Der rezente und zukünftige Klimawandel mit besonderer Betrachtung konvektiver Extremereignisse

Zu meiner Person

1999 – 2005 Studium der Meteorologie in Hamburg

2005 – 2008 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am KIT

2009 – 06/2023 Mitarbeiter im Aktuariat Komposit und der Abteilung Artificial Intelligence and Data Development bei der Provinzial Versicherung mit Tätigkeit für alle Standorte im Provinzial-Konzern

Arbeitsschwerpunkte:

- Interne Projekte leiten und unterstützen
- In GDV-Arbeitsgruppen zu Klima- und Elementarschäden mitwirken
- Geo-Analysen für verschiedene Unternehmensbereiche erstellen, insbesondere Naturgefahrenmodelle und GIS-Auswertungen
- Zum Themengebiet „Naturgefahren und Versicherungen“ referieren

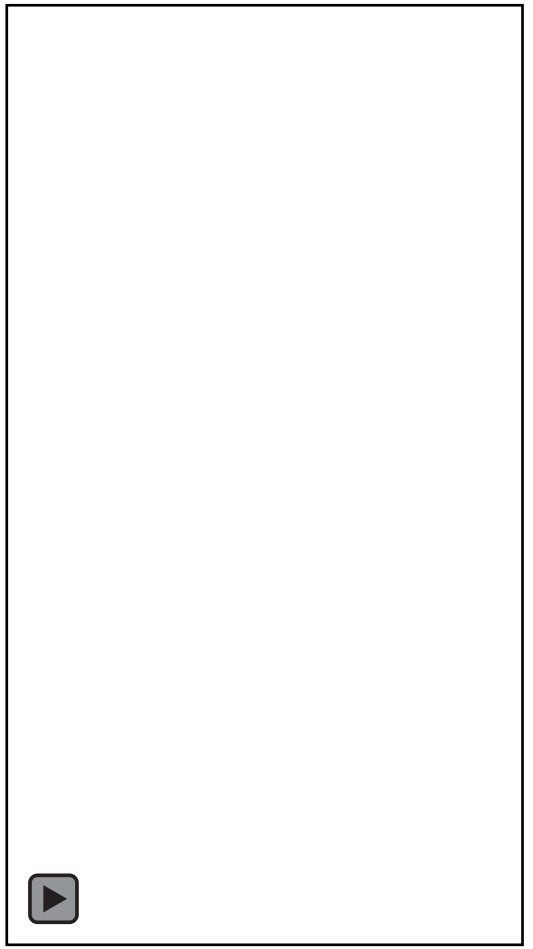
seit 07/2023 Mitgründer der Datenservice+ GmbH

Agenda

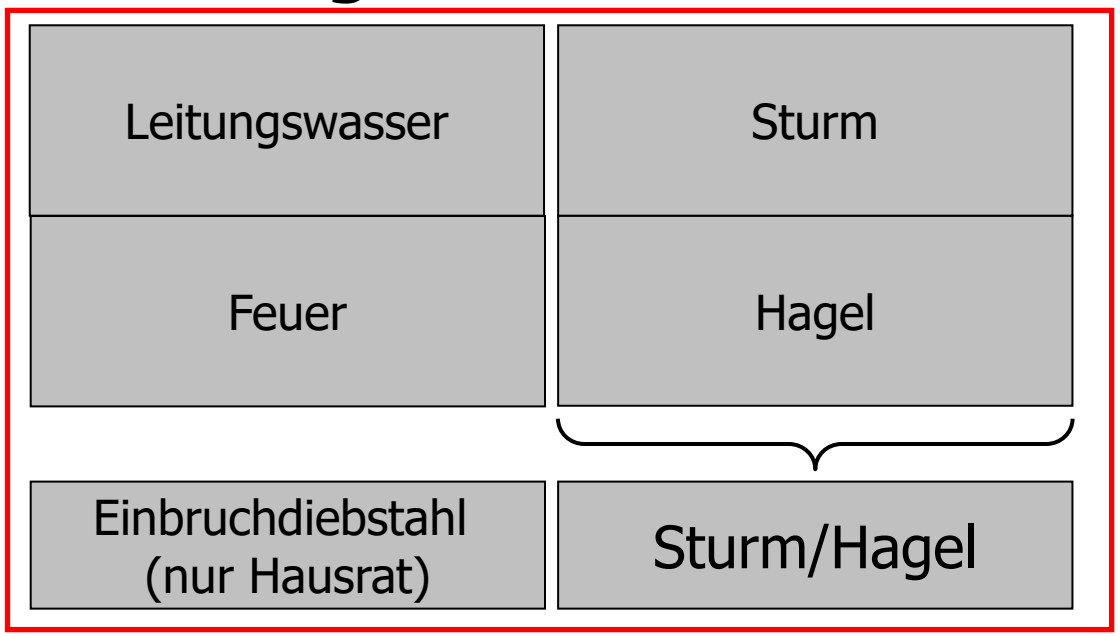
1. **Starkregen**
   Entstehung und Messung von Starkregenereignissen
   Schadenpotential von Starkregenereignissen
2. **Der rezente Klimawandel**
   Ein kurzer Einblick in Ursachen und Mechanismen
   Auswirkung auf Extremereignisse
3. **Der zukünftige Klimawandel**
   Ableitung des anthropogenen Einflusses anhand der Attributionsforschung
4. **Fazit**

Repräsentative Umfragen zeigen, dass das Naturgefahrenrisiko in Deutschland von Hausbesitzern massiv unterschätzt wird.

- Umfragen der Forsa und GfK haben ergeben, dass
  - 63 % der Befragten glauben, dass ihr Haus nicht gegen Elementargefahren versicherbar ist.
  - 90 % der Befragten schätzen die Gefahr als gering ein.
  - 51 % haben keine Elementarversicherung abgeschlossen, weil sie sie für zu teuer halten.
  - 93 % der Befragten glauben gegen Naturgefahren aller Art versichert zu sein.
- Aufklärung der Bevölkerung und nachgelagerte Risikoanalyse und –vorsorge durch bauliche Veränderungen und/oder eine Elementarschadenversicherung zum Schutz des Eigentums ist essentiell.



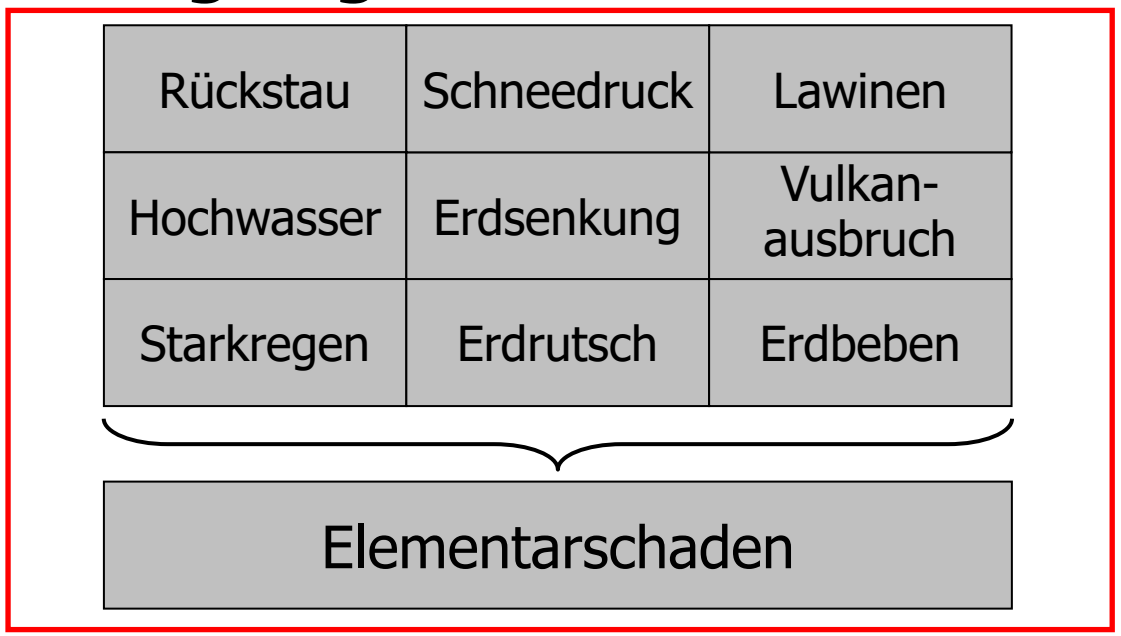
Schäden aufgrund Naturgefahren werden über die Wohngebäude- beziehungsweise Hausratversicherung abgesichert.



ca. 93 % Abdeckung

Größtes Schadenereignis: Kyrill (2007)

Schadenaufwand: 3,35 Mrd. Euro



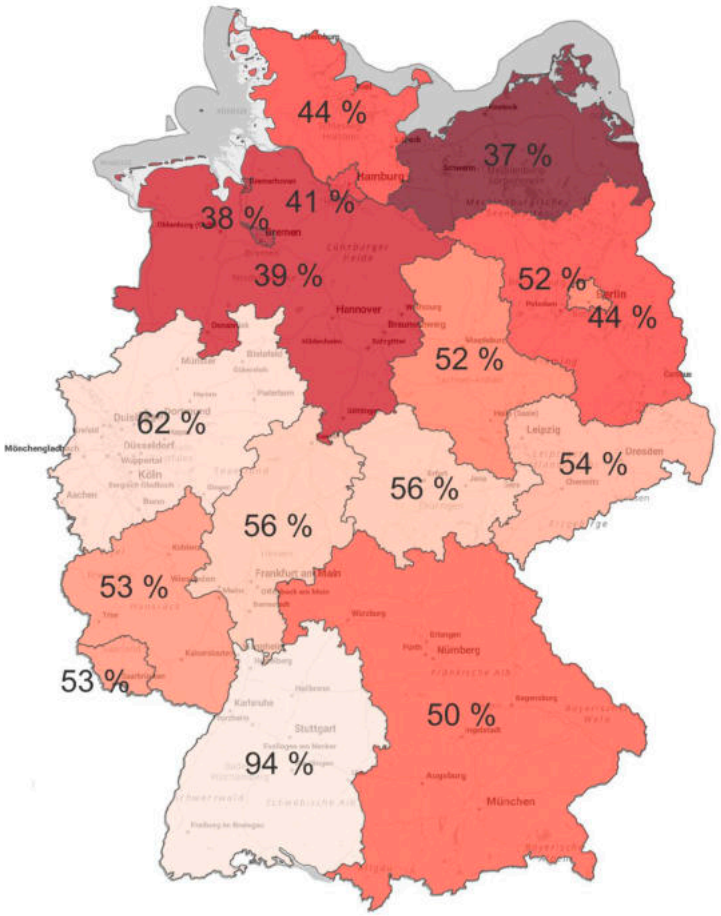
ca. 57 % Abdeckung

Größtes Schadenereignis: Bernd (2021)

Schadenaufwand: 8,1 Mrd. Euro

Quelle: Statistikteil zum Naturgefahrenreport 2024 (GDV)

Schäden aufgrund Naturgefahren werden über die Wohngebäude- beziehungsweise Hausratversicherung abgesichert.



Rückstau	Schneedruck	Lawinen
Hochwasser	Erdsenkung	Vulkan-ausbruch
Starkregen	Erdrutsch	Erdbeben

Elementarschaden

ca. 57 % Abdeckung

Größtes Schadenereignis: Bernd (2021)

Schadenaufwand: 8,1 Mrd. Euro

Ø-Schadenaufwand: 42.000 Euro

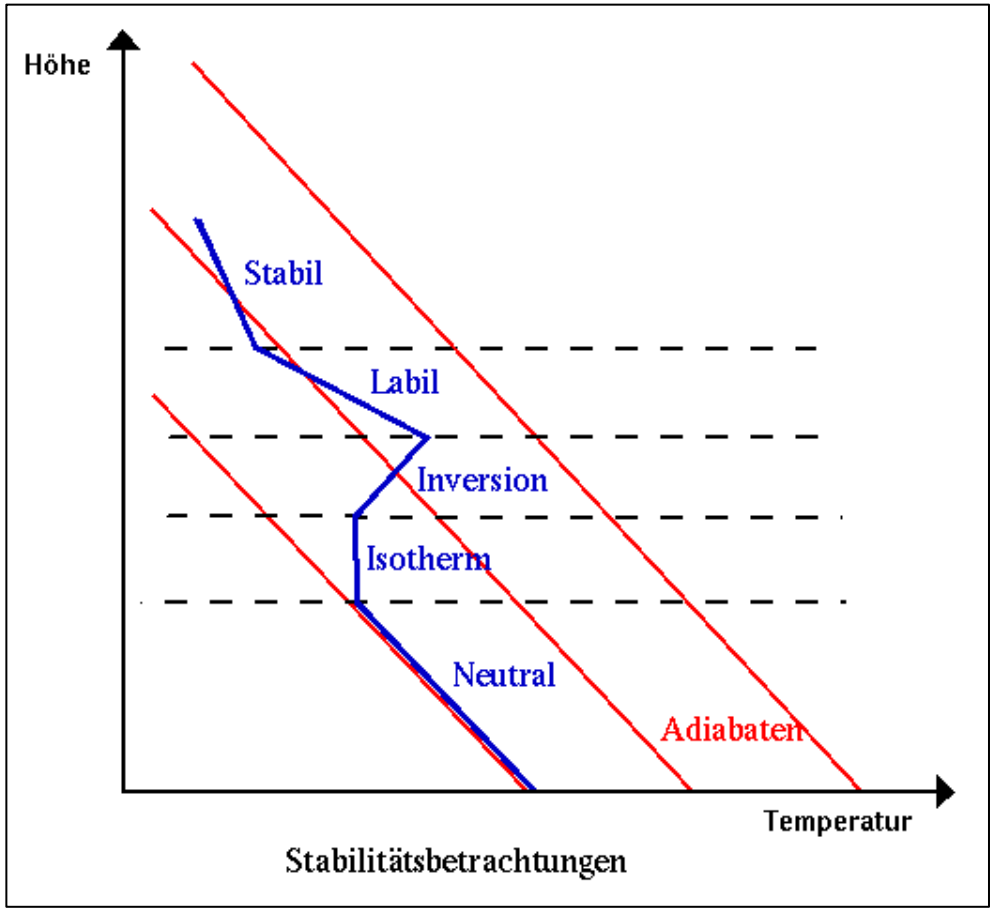
Quelle: Statistikteil zum Naturgefahrenreport 2025 (GDV)

Fünf der acht kostenintensivsten Elementarereignisse seit 2002 resultierten aus Starkregenereignissen.

Jahr	Name	Aufwand (in Mio. €)		Schäden (in Tsd.)	Ø-Schaden (VGV)
		As-if-Rechnung	original		
2021	Bernd		8.100	173	42.000 €
2002	August-Hochwasser	4.360	1.800	107	13.500 €
2013	Juni-Hochwasser	2.120	1.650	120	19.500 €
2016	Elvira	560	510	25	10.000 €
2010	Viola	360	260	13	13.800 €
2014	Quintia	330	240	32	8.000 €
2016	Friederike, Gisela	260	205	22	9.900 €
2013	Norbert	220	145	27	5.400 €

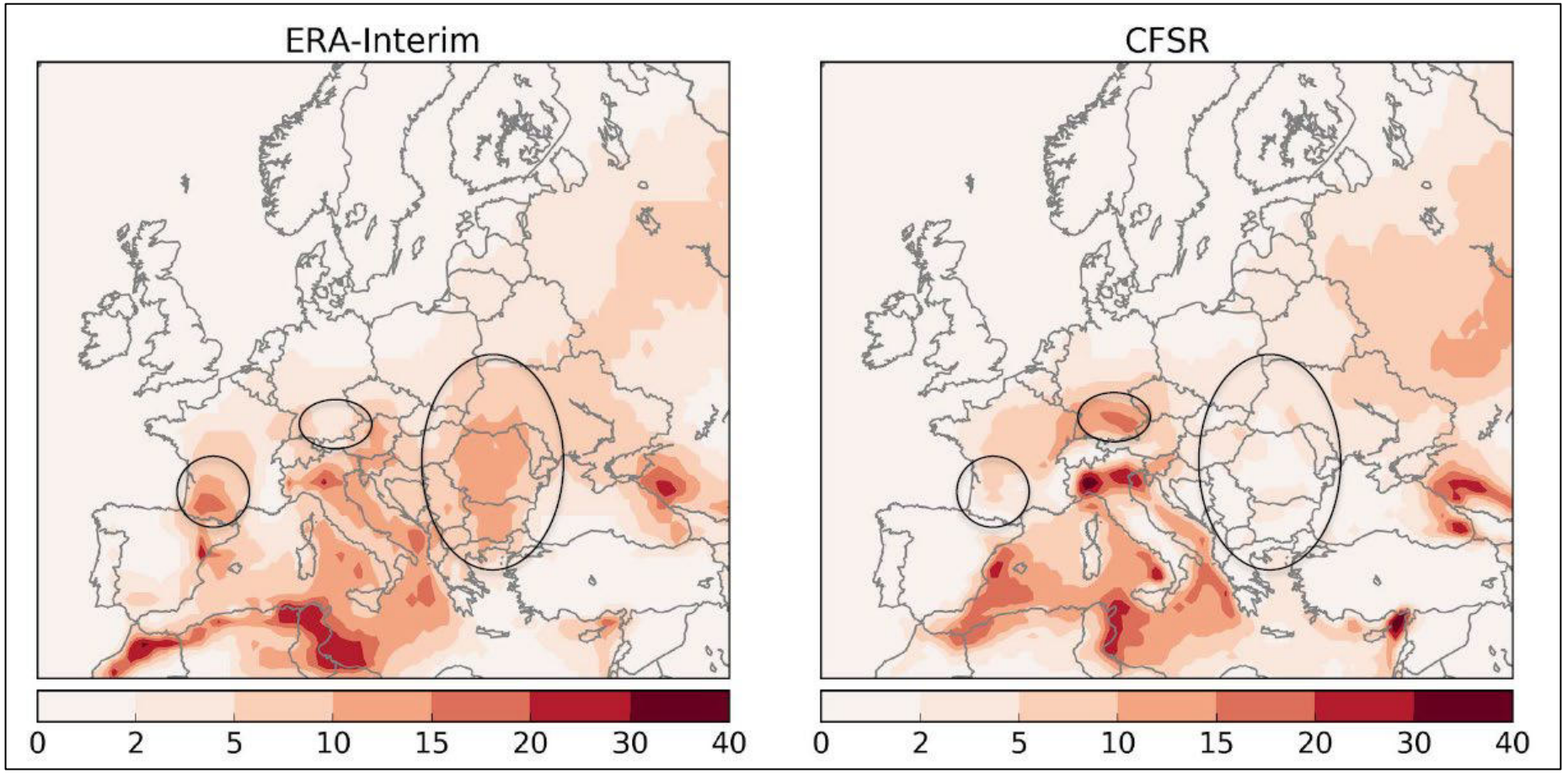
Starkregenereignisse treten immer in Zusammenhang mit Gewittern in labil geschichteter Atmosphäre auf.

- Ein Maß für die Labilität ist die CAPE (Convective Available Potential Energy). Die CAPE
  - ist ein Maß dafür, wie stark ein Luftpaket angehoben werden kann.
  - ist umso größer, je wärmer das Luftpaket im Vergleich zur Umgebungstemperatur ist.
  - nimmt in einem zukünftigen Klima (Szenario RCP 8.5) fast global zu[1].
- Für die Bildung von Gewittern müssen Labilität, Feuchte und Hebung (an einem Ort) erfüllt sein.
- Vorgesagt werden kann (theoretisch) lediglich, an welchen Orten sich die Zutaten am besten überlappen und ein hohes Gewitterpotential gegeben ist.



[1] Chen et al: Changes in Convective Available Potential Energy and Convective Inhibition under Global Warming (Journal of Climate, 2020)

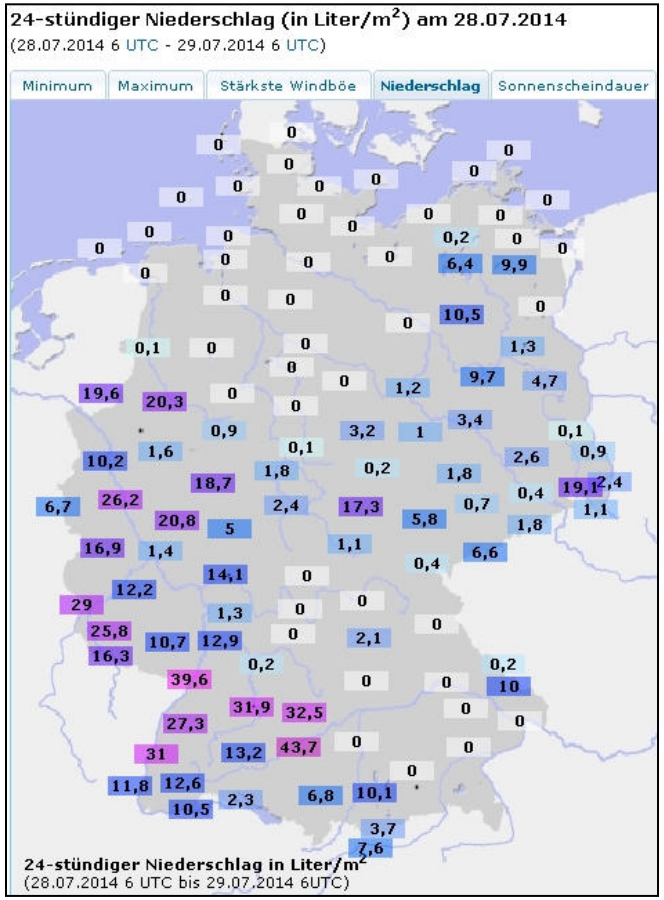
Die kleinräumigen Prozesse in konvektiven Niederschlägen werden in Wettermodellen (und Reanalysedaten) nicht aufgelöst.



Anzahl der Zeitschritte mit einer CAPE > 1000 J/kg in zwei Reanalysedatensätzen.

Quelle: ESSL (European Severe Storms Labatory)

Konvektive Niederschlagssysteme können erst durch Radardaten erfasst und in ihrer Intensität beschrieben werden.



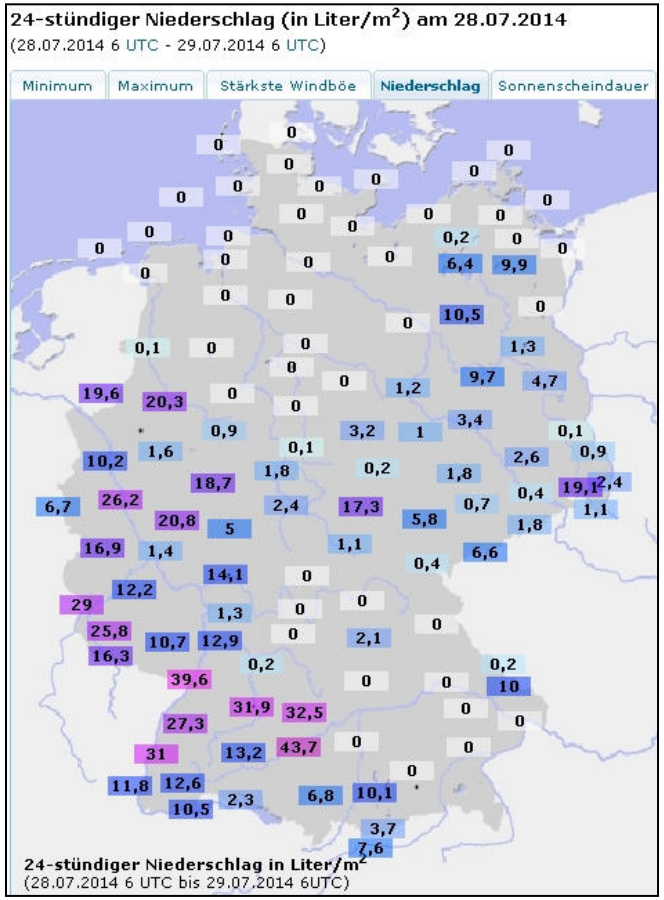
Die Dichte an Regenmessern ist für eine Erfassung von konvektiven Niederschlagsereignissen zu gering.

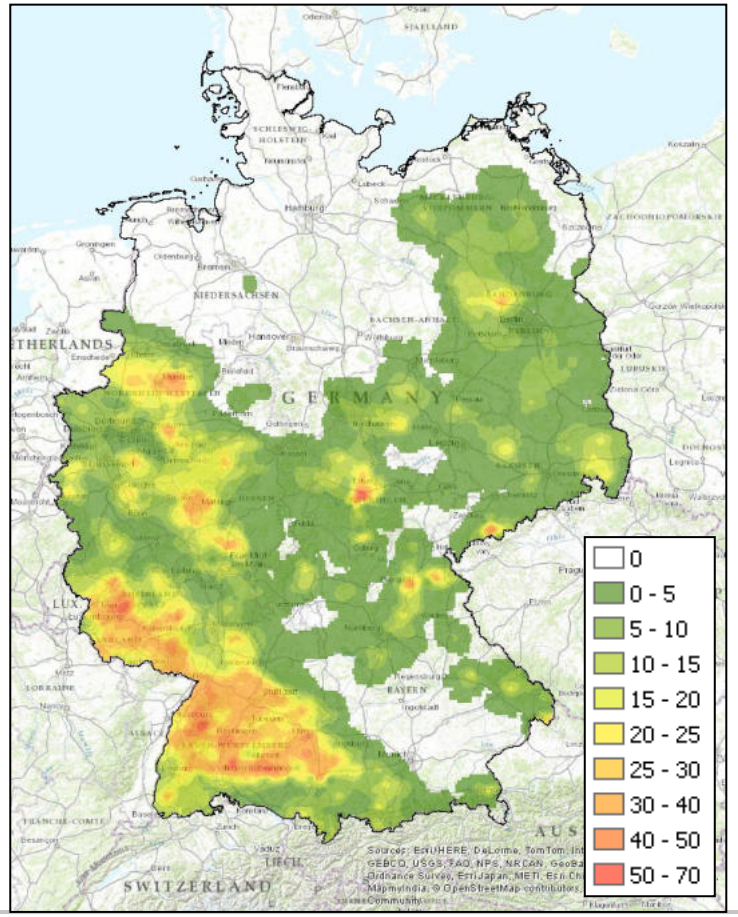
SO, HOW MUCH OF THE EARTH'S SURFACE *IS* COVERED BY RAIN GAUGES?

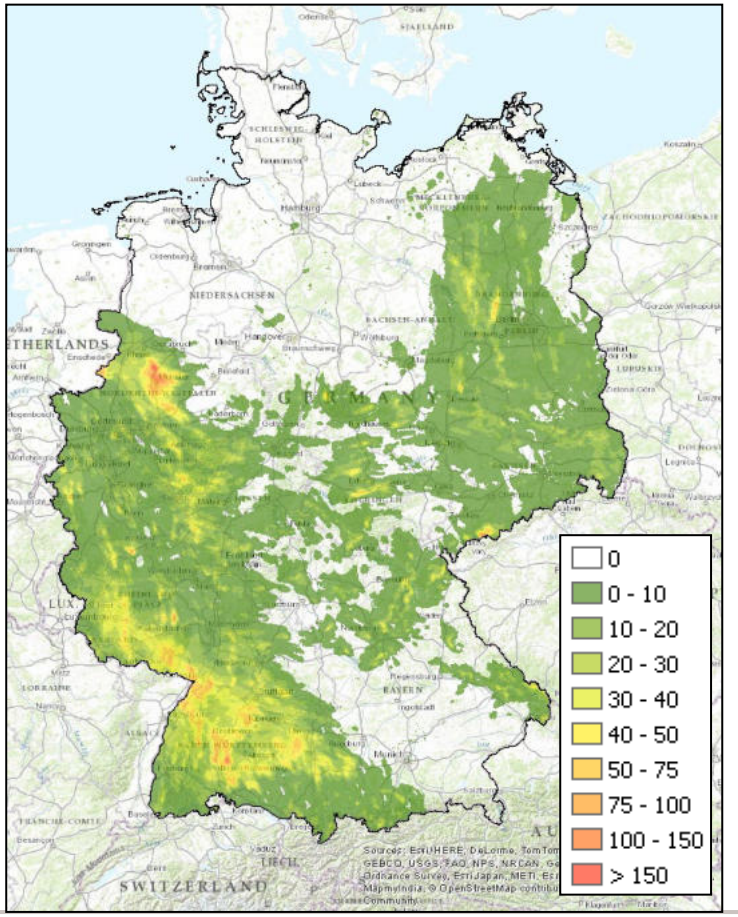
CHRIS KIDD, ANDREAS BECKER, GEORGE J. HUFFMAN, CATHERINE L. MULLER, PAUL JOE, GAIL SKOFRONICK-JACKSON, AND DALIA B. KIRSCHBAUM

The total area measured globally by all currently available rain gauges is surprisingly small, equivalent to less than half a football field or soccer pitch.

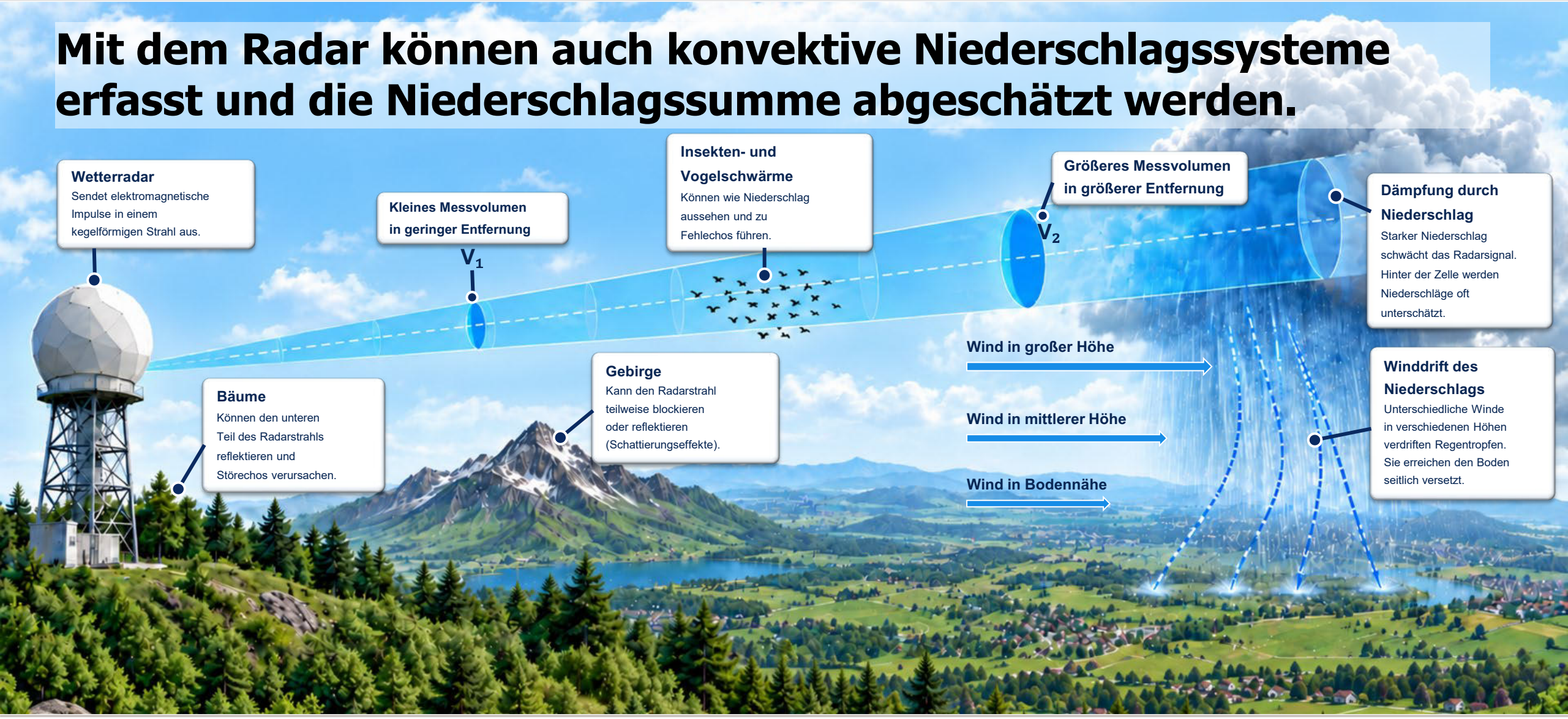
Konvektive Niederschlagssysteme können erst durch Radardaten erfasst und in ihrer Intensität beschrieben werden.



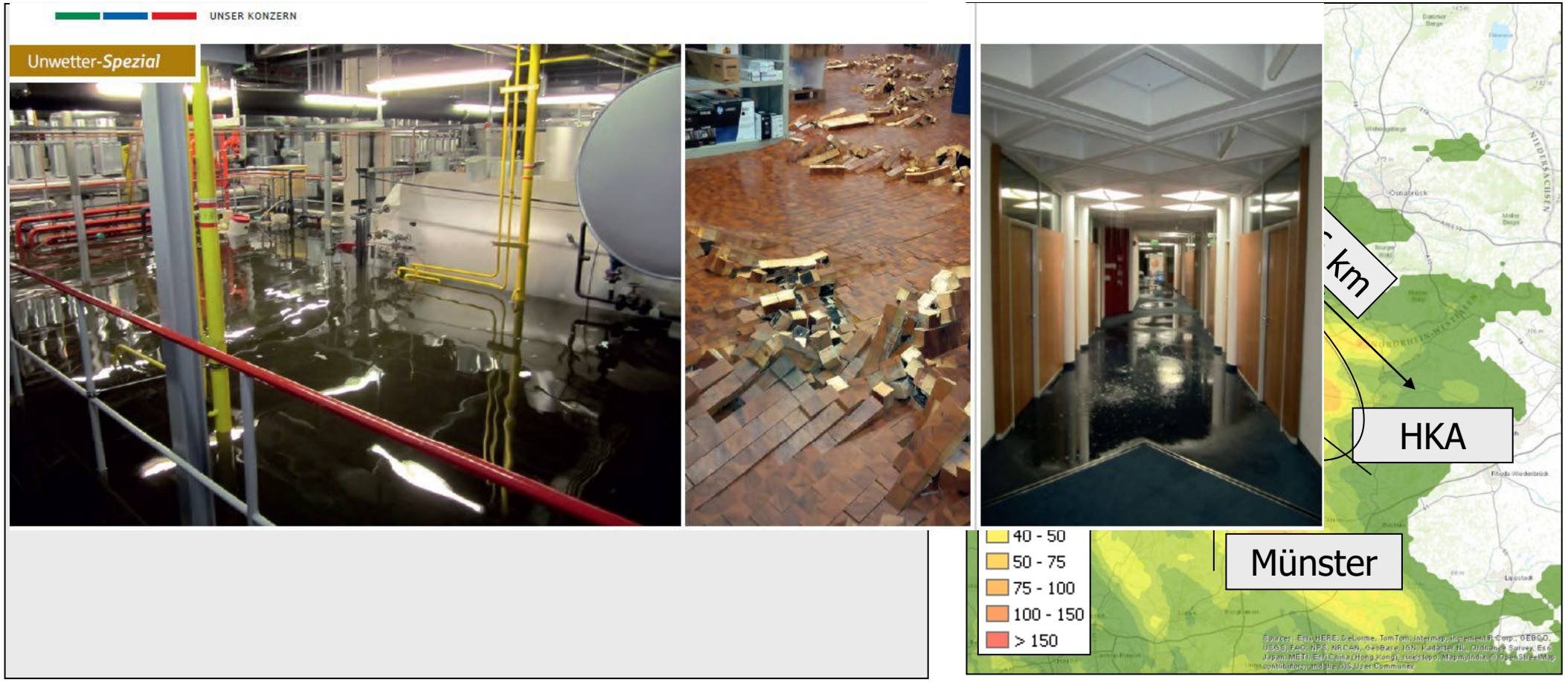




Mit dem Radar können auch konvektive Niederschlagssysteme erfasst und die Niederschlagssumme abgeschätzt werden.



Am 28.07.2014 sind innerhalb von sieben Stunden bis zu 292 Liter Niederschlag gefallen und Schäden von 200 Mio. € entstanden.



Am 28.07.2014 sind innerhalb von sieben Stunden bis zu 292 Liter Niederschlag gefallen und Schäden von 200 Mio. € entstanden.

- Niederschlag in sieben Stunden
  - FMO: 20,3 Liter/m²
  - HKA: 292 Liter/m²
- Die Niederschlagsmenge von 68 Mrd. Liter im markierten Gebiet entspricht...
  - 223 Mio. Badewannen
  - 18.000 Schwimmbädern
  - einem Quader mit der Grundfläche der Hauptverwaltung der Provinzial sowie einer Höhe von knapp 1.000 Metern.
- Höchste Niederschlagssumme, die in Deutschland in weniger als zwölf Stunden registriert wurde.

© Günter Seggebäing, „Provinzial NordWest, Münster", Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

Die durch die Tiefdruckgebiete ausgelösten Unwetter Friederike und Elvira verursachten Schäden in Höhe von 1 Milliarde Euro.

05.10.2017

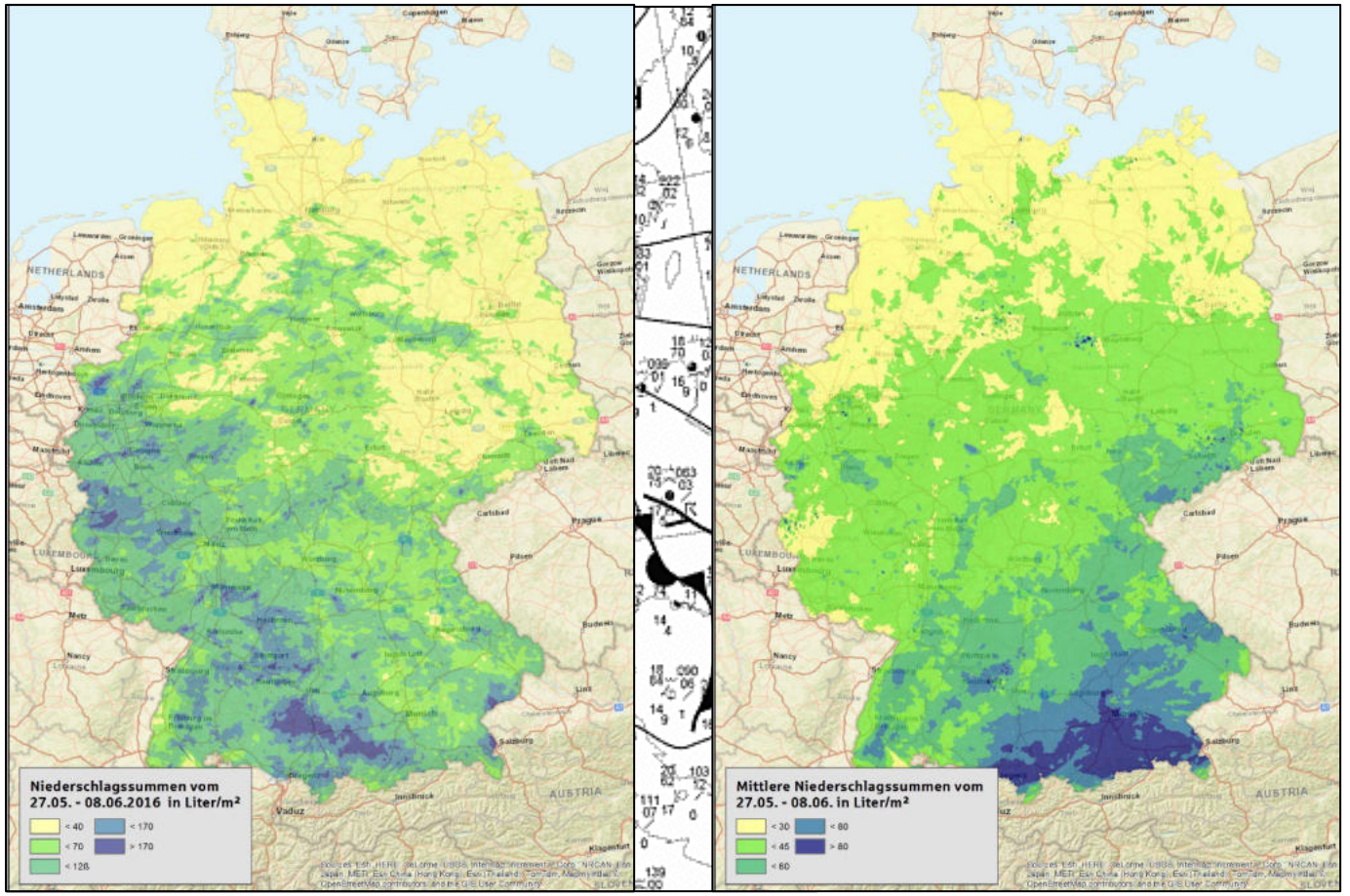
Naturgefahrenreport 2017

Schäden durch Starkregen verzehnfacht

Unwetter mit Starkregen haben 2016 fast zehnmal höhere Versicherungsschäden verursacht als im Vorjahr. In der Gesamtbilanz schlugen Überschwemmungsschäden mit rund 940 Millionen Euro zu Buche, nachdem es 2015 lediglich 100 Millionen Euro waren. 2016 ist damit das Jahr mit den dritthöchsten Überschwemmungsschäden seit 1999. Nur die Hochwasserkatastrophen von 2002 mit 1,8 Milliarden Euro und 2013 mit 1,65 Milliarden Euro waren verheerender.

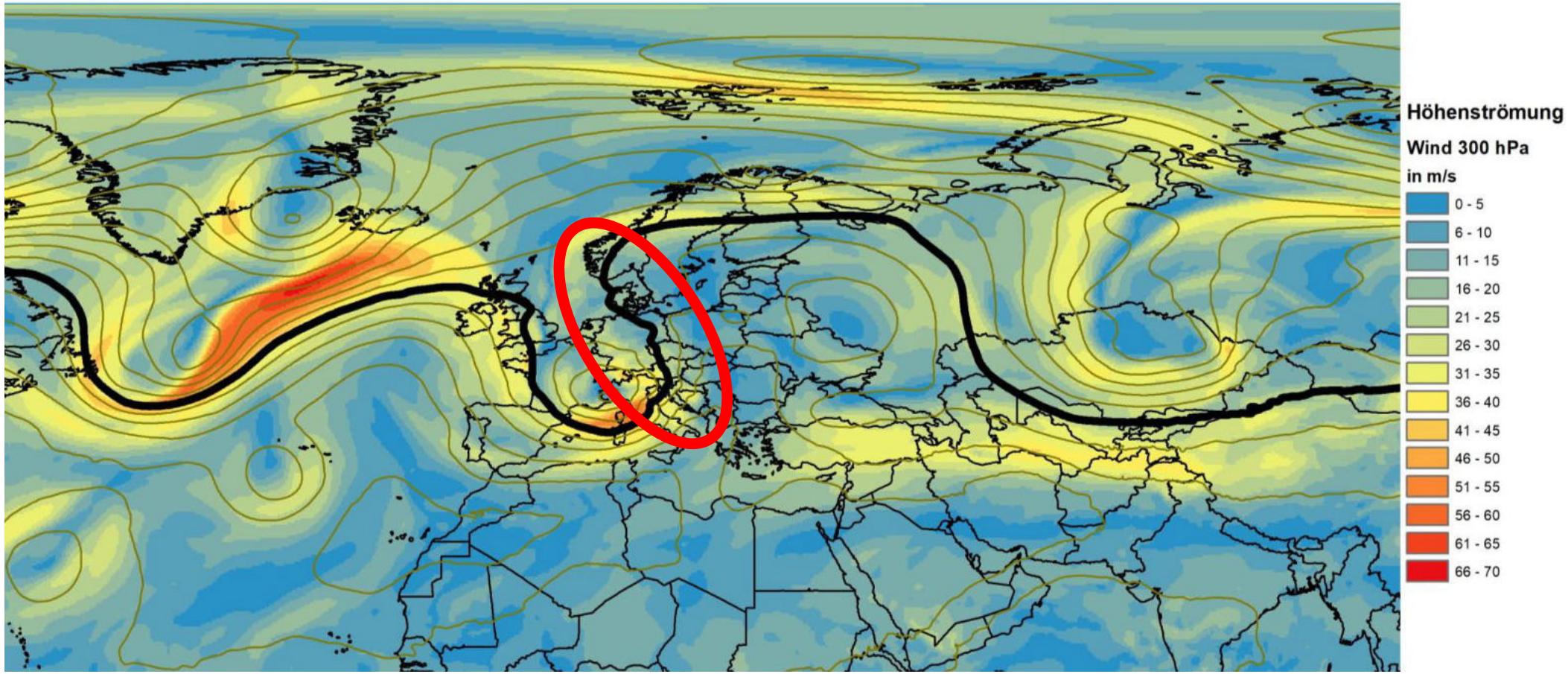
„2016 hat sich erneut gezeigt, welche enormen Schäden Starkregen anrichten können. Noch nie haben Unwetter mit heftigen Regenfällen innerhalb so kurzer Zeit so hohe Schäden verursacht", sagte Wolfgang Weiler, der Präsident des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), bei der Vorstellung des neuen Naturgefahrenreports am Donnerstag in Berlin.

Insgesamt sorgten Naturgefahren im vergangenen Jahr für versicherte Schäden von mehr als 2,5 Milliarden Euro (Vorjahr: knapp 2,6 Milliarden Euro). Auf die Sachversicherer entfielen dabei Schäden an Wohngebäuden, Hausrat, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft in Höhe von 1,9 Milliarden Euro. Die Kfz-Versicherer schulterten Schäden an Fahrzeugen in Höhe von 615 Millionen Euro.



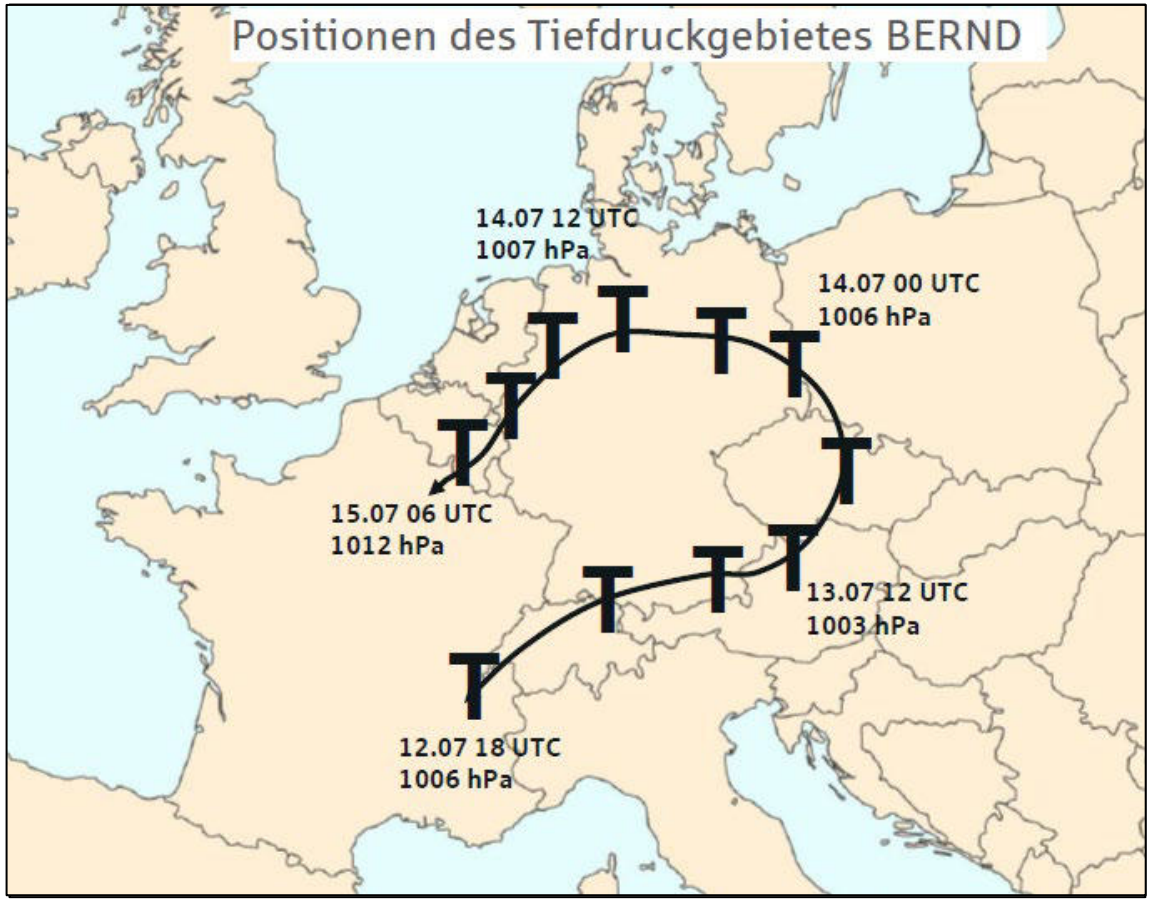
Bodendruckkarte 30.05.2016 06 UTC

Aufgrund der mäandrierenden Höhenströmung verlangsamte sich der Wechsel der Wetterlagen über Europa.



Quelle: ECMWF – 14.07.2021, 0 UTC

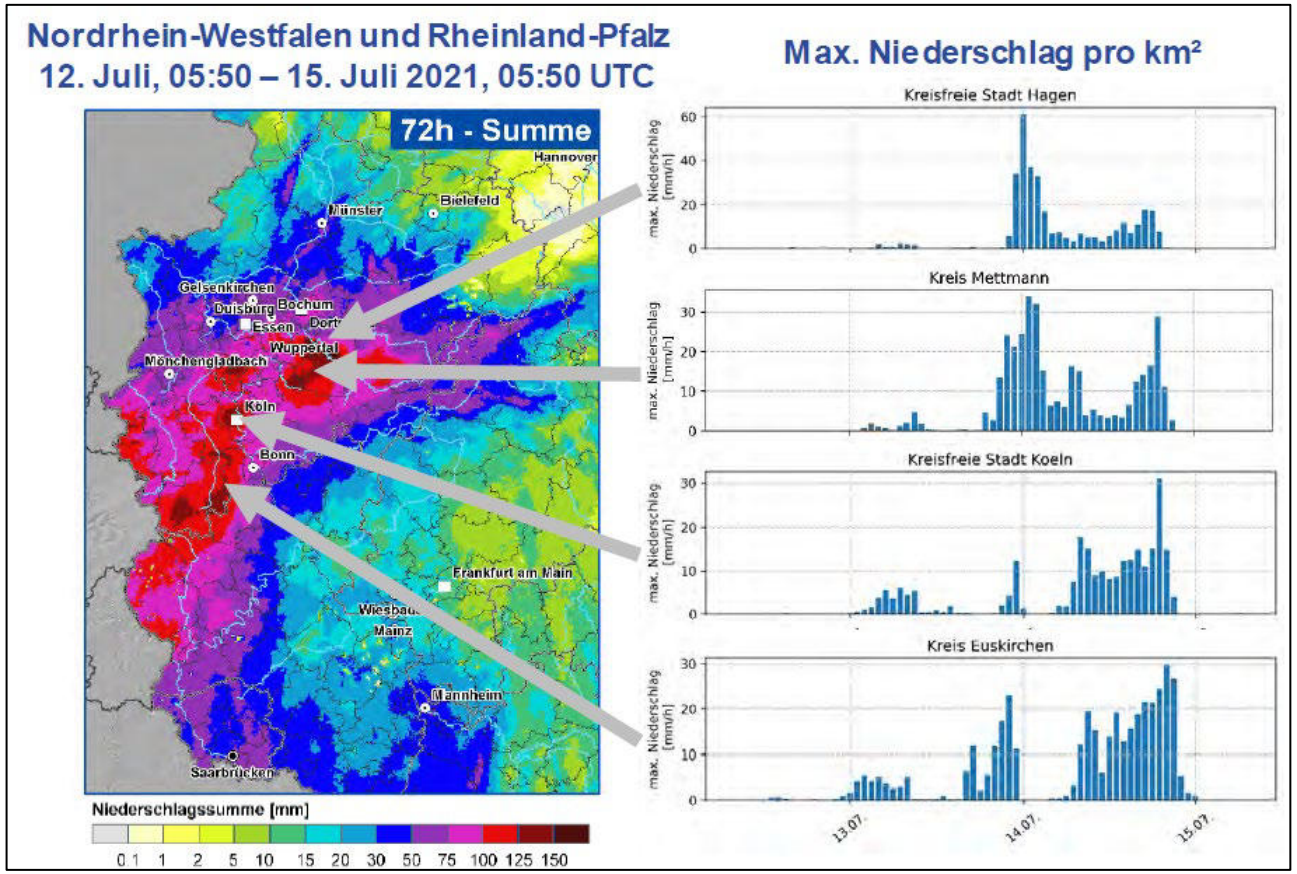
Der mitteleuropäische Tiefdruckkomplex bezog in seine Zirkulation extrem feuchte Luftmassen ein.



- Aufgrund der reduzierten Verlagerungsbewegungen der Großwetterlagen ergeben sich lang anhaltende Wetteranomalien, z.B. Hitzewellen oder Starkregenereignisse.
- Die blockierende Höhenströmung verhinderte die Zugbewegung von Westen nach Osten und führte Bernd in einer Kreisbewegung über Mitteleuropa
- Die Zirkulation führte extrem feuchte Luft aus dem Mittelmeerraum und anschließend der Ostsee in einem weiten Bogen nach Westdeutschland.
- Die Werte des ausfällbaren Wassers lagen über Nord- und Westdeutschland bei 40 mm.

Quelle: www.berliner-wetterkarte.de/Beilagen/2021/Die_Flutkatastrophe_2021.pdf GEM (Global Environment Multiscale Model)

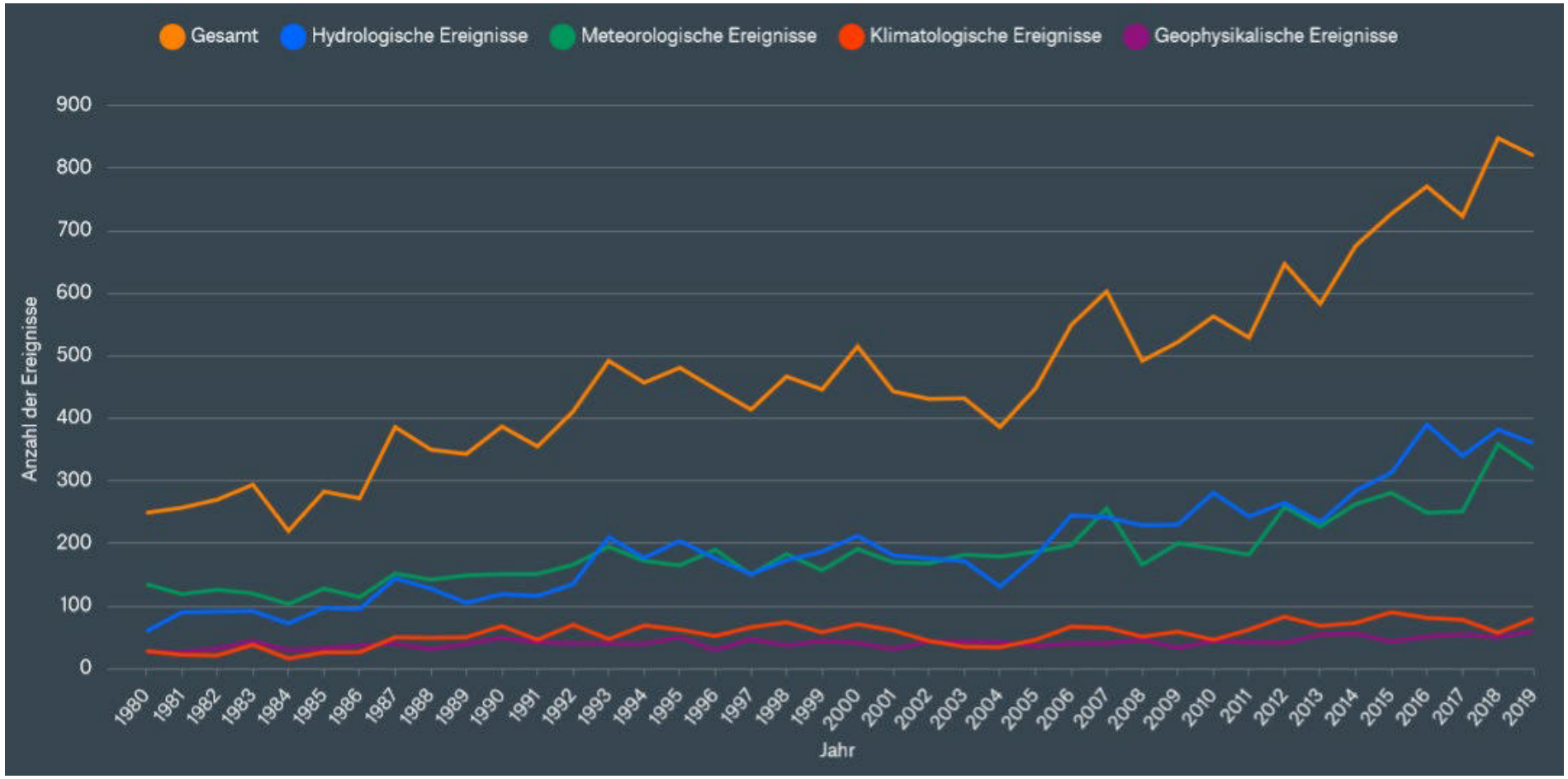
Bernd wird mit einem Schadenaufwand von mehr als sechs Milliarden Euro das teuerste Elementarereignis sein.



- Die RADOLAN-Daten weisen für den 13. und 14. Juli an einzelnen Risiko-standorten Niederschlagssummen von bis zu 180 mm aus.
- An insgesamt zehn Stationen wurden am 14. Juli mehr als 100 mm gemessen und an 20 Messstationen der bisherige Niederschlagsrekord überschritten.
- Die erste Schadenschätzung durch den GDV lag bei 4 – 5 Mrd. Euro, die später auf über 8 Mrd. Euro angehoben wurde.
- ➔ Bernd ist damit noch vor den Hoch-wasserereignissen aus 2002 und 2013 das kostenintensivste Elementarereignis.

Quelle: DWD – Dr. Lengfeld: Starkregen und Sturzfluten – Warum wir bei diesen Naturgefahren so verwundbar sind

Die globale Anzahl der wetterinduzierten Ereignisse ist in den letzten Jahren stetig angestiegen.



Quelle: https://www.munichre.com/de/risiken/naturkatastrophen-schaeden-nehmen-tendenziell-zu.html

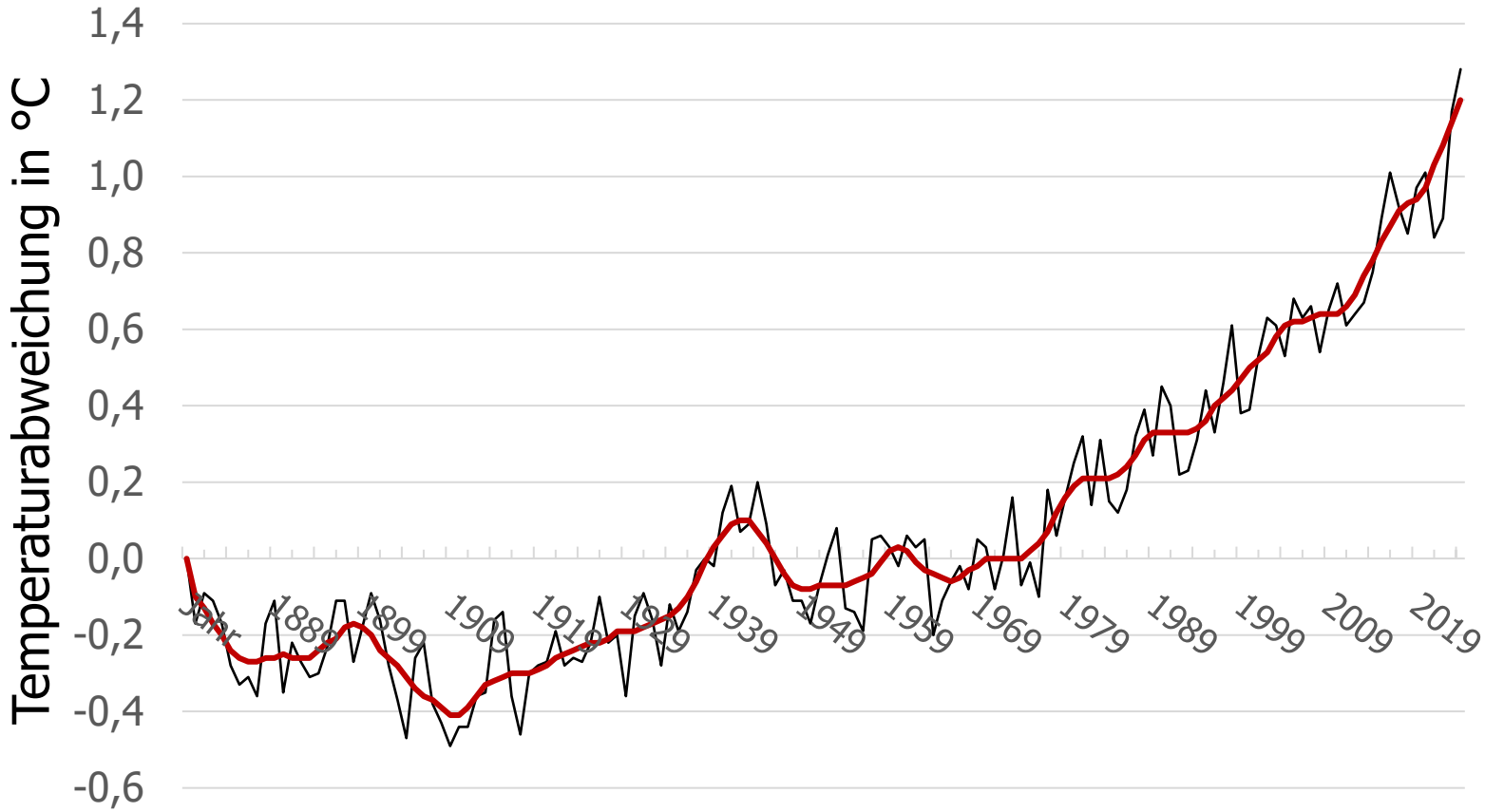
Agenda

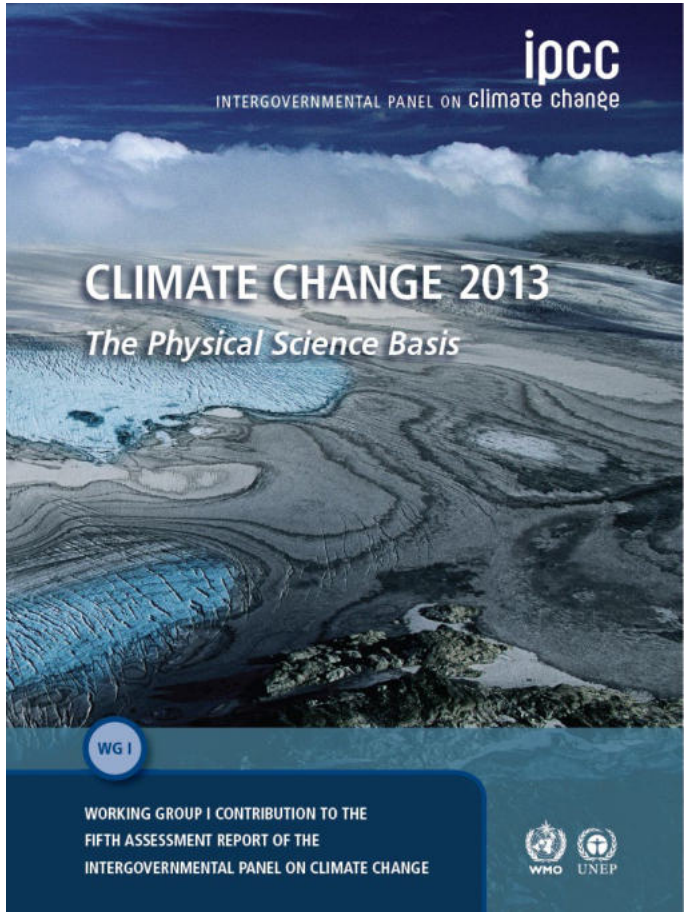
1. **Starkregen**
   Entstehung und Messung von Starkregenereignissen
   Schadenpotential von Starkregenereignissen
2. **Der rezente Klimawandel**
   Ein kurzer Einblick in Ursachen und Mechanismen
   Auswirkung auf Extremereignisse
3. **Der zukünftige Klimawandel**
   Ableitung des anthropogenen Einflusses anhand der Attributionsforschung
4. **Fazit**

Als **Wetter** bezeichnet man den spürbaren, kurzfristigen Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche.

Das **Klima** ist der statistische Durchschnitt aller meteorologisch regelmäßig wiederkehrender Zustände und Vorgänge der Atmosphäre an einem Ort und umfasst lange Zeiträume von in der Regel mindestens 30 Jahren.

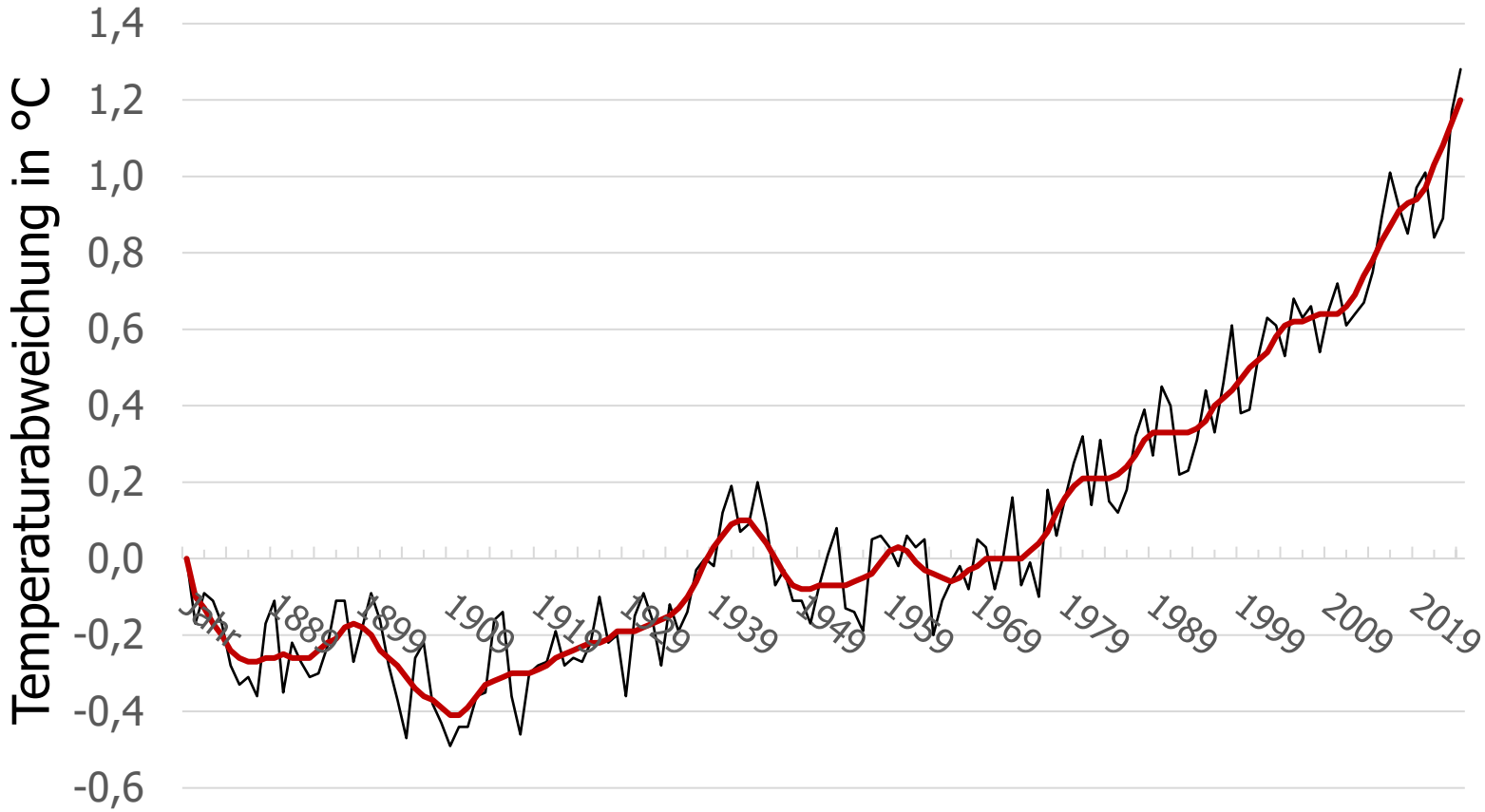
Die globale Temperatur ist in den letzten hundert Jahren um etwa 1 Grad Celsius angestiegen.





globale Durchschnittstemperatur relativ zum Mittel 1951 – 1980 Quelle: NASA

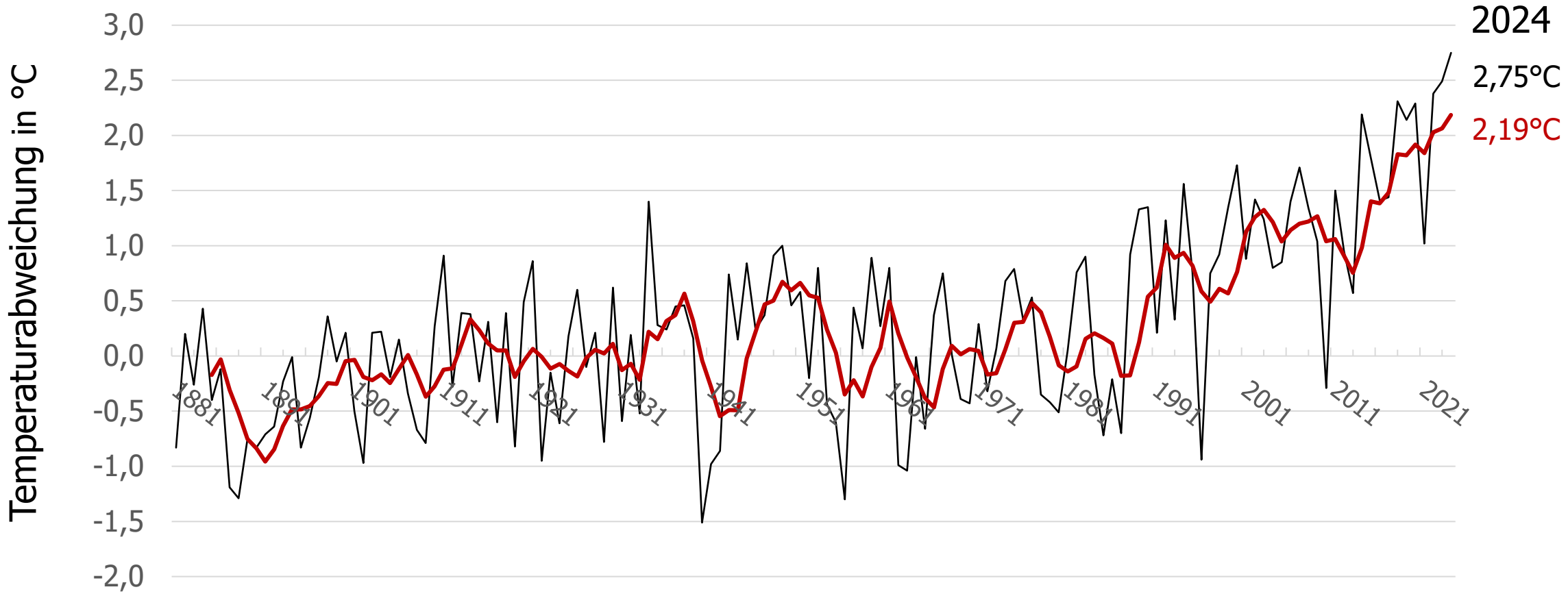
Die globale Temperatur ist in den letzten hundert Jahren um etwa 1 Grad Celsius angestiegen.



„Es ist sehr wahrscheinlich, dass mehr als die Hälfte des beobachteten Anstiegs der globalen Temperaturen in Oberflächennähe von 1951-2010 durch den anthropogenen Anstieg von Treibhausgas-konzentrationen und anderer anthropogener Antriebe verursacht wurde."

globale Durchschnittstemperatur relativ zum Mittel 1951 – 1980 Quelle: NASA

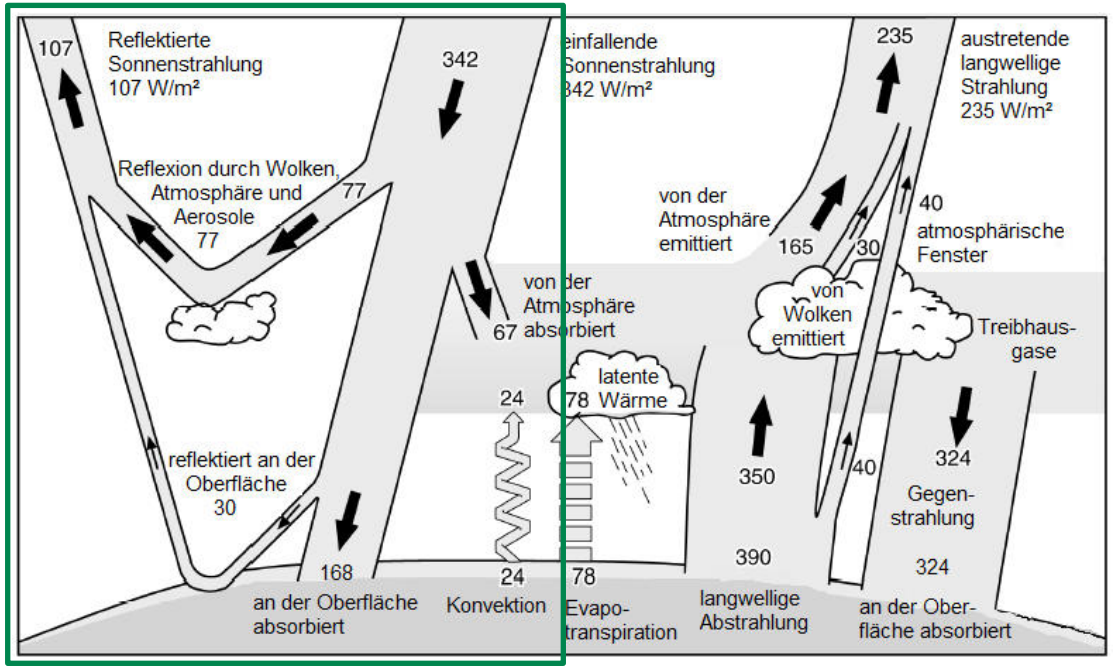
Die Temperatur ist in Deutschland während der letzten hundert Jahren um mehr 2 Grad Celsius angestiegen.



Durchschnittstemperatur in Deutschland relativ zum Mittel 1951 – 1980 Quelle: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/regional_averages_DE/annual/air_temperature_mean/regional_averages_tm_year.txt

Für ein Verständnis des Klimawandels ist ein kurzer Einblick in den Energiehaushalt der Erde notwendig.

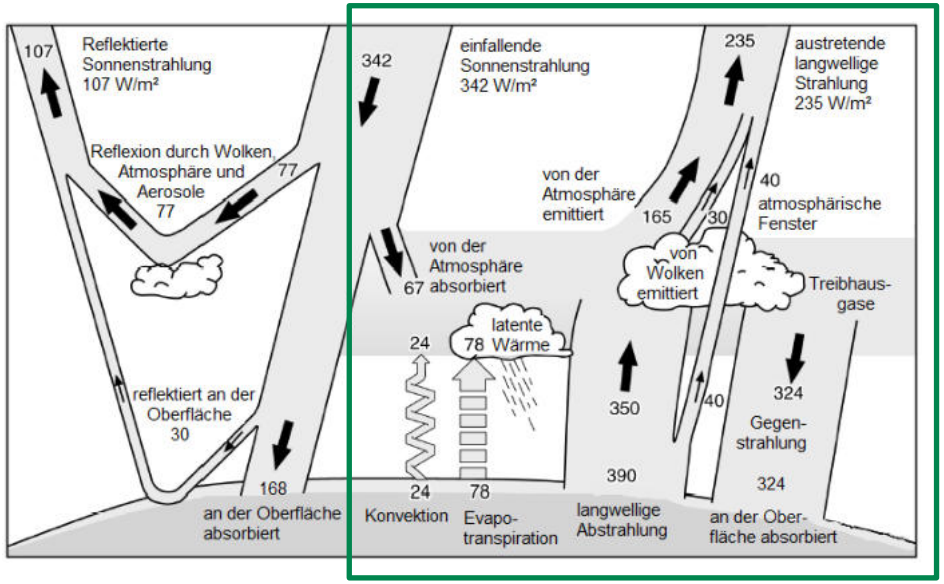
- Die Erde empfängt von der Sonne im Mittel eine Leistung von 342 W/m².
  Von den 342 W/m² werden 77 W/m² von der Atmosphäre und 30 W/m² von der Erdoberfläche wieder reflektiert.
- Nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz
  $$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$$
  ergibt sich aus der resultierenden Einstrahlung von 235 W/m² eine Gleichgewichtstemperatur einer Erde ohne Atmosphäre von -18°C.
- Die gemittelte Temperatur auf der Erde liegt allerdings bei etwa 14 bis 15°C.
- ***Woher stammt die Differenz von 32 bis 33°C?***



Quelle: Energiebilanz der Erde — ZAMG

Für ein Verständnis des Klimawandels ist ein kurzer Einblick in den Energiehaushalt der Erde notwendig.

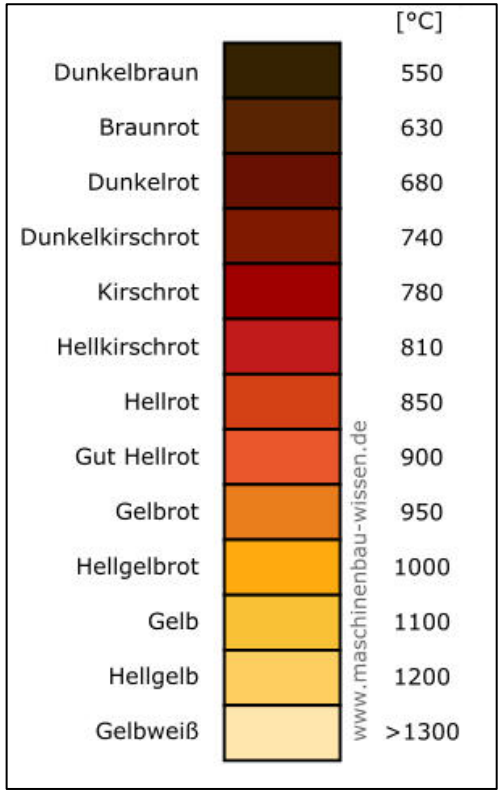
- Die Erde strahlt etwa 390 W/m² ab – davon können aber nur etwa 40 W/m² ungehindert die Atmosphäre passieren.
- *Warum kann die einfallende Strahlung die Atmosphäre nahezu durchdringen und die ausgehende Strahlung wird beinahe vollständig absorbiert?*

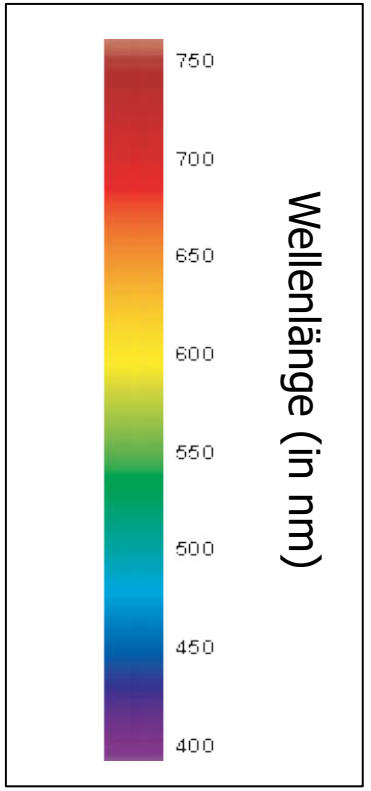


Für ein Verständnis des Klimawandels ist ein kurzer Einblick in den Energiehaushalt der Erde notwendig.

- Die Erde strahlt etwa 390 W/m² ab – davon können aber nur etwa 40 W/m² ungehindert die Atmosphäre passieren.
- *Warum kann die einfallende Strahlung die Atmosphäre nahezu durchdringen und die ausgehende Strahlung wird beinahe vollständig absorbiert?*
- Über das Wiensche Verschiebungsgesetz kann die Wellenlänge bestimmt werden, bei der ein Körper der Temperatur T die intensivste Strahlung abgibt:

$$\lambda_{max}(T) = 2897{,}8\,\mu m \cdot \frac{1}{T}$$





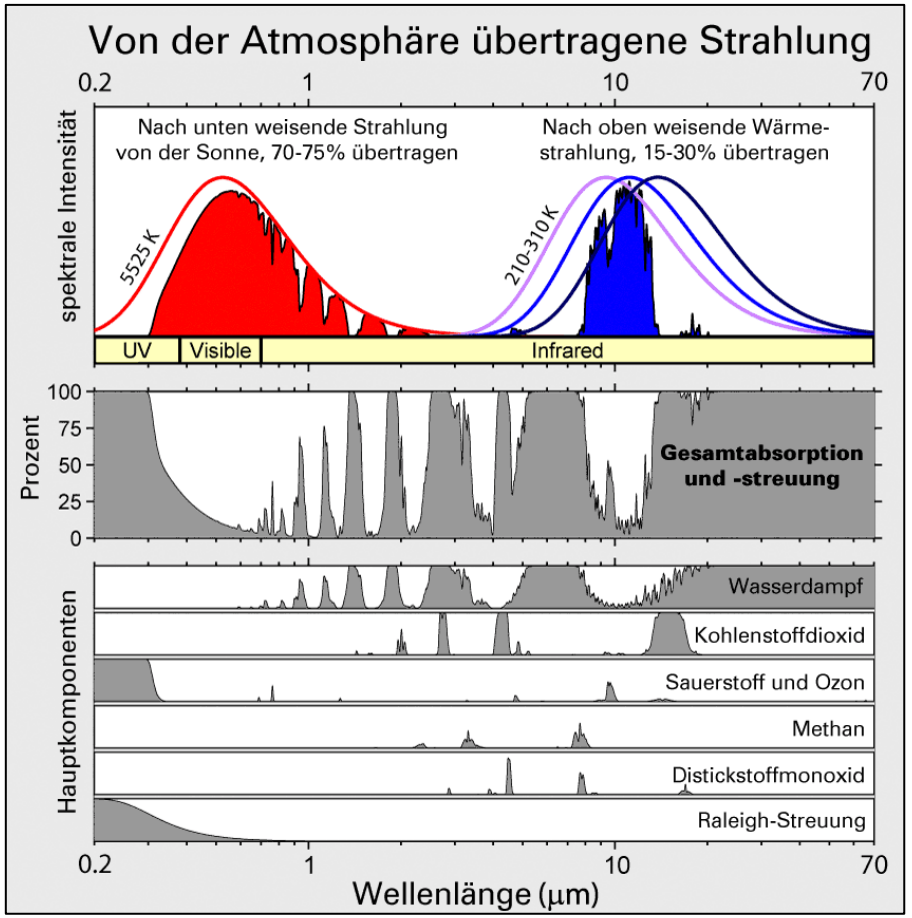
Quelle Abbildungen: Glühen – Wärmebehandlung von Stahl (maschinenbau-wissen.de) und Optoelektronik - Was ist Licht (heidbreder.info)

Für ein Verständnis des Klimawandels ist ein kurzer Einblick in den Energiehaushalt der Erde notwendig.

- Die Erde strahlt etwa 390 W/m² ab – davon können aber nur etwa 40 W/m² ungehindert die Atmosphäre passieren.
- *Warum kann die einfallende Strahlung die Atmosphäre nahezu durchdringen und die ausgehende Strahlung wird beinahe vollständig absorbiert?*
- Über das Wiensche Verschiebungsgesetz kann die Wellenlänge bestimmt werden, bei der ein Körper der Temperatur T die intensivste Strahlung abgibt:

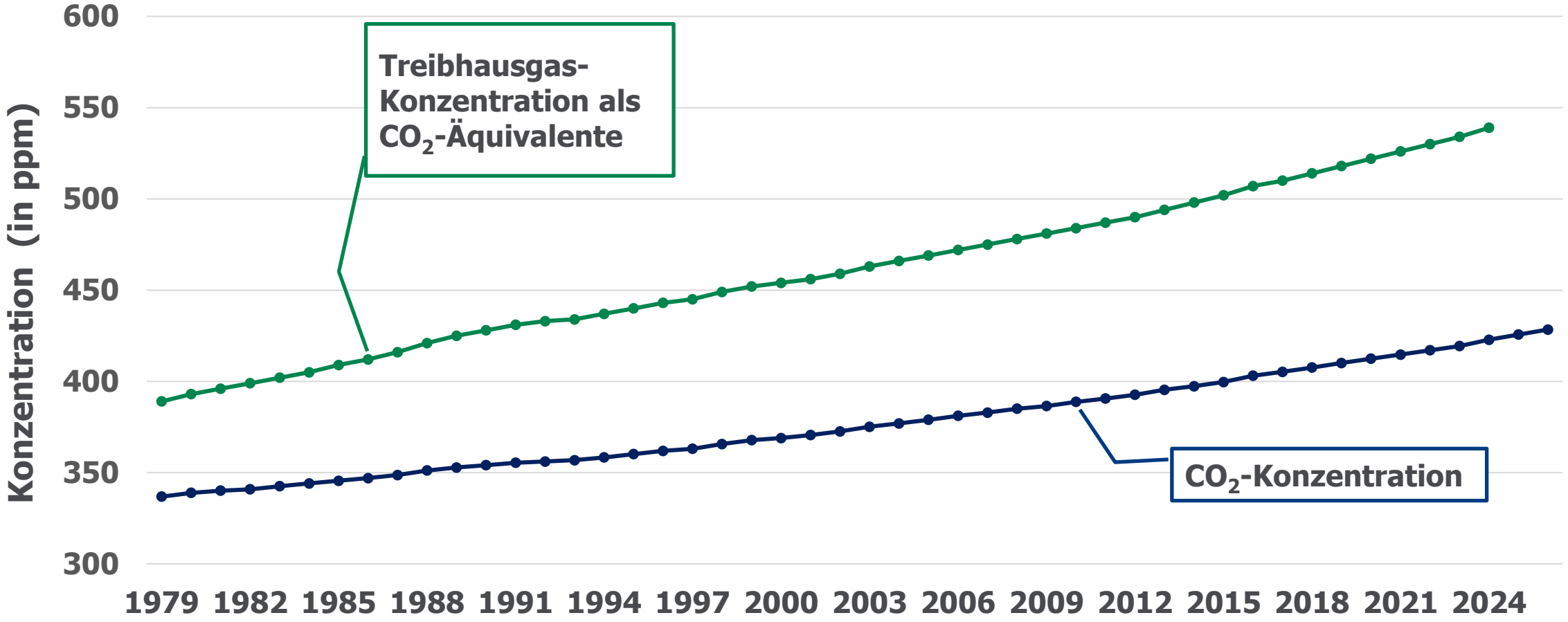
$$\lambda_{max}(T) = 2897{,}8\ \mu m \cdot \frac{1}{T}$$

- Die langwellige Strahlung der Erde wird von der Atmosphäre zu einem großen Teil absorbiert und führt zur atmosphärischen Gegenstrahlung von 324 W/m².



Quelle Abbildung: Treibhauseffekt – Wikipedia

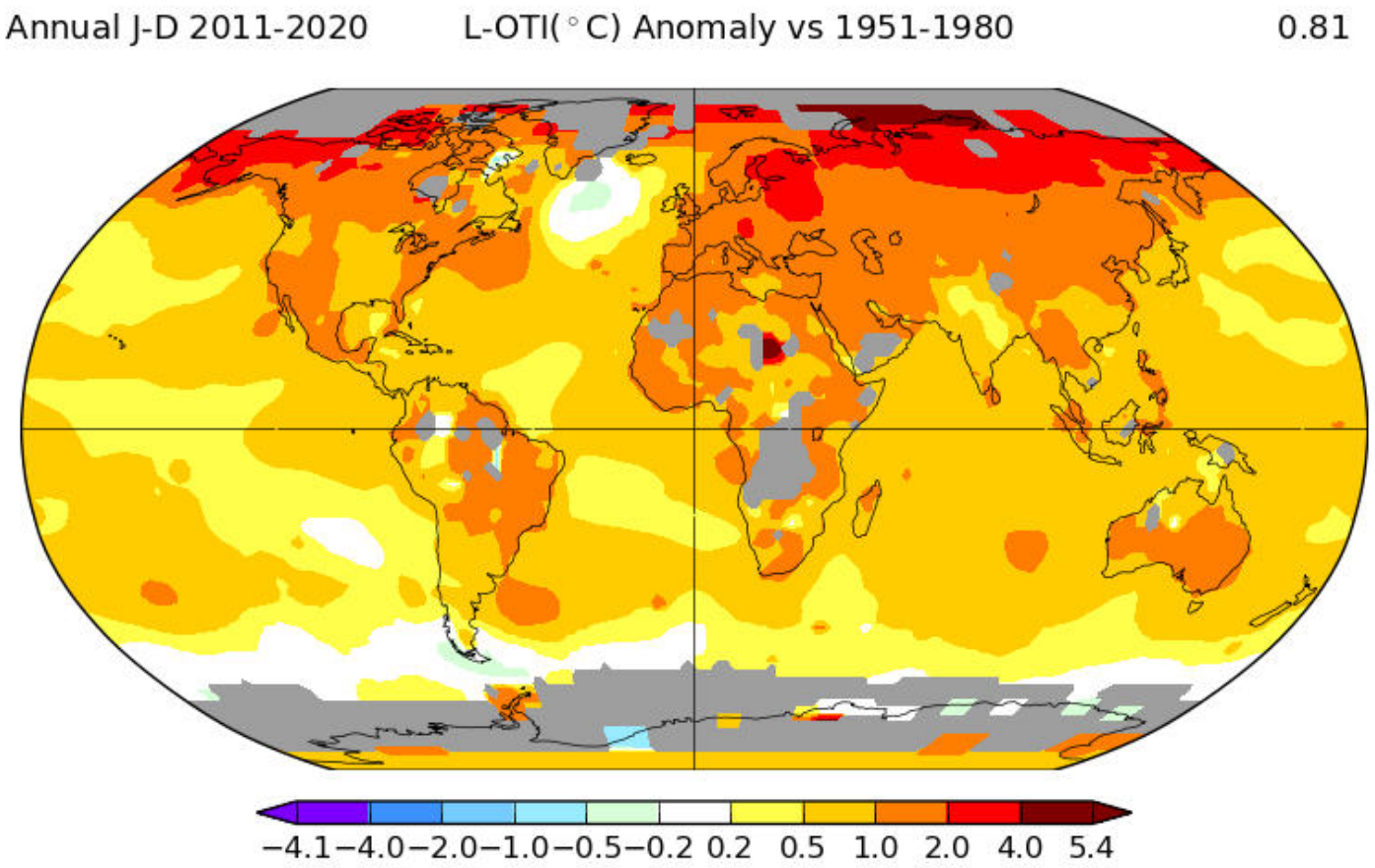
In den letzten 40 Jahren ist die CO_2-Konzentration von unter 340 ppm auf über 420 ppm angestiegen.



Quelle: Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen | Umweltbundesamt

[1]mit einer Wahrscheinlichkeit von 66%

Großwetterlagen sind in den letzten Jahr aufgrund des reduzierten Temperaturgradienten beständiger.



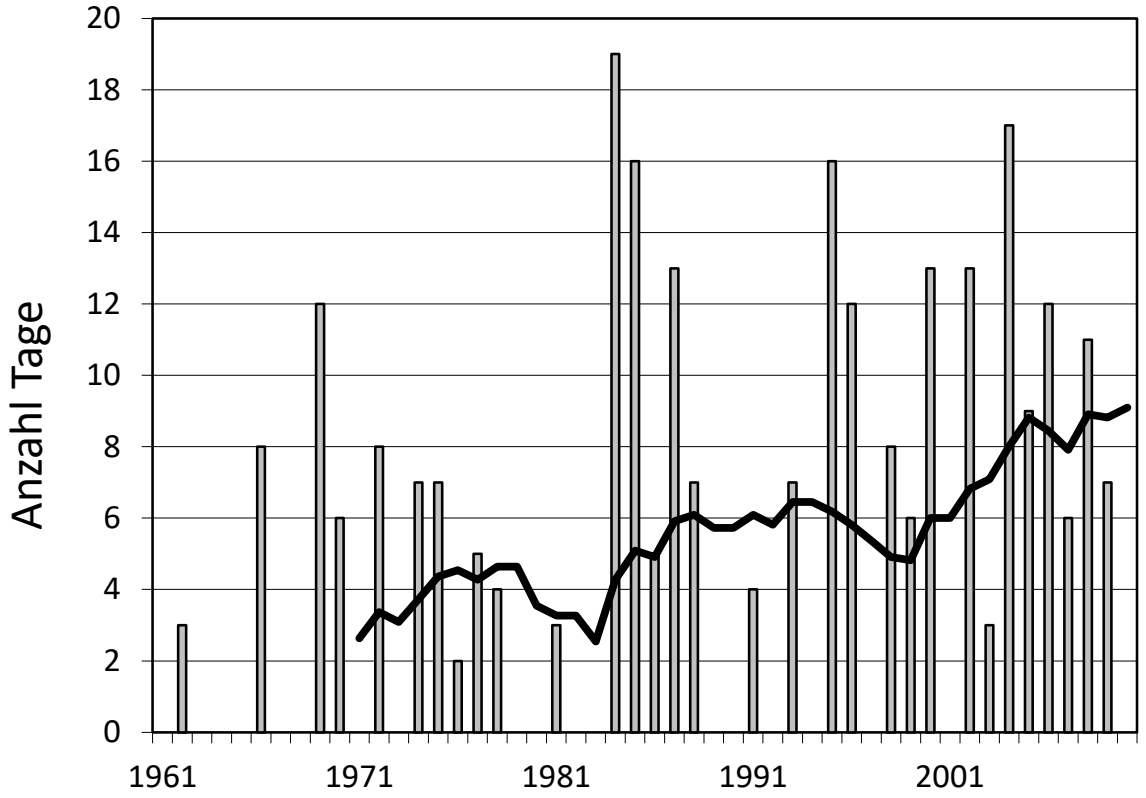
- In den letzten Jahren hat sich die Luft über dem Nordpol intensiver als am Äquator. erwärmt.
- Als Folge des reduzierten Temperaturgradienten zwischen Nordpol und Äquator schwächen sich zonale Strömungen ab.
- Durch die reduzierte Verlagerungsgeschwindigkeit kommt es vermehrt zu extremen Wettersituationen, z.B. extremer Hitze.

➔Großwetterlagen sind beständiger.

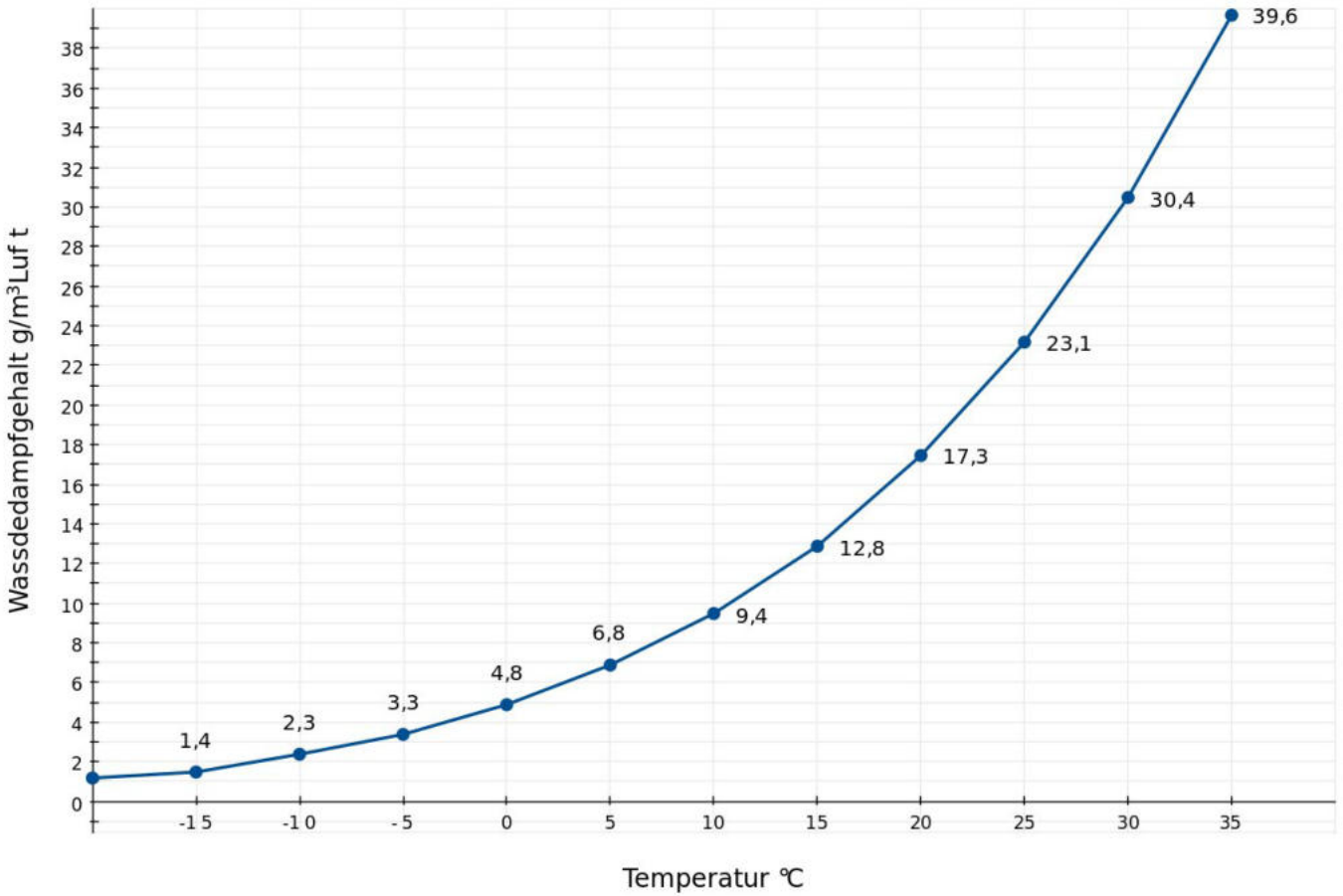
Das Auftreten der Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen.

Beispiele Tief Mitteleuropa

1. **Quintia (2014)**
   - 292 Liter pro Quadratmeter in sieben Stunden
   - Anstieg der Ems um sieben Meter
2. **Friederike (2016)**
   - Starke Niederschläge über zwei Wochen
   - Schäden von mehr als 1 Mrd. Euro
3. **Bernd (2021)**
   - Schäden von mehr als 8 Mrd. Euro



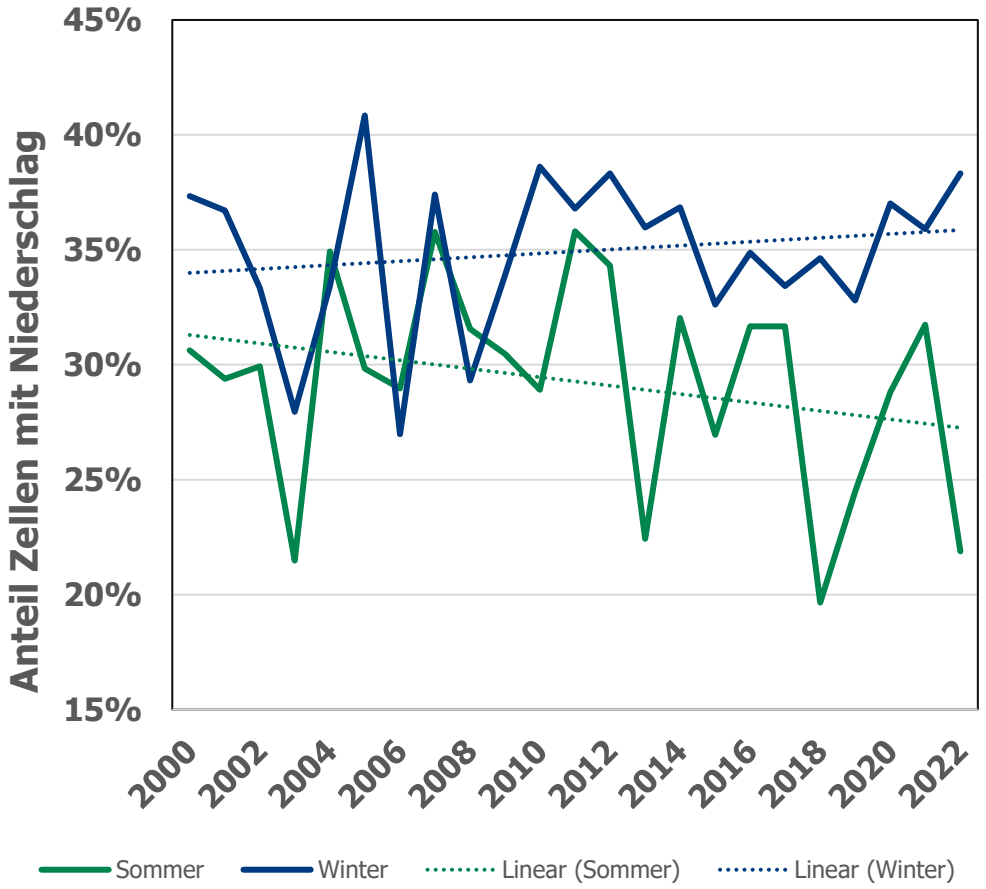
Über die Taupunktkurve kann die Auswirkung der Temperatur-zunahme auf den Starkregen abgeschätzt werden.

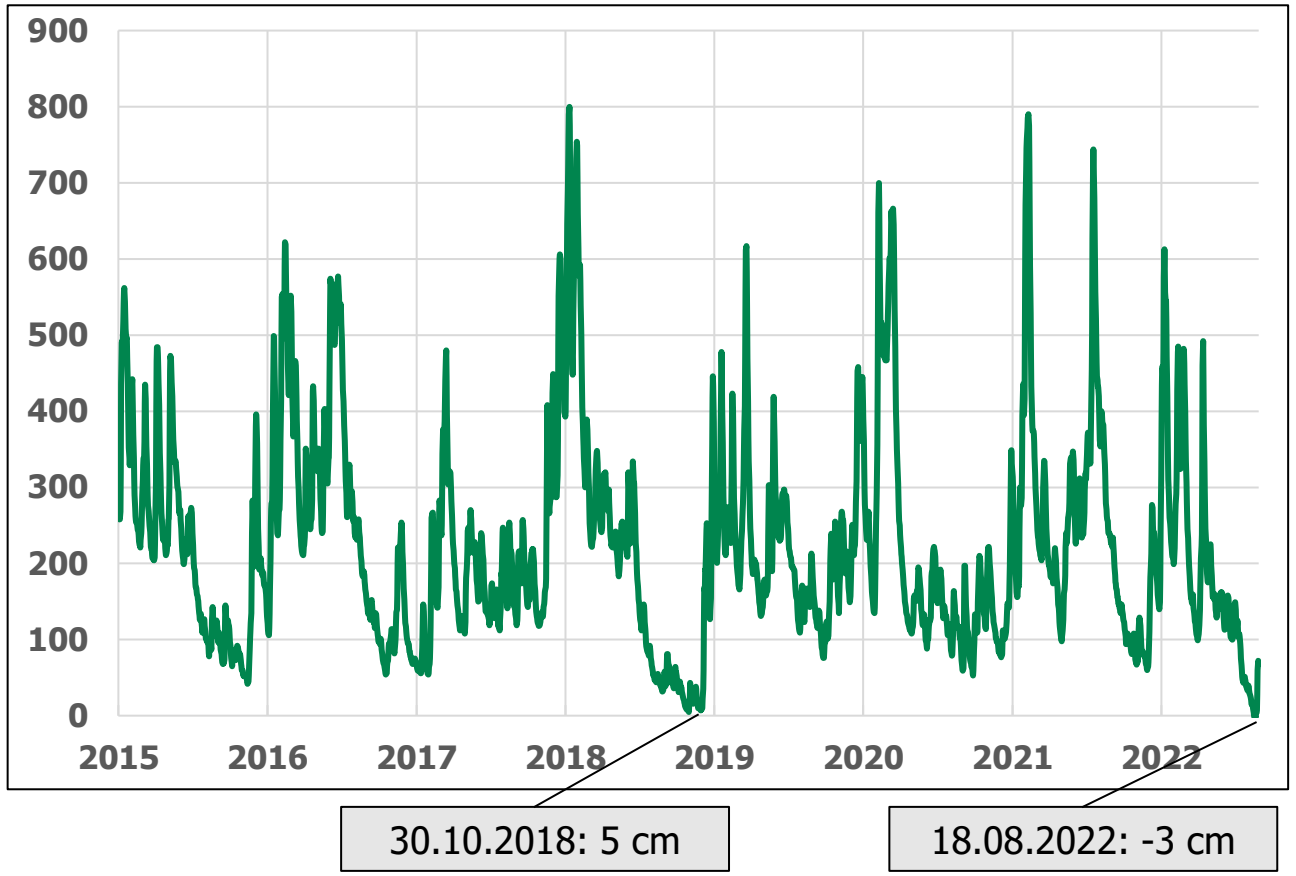


- Luft kann pro Grad Temperatur-zunahme 7 % mehr Wasserdampf aufnehmen.
- Wasserdampfgehalt in einer Luftsäule
  - Polarregionen: 5 kg/m²
  - Tropen: 70 kg/m²
- Niederschlag wird seltener auftreten, aber intensiver ausfallen.

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Taupunkt#/media/Datei:Taupunktkurve.svg

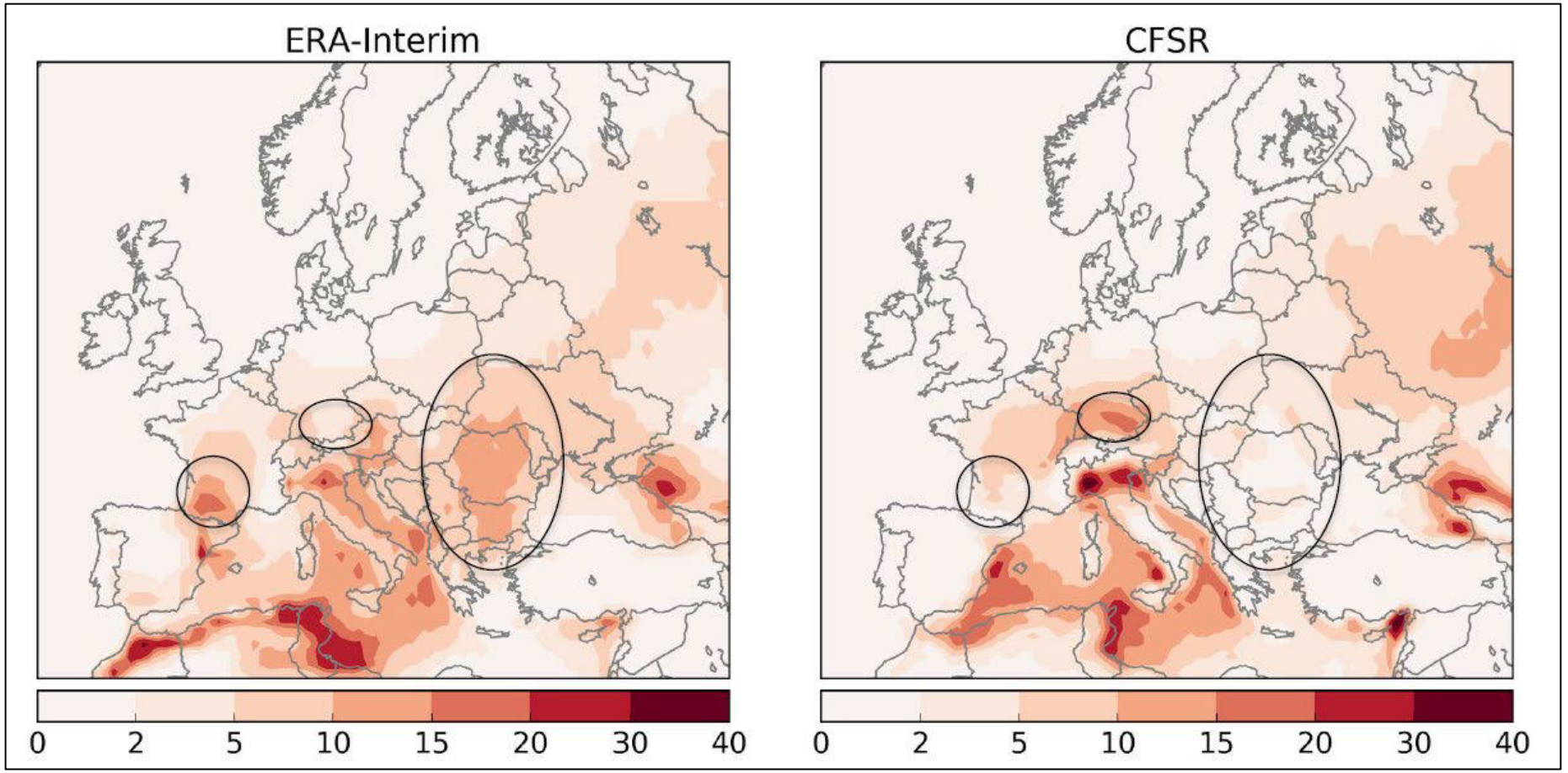
Auch in Deutschland kann anhand der REGNIE-Daten bereits eine leichte Änderung der Niederschlagsklimatologie erkannt werden.





Quellen: **DWD –** Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Leistungen - REGNIE – Regionalisierte Niederschlagshöhen (dwd.de) https://www.contargo.net/de/goodtoknow/lws/history/

Eine labil geschichtete Atmosphäre als Voraussetzung für Gewitter mit Starkregen findet sich vor allem in warmen Regionen.



Anzahl der Zeitschritte mit einer CAPE > 1000 J/kg in zwei Reanalysedatensätzen.

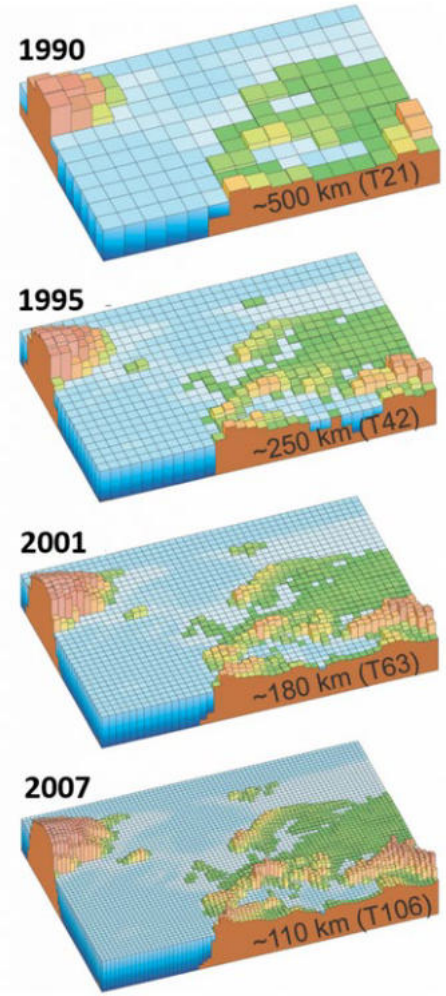
Quelle: ESSL (European Severe Storms Labatory)

Agenda

1. **Starkregen**
   Entstehung und Messung von Starkregenereignissen
   Schadenpotential von Starkregenereignissen
2. **Der rezente Klimawandel**
   Ein kurzer Einblick in Ursachen und Mechanismen
   Auswirkung auf Extremereignisse
3. **Der zukünftige Klimawandel**
   Ableitung des anthropogenen Einflusses anhand der Attributionsforschung
4. **Fazit**

Was können Klimamodelle – und wo liegen die Schwächen?

1. **Szenarien**
   Klimamodelle funktionieren auf der Basis von „Wenn-Dann-Szenarien“: Was passiert mit dem Klima, wenn eine bestimmte Menge CO_2 in der Atmosphäre ist?
2. **Maschenweite**
   Bei globalen Klimamodellen liegt die Auflösung bei 50 – 100 km – viele wichtige Prozesse können daher nur parametrisiert werden.



Quelle: https://klimasimulationen.de/modelle/

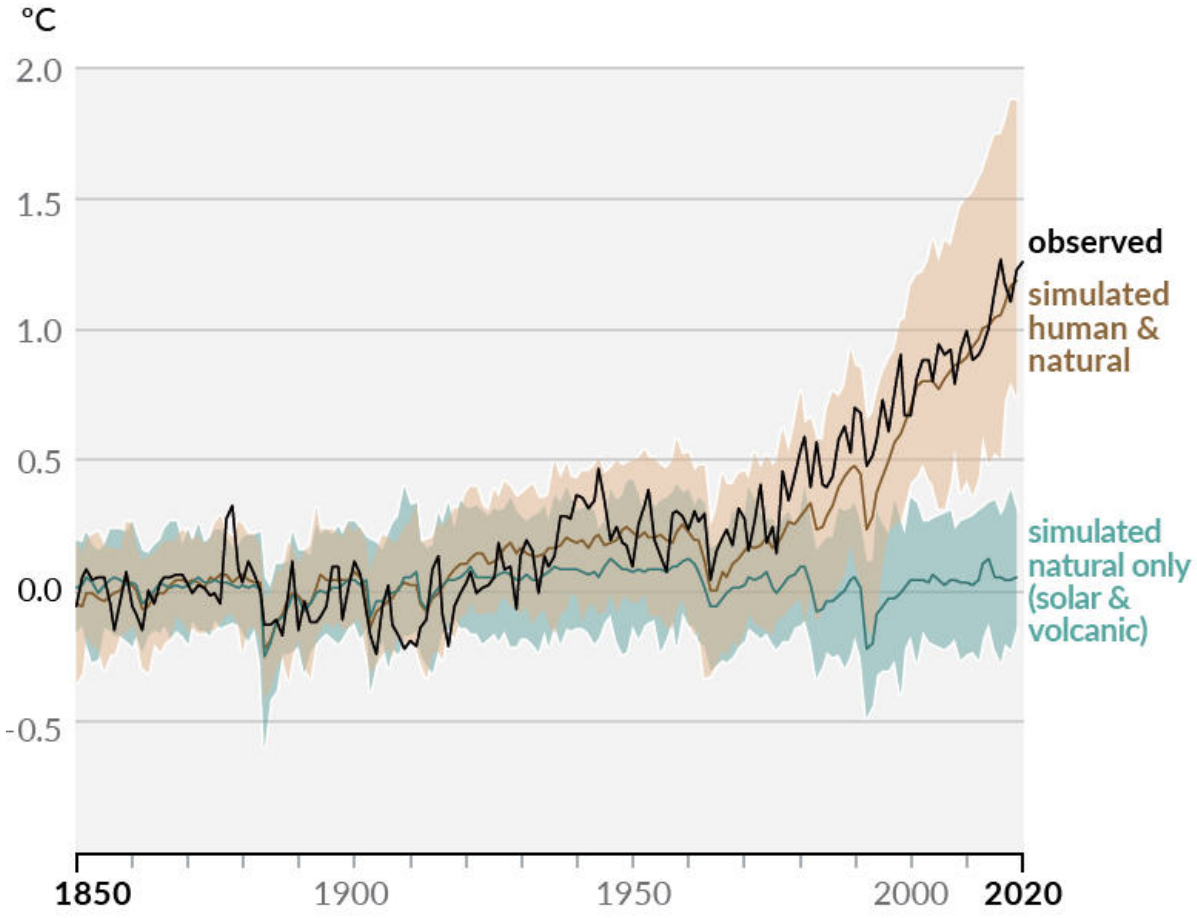
Was können Klimamodelle – und wo liegen die Schwächen?

1. **Szenarien**
   Klimamodelle funktionieren auf der Basis von „Wenn-Dann-Szenarien“: Was passiert mit dem Klima, wenn eine bestimmte Menge CO_2 in der Atmosphäre ist?
2. **Masch**
   Bei glo … e
   könner…
3. **Klimas**
   Mit Klir…
   Konzen…
4. **Strahlungsantrieb**
   Der Einfluss von Wolken auf die Klimaentwicklung ist nicht ausreichend erforscht und mit großen Unsicherheiten behaftet.

Von den Wettermodellen unterscheiden sich Klimamodelle insofern, dass (fast) es keine Abhängigkeit von den nicht (ausreichend) bekannten Startbedingungen gibt.

Quelle: https://klimasimulationen.de/modelle/

Der beobachtete Klimawandel kann nicht ohne anthropogene Effekte erklärt werden.



Beobachtungen

Modelle mit natürlichen Antrieben, z.B.

- Erdbahnparameter
- Vulkanausbrüche
- Plattentektonik

Modelle mit anthropogenen und natürlichen Antrieben, z.B.

- Treibhausgasemissionen
- Änderung der Landnutzung

Quelle: : 6. Sachstandbericht des IPCC, Summary for Policymakers 2021

Das 2°C-Ziel wird nur bei deutlicher Reduktion der CO_2-Emissionen eingehalten werden können.

Betrachtet werden drei Klimaszenarien

extremes Szenario

CO_2-Konzentration 1370 ppm

Weltbevölkerung > 12 Mrd.

Hauptsächlich fossile Brennstoffe

Quelle: Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), Prof. Dr. Held (Universität Hamburg)

Das 2°C-Ziel wird nur bei deutlicher Reduktion der CO_2-Emissionen eingehalten werden können.

Betrachtet werden drei Klimaszenarien

extremes Szenario

mittleres Szenario

CO_2-Konzentration 850 ppm

Weltbevölkerung ca. 10 Mrd.

Hauptsächlich fossile Brennstoffe, aber geringerer Energieverbrauch als beim extremen Szenario.

Quelle: Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), Prof. Dr. Held (Universität Hamburg)

Das 2°C-Ziel wird nur bei deutlicher Reduktion der CO_2-Emissionen eingehalten werden können.

Betrachtet werden drei Klimaszenarien

extremes Szenario

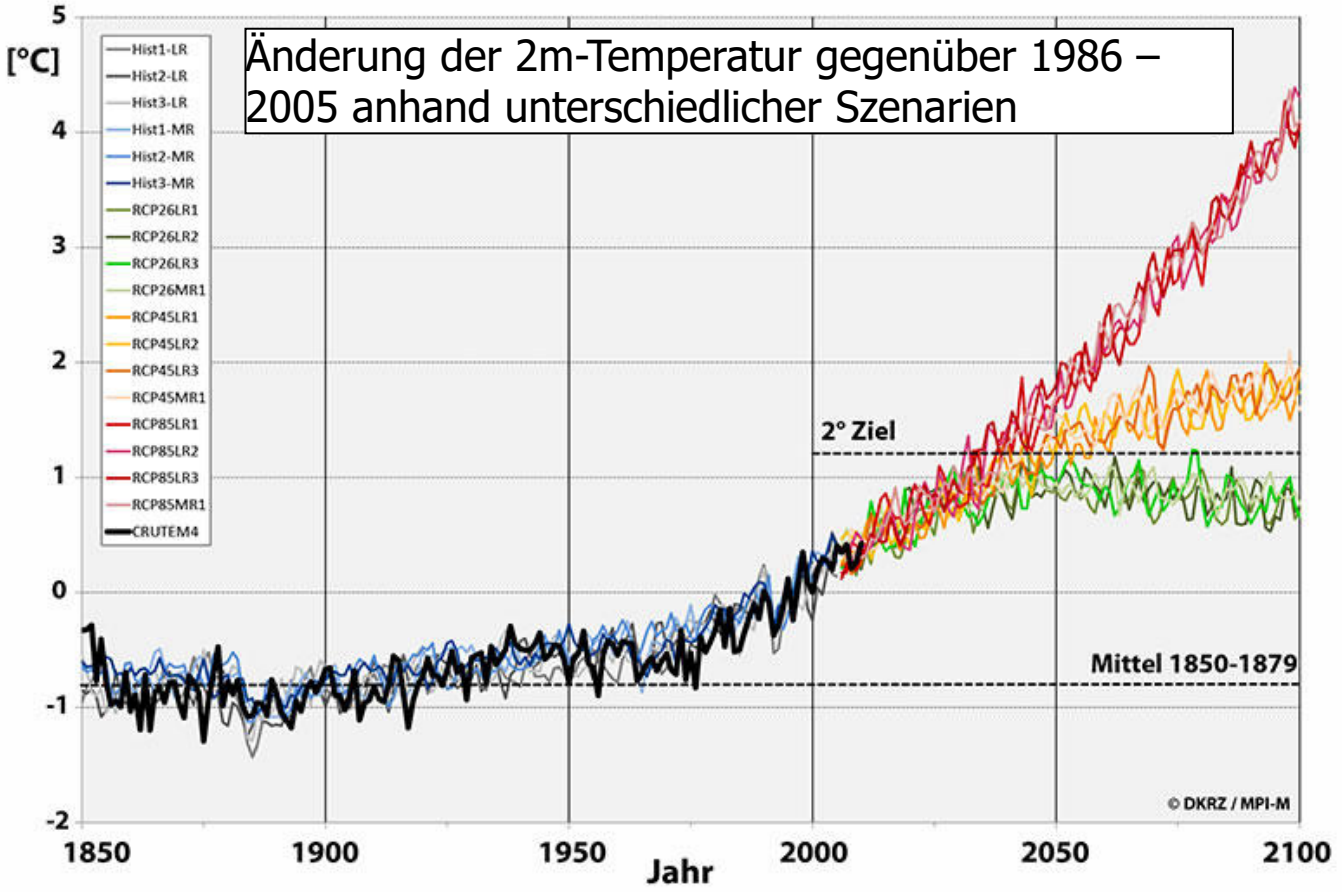
mittleres Szenario

moderates Szenario

CO_2-Konzentration 490 ppm

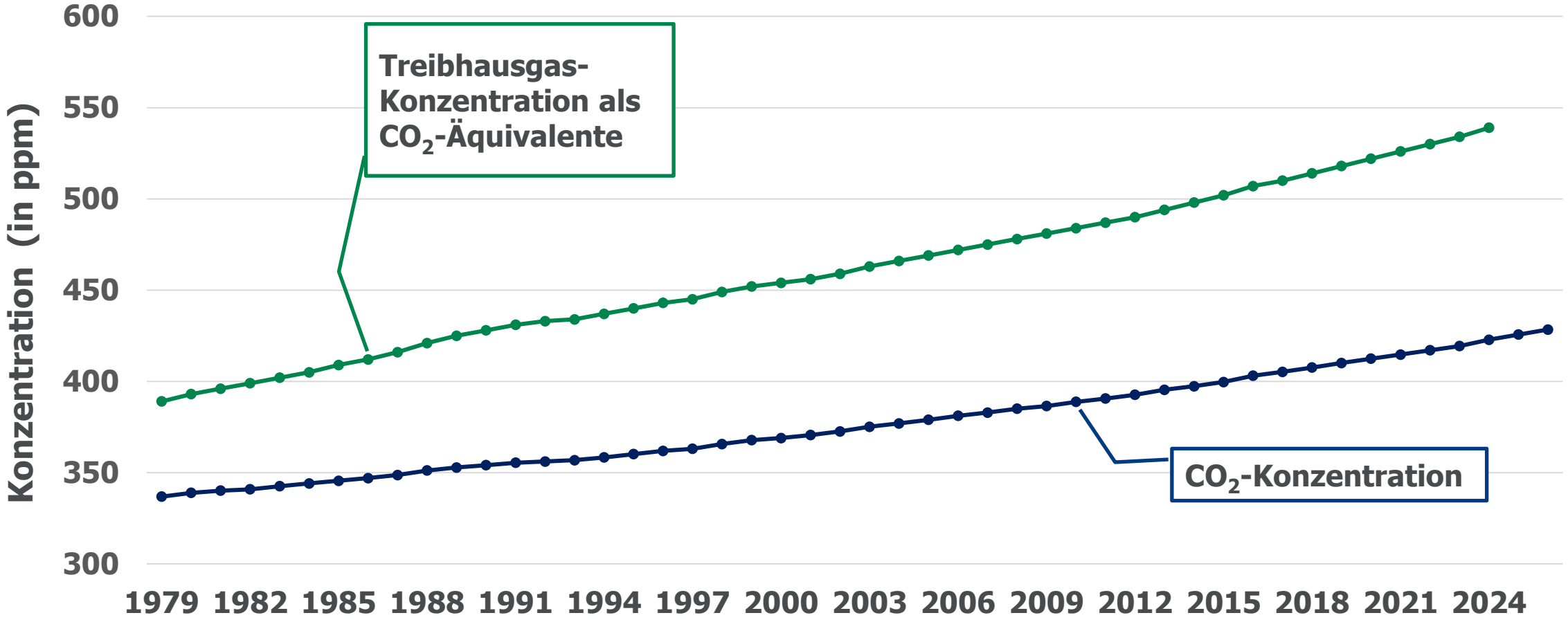
Weltbevölkerung ca. 8,5 Mrd.

Deutlich größerer Anteil an regenerativen Energieträgern



Quelle: Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), Prof. Dr. Held (Universität Hamburg)

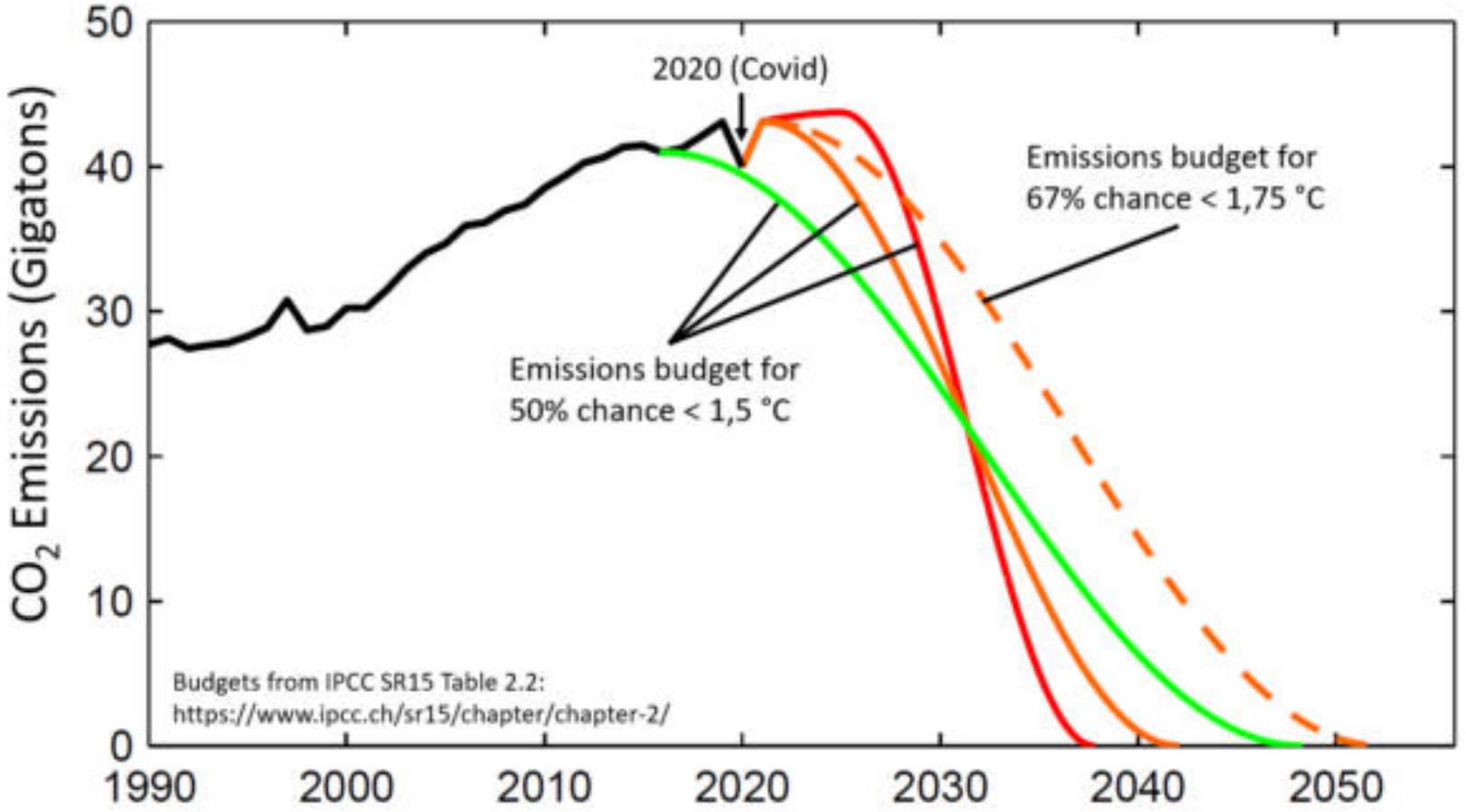
Zur Unterschreitung der 2-Grad-Grenze[1] müsste die Treibhausgas-Konzentration unterhalb 450 ppm CO_2-Äquivalenten gehalten werden.



Quelle: Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen | Umweltbundesamt

[1]mit einer Wahrscheinlichkeit von 66%

Auf der Klimakonferenz in Paris wurde 2015 beschlossen, die Erwärmung anstelle von 2°C möglichst auf 1,5°C zu begrenzen.



Quelle: Stefan | RealClimate

Auf dem Klimagipfel in Paris wurde 2015 beschlossen, die Erwärmung anstelle von 2°C möglichst auf 1,5°C zu begrenzen.

1,5°C	gegenüber	2,0°C
52 %	Wahrscheinlichkeit, dass jedes zweite Jahr so heiß wird, wie das bisherige Rekordjahr 2016	88 %
42 %	Wahrscheinlichkeit, dass es jedes Jahr zu einer Hitzewelle wie 2003 kommt	59 %
fast 700 Millionen	Zahl der Menschen weltweit, die mindestens alle 20 Jahren enormen Hitzewellen ausgesetzt sein werden	mehr als 2 Milliarden
34 cm	Anstieg des mittleren Meeresspiegels der Nordsee bei Cuxhaven	53 cm
alle 100 Jahre	Häufigkeit mit der in Cuxhaven eine Sturmflut mit bisheriger Jährlichkeit von 500 Jahren zu rechnen ist	alle 33 Jahre
alle 40 Jahre	Durchschnittliche Häufigkeit, mit der das Nordpolarmeer im September eisfrei ist	alle 3 – 5 Jahre

Quelle: Infografik: Machen 0,5 °C weniger Erderwärmung wirklich einen Unterschied? | klimafakten.de

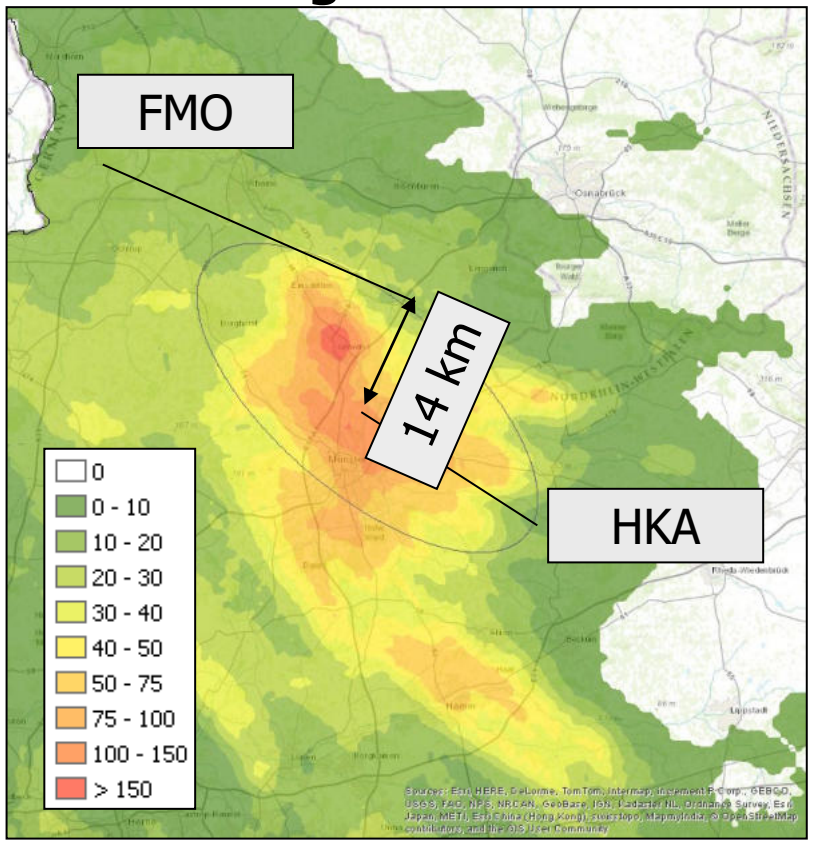
Die Attributionsforschung untersucht den ursächlichen Einfluss des Klimawandels auf extreme Ereignisse.

- Die Attributionsforschung kann bei klimatologischen Ereignissen den Einfluss des anthropogenen Klimawandels gut abschätzen. Bei kleinräumigen Ereignissen ist die Abschätzung des Einflusses schwieriger.
- Zwei Simulation des zukünftigen Klimas
  - Verwendung ausschließlich natürlicher Antriebe
  - Verwendung von natürlichen und anthropogenen Antrieben
- Beispiel: Hitzewelle 2019 in Frankreich
  - heutige Eintrittswahrscheinlichkeit (je Region): 50 – 150 Jahre
  - Aufgrund des Klimawandwandels wurde ein solches Ereignis 10x wahrscheinlicher und würde sonst nur alle 1000 Jahre auftreten.

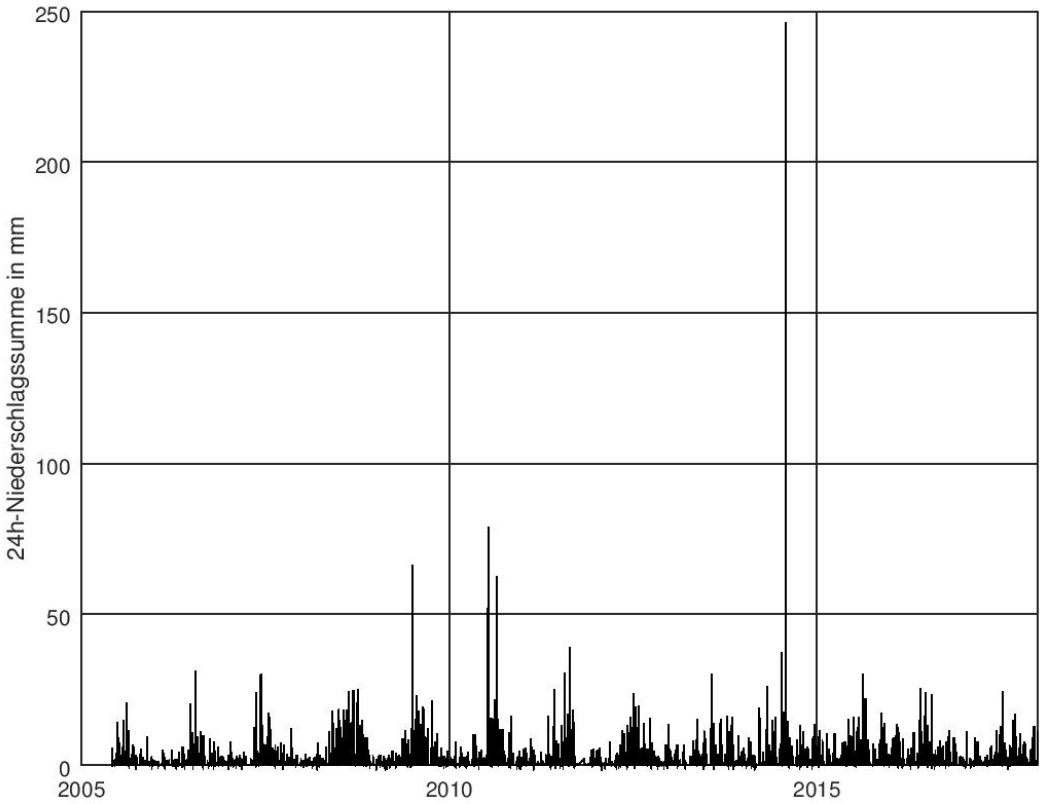
Quelle: Klimawandel und Attributionsforschung (dkkv.org) und Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Attributionsforschung (dwd.de)

Voraussetzung für die Attributionsforschung sind ausgedehnte und nicht zu seltene Extremereignisse.

Ausdehnung

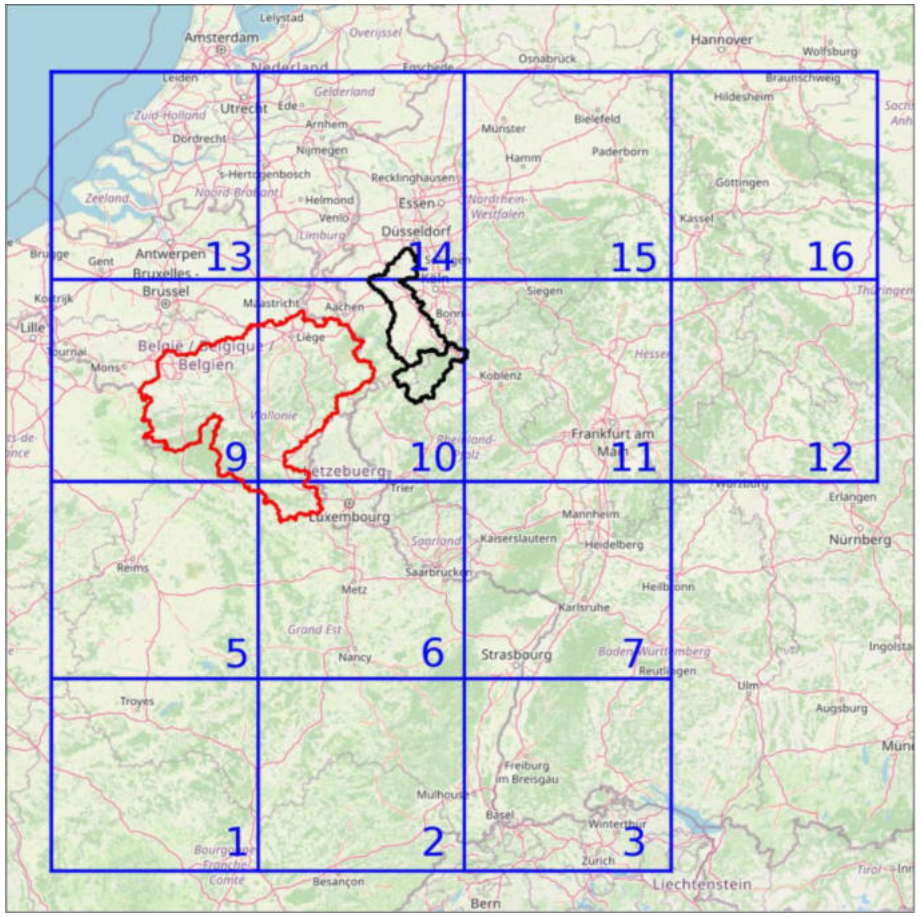


Auftreten



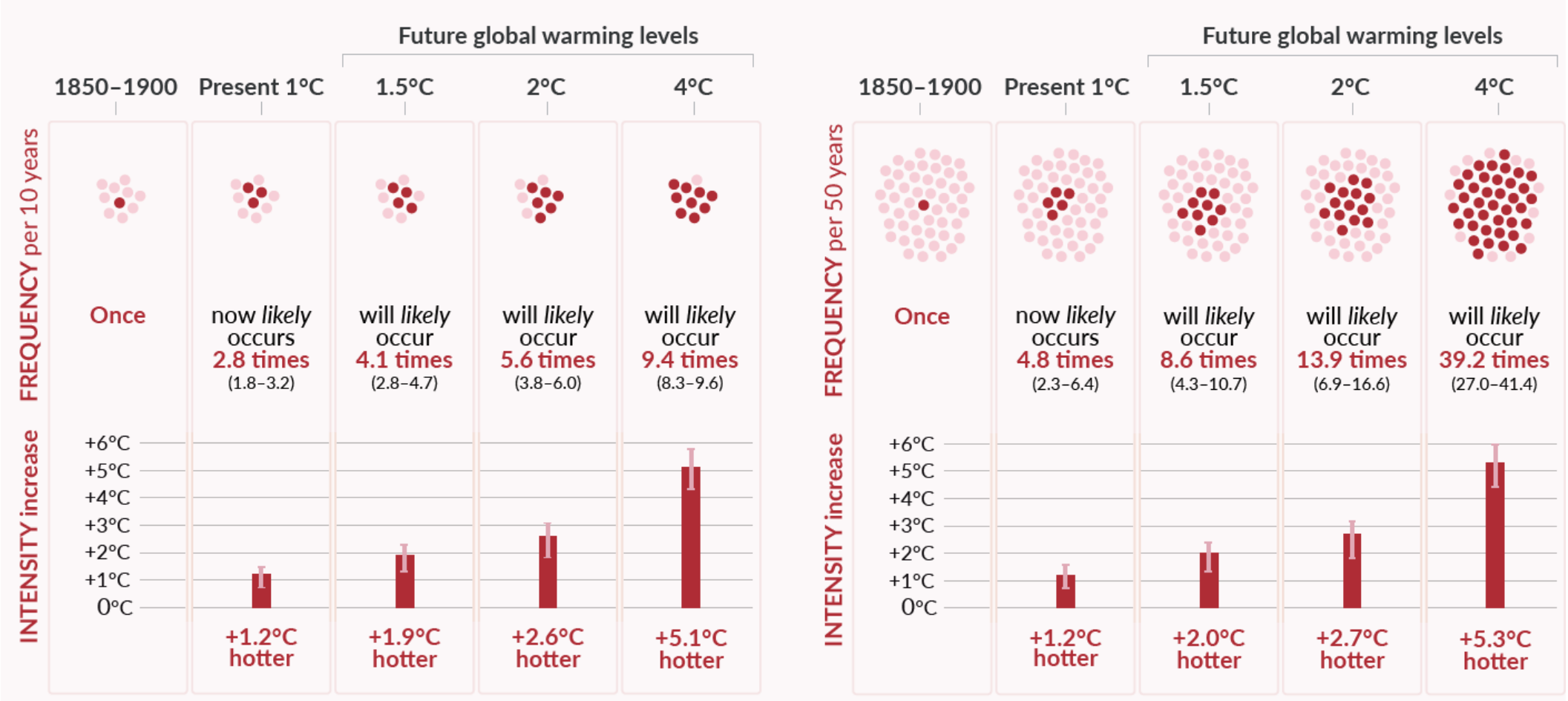
Schlussfolgerungen aus der Attributionsforschung für das Beispiel des Tiefdruckgebiets „Bernd“

- In einem Gebiet in Westeuropa, das von den Niederlanden bis zu den nördlichen Alpen reicht, ergibt für ein solches Ereignis eine Wiederkehrperiode von 400 Jahren.
- Verglichen mit einem um 1,2 °C kühlerem Klima kann von einer Steigerung des maximalen ein- beziehungsweise zweitägigen Niederschlags von 3 – 19 % ausgegangen werden.
- Gegenüber dem 1,2 °C kühleren Klima hat sich auch die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein entsprechendes ein- beziehungsweise zweitägiges Ereignis um einen Faktor zwischen 1,2 und 9 erhöht.
- Bei einer weiteren Erhöhung um 0,8 °C erhöht sich die Intensität um zusätzliche 0,8 – 6 % und die Eintrittswahrscheinlichkeit um einen Faktor von 1,2 – 1,4.



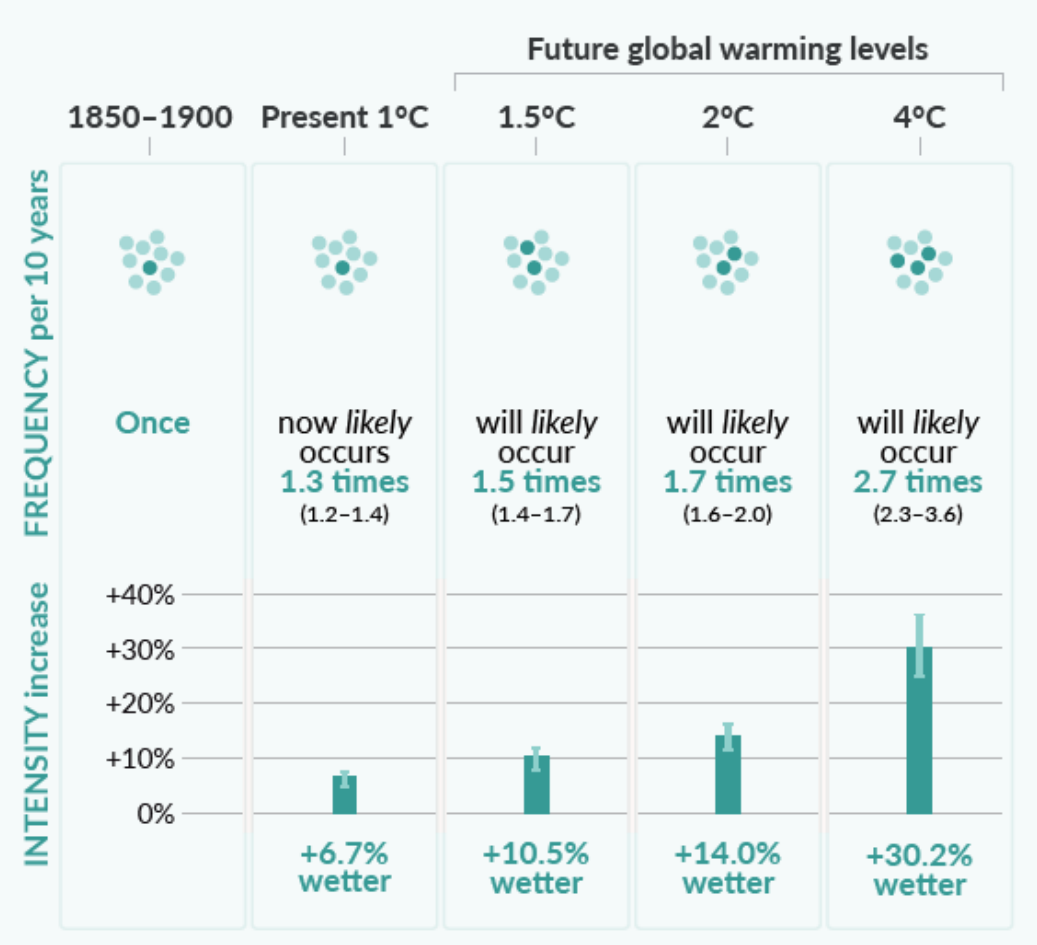
Quelle: https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/

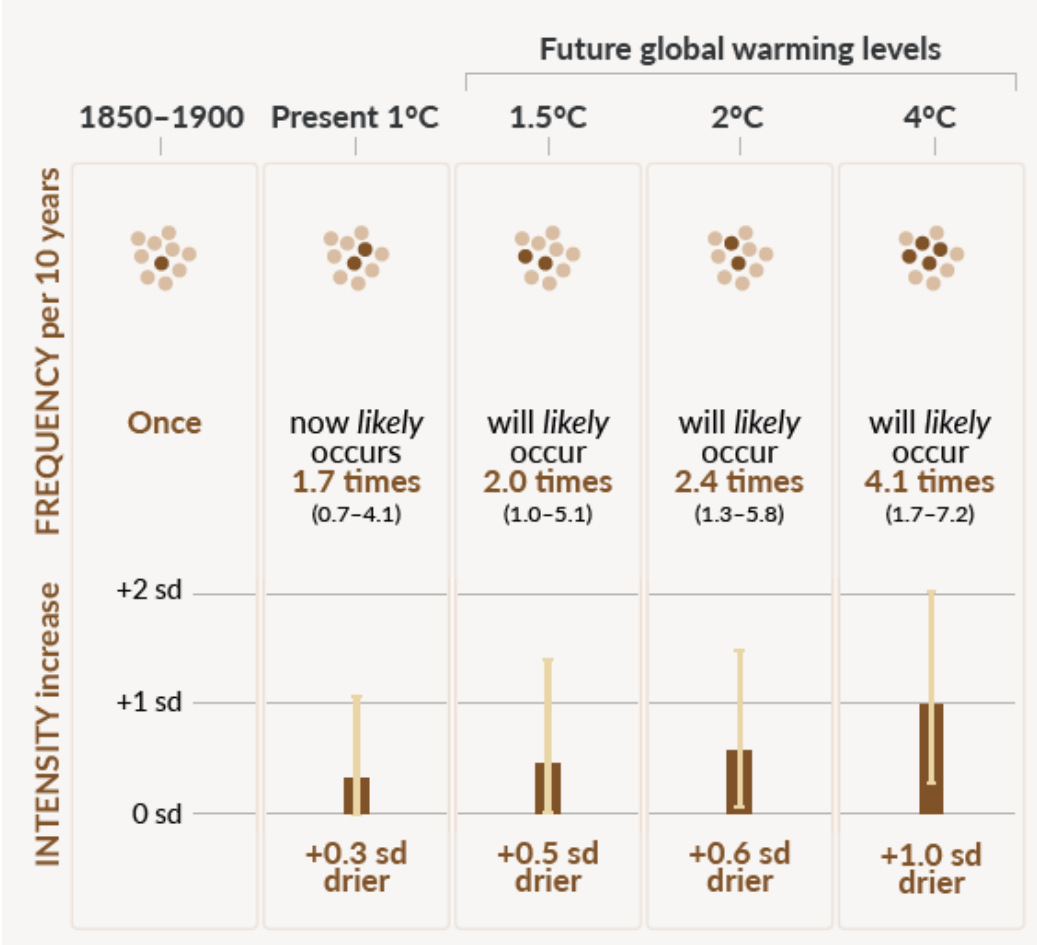
Durch die Temperaturzunahme treten Extremereignisse zukünftig wahrscheinlich häufiger auf.



Quelle: 6. Sachstandbericht des IPCC, Summary for Policymakers 2021

Durch die Temperaturzunahme treten Extremereignisse zukünftig wahrscheinlich häufiger auf.





Quelle: 6. Sachstandbericht des IPCC, Summary for Policymakers 2021

Agenda

1. **Starkregen**
   Entstehung und Messung von Starkregenereignissen
   Schadenpotential von Starkregenereignissen
2. **Der rezente Klimawandel**
   Ein kurzer Einblick in Ursachen und Mechanismen
   Auswirkung auf Extremereignisse
3. **Der zukünftige Klimawandel**
   Ableitung des anthropogenen Einflusses anhand der Attributionsforschung
4. **Fazit**

Starkregen kann existenzbedrohende Folgen haben und wird in Deutschland häufig unterschätzt.

- Das Naturgefahrenrisiko – vor allem aber das Risiko durch Starkregen – wird in Deutschland unterschätzt.
- Konvektive Niederschlagsereignisse mit hohem Schadenpotential können nur mit dem RADAR erfasst werden.
- Starkniederschläge treten (an einem Ort) selten auf, können aber existenzbedrohende Schäden verursachen.
- Anhand der Attributionsforschung kann der menschliche Einfluss auf aktuelle Extrem-ereignisse – wie Hitzewellen oder Sturzfluten – nachgewiesen und quantifiziert werden.
- Durch den zukünftigen Klimawandel werden Extremereignisse – wie beispielsweise Starkregenereignisse – zukünftig häufiger auftreten und aufgrund von zusätzlicher Wertekonzentration höhere Schäden verursachen.
- Eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5 °C hat einen deutlichen Einfluss auf negative Auswirkungen wie das Risiko durch Sturmfluten oder Hitzewellen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Dr. Tim Peters

tim.peters@datenservice.plus

0170/3166093