



## „Wie der Klimawandel unser Leben verändert“

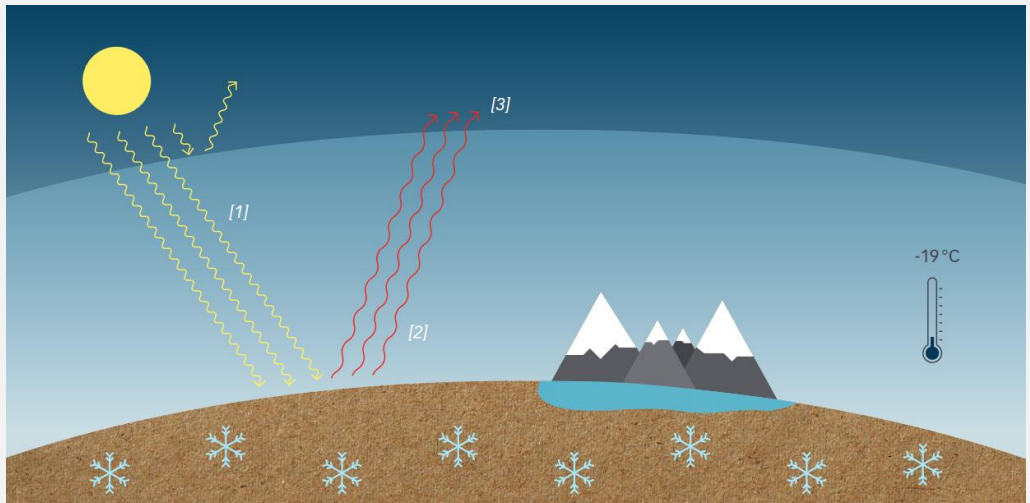
Prof. Dr. Peter Hölpe, 11.3.2026, Mövenpick Wein, München



Warum ändert sich das Klima?  
Was ändert sich?

## Die Strahlungsbilanz der Erde Ohne Treibhauseffekt (keine Treibhausgase)

- [1] kurzwellige Sonnenstrahlung
- [2] langwellige Wärmestrahlung der Erdoberfläche
- [3] Wärmestrahlung, die ins Weltall entweicht

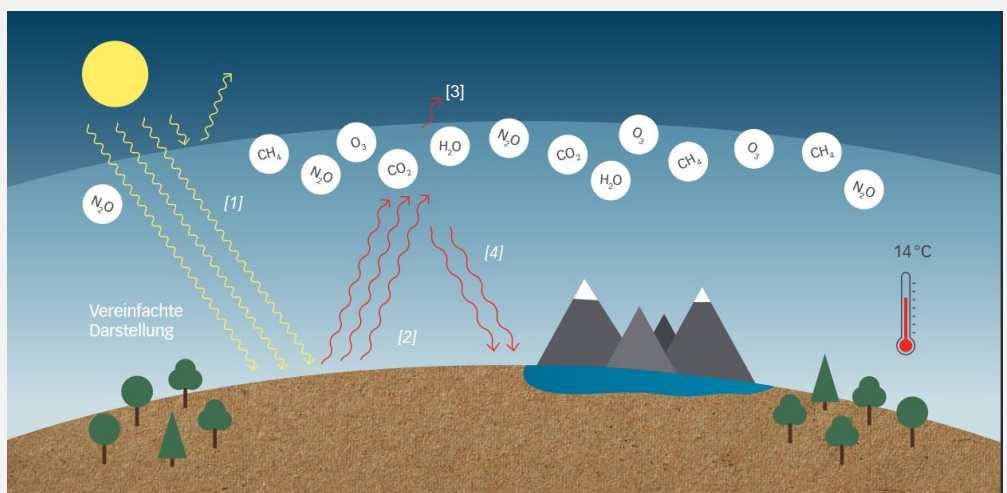


Quelle: Kleine Gase – große Wirkung, Nelles und Serrer, 2019

3

## Die Strahlungsbilanz der Erde Mit Treibhauseffekt durch Treibhausgase

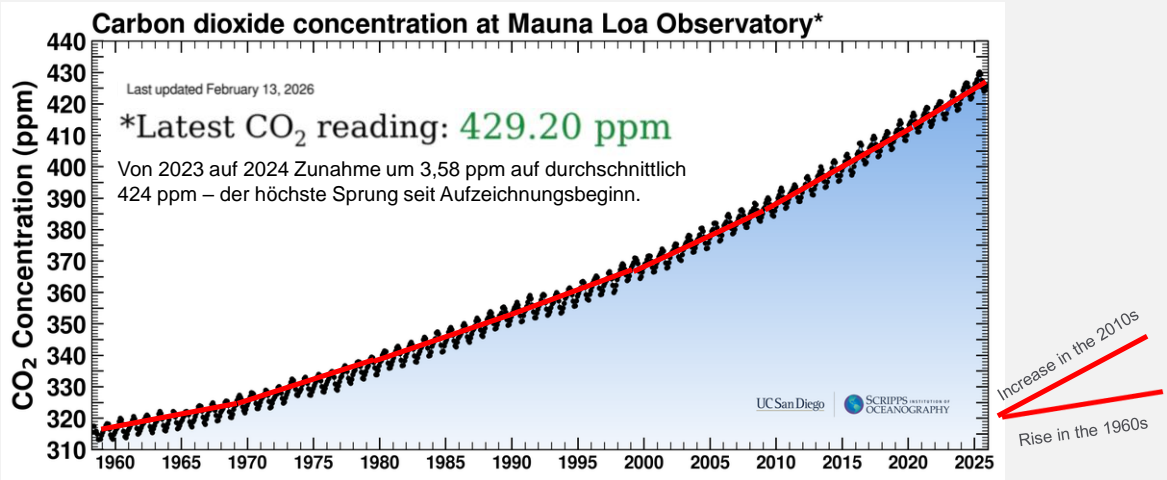
- [1] kurzwellige Sonnenstrahlung
- [2] langwellige Wärmestrahlung der Erdoberfläche
- [3] Wärmestrahlung, die ins Weltall entweicht
- [4] von Treibhausgasen zurückgestrahlte langwellige Strahlung



Quelle: Kleine Gase – große Wirkung, Nelles und Serrer, 2019

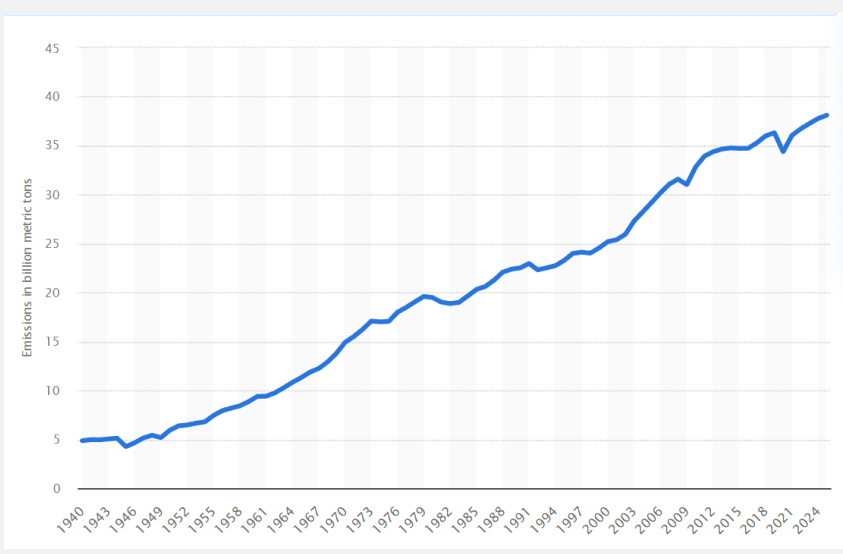
4

Zeitlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, Mauna Loa, Hawaii (1958 – 2026)  
 Aktuell höchste CO<sub>2</sub>-Konzentration seit mindestens 3,3 Millionen Jahren!



Quelle: <http://keelingcurve.ucsd.edu/>

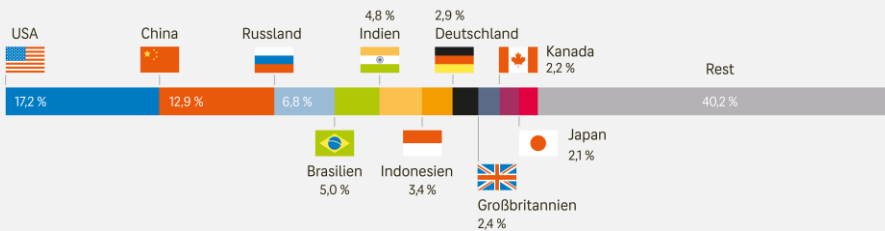
Jährliche globale CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1940 bis 2025  
 (Statista 2026)



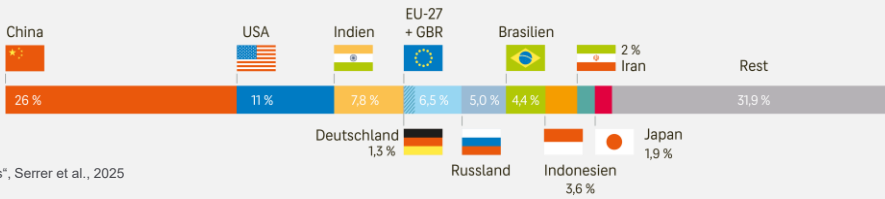
Anstieg von 2024 auf 2025 0,9%

# EMISSIONEN DER LÄNDER

## NACH LÄNDERN SEIT DER INDUSTRIALISIERUNG



## NACH LAND | 2023

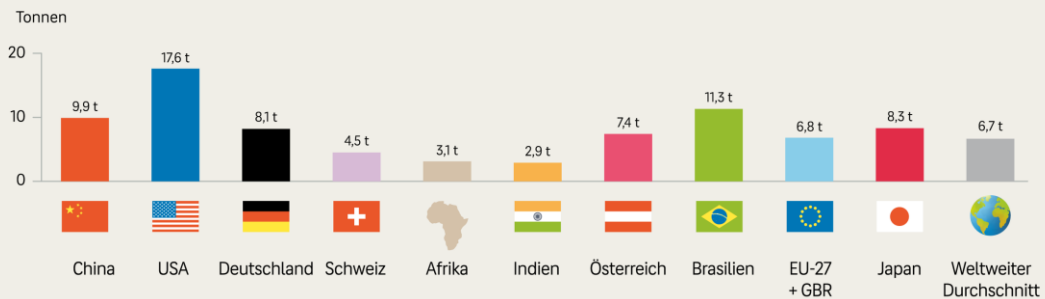


Aus „Eis gegen Heiss“, Serrer et al., 2025

Nach Jones et al. (2024)

# CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf im Jahr 2023

## EMISSIONEN NACH LAND PRO KOPF | 2023



Länderkategorien umfassen auch Regionen (z. B. Afrika, EU-27).

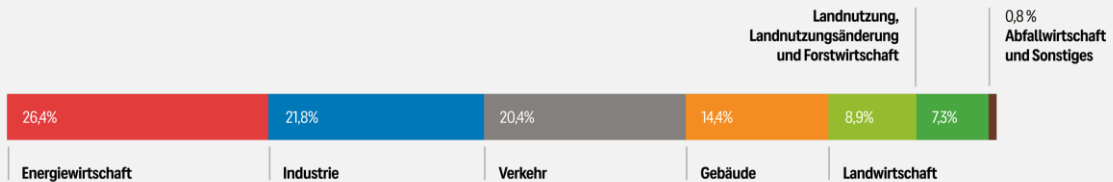
Aus „Eis gegen Heiss“, Serrer et al., 2025

# Quellen der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland

## ZUSAMMENSETZUNG DER DEUTSCHEN TREIBHAUSGASEMISSIONEN 2024



rund 700.000.000 Tonnen (0,7 Gigatonnen) CO<sub>2</sub>e



Mit ca. 87,8 % besteht der überwiegende Anteil dieser Emissionen aus dem Treibhausgas CO<sub>2</sub>, gefolgt von ca. 7,3 % Methan, 3,5 % Lachgas und 1,3 % fluorierten Treibhausgasen.

Etwa 85 % der aktuellen deutschen Treibhausgasemissionen entstehen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Deshalb ist die Energiewende für den Klimaschutz von zentraler Bedeutung.

Aus „Eis gegen Heiss“, Serrero et al., 2025

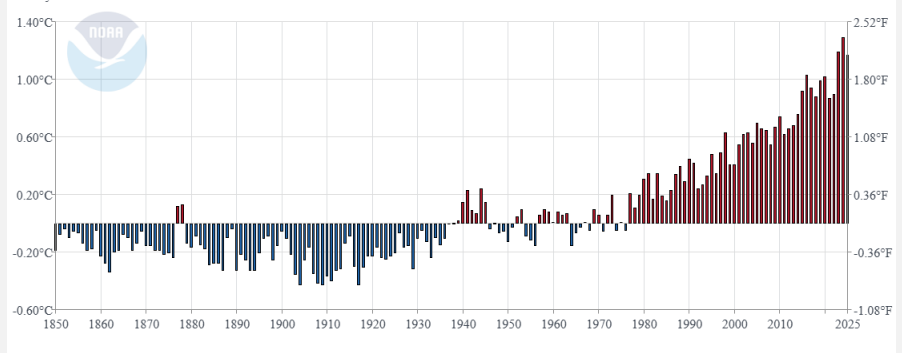
## Wo stehen wir heute bei der globalen Erwärmung?

**2024 war bisher das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen** und das erste über 1,5 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, 1,3°C über dem Mittelwert des letzten Jahrhunderts.

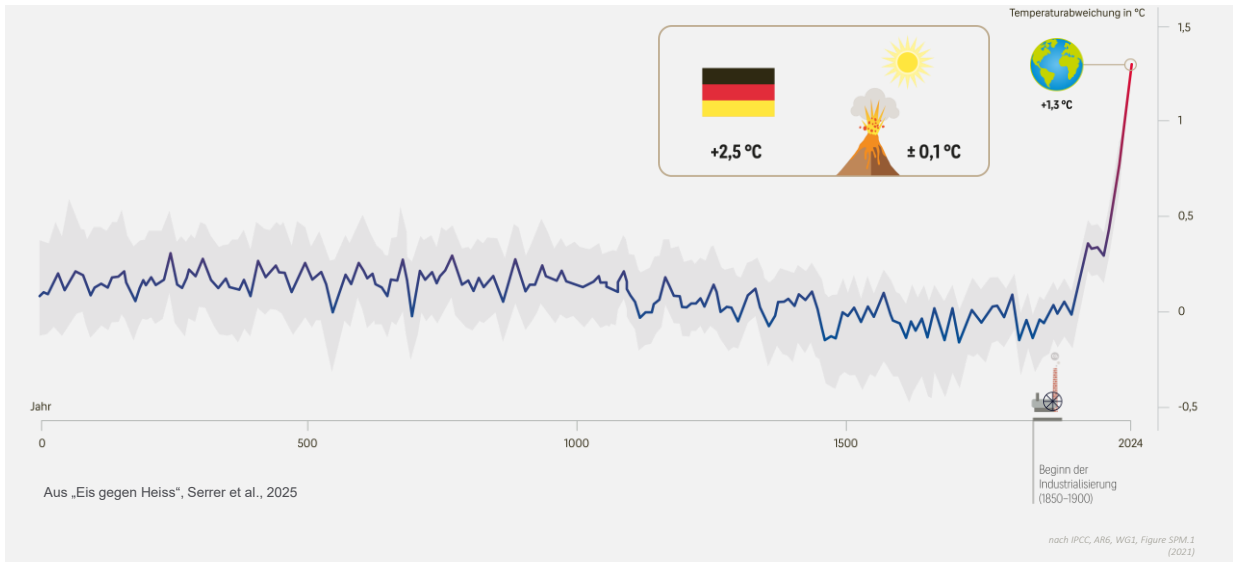
**2025 war das drittwärmste Jahr!**

Die 10 wärmsten Jahre waren 2016 bis 2025.

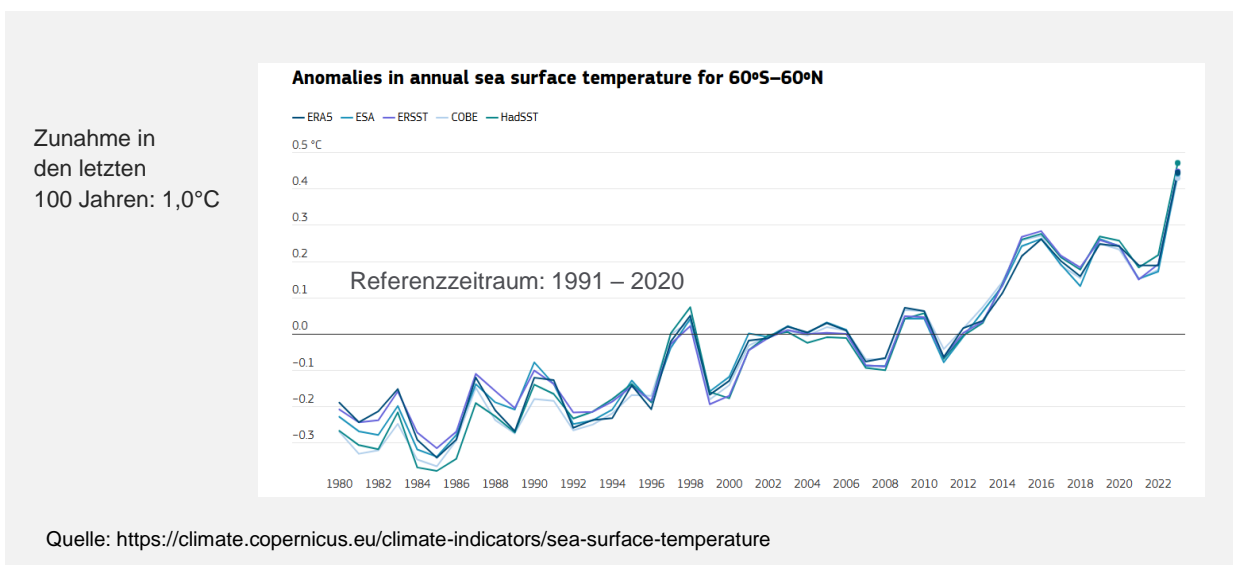
Global Land and Ocean Average Temperature Anomalies  
January-December



# Temperaturentwicklung in den letzten 2025 Jahren



Auch die mittlere Meeresoberflächentemperatur war in den letzten Jahren so hoch wie bei weitem noch nie seit Beginn der Messungen



## Der Wassergehalt der Atmosphäre ist bereits signifikant angestiegen

- Höhere Meerestemperaturen -> mehr Verdunstung in die Atmosphäre
- Wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen
- Der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre hat bereits nachweislich zugenommen
- Weiterer Anstieg auf Grund des anthropogenen Klimawandels zu erwarten
- Damit steigt das Potential für Starkniederschläge
- Die „Wettermaschine“ erhält mehr Energie, fährt einen Gang höher

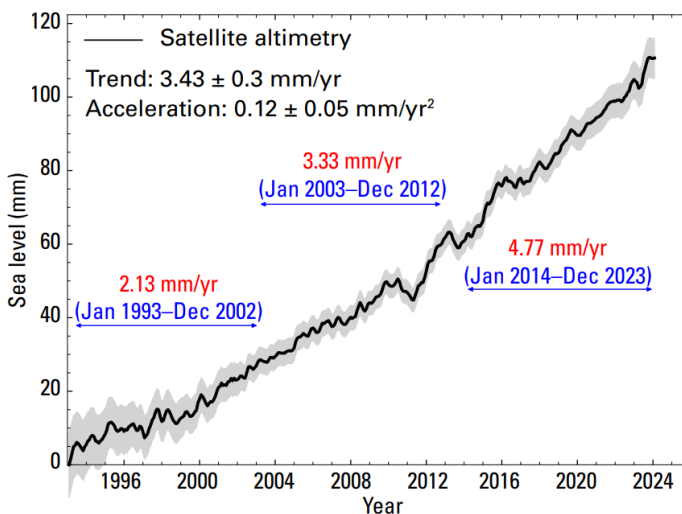


Bild: Bernd März/B&S/imago images

13

## Globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg 1993-2024

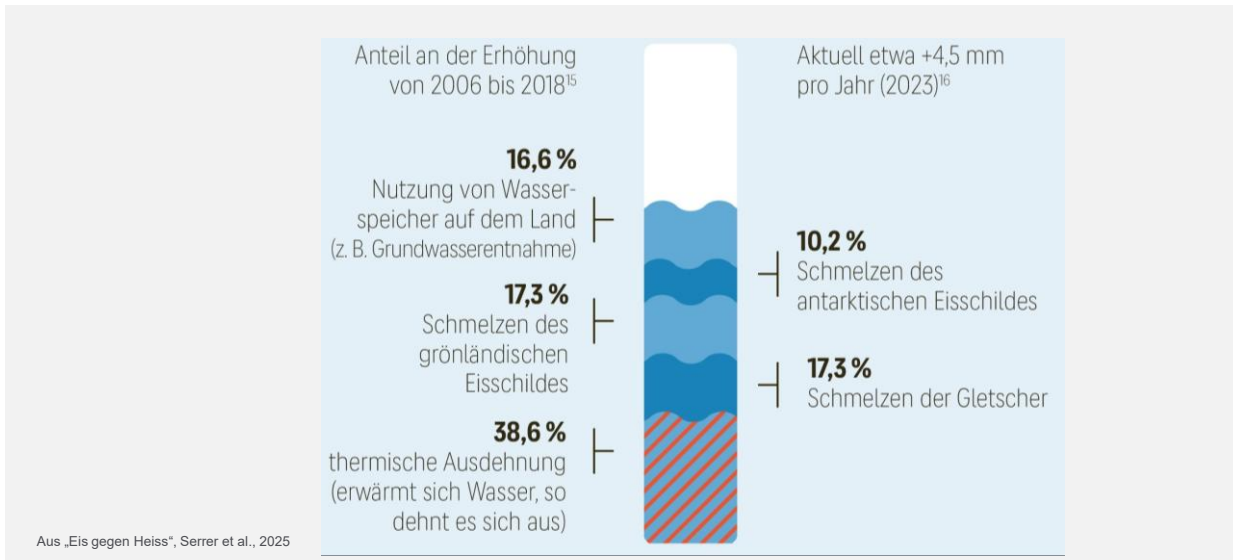
Quelle: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>



Derzeit bereits +30 cm seit 1900.

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist ein weiterer Anstieg um mehr als 1 Meter möglich!

## Wodurch steigt der Meeresspiegel?



## Auswirkungen des Klimawandels

# Weltklimarat-Bericht 2021

## Bereits festzustellende Änderungen

### Hitzewellen

Bereits etwa fünfmal wahrscheinlicher (aktuelle Erwärmung).  
Bei 2°C Erwärmung, Frequenz höchstwahrscheinlich 14 mal.

### Dürren

70% häufiger (aktuell). Bei 2°C Erwärmung zwischen 2 und 3 mal.

### Überschwemmungen

Starkniederschläge erhöhten sich um etwa 30% plus 7% mehr Wassergehalt.

### Tropische Wirbelstürme

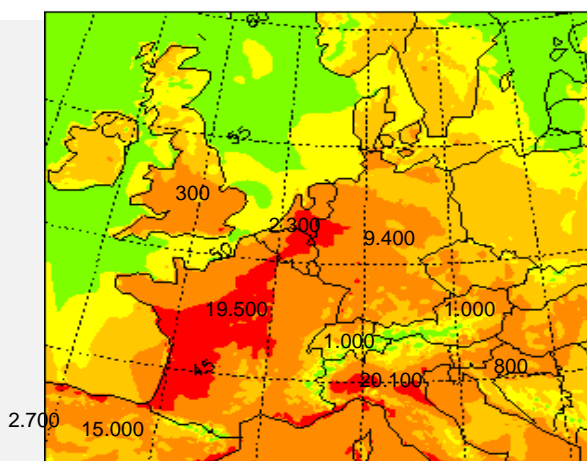
Intensivierung, erhöhte Niederschläge, Erreichen höherer geographischer Breiten

### Wettermuster

Neue Muster, die zu abrupten Schwankungen zwischen trockenen und nassen sowie heißen und kalten Extremen führen.

## Hitzewelle in Europa, August 2003

Tödlichste Naturkatastrophe in Europa der letzten hundert Jahre,  
ca. 70.000 Hitzetote



Hitzetote und „Gefühlte Temperatur“ am 8. August 2003, 13 UTC

### Hitzebelastung



### Kältestress

Quellen: Robine et al., 2007; DWD, 2004

Region	Gesamtschäden	Versicherte Schäden	Todesopfer
Europa	12,3 Mrd. €	1,0 Mrd. €	> 70.000

# Temperaturrekorde in Deutschland 2019

Alter Rekord 2015: 40,3 °C in Kitzingen

Neuer Temperaturrekord am 25.7.2019: Duisburg-Baerl und Tönisforst 41,2°C

Andere Orte mit Rekorden am 25.7.2019: Köln: 41,1°C, Bonn: 40,9°C

Frankreich: Gallargues-le-Montoux (Südfrankreich), 45.9 °C (28.6.)



Temperaturanzeige am UNFCCC-Gebäude in Bonn am 25. Juli 2019, Sönke Kreft

# Neuer Temperaturrekord für Japan am 5.8.2025



**Guido Cioni** • 2nd  
Data Scientist | Numerical Weather Prediction | Aviation Climate Impa...  
4h •

According to the Japanese Meteorological Agency (JMA), yesterday Japan recorded its highest-ever temperature. Isesaki (north of Tokyo) hit 41.8°C in the afternoon, already exceeding the previous record of 41.2 degrees, set just last Wednesday.

It is the sixth time this summer that highs of 40 degrees or above have been observed in Japan, and most of these days were concentrated in the last week.

Records alone are not meaningful, but when they start to appear more and more frequently, they become a manifestation of a larger-scale trend.

## Hitzerekord in der Türkei am 26. Juli 2025



In Silopi im Südosten der Türkei wurde ein neuer türkischer Hitzerekord von mehr als 50 Grad registriert.  
© Umit Bektaş/Reuters

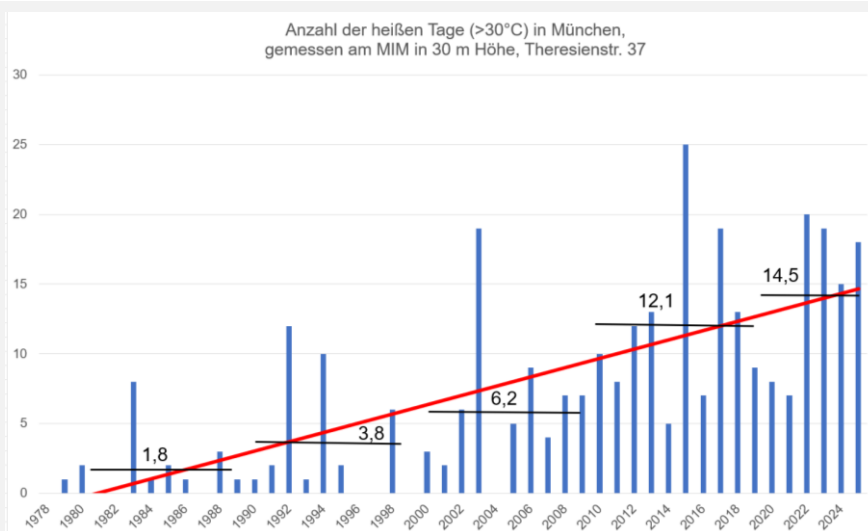
### Türkei meldet Hitzerekord von 50,5 Grad

Im Südosten der Türkei sind die Temperaturen auf mehr als 50 Grad gestiegen. Das sind die bisher höchsten, jemals registrierten Temperaturen in dem Land.

27. Juli 2025, 8:19 Uhr Quelle: DIE ZEIT, AFP, dpa, hap

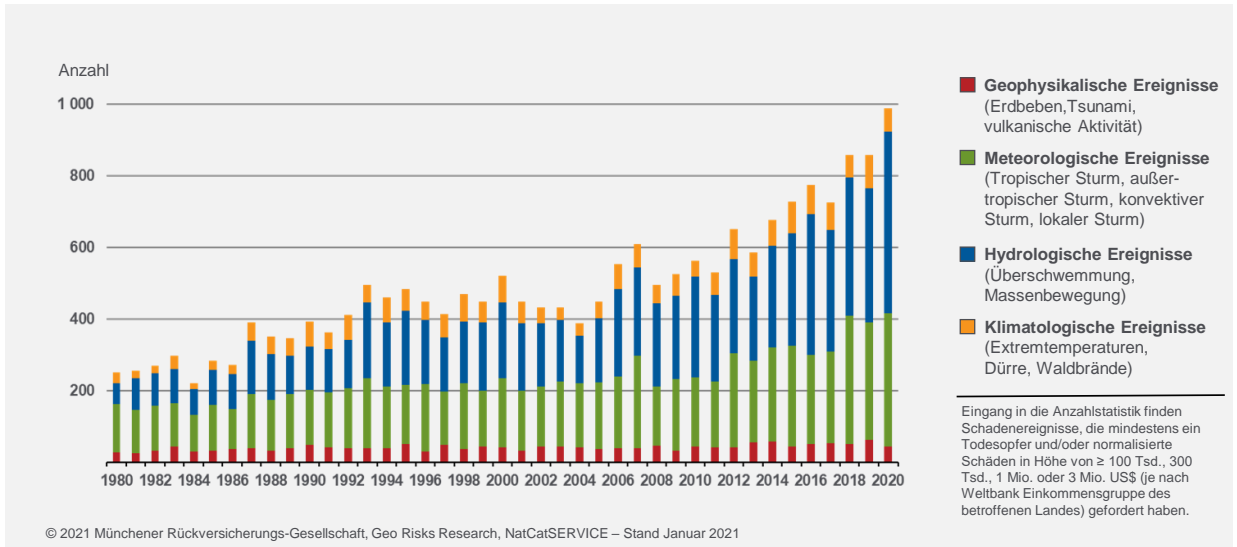
Das türkische Umweltministerium hat einen Hitzerekord mitgeteilt. Die Temperaturen stiegen in Silopi im Südosten der Türkei am Freitag auf bis zu 50,5 Grad. Das war die bisher höchste, jemals registrierte Temperatur. Der bisherige Rekord lag bei 49,5 Grad im August 2023.

Die Hitzebelastung hat auch bei uns bereits drastisch zugenommen!

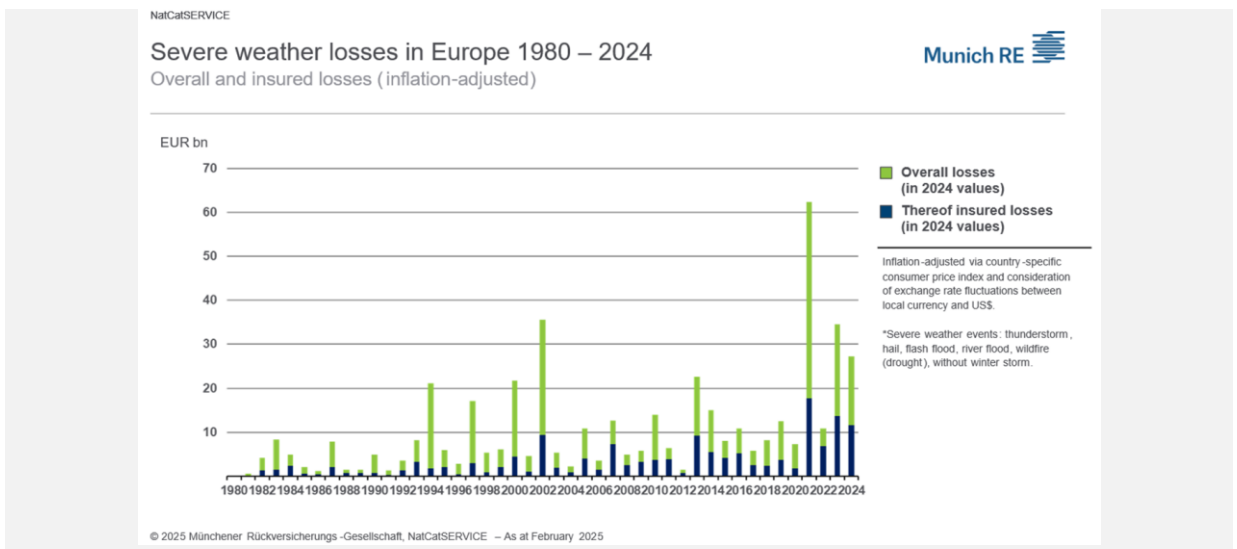


# Schadenergebnisse weltweit 1980 – 2020

## Anzahl relevanter Ereignisse

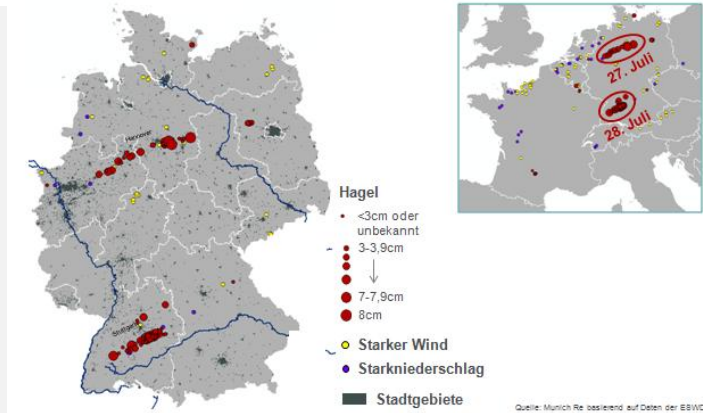


# Schäden durch Extremwetterereignisse in Europa seit 1980



## Hagelschläge am 27. und 28. Juli 2013 in Deutschland Teuerster Hagelschaden weltweit, viertteuerste Naturkatastrophe in D

Hagelkörner mit Durchmessern bis zu 8 cm (Tennisball  $\approx$  7 cm)



Region	Gesamtschäden	Versicherte Schäden	Todesopfer
Baden-Württemberg, NRW, Niedersachsen	3,6 Mrd. €	2,8 Mrd. €	-

2525

## Gewitterstürme am 22./23. Juni 2016 in den Niederlanden (20 mm in 10 Minuten in De Bilt, Luftfeuchte-Rekord für NL $T_D=25^\circ\text{C}$ )



Hagelkorn in Luyksgestel (Nord-Brabant).  
Quelle: KNMI

Region	Gesamtschäden	Vers. Schaden	Todesopfer
Niederlande: Zeeland, Südholland, Utrecht, Nord-Brabant	1 Mrd. €	750 Mio €	-

2626

## Gewitter bedingte Schadenereignisse Ende Mai/Juni 2016 in Deutschland



Quelle: Twitter (BjoernTemp)

Region	Gesamtschäden	Versicherte Schäden	Todesopfer
Deutschland: bes. Baden-Württemberg (Braunsbach), Bayern (Simbach)	2,5 Mrd. €	1,2 Mrd. €	11

## Gewitter in Süddeutschland mit Hagel- und Sturzfluten, 21.-24. Juni 2021, Zweithöchster Hagelschaden nach 2013



Supercelle über dem Starnberger See, 21.6.2021  
Foto: Andrea Gagelmann



Region	Gesamtschäden	Versicherte Schäden	Tote
Bayern, Baden-Württemberg	3,5 Mrd. €	1,7 Mrd. €	-

## Sturzfluten in Deutschland im Juli 2021 Das größte Naturkatastrophen-Schadenergebnis für Deutschland



Ertstadt-Blessem, Bildquelle: Rhein-Erft-Kreis via Bezirksregierung Köln



Schuld, Eifel

Region	Gesamtschäden	Versicherte Schäden	Tote
Deutschland (NRW, RP, BY, BW), Belgien, Niederlande	33 Mrd. € (Deutschland) 46 Mrd. € (total)	7 Mrd. € (Deutschland) 9 Mrd. € (total)	220 davon 188 In D

## Überschwemmungen in Bayern und Baden-Württemberg 30.5.-3.6.2024



Foto: BR

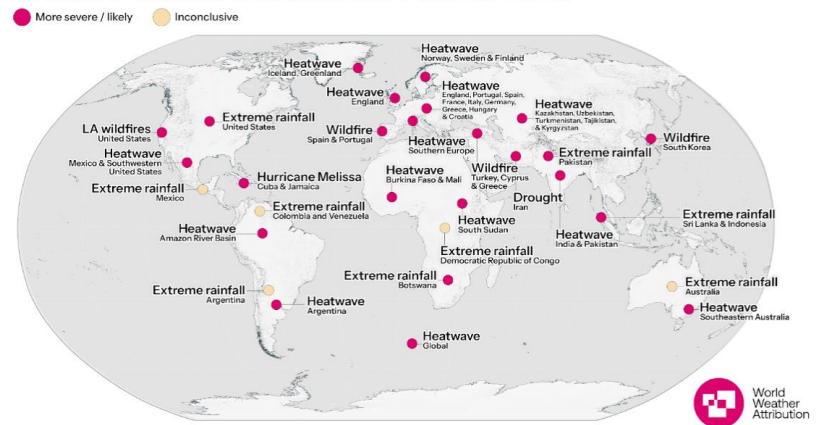
**Gesamtschäden über 5 Mrd. €**

Versicherte Schäden ca. 2 Mrd. € (Quelle: GDV)

6 Tote

# Der vom Menschen verursachte Klimawandel erhöhte im Jahr 2025 gefährliche Hitze, Waldbrände und rekordverdächtige Niederschläge

## World Weather Attribution studies 2025

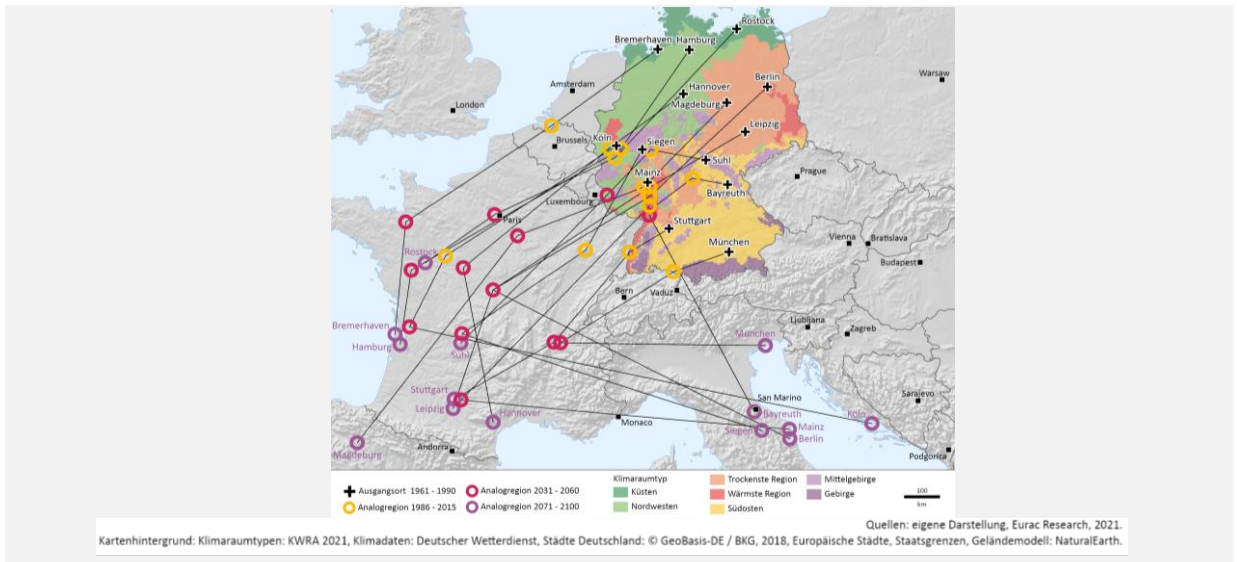


Otto, F. et al., (2025): Unequal evidence and impacts, limits to adaptation: Extreme Weather in 2025 (WWA scientific report No. 79) World Weather Attribution DOI: <https://doi.org/10.25560/126543>

Fig. 1: In 2025 we studied 28 events, 22 of these events were triggered this year, and 6 heatwaves were revisited under the Paris report. In addition, we did a global study on extreme heat.

# Auswirkungen auf den Weinbau

## Verschiebung der klimatischen Bedingungen deutscher Städte: Vergangenheit, Gegenwart, Mitte und Ende des Jahrhunderts

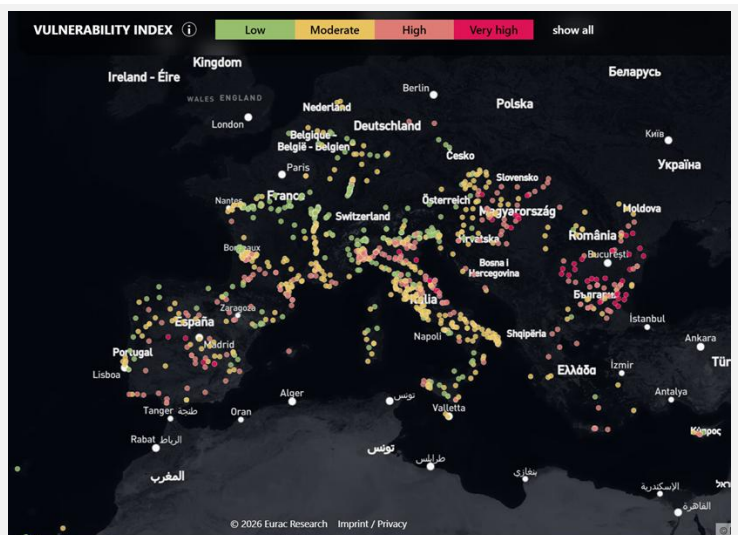


## Gefährdung von Weinbaugebieten durch den Klimawandel

<https://winemap.eurac.edu/?vulnerability=true>

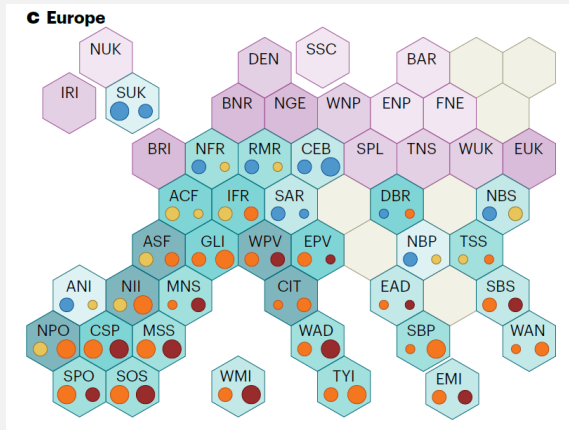
Die Verwundbarkeit einer Weinbauregion umfasst Faktoren wie die Belastung durch den Klimawandel, Sensibilität für dessen Auswirkungen und die Anpassungsfähigkeit.

Eine höhere Verwundbarkeit weist auf Regionen hin, die im Vergleich zu anderen Regionen anfälliger für negative Auswirkungen des Klimawandels sind, während Regionen mit geringerer Verwundbarkeit vergleichsweise widerstandsfähiger sind.



Tscholl et al., 2024, Climate resilience of European wine regions, Nature Communications.

# Veränderungen der Weinbautauglichkeit in Europa bei Temperaturanstiegen von 2°C und 4°C.



Quelle:  
 Van Leeuwen et al., Climate change impacts and adaptations of wine production, Nature Reviews, 2024, <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00521-5>

Hagel stellt eine große Gefährdung für den Weinbau dar!



Languedoc, 2016



New study on hail:

## Severe hailstorms increasing most rapidly in Europe



3 minutes read  
Published 01/21/2026



- Die Forscher analysierten Wetterdaten von 1950 bis 2023 sowie Versicherungsschäden von 1992 bis 2023.
- Hagelstürme sind eng mit dem Klimawandel verbunden und können erhebliche Schäden anrichten.
- Die Häufigkeit schwerer Hagelstürme nimmt in Europa schneller zu als irgendwo sonst auf der Welt.

Quelle: Munich Re, 2026, <https://www.munichre.com/en/insights/natural-disaster-and-climate-change/hail-research-2025.html>

## Projizierte Veränderungen des Hagels

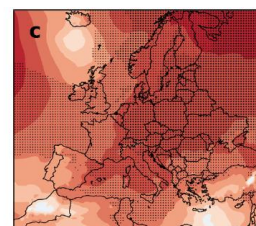
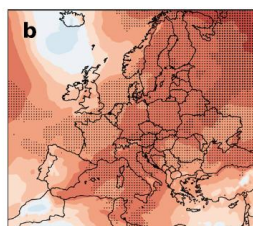
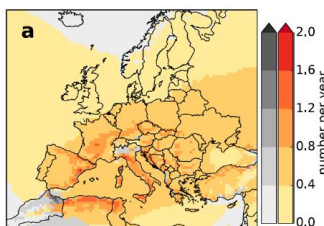


1971-2000

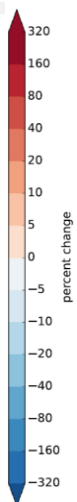
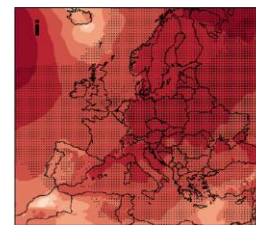
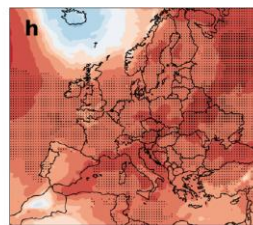
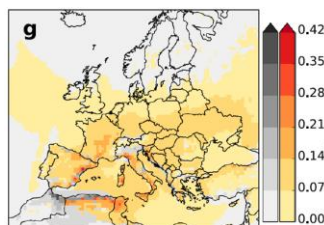
RCP4.5 2071-2100

RCP8.5 2071-2100

Hagel > 2 cm



Hagel > 5 cm



Quelle:

A.T. Rädler, P.H. Groenemeijer, E. Faust, R. Sausen and T. Púčik, 2019: Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability, npj Climate and Atmospheric Science, DOI:10.1038/s41612-019-0083-7

Sturmflut durch Hurrikan Sandy 2012 in New York führte zu Überschwemmungen von Lagern von teuren Weinen



Schäden in Millionenhöhe durch das Ablösen von Etiketten.



Sturzfluten in Deutschland im Juli 2021  
Nicht nur große Schäden an Weinbergen, sondern auch überschwemmte Weinkeller v.a. an der Ahr



# Einflüsse des Klimawandels auf die Weinproduktion

Van Leeuwen et al., Nature Reviews, 2024

- Der Klimawandel verändert die Bedingungen der Weinproduktion und erfordert Anpassung der Winzer
- Die Eignung der aktuellen Weinbaugebiete verändert sich, es wird Gewinner und Verlierer geben
- Früherer Austrieb – Schäden durch Spätfröste nach warmer Witterung im Frühling
- Höhere Temperaturen beschleunigen den Wachstumszyklus, verschieben die Reifung der Trauben in einen wärmeren Teil des Sommers
- Die Ernten haben sich in den letzten 40 Jahren um 2–3 Wochen vorverlegt
- Veränderte Sorten und Anbautechniken, die die Reife verzögern, sind effektive Anpassungsstrategien an höhere Temperaturen bis zu einem bestimmten Erwärmungsniveau
- Häufigere und extremere Dürrephasen verringern den Ertrag - Einsatz dürreresistenter Rebsorten und Bewässerung sind Optionen
- Häufigere extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen (Bodenerosion) und Hagel
- Neue Schädlinge und Krankheiten