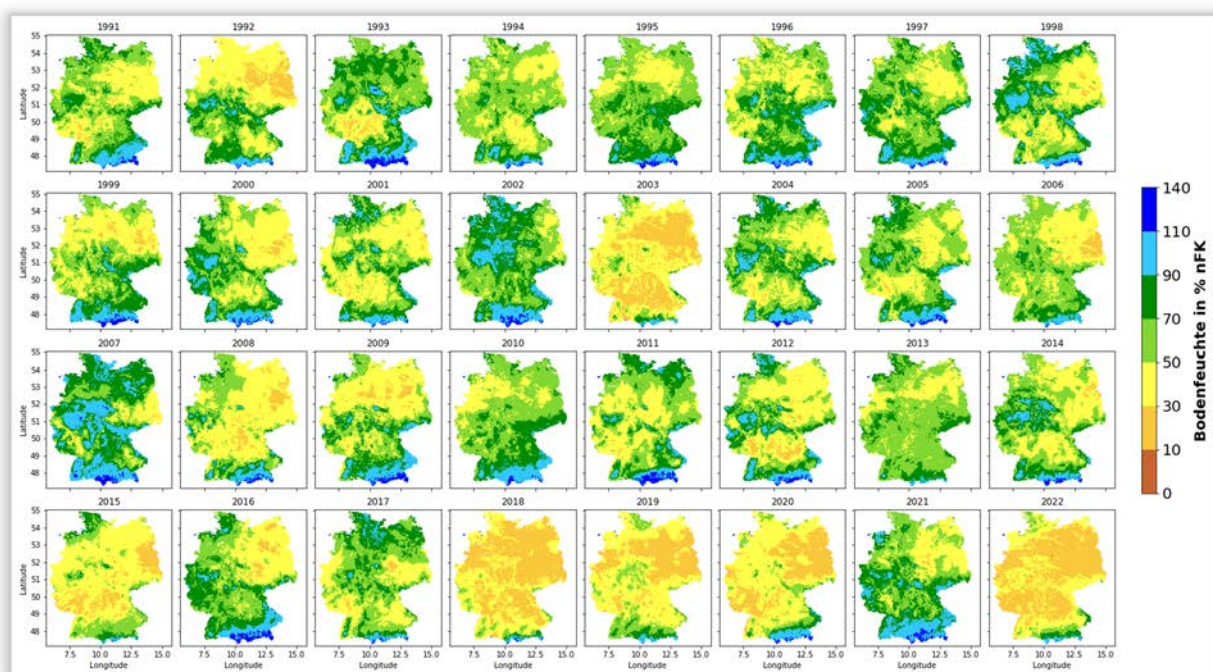


WAS WIR 2022 ÜBER DAS EXTREMWETTER IN DEUTSCHLAND WISSEN

**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 SCHADENSRISIKEN 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. DIFFERENZIERTE BETRACHTUNG DER STARKNIEDERSCHLÄGE IST WICHTIG.....	11
6. 2022 ERNEUT EIN AUßERGEWÖHNLICH WARMER UND TROCKENER SOMMER.....	12
7. LÄNGERE TROCKENPERIODEN.....	14
8. DIE WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU	15
9. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER UND BLITZSCHLAG	17
10. DIFFERENZIERTE 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.

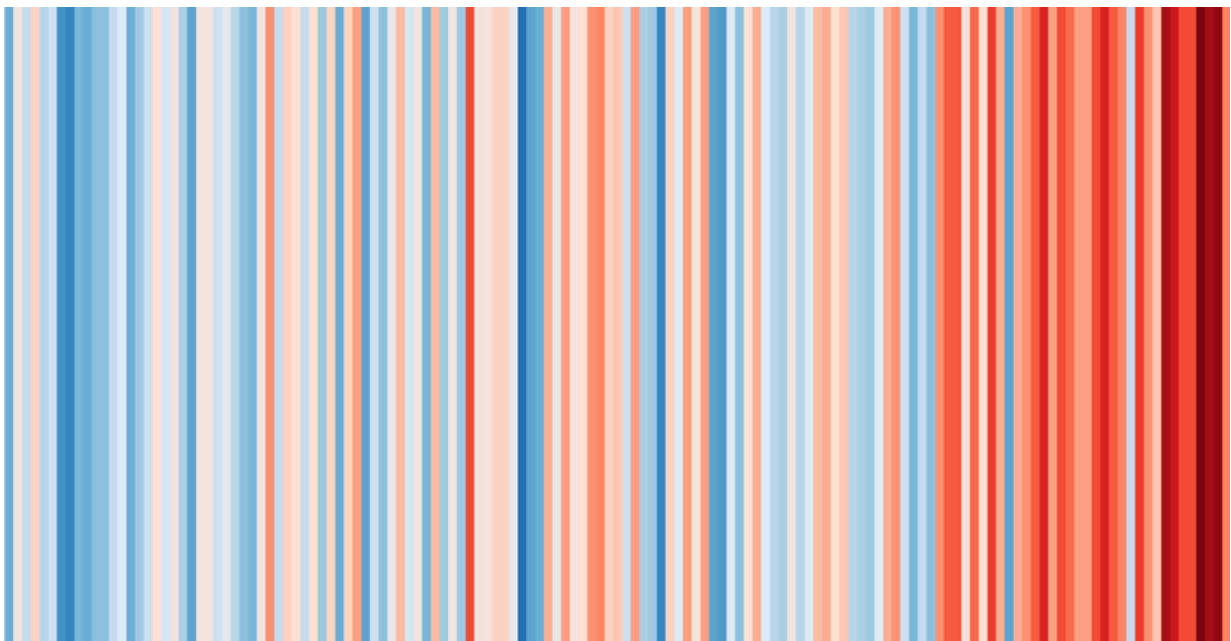


Abbildung 01: Erwärmung in Deutschland dargestellt als „Warming Stripes“ für den Zeitraum 1881 - 2021

(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 1,6 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:

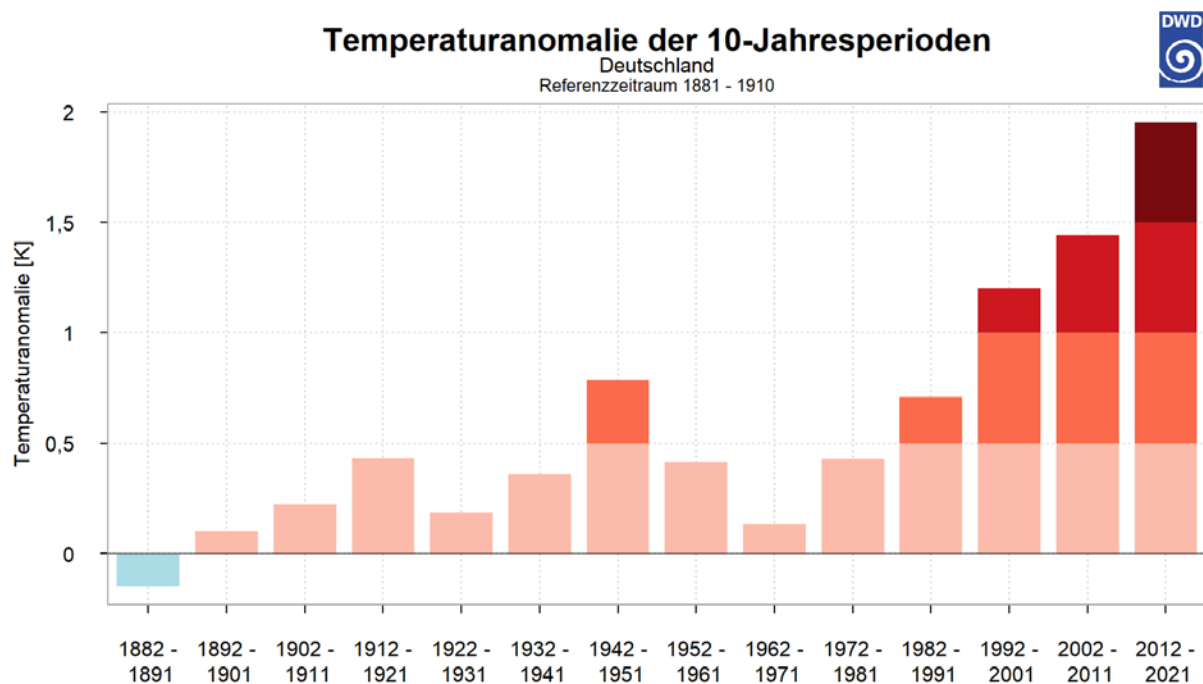


Abbildung 02: Die Dekade 2012-2021 ist fast zwei Grad wärmer als der Referenzzeitraum 1881-1910 / Quelle: DWD ¹

Im Gesamtzeitraum 1881-2021 wurde es jedes Jahrzehnt 0,12 Grad Celsius wärmer, für die letzten 50 Jahre (1971-2021) lag die Erwärmungsrate mit 0,36 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. Vier 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)
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
2002	+1,8 °C

Quelle: DWD

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 2020 erreichten in Hamburg acht Tage in Folge Tageshöchstwerte über 30 Grad Celsius und waren damit die längste Folge ununterbrochener Heißer Tagen 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 ungebremsstem Treibhausgas-ausstoß 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.

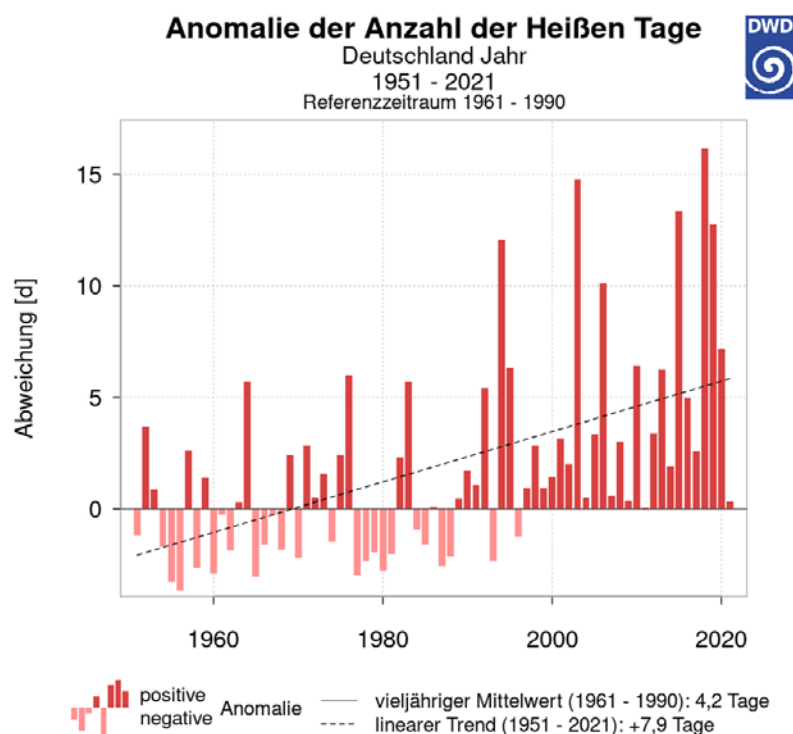


Abbildung 04: Entwicklung der Heißen Tage in Deutschland mit Tageshchstwerten ≥ 30 °C

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

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

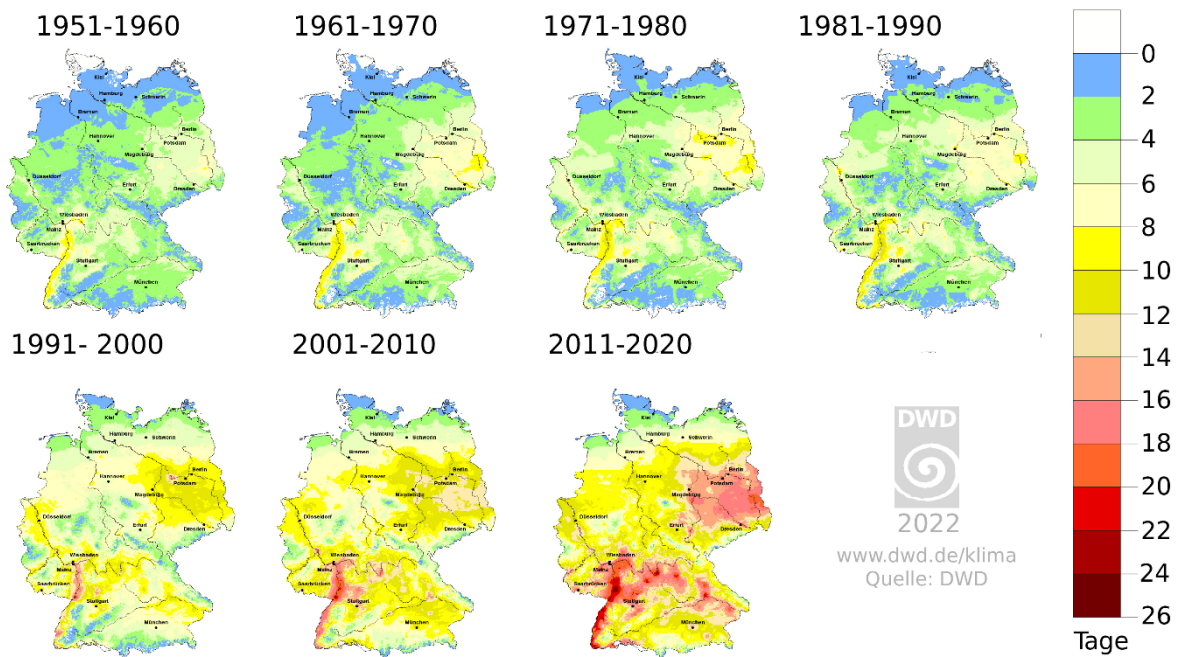


Abbildung 05: Mittlere jährliche Anzahl der Heißen Tage (d.h. Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 30 °C / Quelle: DWD

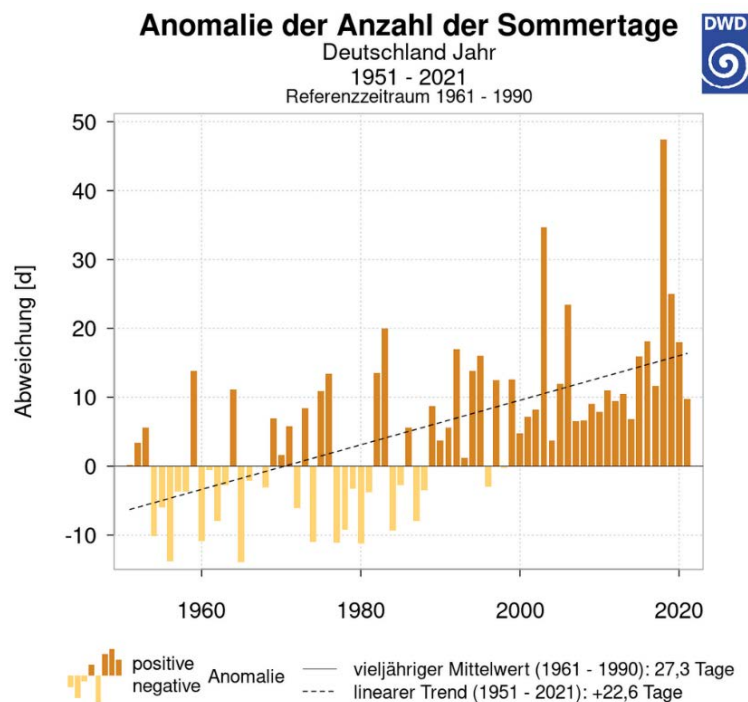


Abbildung 06: Entwicklung der Sommertage in Deutschland mit Tageshöchstwerten ≥ 25 °C
Quelle: DWD, Link: <https://www.dwd.de/zeitreihen>

Markante Hitzewellen seit 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

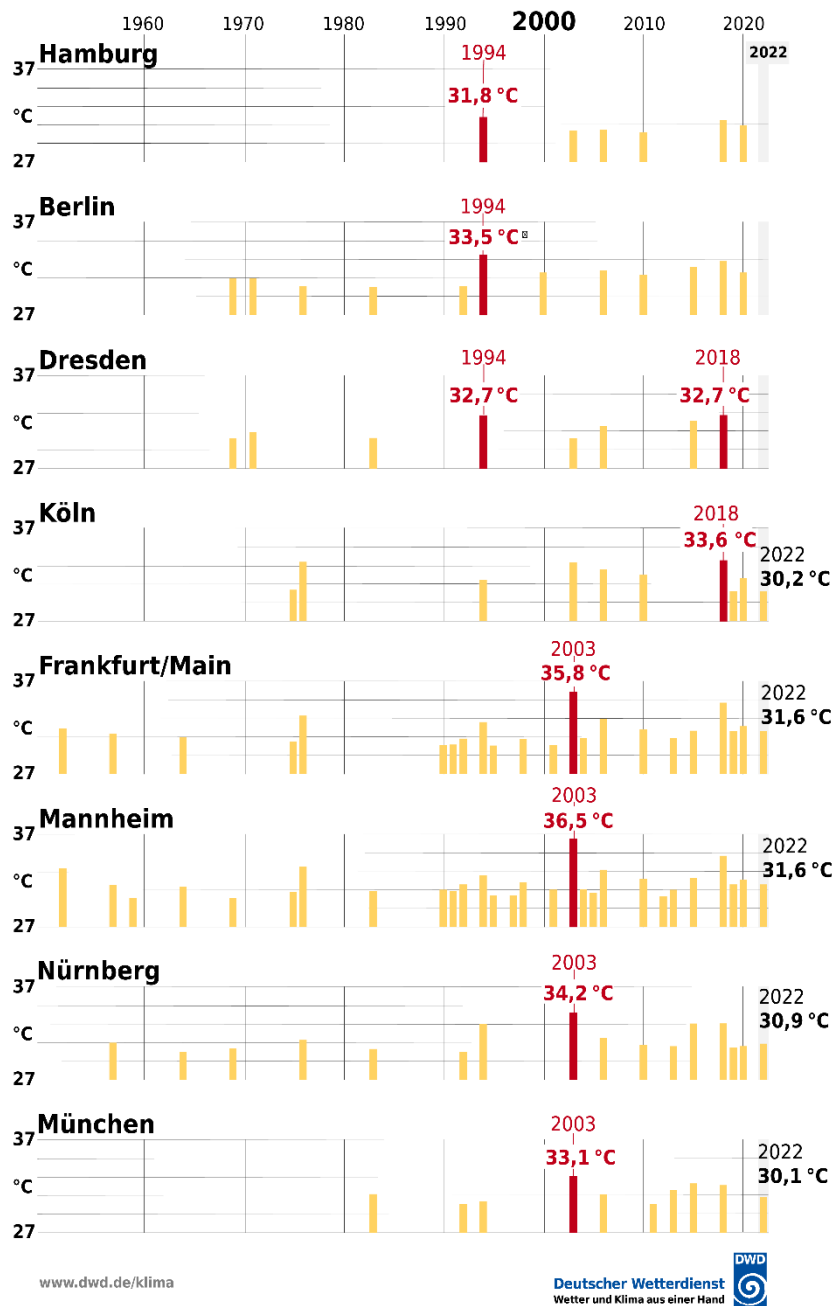


Abbildung 07: Markante Hitzewellen in Deutschland von 1951 bis 2022 (Stand: 1. September 2022)
Quelle: DWD ³

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).

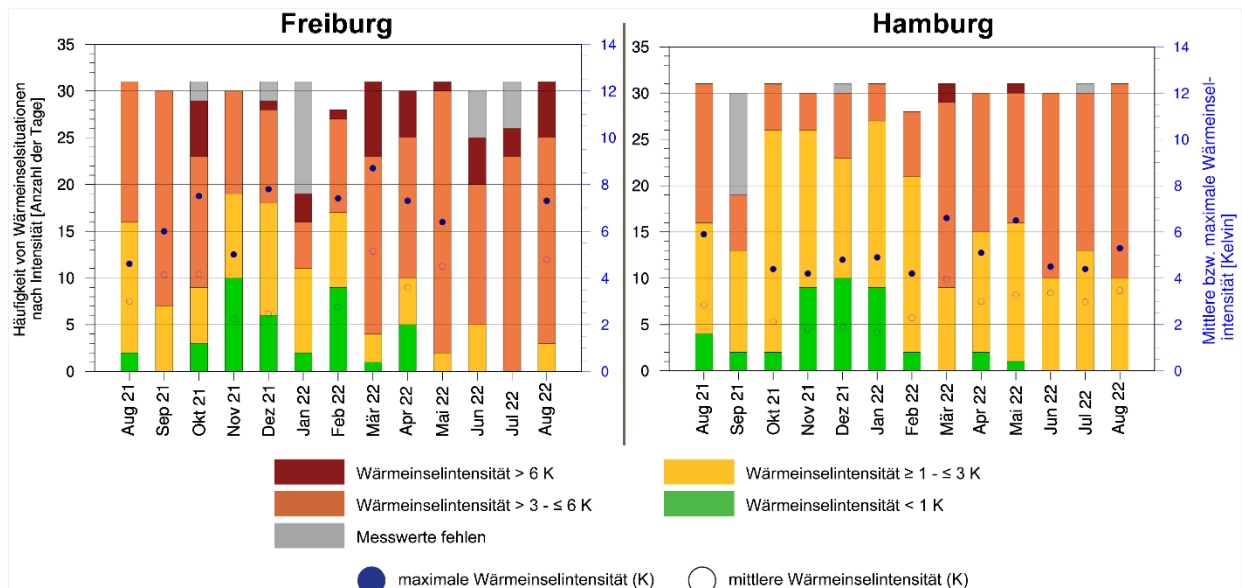


Abbildung 08: Wärmeinselintensität in Freiburg und Hamburg im Zeitraum August 2021 bis August 2022.

Quelle: DWD

5. DIFFERENZIERTE BETRACHTUNG DER STARKNIEDERSCHLÄGE IST WICHTIG

Bei der Verteilung und Häufigkeit von Starkregenereignissen zeigen sich große Unterschiede. Der Zusammenhang Klimawandel – Starkniederschlag ist komplex und Gegenstand intensiver Forschung. Im Gebietsmittel für Deutschland hat sich im Zeitraum 1951-2021 die Anzahl von Tagen mit Niederschlägen ≥ 20 mm nur unwesentlich verändert. Für die in Mitteleuropa vorwiegend im Sommerhalbjahr relevanten Starkniederschläge kurzer Dauerstufen (kürzer als 24 Stunden) gibt es ebenfalls 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. Neben den Stationsmessungen existieren für die vergangenen 21 Jahre zusätzlich auch flächendeckende Radardaten. Für einige Regionen deuten diese auf eine Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen hin, jedoch lassen sich daraus aufgrund der hohen Variabilität von Jahr zu Jahr sowie der kurzen Zeitreihe noch keine Rückschlüsse auf eine Zunahme von Extremereignissen im Zusammenhang mit dem Klimawandel ziehen. Der beobachtete leichte Anstieg könnte auch durch kurz- und mittelfristige Schwankungen bedingt sein.

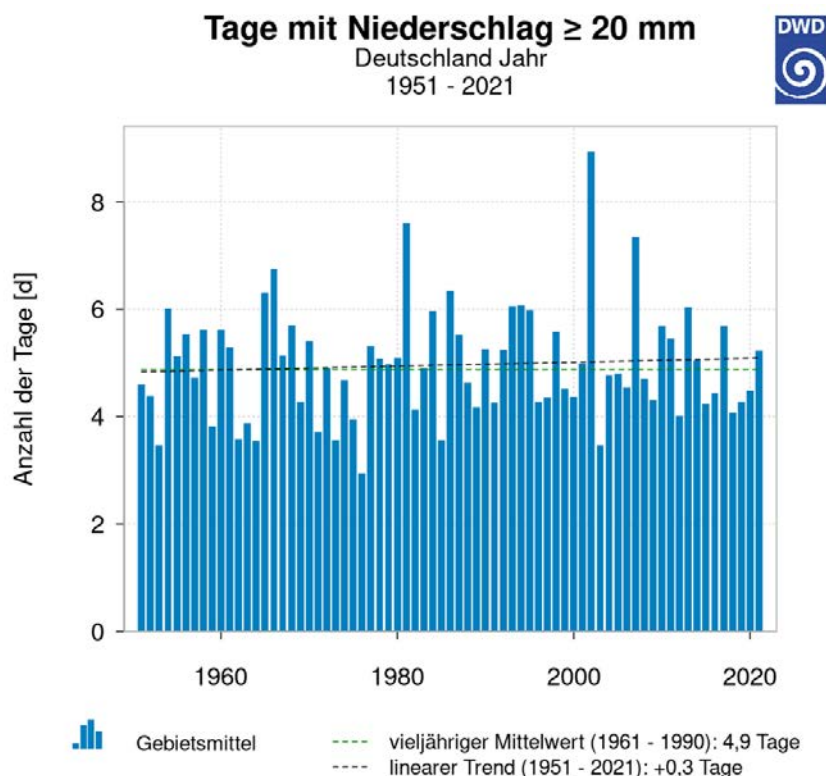


Abbildung 09: Entwicklung der Anzahl der Tage mit Niederschlag von mindestens 20 l/qm im Flächenmittel von Deutschland in den Jahren 1951 bis 2021

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

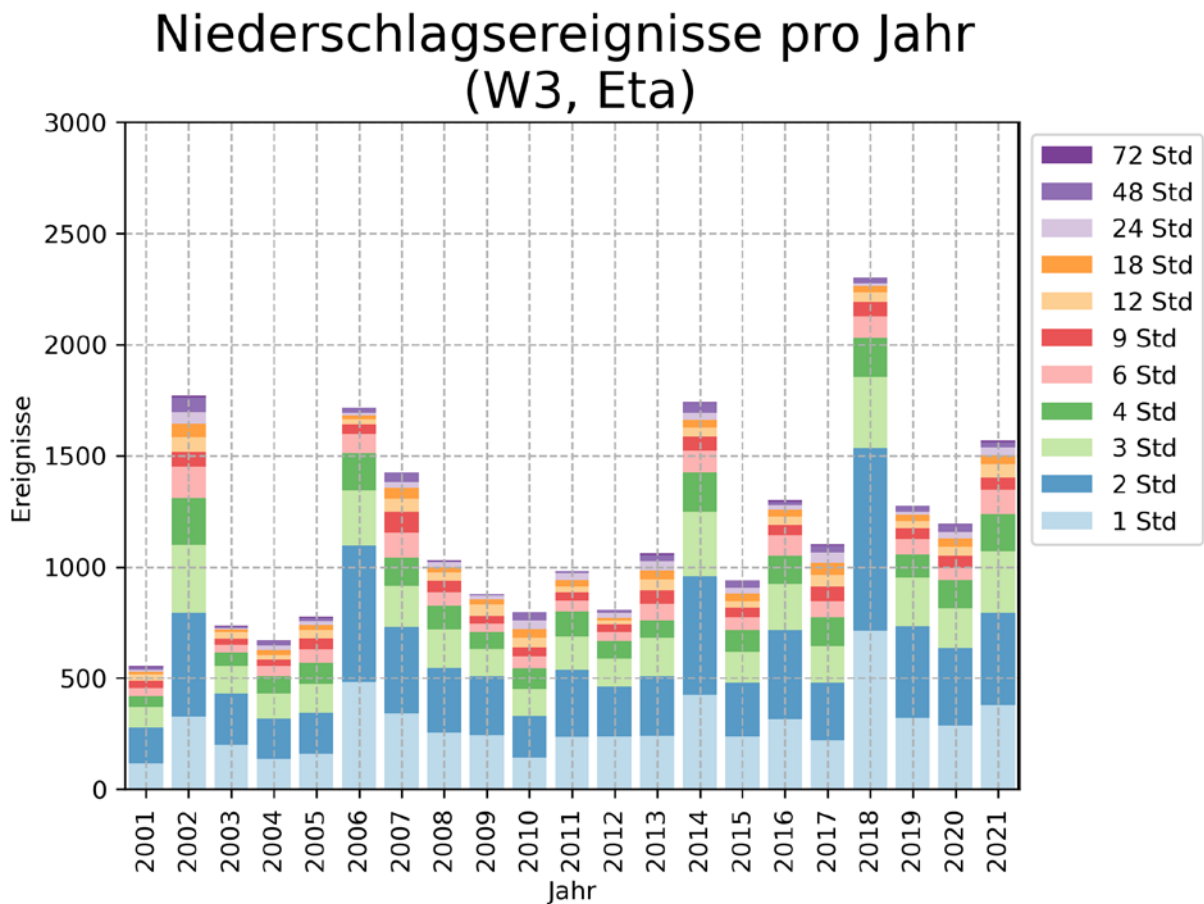


Abbildung 10: Anzahl mittels Radars erfasster Starkregenereignisse pro Jahr seit dem Jahr 2001 aus klimatologisch aufbereiteten Radardaten. Als Schwellenwert wurden die Warnkriterien Level 3 (Unwetter) für Stark- beziehungsweise Dauerregen des Deutschen Wetterdienstes genutzt. / Quelle: DWD ⁴

6. 2022 ERNEUT EIN AUßERGEWÖHNLICH WARMER UND TROCKENER SOMMER

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.

2022 verzeichnete Deutschland den sonnenscheinreichsten, drittwärmsten und fünftrockensten Sommer in den Aufzeichnungen des DWD. Mehrere intensive Hitzewellen führten europaweit zu neuen Temperaturrekorden, am 20. Juli wurden in Deutschland an vier DWD-

Stationen Temperaturen von 40 °C und mehr registriert. In dem Thermopluviogramm 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 2022 dargestellt. Der Zeitraum April bis August war im Jahr 2022 einer der trockensten und wärmsten seit 1881, aber nicht so trocken und warm wie im Jahr 2018.

Die langanhaltenden sehr warmen und sehr trockenen Verhältnisse im Sommer 2022 hatten in Deutschland und vielen Bereichen Mittel- und Südeuropas gravierende Auswirkungen unter anderem auf die Land- und Forstwirtschaft sowie eine Vielzahl an Waldbränden, auf die Flusspegel und damit die Binnenschifffahrt, die Grundwasserneubildung und allgemein die Wasserverfügbarkeit, aber auch auf viele weitere gesellschaftliche und ökonomische Bereiche, wie zum Beispiel menschliche Gesundheit, Energie und Verkehr.

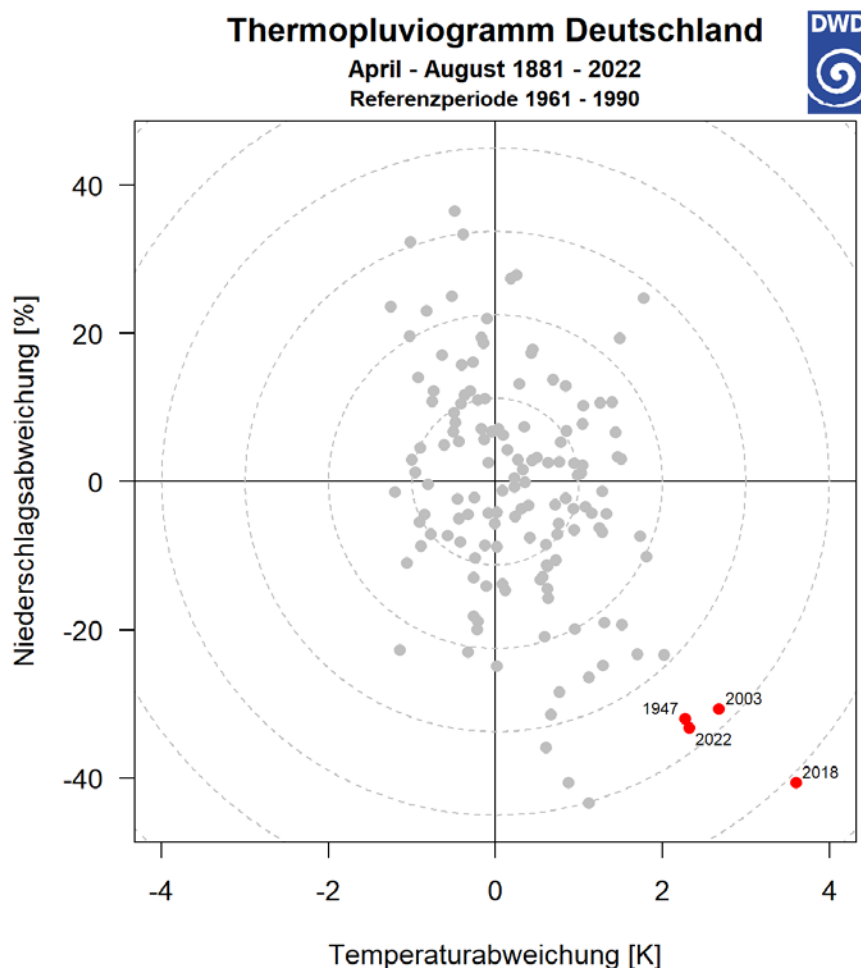


Abbildung 11: Thermopluviogramm der Temperatur- und Niederschlagsabweichung der Gebietsmittel für Deutschland für die Monate April bis August von den vieljährigen Mitteln 1961-1990.

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 Engpässen 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 Frühljahrs (März – Mai) und des Sommers (Juni – August) seit 1991 zur Referenzperiode 1991-2020, so ist die Zunahme der trockenen Jahre in beiden Jahreszeiten sehr markant.

Mittlere Bodenfeuchte (Gras, realer Boden) im Zeitraum März - Mai
Gebiet: Deutschland

Abweichung von der Vergleichsperiode 1991 - 2020

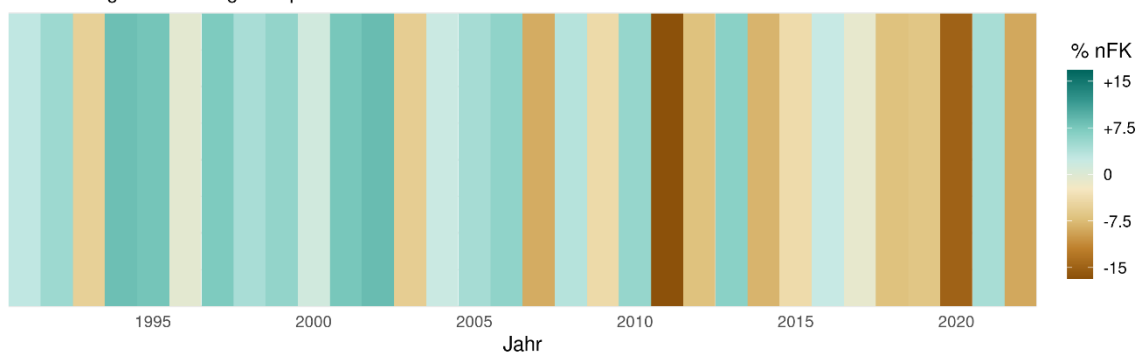


Abbildung 12: Abweichung der mittlere Bodenfeuchte unter Gras in Deutschland während des Frühljahrs (März bis Mai) im Vergleich zu der Referenzperiode 1991 - 2020

Mittlere Bodenfeuchte (Gras, realer Boden) im Zeitraum Juni - August
Gebiet: Deutschland

Abweichung von der Vergleichsperiode 1991 - 2020

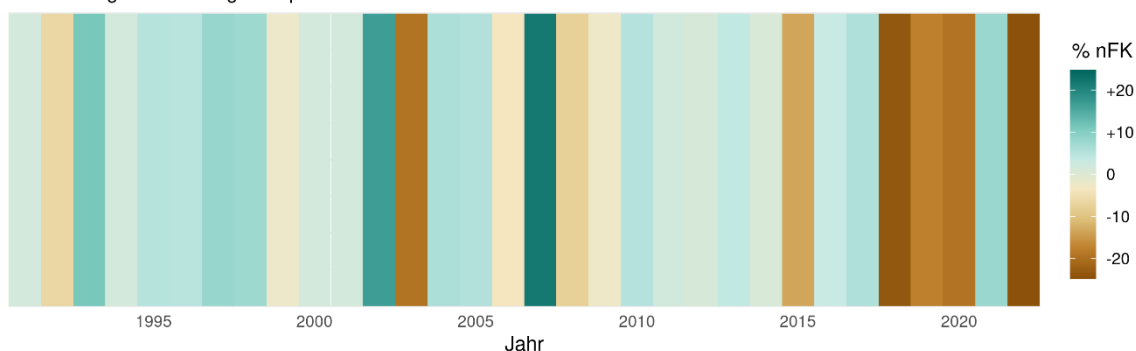


Abbildung 13: Abweichung der mittlere Bodenfeuchte unter Gras in Deutschland während der Sommermonate Juni bis August im Vergleich zu der Referenzperiode 1991 - 2020

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.

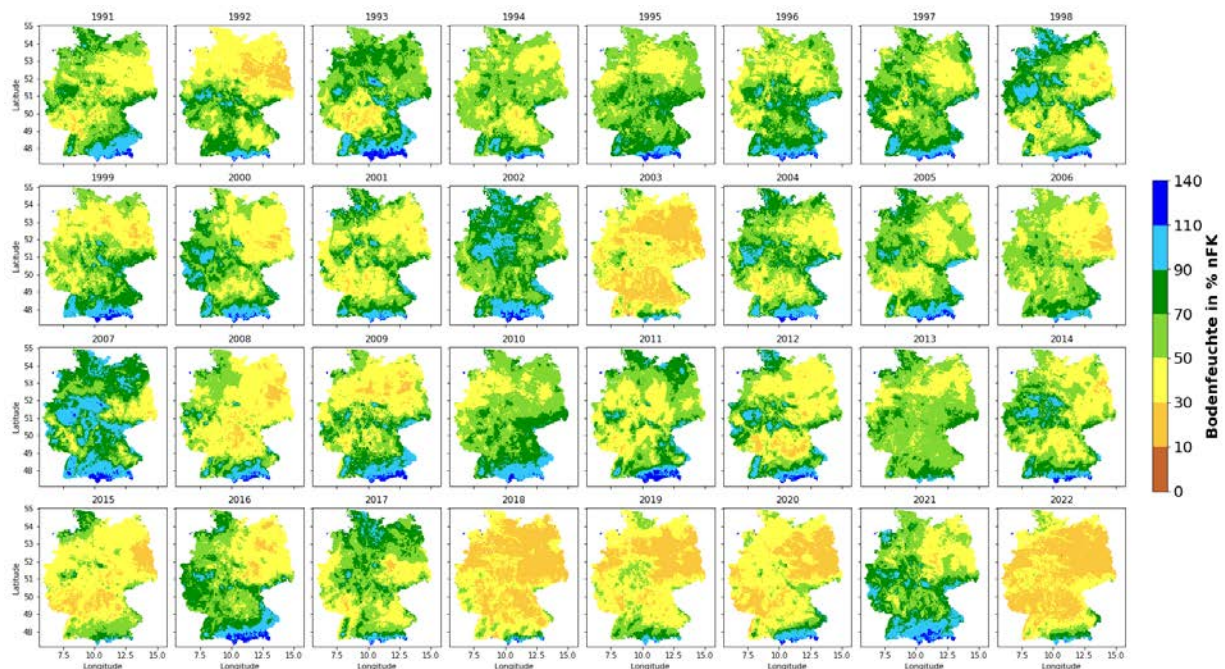


Abbildung 14: Karten der mittleren Bodenfeuchte unter Gras in der Bodentiefe 0- 60 cm in den Sommermonaten für die Jahre 1991-2022, in Prozent nutzbare Feldkapazität (nFK). Quelle: DWD, Link: <https://www.dwd.de/bodenfeuchteviewer>

8. DIE WALDBRANDGEFAHR NIMMT ZU

Der Trend zu wärmeren Sommern mit längeren Trockenphasen bleibt bestehen und verstärken 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 Waldbrandgefahrenindex. 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. (Informationen zur Entwicklung des *Waldbrandindex* finden sich auch unter <https://www.deutscher-klimaatlas.de>)

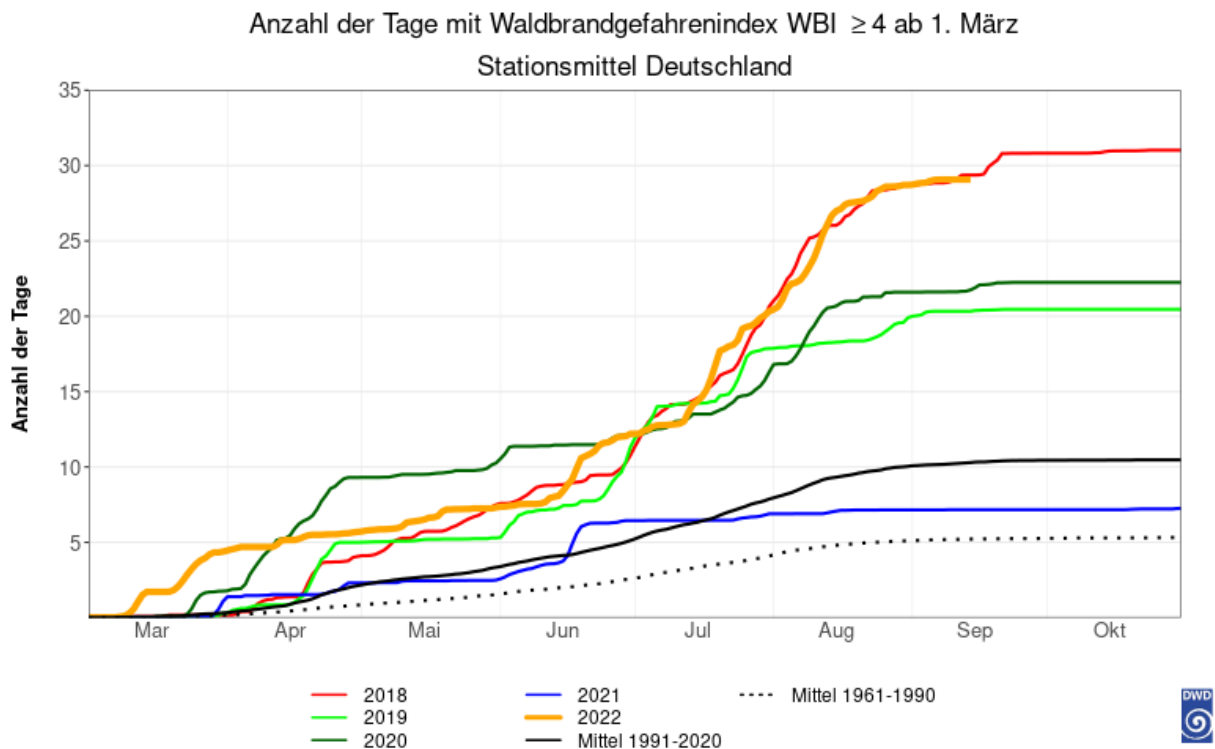


Abbildung 15: Anzahl Tage mit Waldbrandgefahrenindex WBI ≥ 4 ab 1. März für die Jahre 2018 bis 2022 sowie die vieljährigen Mittel 1961-1990 und 1991-2020 für Deutschland.

9. HOHE SCHÄDEN DURCH GEWITTER UND BLITZSCHLAG

Auswertungen der Versicherer ⁵ zeigen, dass von Gewitter und Blitzen in Deutschland hohe Sachschäden verursacht werden.

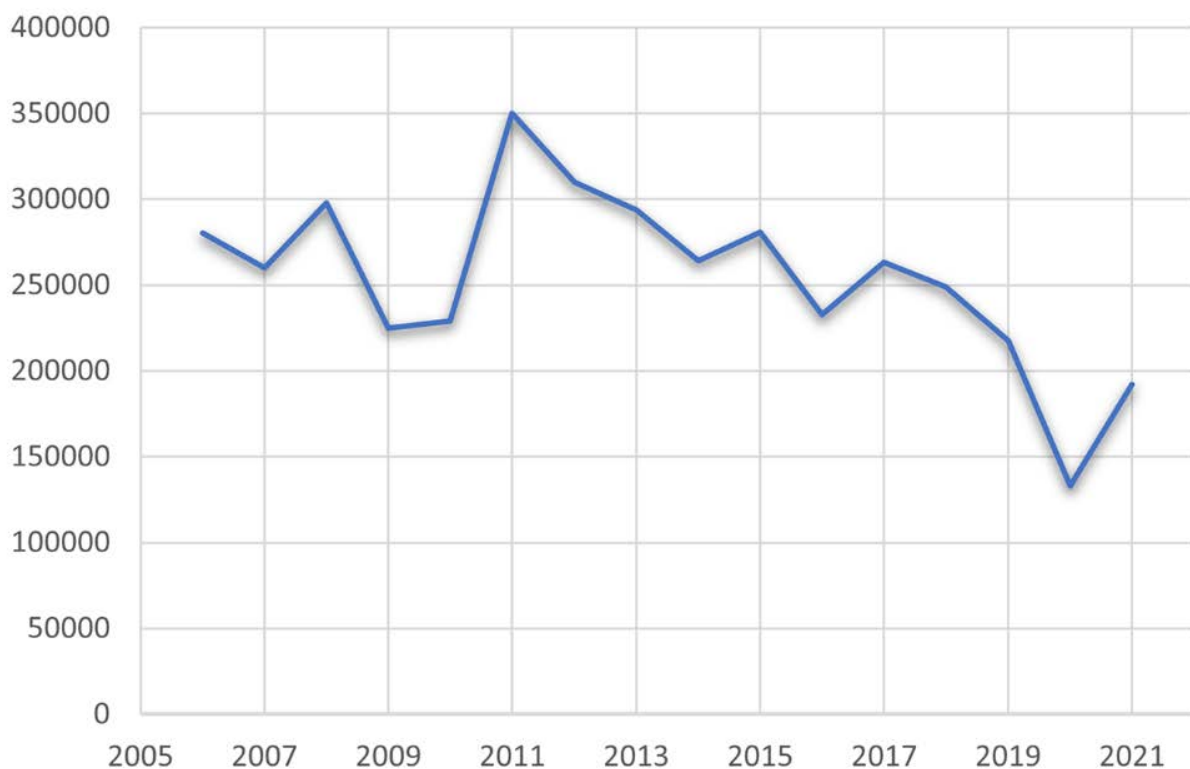


Abbildung 16: Anzahl der Blitze (Erd- und Wolke-Wolke-Blitze) pro Jahr in Deutschland seit 2006 (basierend auf Messungen von LINET der Firma Nowcast GmbH) ⁶

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., 2022 ⁶).

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 ist ⁷. 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 2000.⁸

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, 2022). 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).

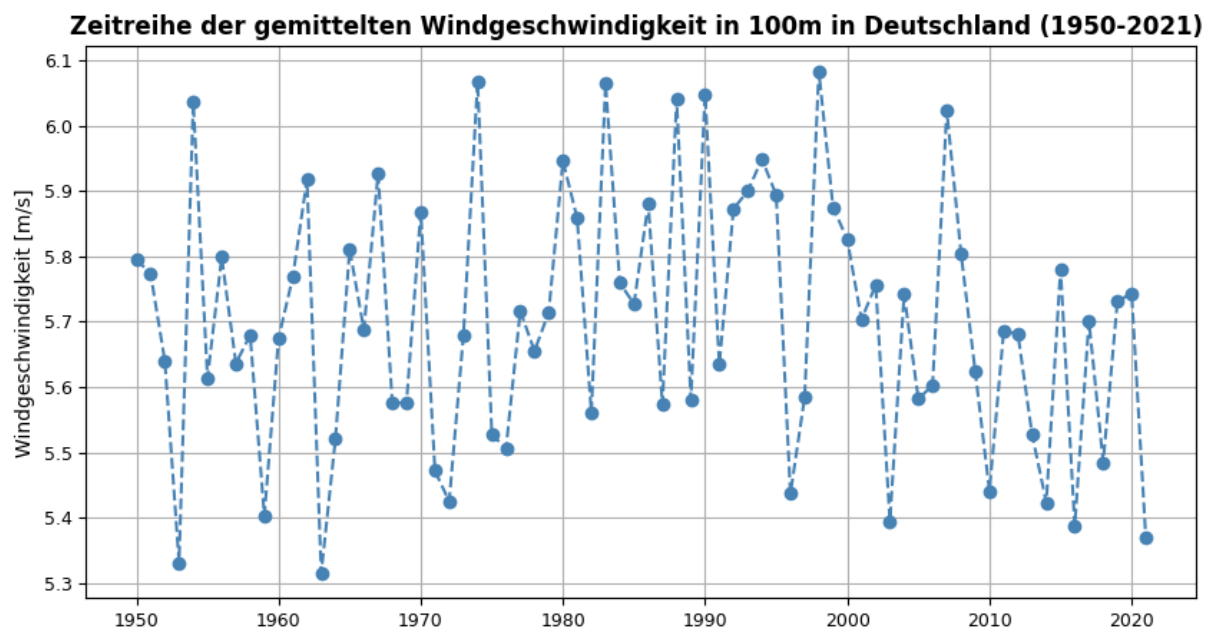


Abbildung 17: Zeitreihe der gemittelten Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe in Deutschland in m/s im Zeitraum von 1950 bis 2021. (Auswertung des Deutschen Wetterdienstes ⁹ auf Basis der globalen Reanalysen ERA5 und ERA5-BE des Copernicus Klimawandeldienstes (C3S))

Was wir 2022 über das Extremwetter in Deutschland wissen

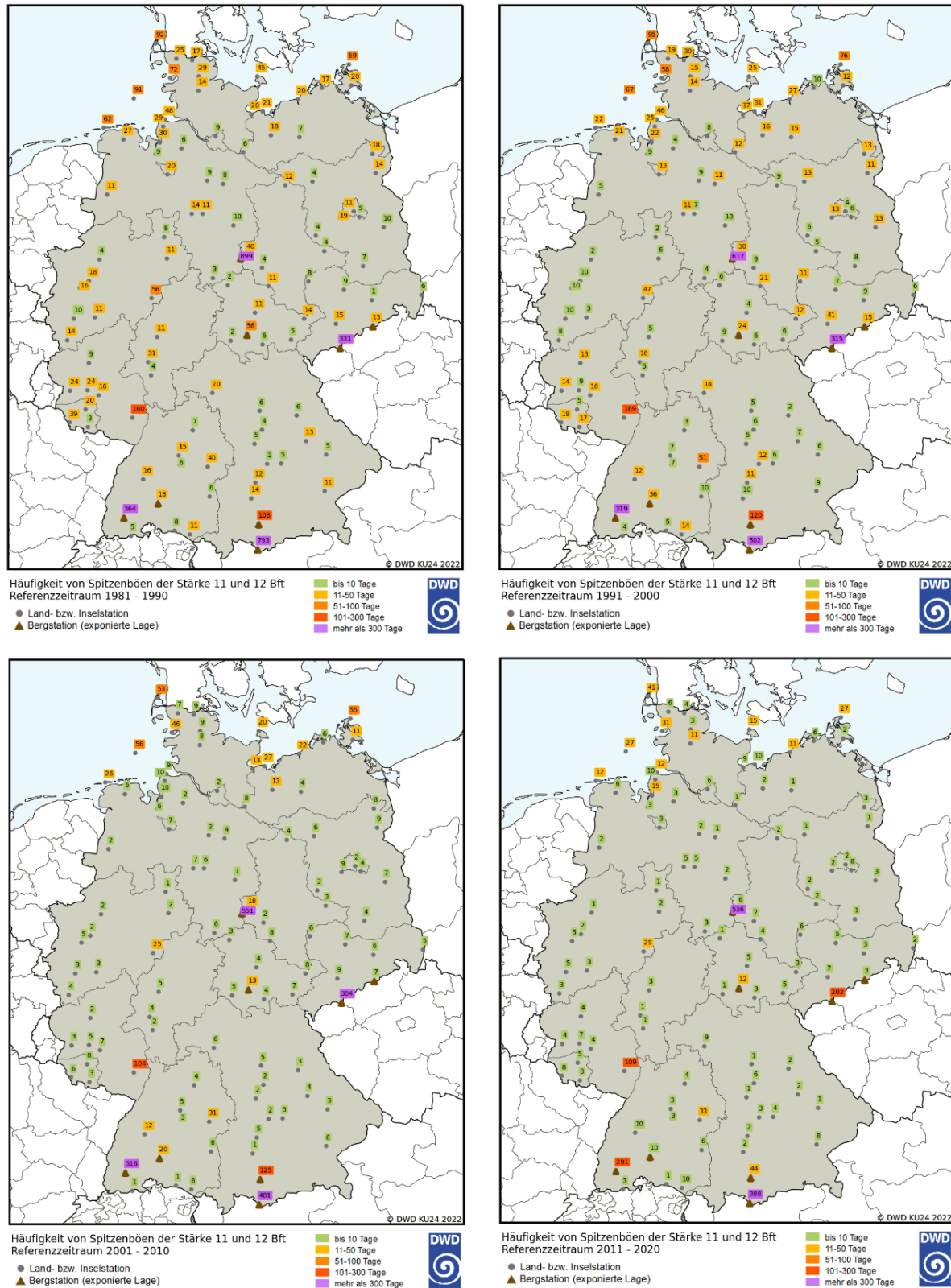


Abbildung 18: Häufigkeit von Spitzenböen der Stärke 11 und 12 Beaufort während der vier Dekaden seit 1981. Quelle: DWD

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.

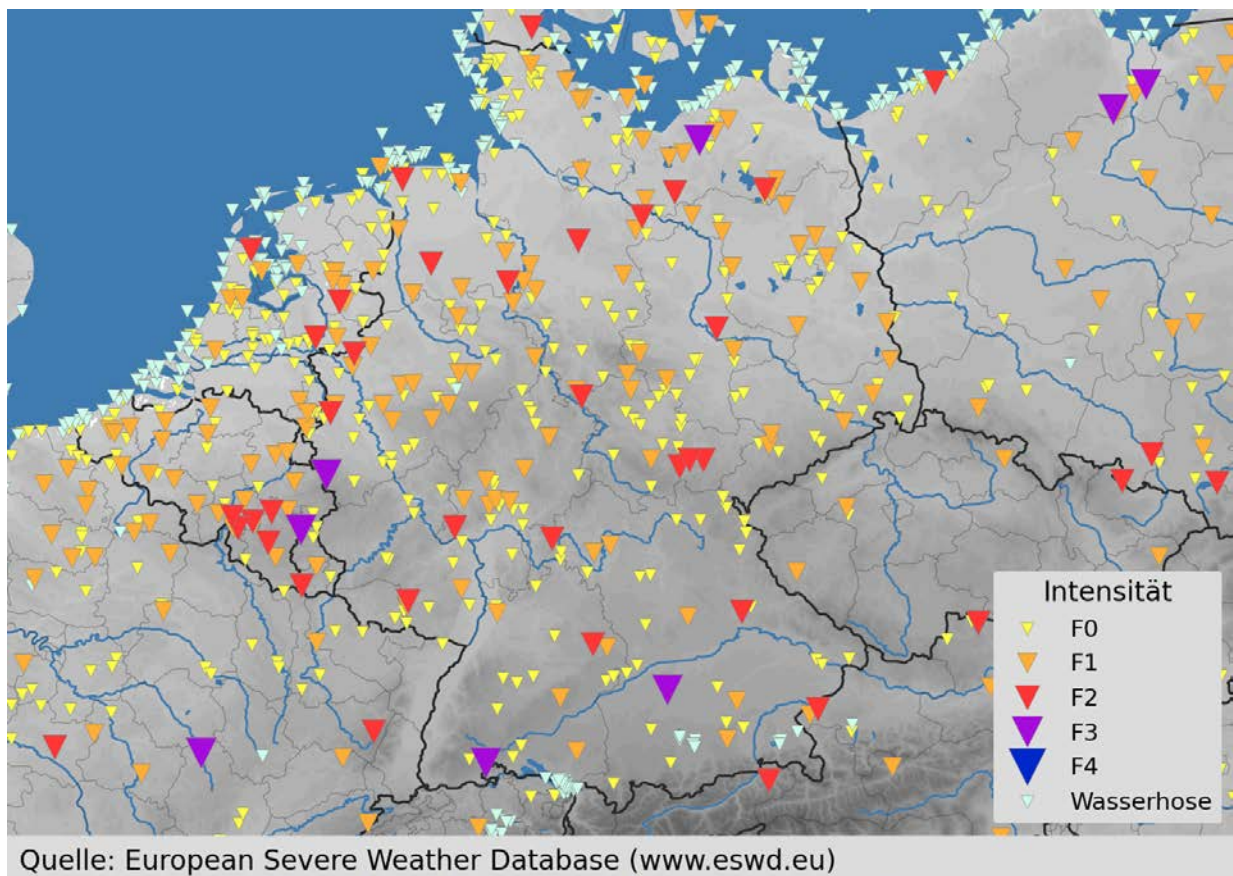


Abbildung 19: Tornados im Zeitraum 1.1.2012 bis 31.12.2021 gemäß European Severe Weather Database (ESWD, Link: www.eswd.eu). Enthalten sind alle Tornados mit Qualitätsstufe „QC0+“ oder besser (das heißt plausible oder bestätigte Fälle)

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 gestiegen ¹⁰ (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 Zentimeter ¹¹. Folgen sind unter anderem höher auflaufende Sturmfluten.

Über den Beobachtungszeitraum 1843 bis 2019 stieg in Cuxhaven sowohl das Tidehochwasser (Flut), als auch das Tideniedrigwasser (Ebbe) im Jahresmittel an. Aufgrund des stärker ansteigenden Tidehochwassers nahm der Tidehub in 177 Jahren um rund 15 cm zu. In dem Zeitraum seit 1993, für den Satellitenaltimetriedaten zur Verfügung stehen, zeigen diese Daten eine Beschleunigung des weltweiten Meeresspiegelanstiegs.¹²

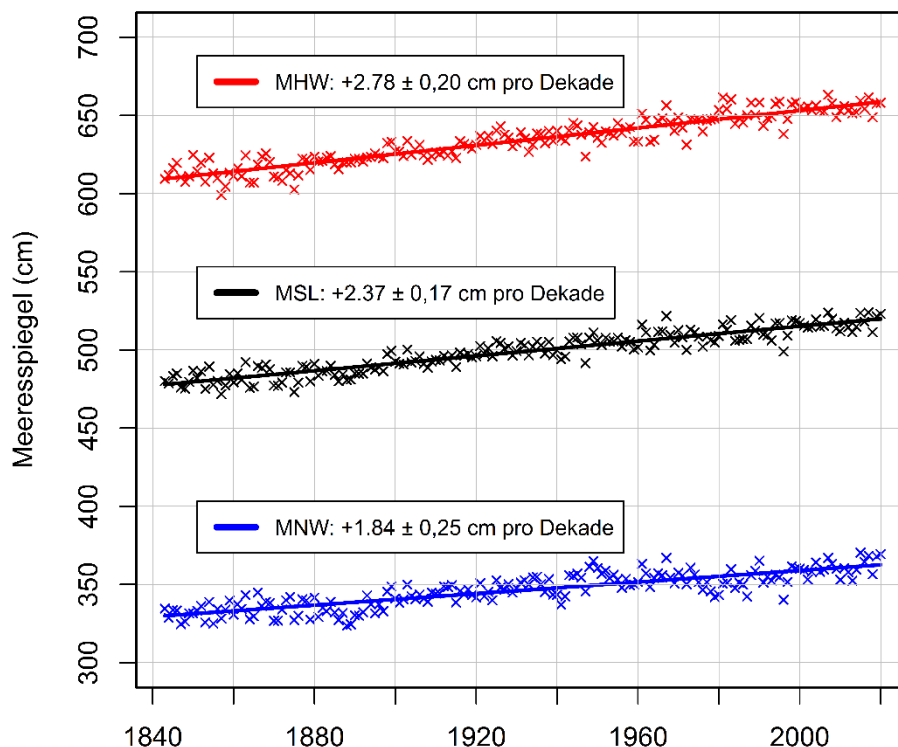


Abbildung 20: Veränderung des Meeresspiegels in Cuxhaven. Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

IMPRESSUM

Autoren

F. Kaspar (DWD), F. Imbery (DWD), K. Friedrich (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 (2022): *Was wir 2022 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, 2022: Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2021. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, 27 Seiten,
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/klimastatusbericht.html>
- ² Kaspar, F., Friedrich, K., Imbery, F. (2022a): Observed temperature trends in Germany: Current status and communication tools. Meteorologische Zeitschrift, *in Überarbeitung*
- ³ Imbery, F., Friedrich, K., Fleckenstein, R., Becker, A., Bissolli, P., Haeseler, S., Ziese, M., Daßler, J., Kreis, A., Janssen, W., Posada, R., Leppelt, T., Fränkling, S. und Breidenbach, J. N.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20220921_bericht_sommer2022.pdf
- 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 GDV (2022): Blitzbilanz 2021, Gesamtverband der Deutschen Versicherer.
<https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/blitzbilanz-2021-anzahl-und-hoehe-der-schaeden-steigen--85642>
- ⁶ Kaspar, F., Holl, G., Müller, R., Rösner, S., Dominik, R., Brändlein, D., Thern, S., Georgiev, C. (2022b): Blitzbeobachtungen. In: Deutscher Wetterdienst: „Die deutschen Klimabeobachtungssysteme. Inventarbericht zum Global Climate Observing System (GCOS)“. Überarbeitete Neuauflage - *in Vorbereitung*.
- ⁷ Deutscher Wetterdienst (2022): Nationaler Klimareport; 6. überarbeitete Auflage, Deutscher Wetterdienst, Deutschland, 53 Seiten.
https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/download_report.pdf
- ⁸ 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>
- ⁹ Bär, F., Kaspar, F. (2022): Meteorologischer Jahresrückblick energierelevanter Wetterelemente für das Jahr 2021. Deutscher Wetterdienst / BMDV-Expertenetzwerk.
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaueberwachung/expertenetzwerk_themenfeld5/bericht_jahresrueckblick-2021.pdf
- ¹⁰ <https://meeresspiegel-monitor.de/cuxhaven/sla/index.php.de>
- ¹¹ <https://meeresspiegel-monitor.de/travemuende/sla/index.php.de>
- ¹² 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.