhältnisse während der zwei letzten Jahrzehnte im Vergleich zu den beiden Jahrzehnten vor dem Jahr 2000⁹

Auswertungen der Windgeschwindigkeit in der für Windenergie relevanten Höhe von 100 m auf Basis von Reanalysen zeigen ebenfalls einen Rückgang während der letzten Jahrzehnte (Bär und Kaspar, 2023). Dabei war 2021 das windärmste Jahr während der letzten 5 Jahrzehnte; windärmere Jahre traten aber auch im Zeitraum vor 1970 bereits auf. Die aktuellen Veränderungen liegen daher im Rahmen der derzeit bekannten multi-dekadischen Schwankungen (siehe Abbildung 17).

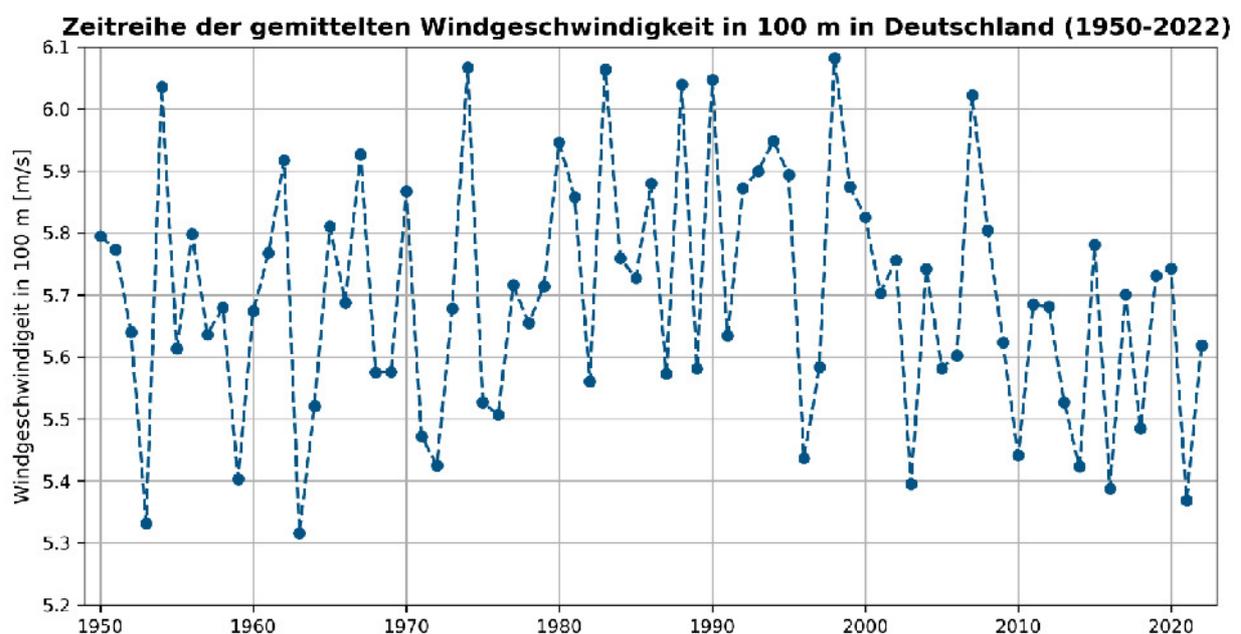
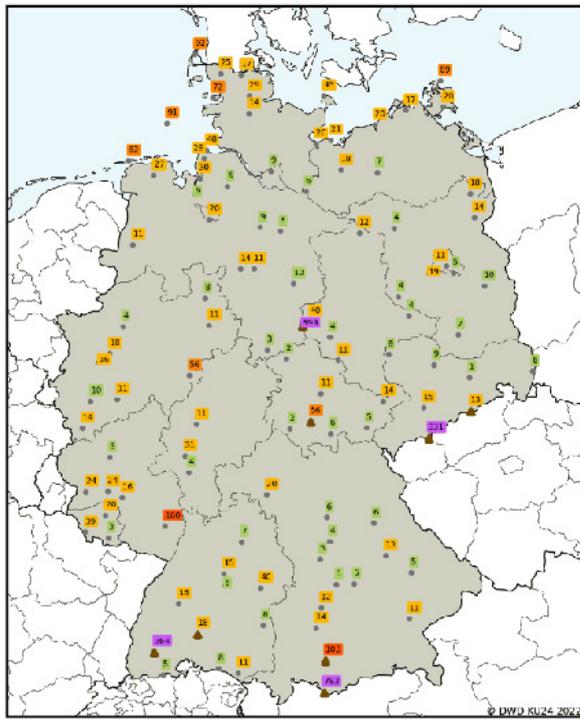


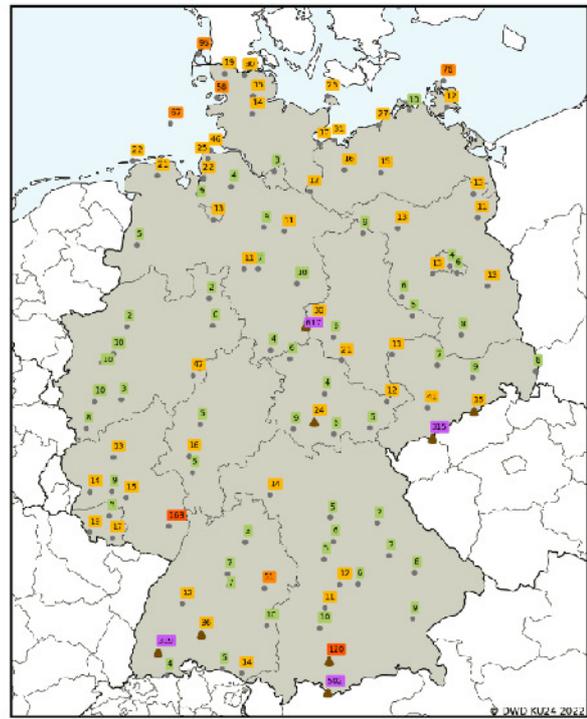
Abbildung 17: Zeitreihe der gemittelten Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe in Deutschland in m/s im Zeitraum von 1950 bis 2022. (Auswertung des Deutschen Wetterdienstes¹⁰ auf Basis der globalen Reanalysen ERA5 und ERA5-BE des Copernicus Klimawandeldienstes (C3S)).

Was wir 2023 über das Extremwetter in Deutschland wissen



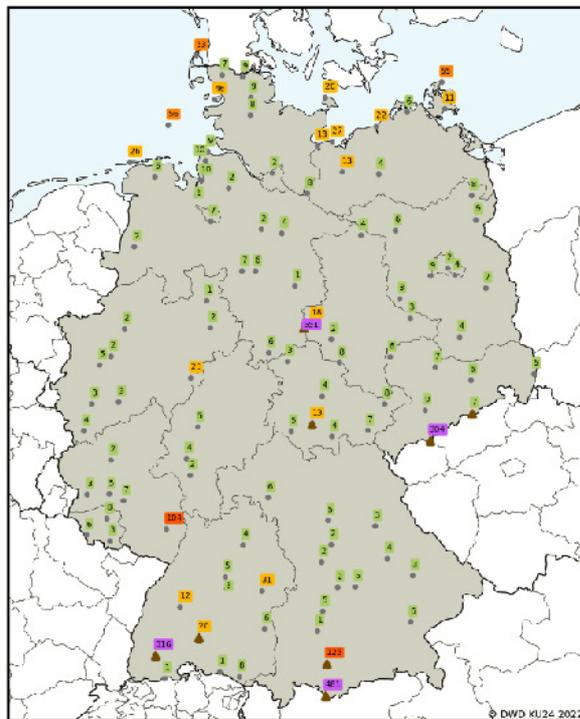
Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Bft
Referenzzeitraum 1981 - 1990

- Land- bzw. Inselstation
- ▲ Bergstation (exponierte Lage)



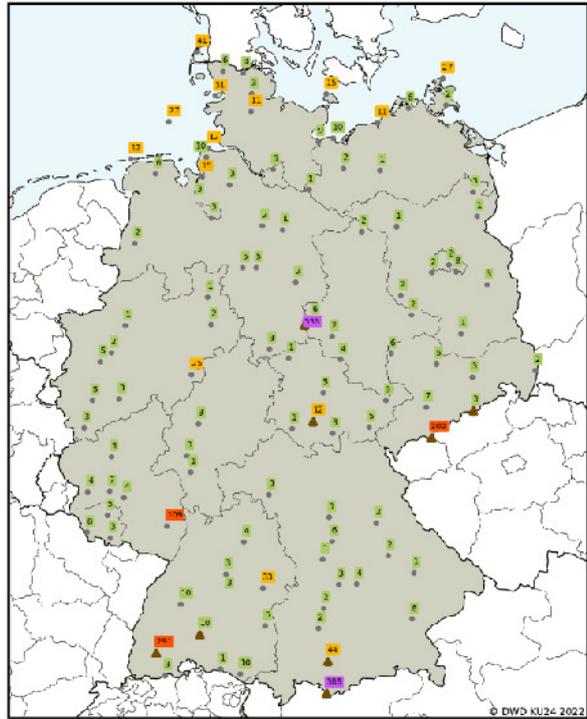
Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Bft
Referenzzeitraum 1991 - 2000

- Land- bzw. Inselstation
- ▲ Bergstation (exponierte Lage)



Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Bft
Referenzzeitraum 2001 - 2010

- Land- bzw. Inselstation
- ▲ Bergstation (exponierte Lage)



Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Bft
Referenzzeitraum 2011 - 2020

- Land- bzw. Inselstation
- ▲ Bergstation (exponierte Lage)

Abbildung 18: Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Beaufort während der vier Dekaden seit 1981. Quelle: DWD

11. ZAHL DER BEOBACHTETEN TORNADOS

Die Zahl der beobachteten und verifizierten Tornados lag in Deutschland zwischen 1986 und 1995 im Mittel bei neun pro Jahr und stieg in den Jahren 2001 bis 2010 auf ein Mittel von rund 56 Tornadobeobachtungen pro Jahr an. Im Zeitraum 2012 bis 2021 liegen 42 Tornado-beobachtungen pro Jahr vor. Die Ursache der ersten Zunahme liegt zu einem großen Teil in der Zunahme und heutigen Verbreitung mobiler Endgeräte mit Foto- und Videofunktion und damit in der Abnahme der Dunkelziffer. Die Beobachtungsdaten lassen daher noch keinen Schluss auf eine Veränderung der Zahl der Tornados in Folge des Klimawandels zu.

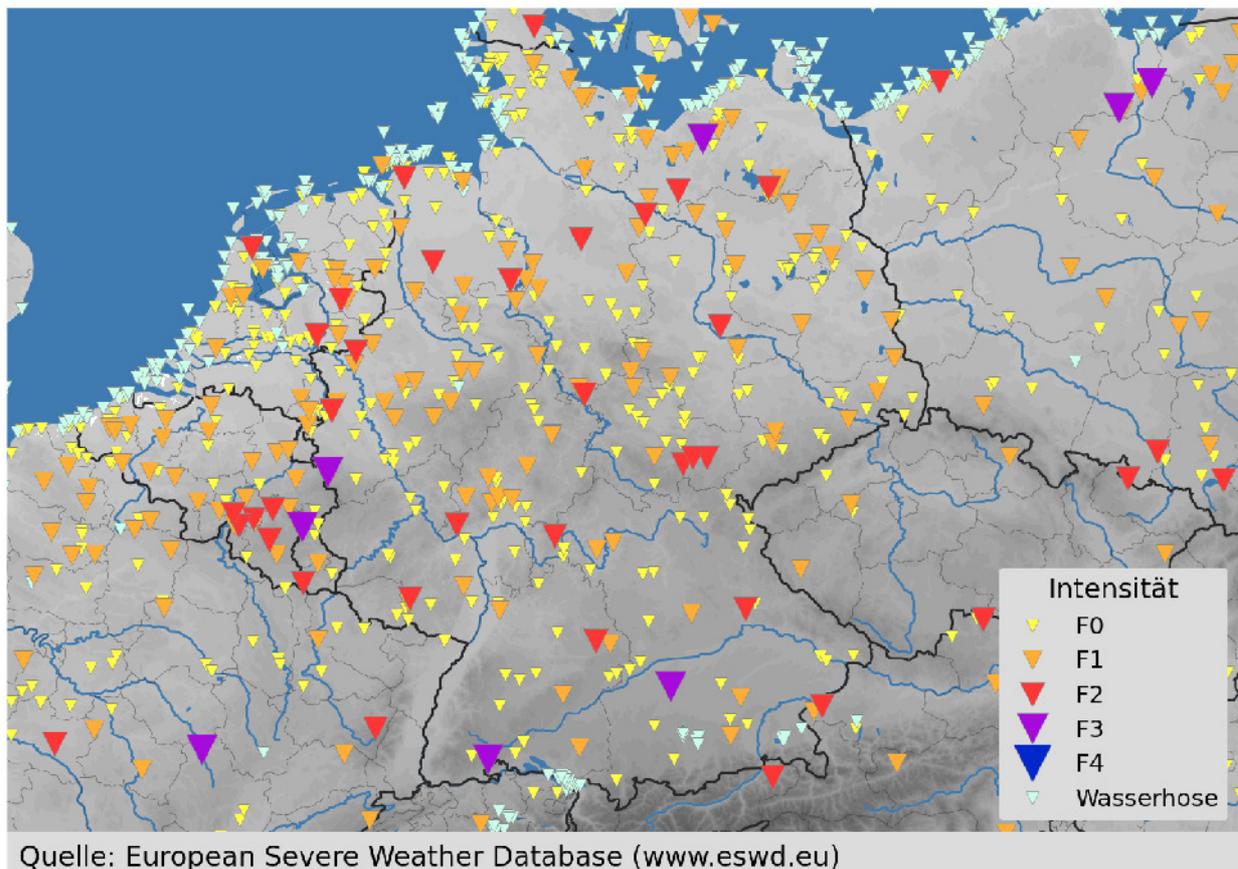


Abbildung 19: Tornados im Zeitraum 1.1.2012 bis 31.12.2021 gemäß European Severe Weather Database. (ESWD, Link: www.eswd.eu). Enthalten sind alle Tornados mit Qualitätsstufe „QC0+“ oder besser (das heißt plausible oder bestätigte Fälle).

12. GEFAHR HÖHERER STURMFLUTEN STEIGT

Eine Folge des anthropogenen Klimawandels sind auch steigende Meeresspiegel. Ursache ist neben dem weltweiten Abschmelzen der Gletscher und Eisschilde die thermische Ausdehnung der sich erwärmenden Meere und Ozeane. Diese Entwicklung ist weltweit zu beobachten, allerdings mit regionalen Unterschieden. Unterschiedlich starker Anstieg der Wassertemperaturen und des Salzgehalts sowie Landhebungs- beziehungsweise Senkungsprozesse können sich auf die regionalen und lokalen Meeresspiegeländerungen auswirken. Die langfristige Entwicklung des Meeresspiegels unterliegt zudem einer erheblichen dekadischen Variabilität stärkeren und schwächeren Anstiegs.

In Cuxhaven zum Beispiel ist der relative Meeresspiegel seit Mitte des 19. Jahrhunderts bereits um gut 40 Zentimeter gestiegen¹¹ (bei einem lokalen Absinken der deutschen Nordseeküste um etwa 0,1 cm pro Jahr als Nachwirkung der letzten Eiszeit), am Pegel Travemünde um rund 25 Zentimeter¹². Folgen sind unter anderem höher auflaufende Sturmfluten.

Über den Beobachtungszeitraum 1843 bis 2022 stieg in Cuxhaven sowohl das Tidehochwasser, als auch das Tideniedrigwasser im Jahresmittel an. Aufgrund des stärker ansteigenden Tidehochwassers nahm der Tidenhub in 180 Jahren um rund 15 cm zu. In dem Zeitraum seit 1993, für den Satellitenaltimetriedaten zur Verfügung stehen, zeigen diese Daten eine Beschleunigung des weltweiten Meeresspiegelanstiegs¹³.

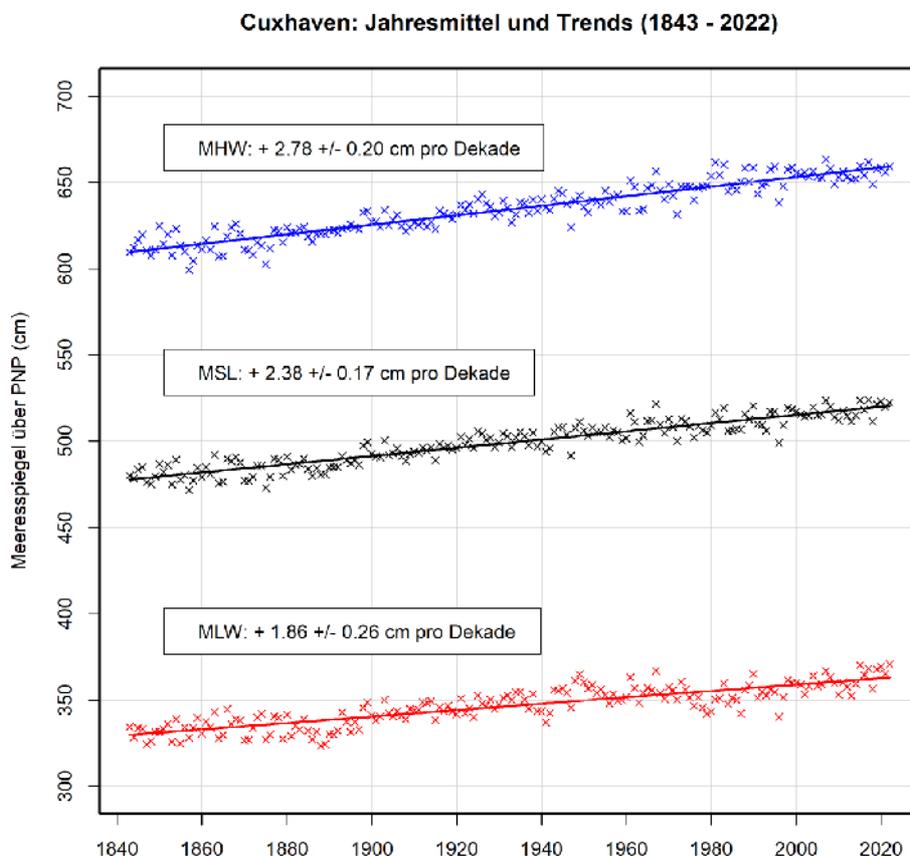


Abbildung 20: Veränderung des Meeresspiegels in Cuxhaven. Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

IMPRESSUM

Autoren

F. Imbery (DWD), K. Friedrich (DWD), F. Kaspar (DWD), F. Böttcher (EWK), T. Leppelt (DWD), R. Posada (DWD), W. Janssen (DWD), K. Lengfeld (DWD), T. Möller (DWD), S. Buchholz (DWD), J. Möller (BSH)

Redaktion

F. Kaspar (DWD), F. Imbery (DWD), F. Böttcher (EWK)

Gestaltung und Satz

U. Klasen (DWD)

Abbildungsnachweis

DWD (wenn nicht anders gekennzeichnet);

Abbildung 19: © Pieter Groenemeijer / European Severe Storms Laboratory (ESSL) / European Severe Weather Database (ESWD)

Abbildung 20: © Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Kontakt

Email: klimaanalyse@dwd.de

Zitiervorschlag

Deutscher Wetterdienst / Extremwetterkongress (2023): *Was wir 2023 über das Extremwetter in Deutschland wissen*. Offenbach am Main, Deutschland

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:



Sie dürfen das Werk beziehungsweise den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk beziehungsweise dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden. Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Literatur und weiterführende Informationen

¹ Deutscher Wetterdienst, 2023: Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2022. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, 27 Seiten,

<https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/klimastatusbericht.html>

² Kaspar, F., Friedrich, K., Imbery, F. (2023a): Observed temperature trends in Germany: Current status and communication tools. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 32, No. 4,

<https://dx.doi.org/10.1127/metz/2023/1150>

³ Imbery, F., Friedrich, K., Hänsel, S., Lengfeld, K., Deutschländer, T., Rauthe, M., Spengler, R., Krauthan, E., Leps, N. (2023b): Die Klimaentwicklung in Deutschland seit dem Ende des 19. Jahrhunderts. In: Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Umweltbundesamt. In Vorbereitung.

⁴ Lengfeld, K., Walawender, E., Winterrath, T., Becker, A.: *CatRaRE: A Catalogue of Radar-based Heavy Rainfall Events in Germany Derived from 20 Years of Data*. Meteorologische Zeitschrift. 2021,

<https://doi.org/10.1127/metz/2021/1088>

⁵ Lengfeld, Katharina; Walawender, Ewelina; Winterrath, Tanja; Weigl, Elmar; Becker, Andreas, "Starkregenereignisse Version 2023.01 mit Überschreitung der DWD-Warnstufe 3 für Unwetter basierend auf RADKLIM-RW Version 2017.002 Parameter und Polygone der Starkregenereignisse in Deutschland version v2023.01." Deutscher Wetterdienst, 2023, doi:10.5676/DWD/CatRaRE_W3_Eta_v2023.01.

⁶ GDV (2022): Blitzbilanz 2021, Gesamtverband der Deutschen Versicherer.

<https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/blitzbilanz-2021-anzahl-und-hoehe-der-schaeden-steigen--85642>

⁷ Kaspar, F., Holl, G., Müller, R., Rösner, S., Dominik, R., Brändlein, D., Thern, S., Georgiev, C. (2023c): Blitzbeobachtungen. Kapitel 2.9. In: Deutscher Wetterdienst: „Die deutschen Klima-beobachtungssysteme. Inventarbericht zum Global Climate Observing System (GCOS).

<https://www.gcos.de/inventarbericht>. https://doi.org/10.5676/dwd_pub/gcos_2023_de

⁸ Deutscher Wetterdienst (2022): Nationaler Klimareport; 6. überarbeitete Auflage, Deutscher Wetterdienst, Deutschland, 53 Seiten.

https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/download_report.pdf

⁹ Rojas-Labanda, C., González-Rouco, F., García-Bustamante, E., Navarro, J., Lucio-Eceiza, E. E., Van der Schrier, G., Kaspar, F. (2022): Surface wind over Europe: data and variability. International Journal of Climatology. <https://doi.org/10.1002/joc.7739>

¹⁰ Bär, F., Kaspar, F. (2023): Meteorologischer Jahresrückblick energierelevanter Wetterelemente für das Jahr 2022. Deutscher Wetterdienst / BMDV-Expertenetzwerk.

https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaueberwachung/expert-netzwerk_themenfeld5/bericht_jahresueckblick-2022.html

Literatur und weiterführende Informationen

¹¹ <https://meeresspiegel-monitor.de/cuxhaven/sla/index.php.de>

¹² <https://meeresspiegel-monitor.de/travemuende/sla/index.php.de>

¹³ Nerem R. S., Beckley B. D., Fasullo J. T., Hamlington B. D., Masters D., Mitchum G. T. (2018). *Climate-change–driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era*. Proceedings of the national academy of sciences, 115(9), 2022-2025.