

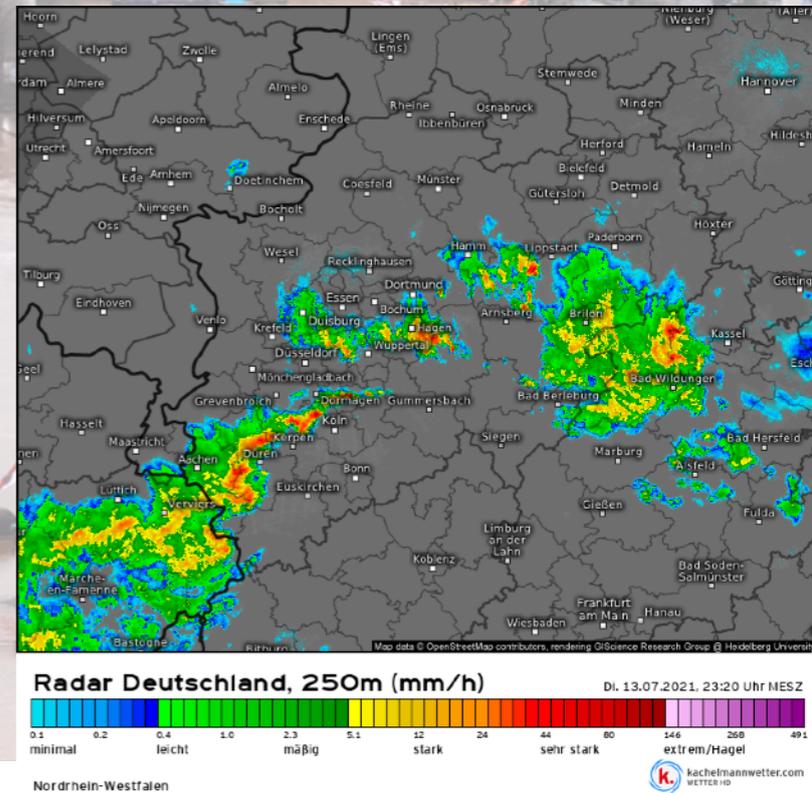
Zukünftige Gefährdung durch Gewitter und Starkregen in Hessen

Christopher Purr, Erwan Brisson, **Bodo Ahrens**

Institut für Atmosphäre und Umwelt
Goethe-Universität Frankfurt/Main

In Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie und dem Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, sowie in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD)

Westeuropa (12-15 Juli 2021)



langsames Wettersystem,
Hebung am Mittelgebirge,
verstärkte konvektive Aktivität



Extrem ergiebiger Dauerregen
+
hohe Vorfeuchte der Böden



Flusshochwasser

Jährlichkeit: > 100 y
versicherte Schäden:
~7 Milliarden EUR
Tote: 184 allein in D

Unwetter Wiesbaden am 11.7.2014

15/07/2014

wiesbaden **112**.de

Heftiger Starkregen überflutet Rambach, Sonnenberg und die Innenstadt



Die Wiesbadener Feuerwehren kommen nicht zur Ruhe: Ein Unwetter hat am Freitag die Einsatzkräfte erneut in Atem gehalten. Starkregen hat für erheblichen Überflutungen in den Stadtteilen Naurod, Rambach und Sonnenberg gesorgt. Auch vor der Innenstadt von Wiesbaden machte das Wasser nicht Halt – das Kurhaus und das Parkhaus unter dem Bowling Green liefen mit Wasser voll.

Wiesbaden-Auringen

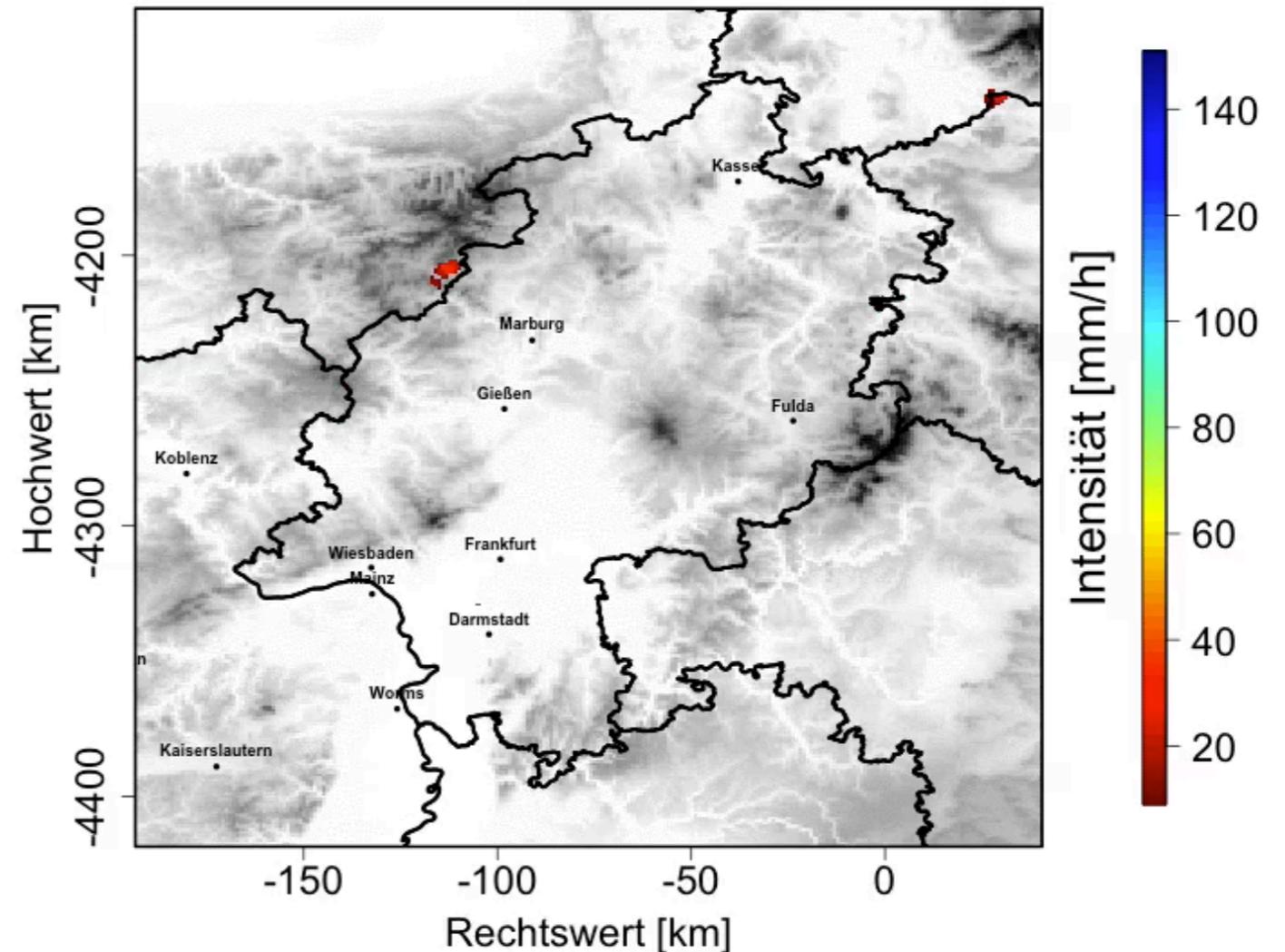
45,4 l/m²

Starkregen



Sturzflutereignis

Radar: 11.07.14 10:00

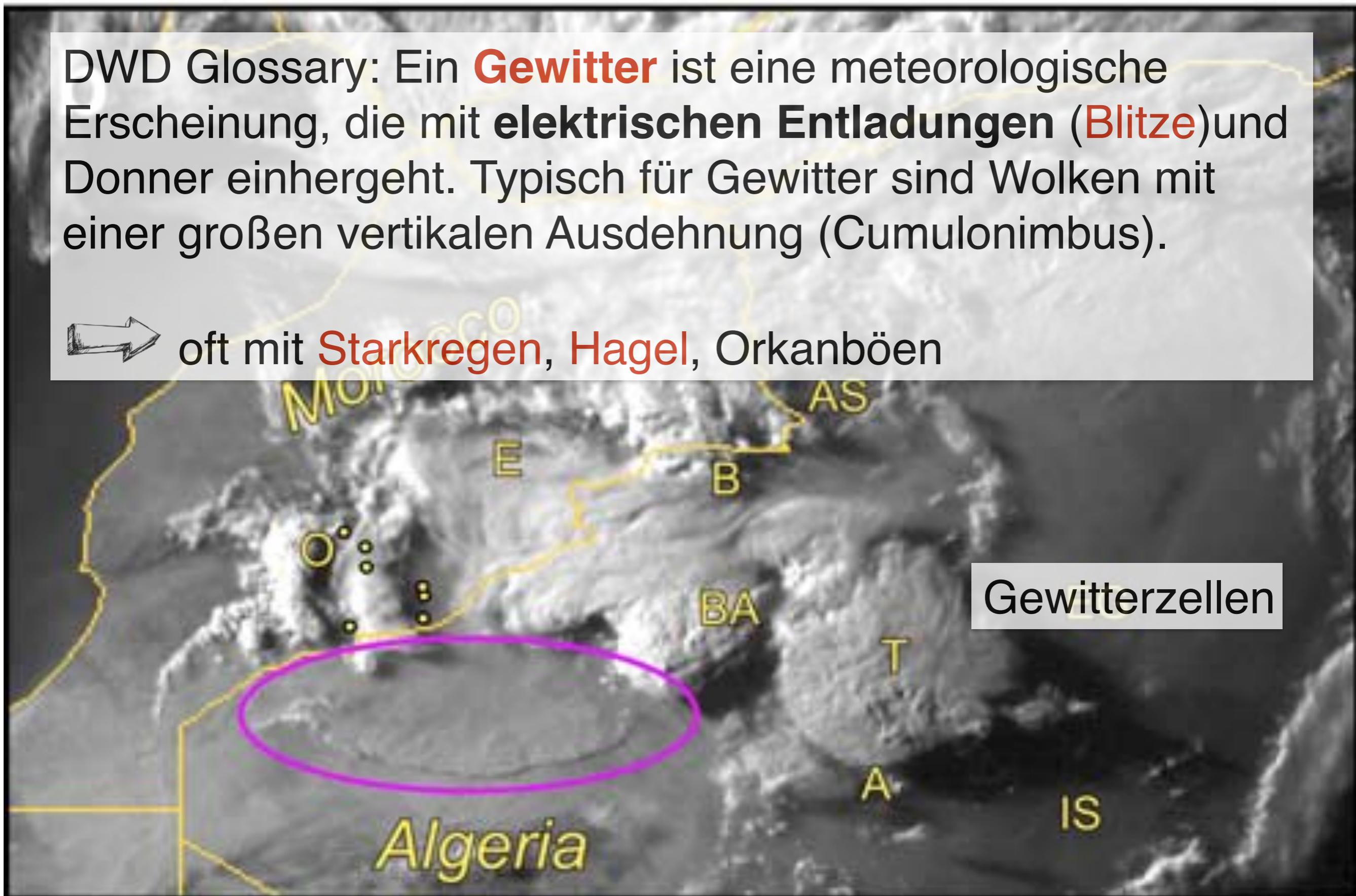


Münchner Rückversicherung:

“Sie vorherzusagen ist nahezu unmöglich. Damit sind kurzfristige Maßnahmen zur Schadenreduktion so gut wie ausgeschlossen. ... Gesamtschaden aus der Vielzahl der Sturzflutereignisse ... wie der Schaden aus den seltenen, spektakulären Jahrhundertereignissen an großen Flüssen.”

DWD Glossary: Ein **Gewitter** ist eine meteorologische Erscheinung, die mit **elektrischen Entladungen (Blitze)** und Donner einhergeht. Typisch für Gewitter sind Wolken mit einer großen vertikalen Ausdehnung (Cumulonimbus).

➔ oft mit **Starkregen, Hagel**, Orkanböen



Gewitterzellen



Klimawandel



Starkregengefährdung



Hagel- und Blitzgefährdung



Fazit



Klimawandel



Starkregengefährdung



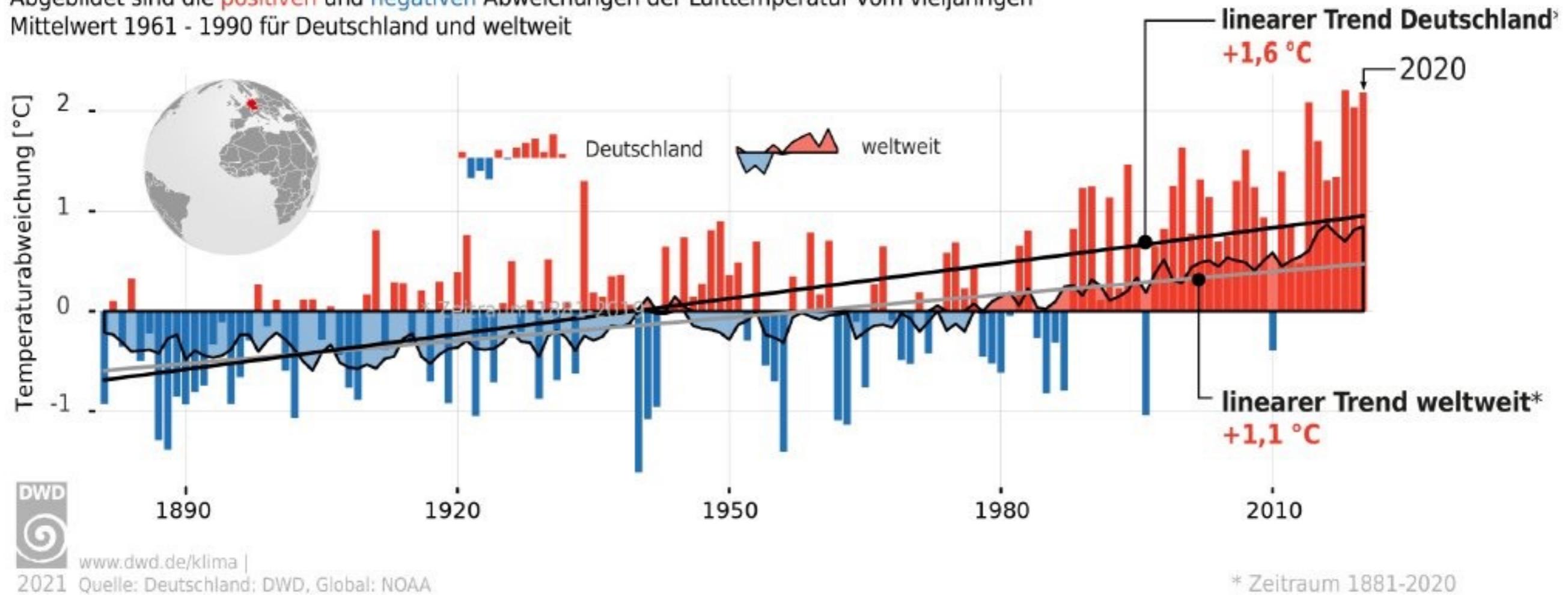
Hagel- und Blitzgefährdung



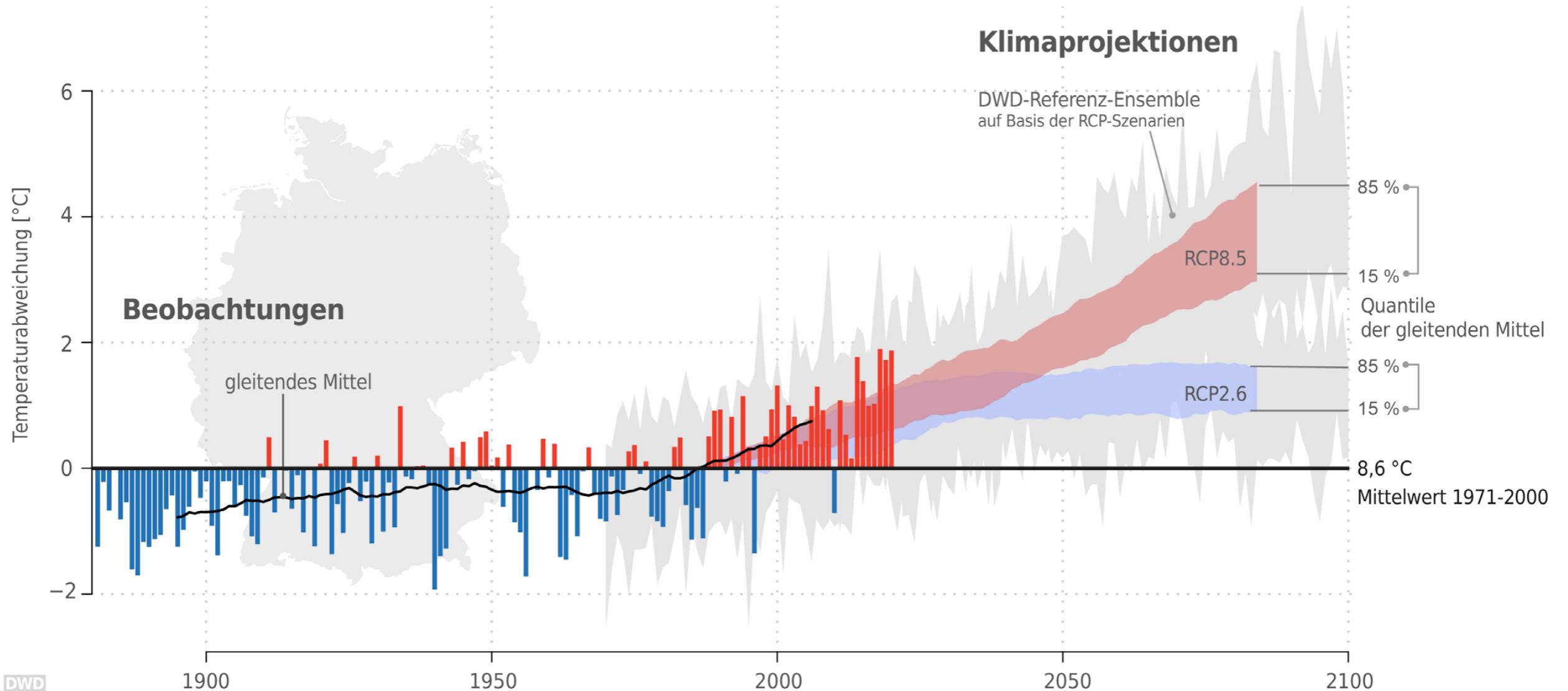
Fazit

Erwärmungstrend in Deutschland stärker als weltweit

Abgebildet sind die **positiven** und **negativen** Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1961 - 1990 für Deutschland und weltweit



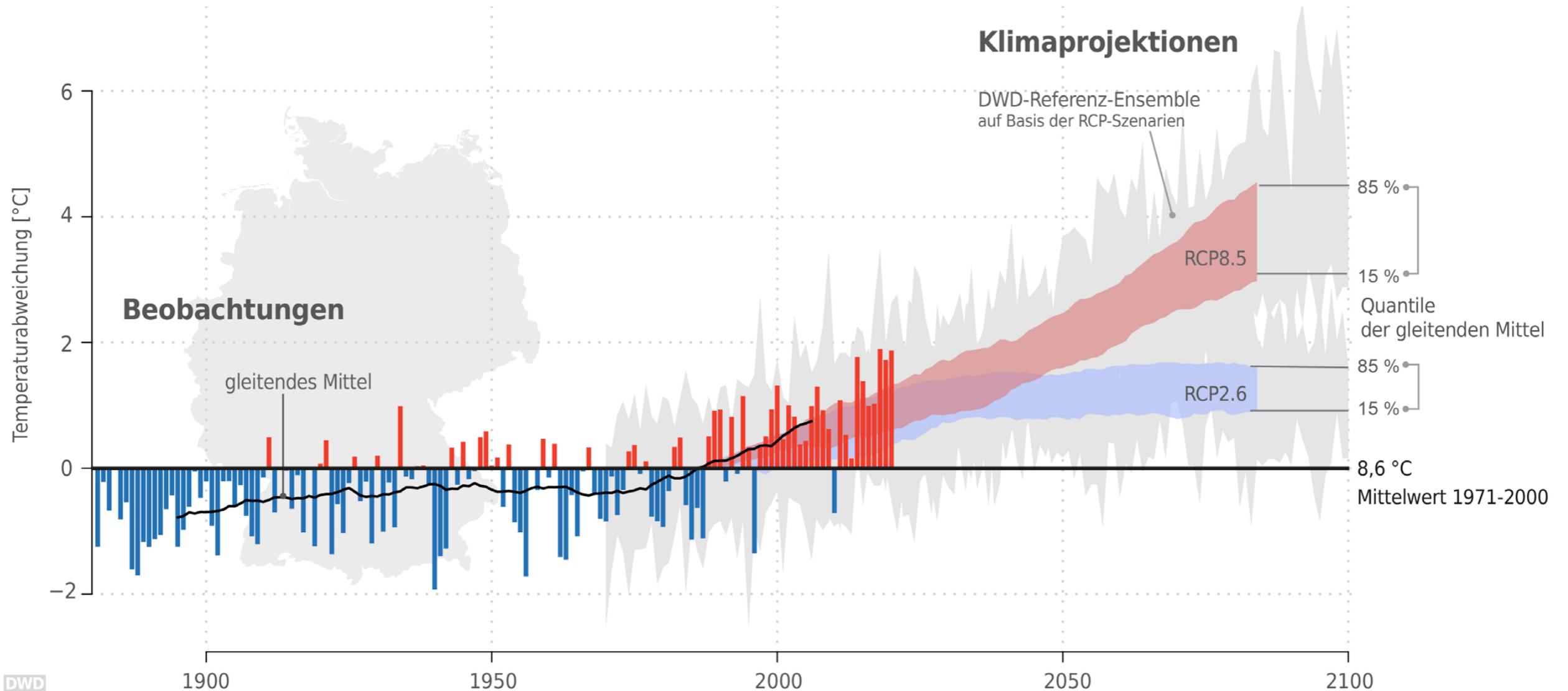
Klimawandel - Deutschland



Deutscher Wetterdienst, 2021: Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2020
2021 www.dwd.de/klima | Quelle: DWD

RCP8.5-Szenario: globale Entwicklung ohne Klimaschutzmassnahmen
RCP2.6-Szenario: konsequente Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen

Klimawandel - Deutschland



Deutscher Wetterdienst, 2021: Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2020

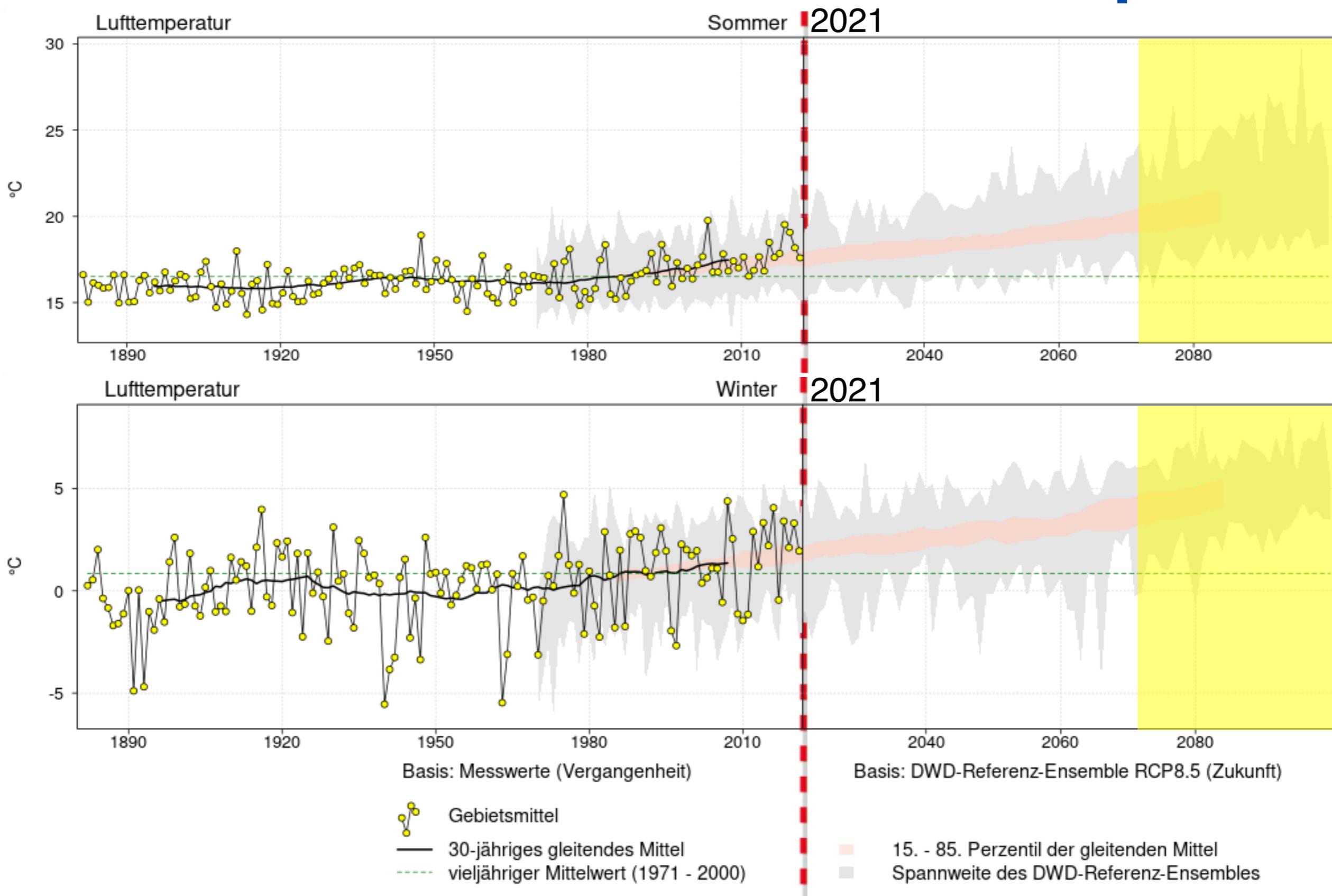
2021 www.dwd.de/klima | Quelle: DWD

RCP8.5-Szenario: globale Entwicklung ohne Klimaschutzmassnahmen

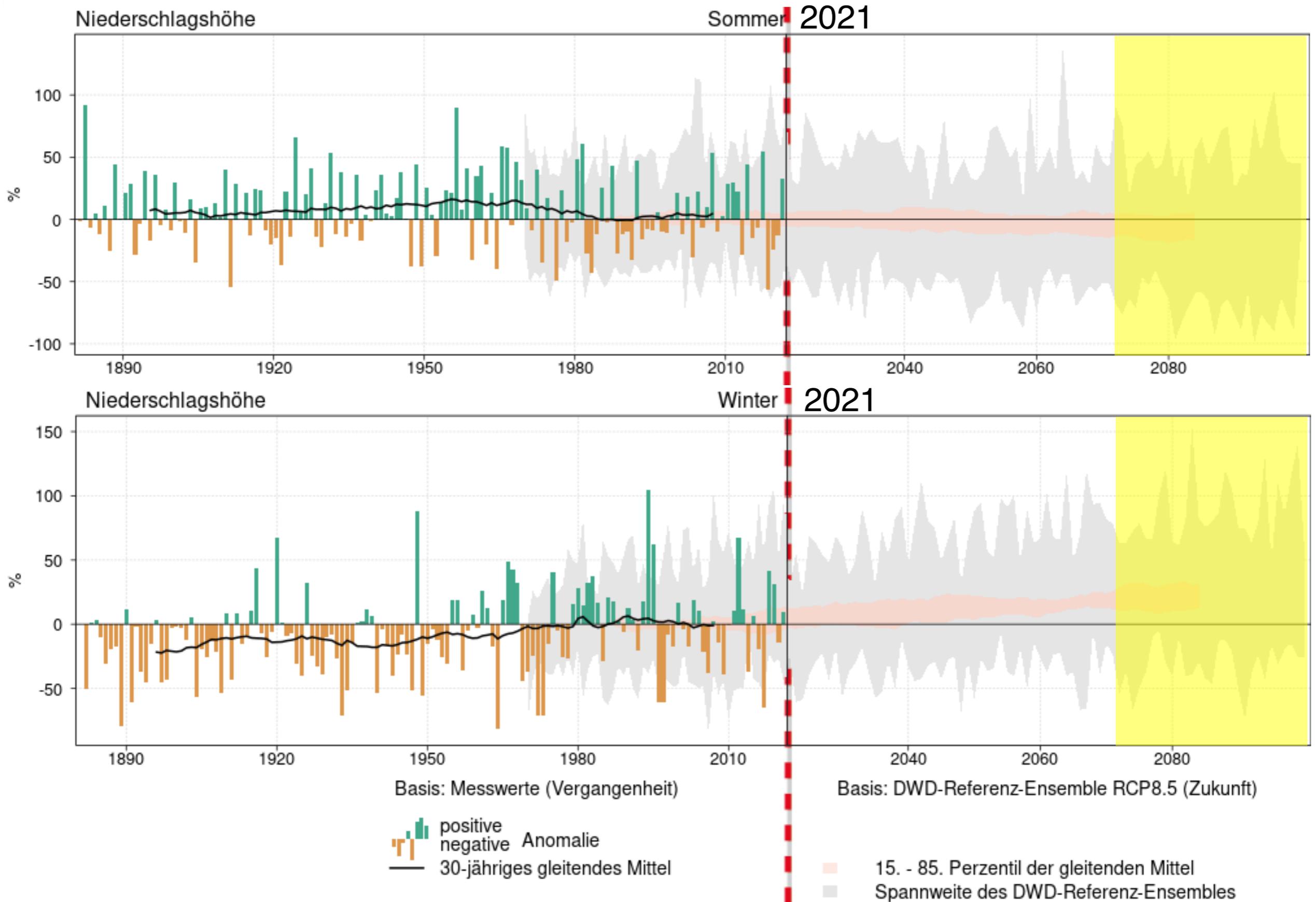
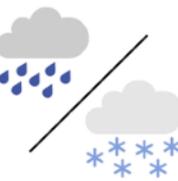
RCP2.6-Szenario: konsequente Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen



Klimawandel - Hessen: Lufttemperatur



Klimawandel - Hessen: Niederschlag



Klimawandel - Hessen

Beobachtung:

> 1°C wärmer

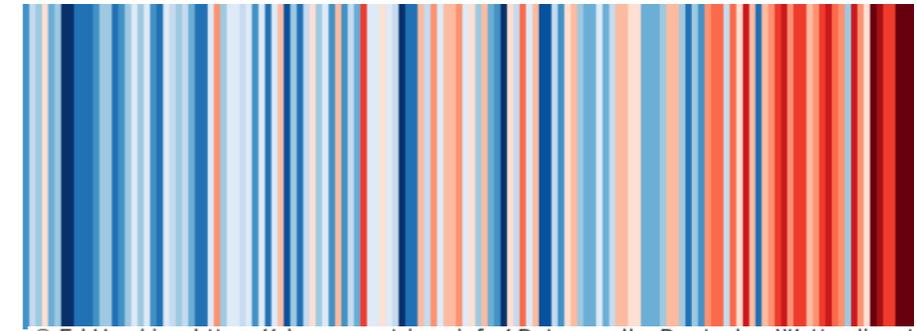
Winter niederschlagsreicher, Sommer gleichbleibend
oder leicht trockener

Zukunft:

> 2°C wärmer (je nach Klimaszenario)

Winter niederschlagsreicher, Sommer gleichbleibend
oder leicht trockener

**Aber: Extreme? Starkniederschlags-, Hagel, und
Blitzgefährdung?**



© Ed Hawkins, <https://showyourstripes.info/> Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.
Wärmestreifen für Hessen im Zeitraum 1881 – 2020.



Klimawandel



Starkregengefährdung

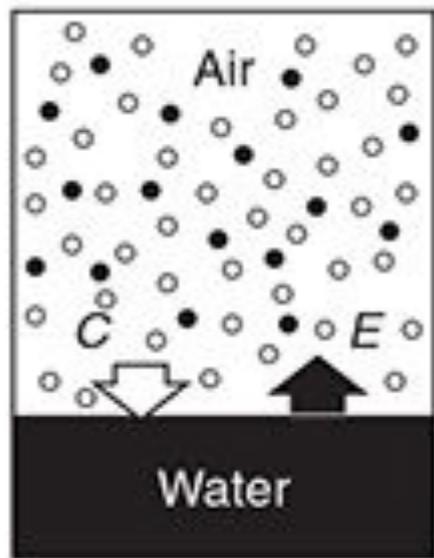


Hagel- und Blitzgefährdung



Fazit

Anfeuchtung im Erwärmungstrend



Clausius Clapeyron (CC) Gleichung:

$$\frac{de_{\text{sat}}}{dT} = \frac{\lambda e_{\text{sat}}}{R_v T^2}$$

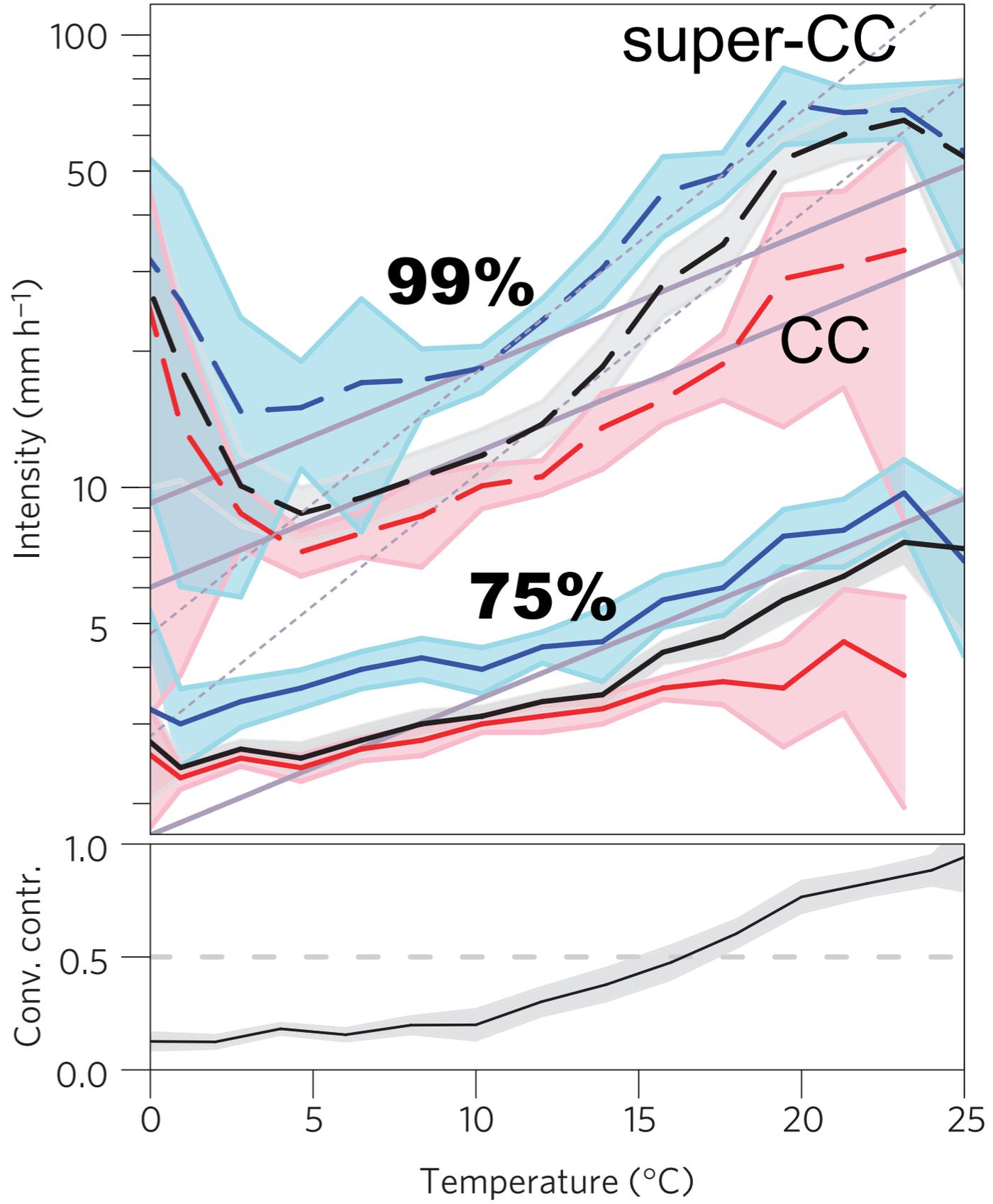
- ➔ Haltekapazität steigt um 7% / 1 K
- ➔ Atmosphäre nimmt über Meer mehr Wasser auf
- ➔ verstärkter Wasserdampftransport
- ➔ mehr und extremerer Niederschlag über Land ??



Konvektive Extreme in der Gegenwart

Stationsbeobachtungen!!

**Konvektiver,
stratiformer und
totaler Niederschlag**

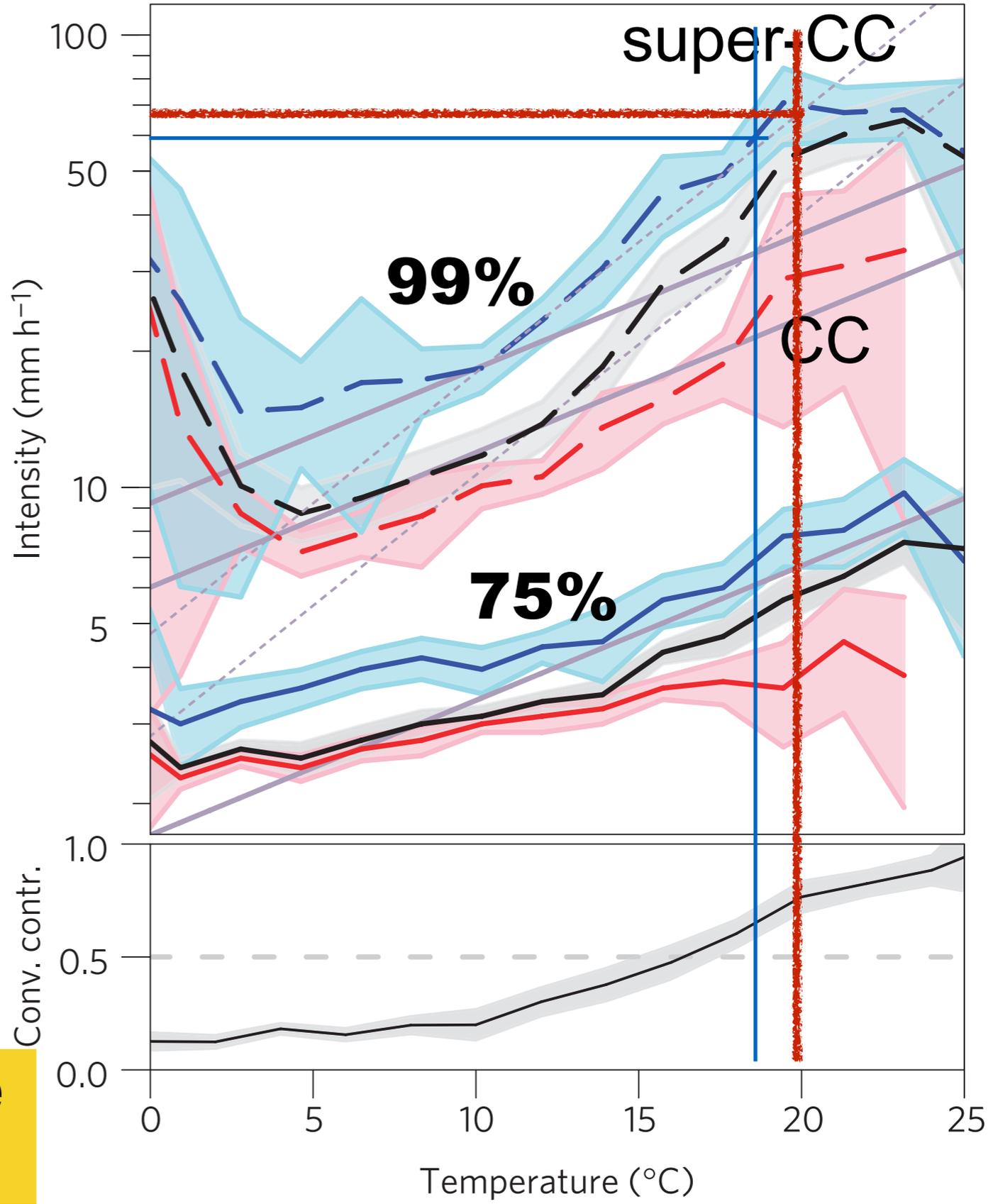


Konvektive Extreme in der Zukunft?

Stationsbeobachtungen!!

**Konvektiver,
stratiformer und
totaler Niederschlag**

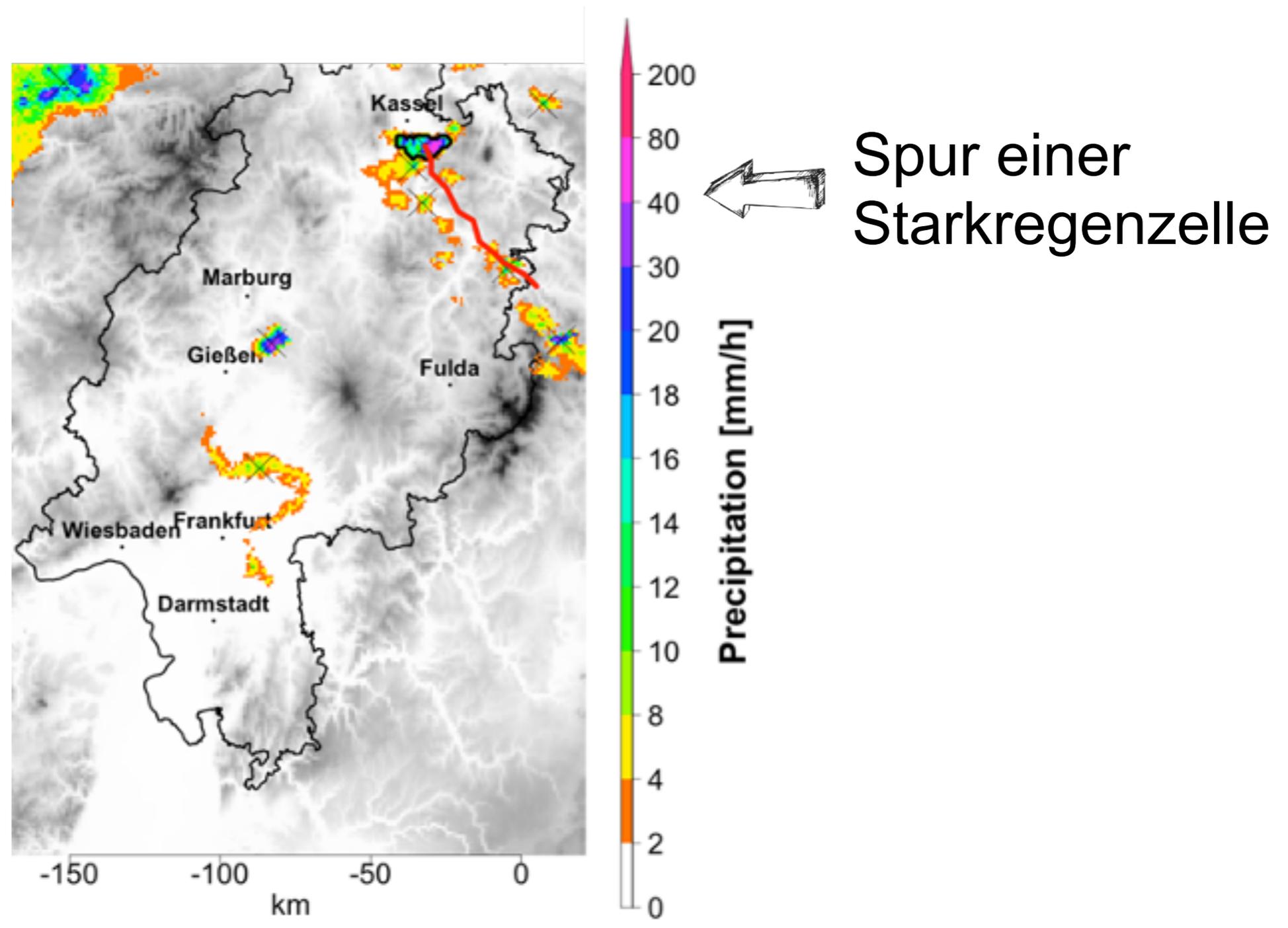
=> Extremere Niederschläge
...



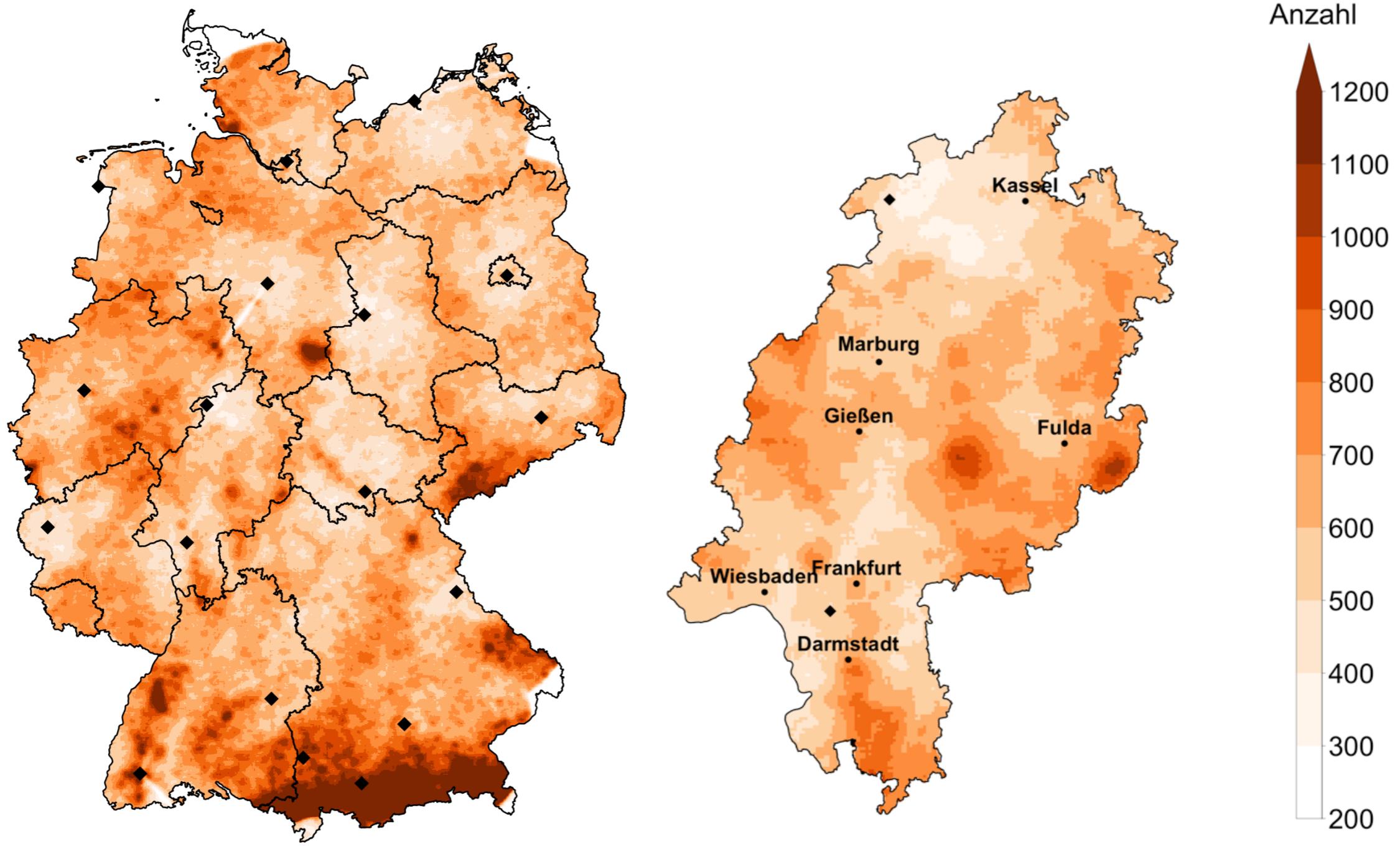
Radarbeobachtungen

DWD Wetterradarklimatologie: stationskorrigierte 5-min
Radarbilder, 1 x 1 km² Pixel, Verfügbarkeit 2001-2016

Beispiel:
30 May 2008,
21:50 (UTC)



Anzahl Starkregenzellen 2001-16

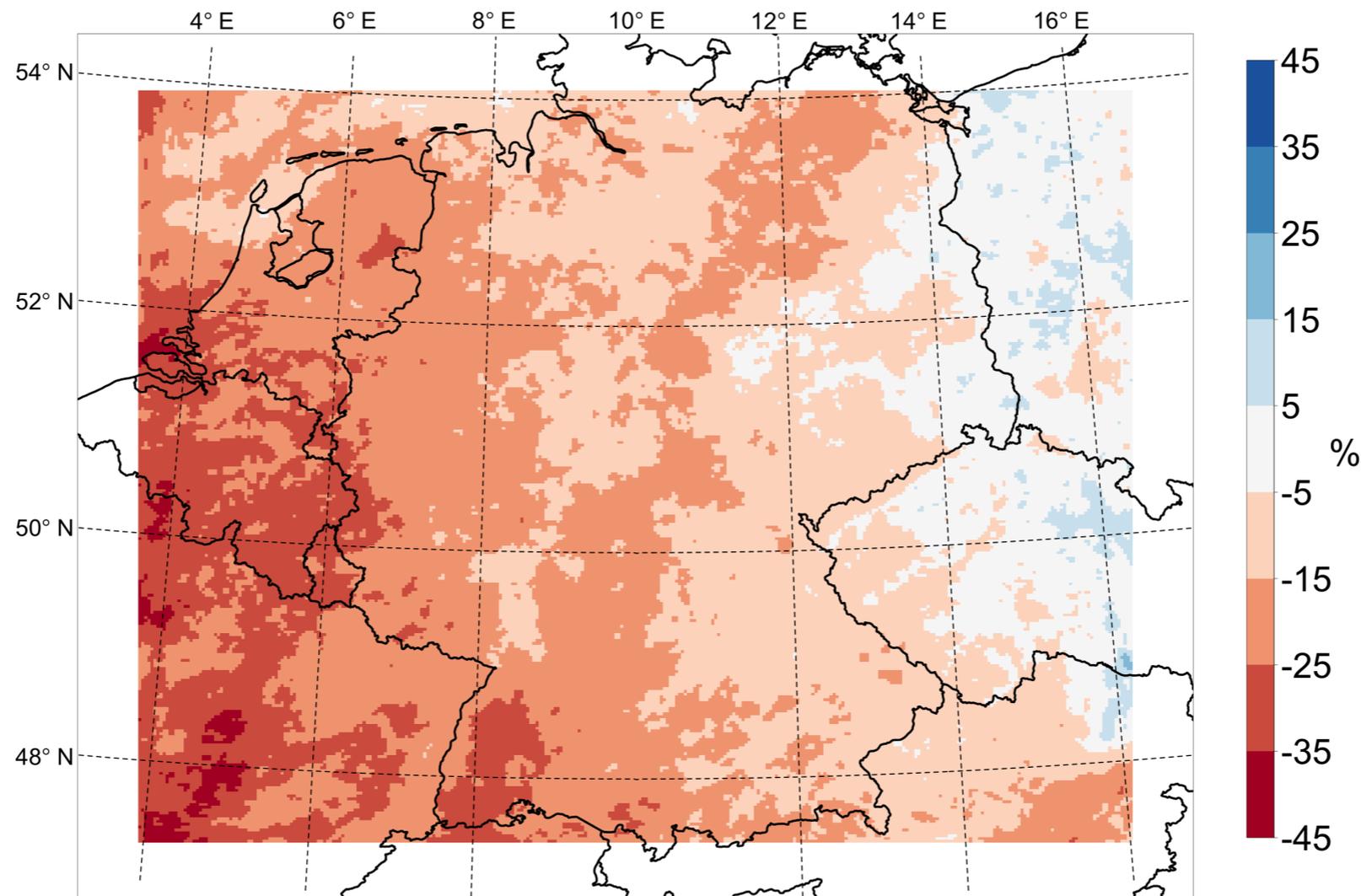


Klimasimulationen



Modell: COSMO-CLM(EC-Earth)
Gitterauflösung: 2.8 km

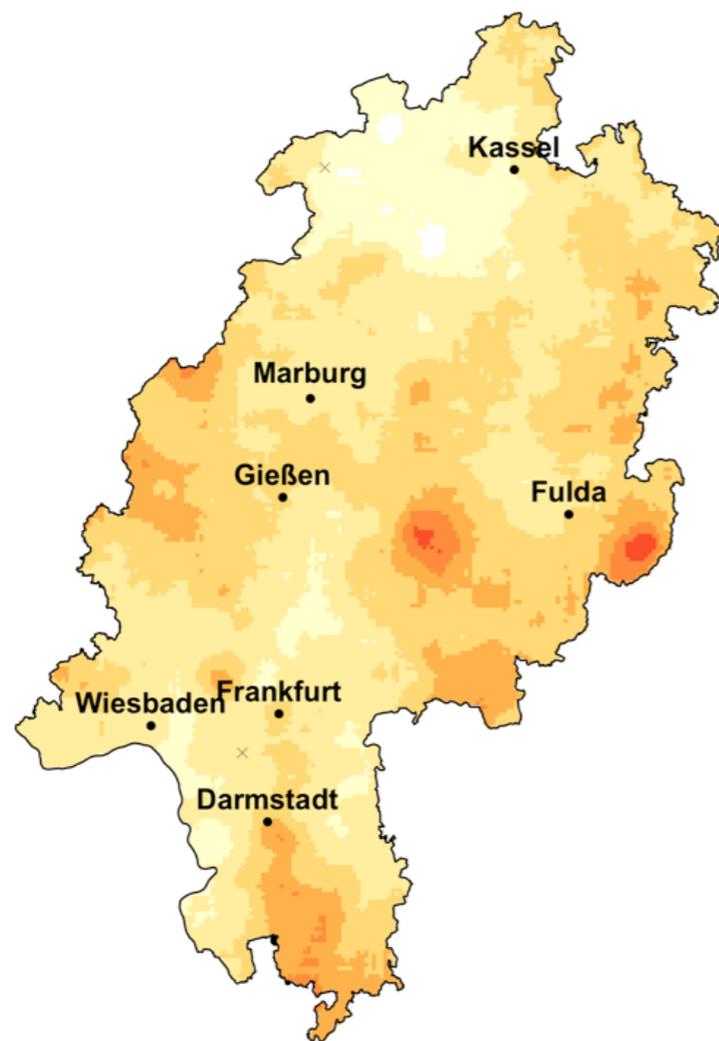
Heute: 1976-2005
Zukunft: 2071-2100 (RCP8.5)



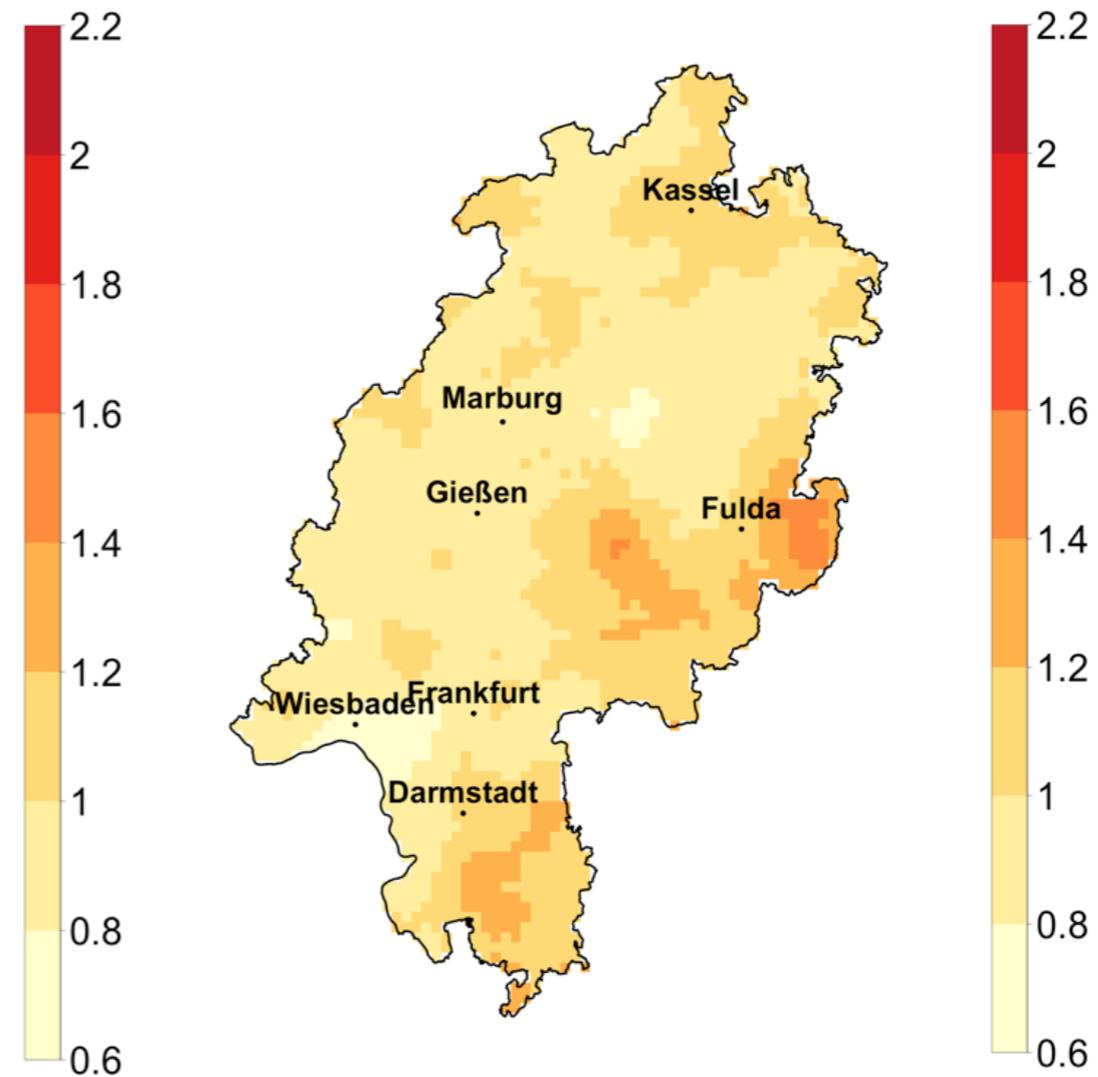
Relative Niederschlagsänderung im Sommerhalbjahr

Starkregenzellen Radar vs Modell 2001-16

Normierte Zellzahl Radar

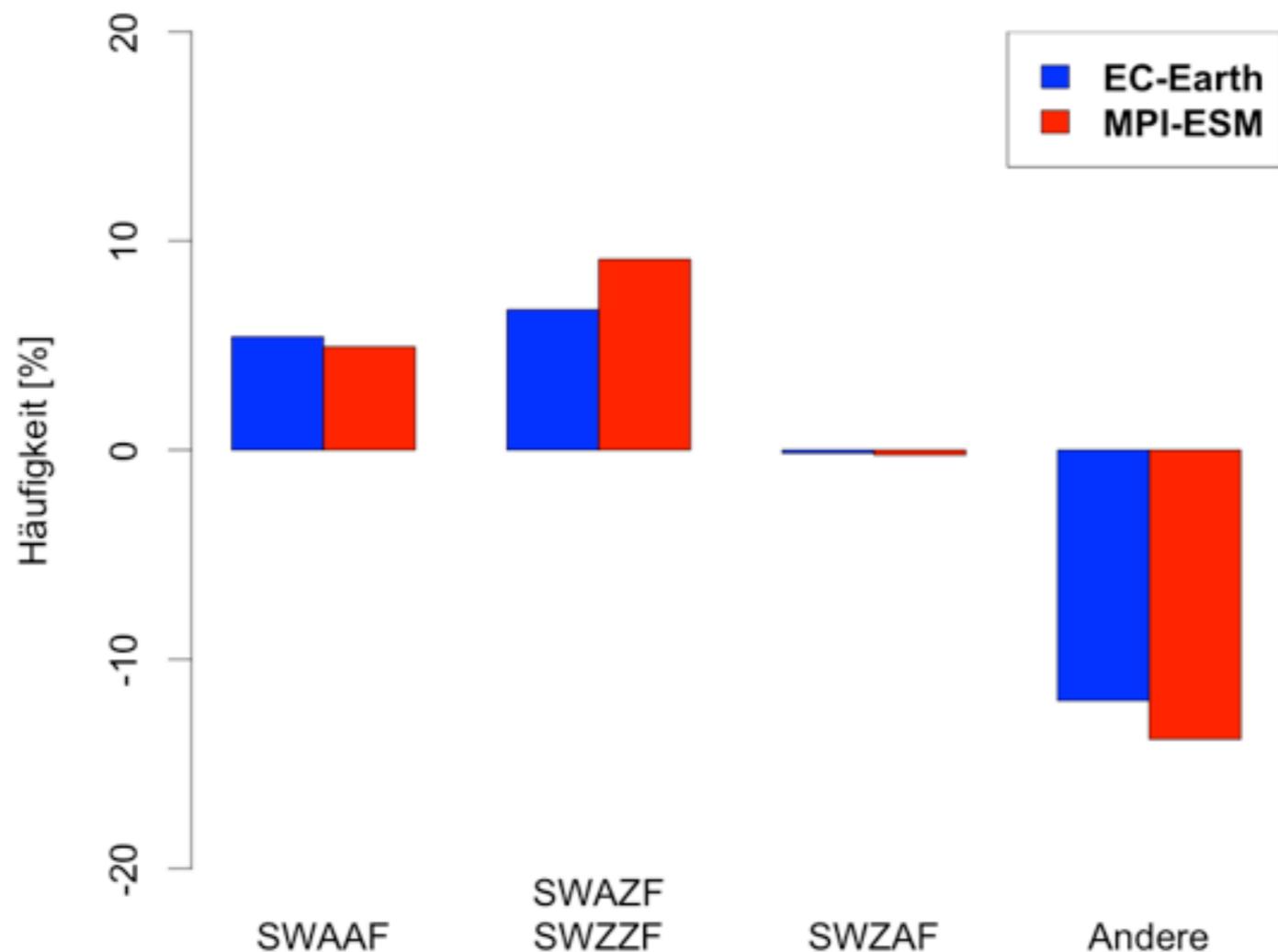


Normierte Zellzahl CLM2.8



Wetterlagen konvektiver Extremtage

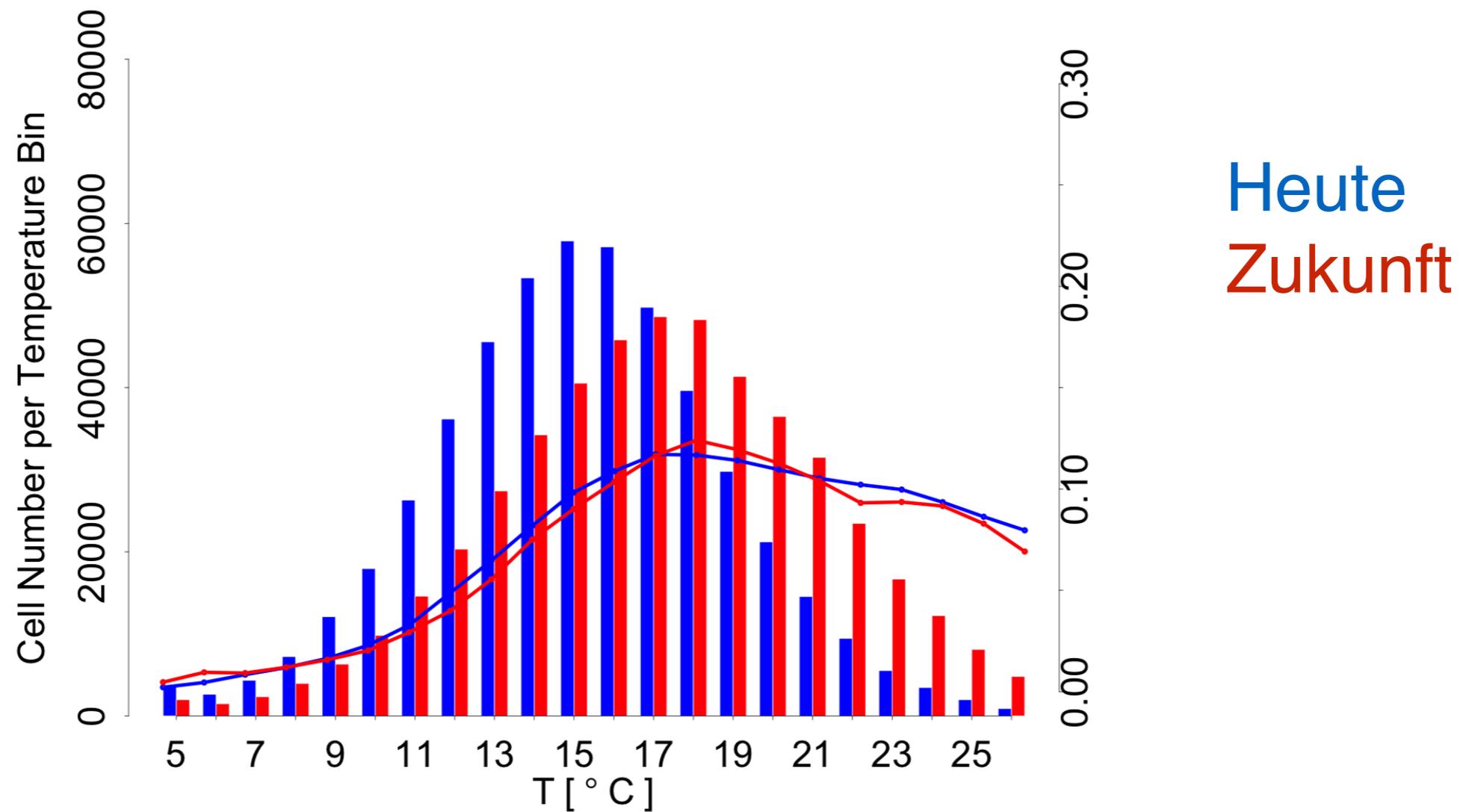
Heute: feuchte Südwestanströmung verantwortlich für die meisten der Starkniederschläge in Hessen



Berechnete Veränderung der Strömungslagen zum Ende des Jhdts. bei Szenario RCP8.5

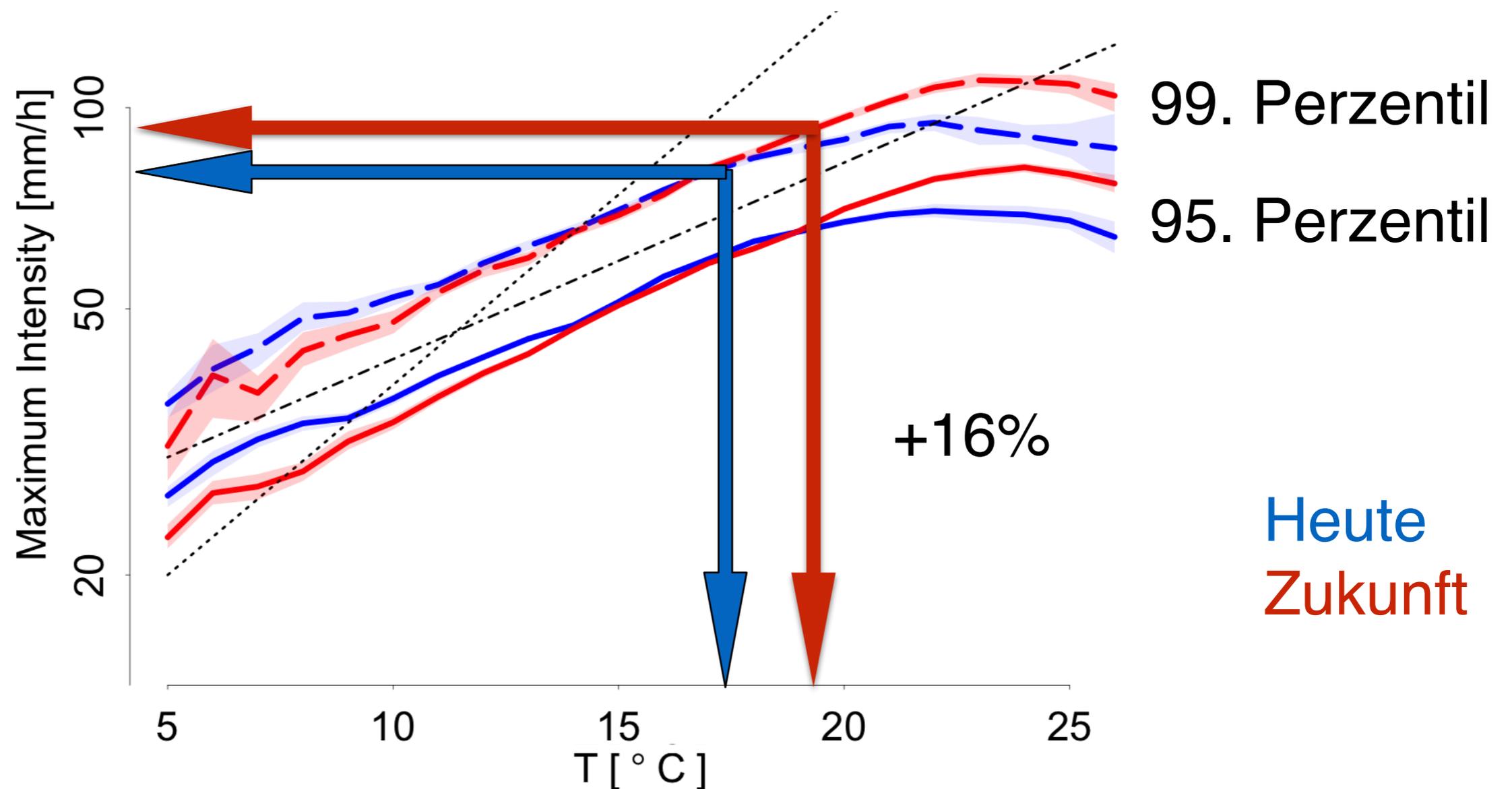
Zukunft vs Heute

Häufigkeitsverteilung der Anzahl Niederschlagszellen über Tagesmitteltemperaturen



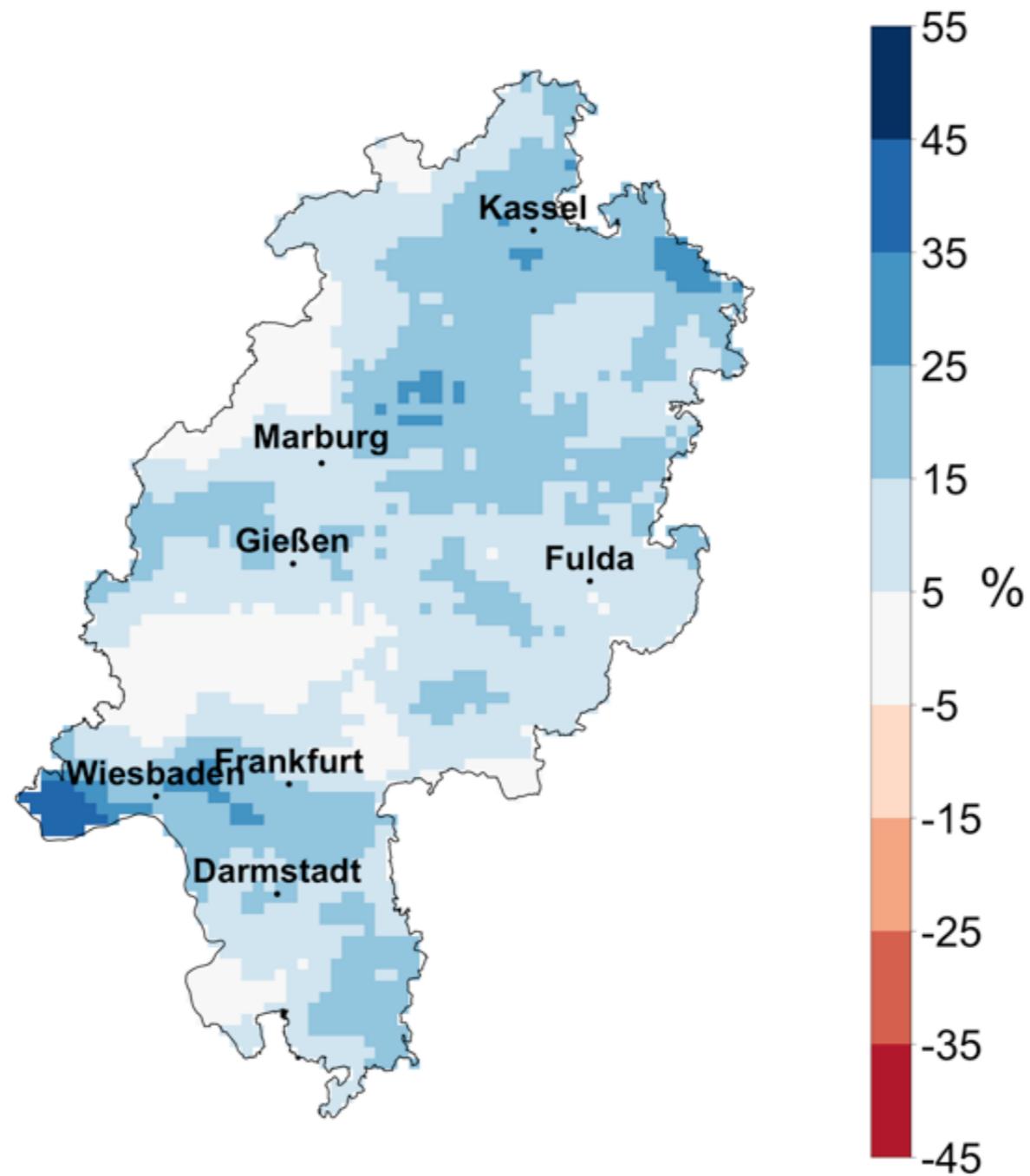
Zukunft vs Heute

Maximale Niederschlagsintensität im Leben einer Regenzelle in Abhängigkeit von der Lufttemperatur



Zukunft vs Heute

Maximaler Starkniederschlag





Klimawandel



Starkregengefährdung



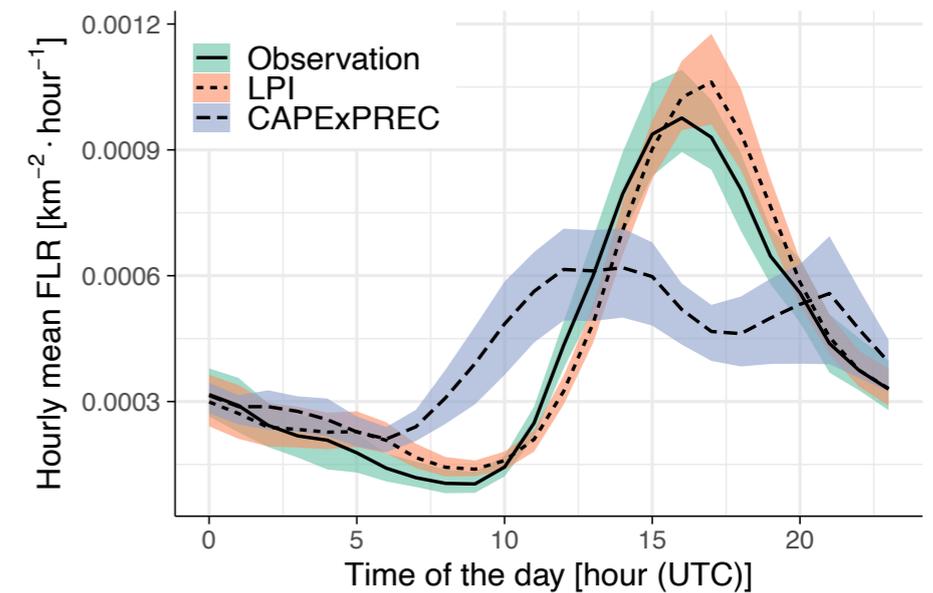
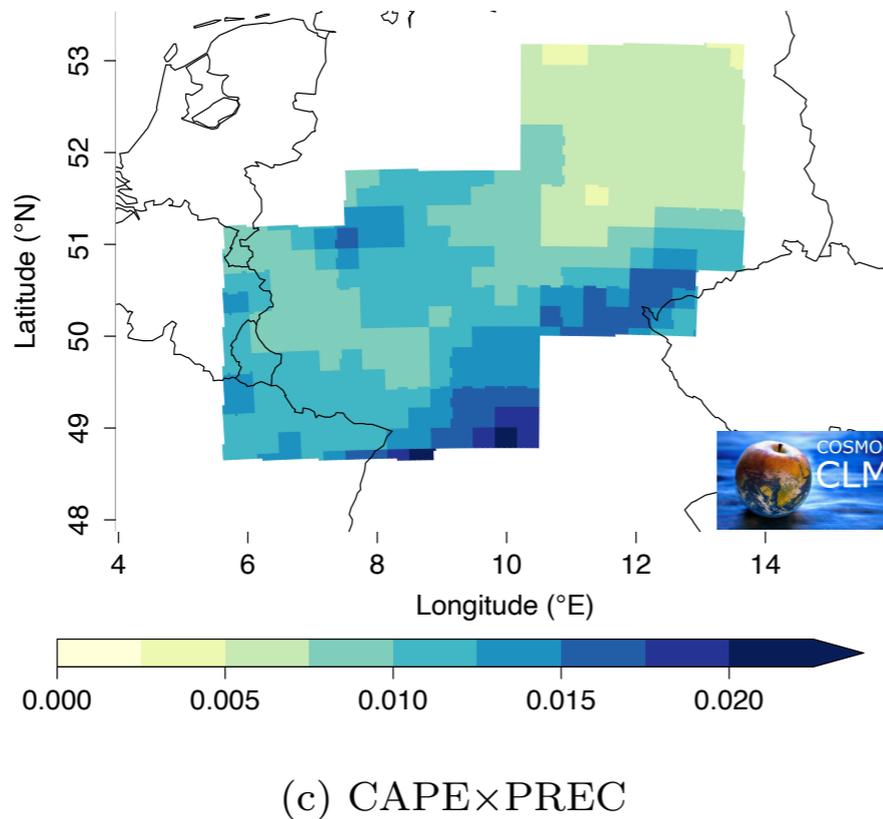
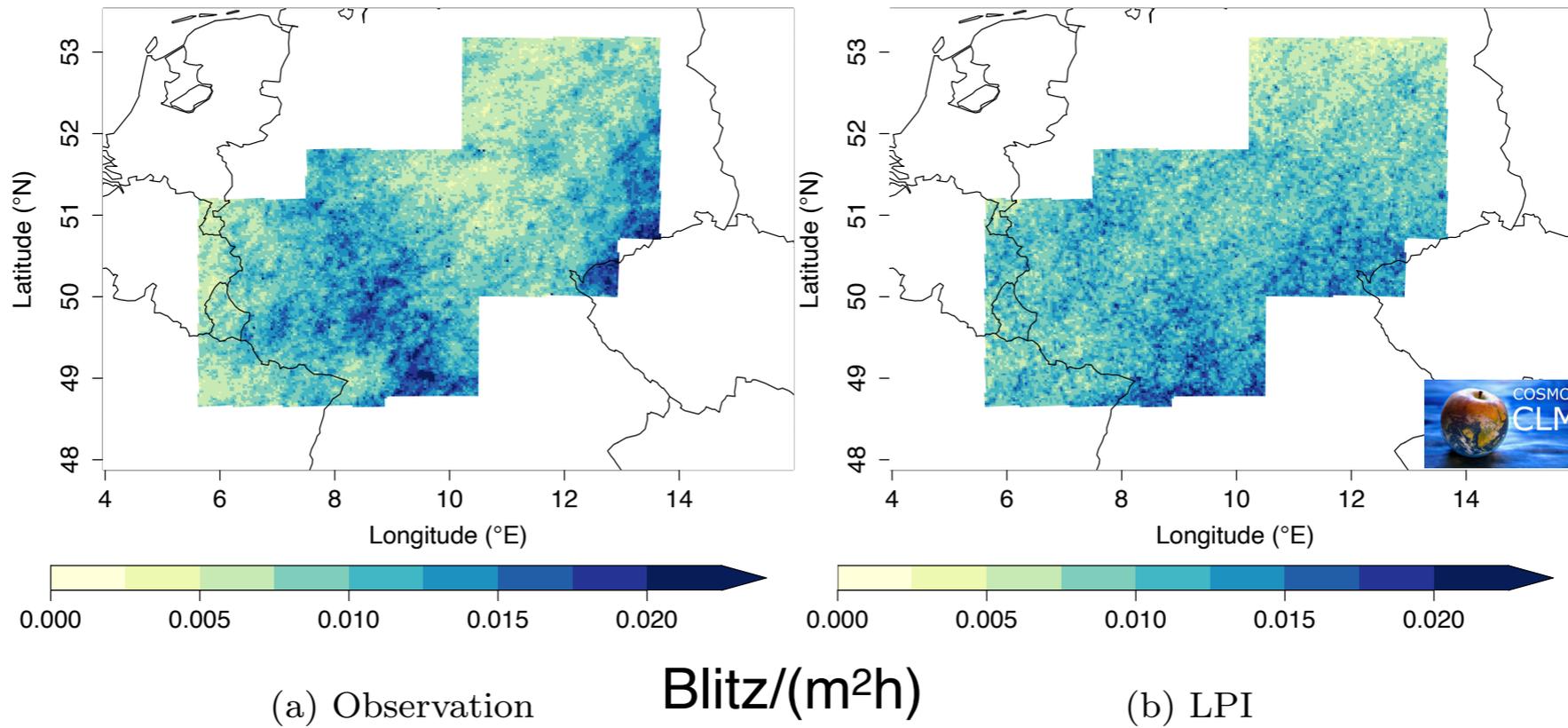
Hagel- und Blitzgefährdung



Fazit

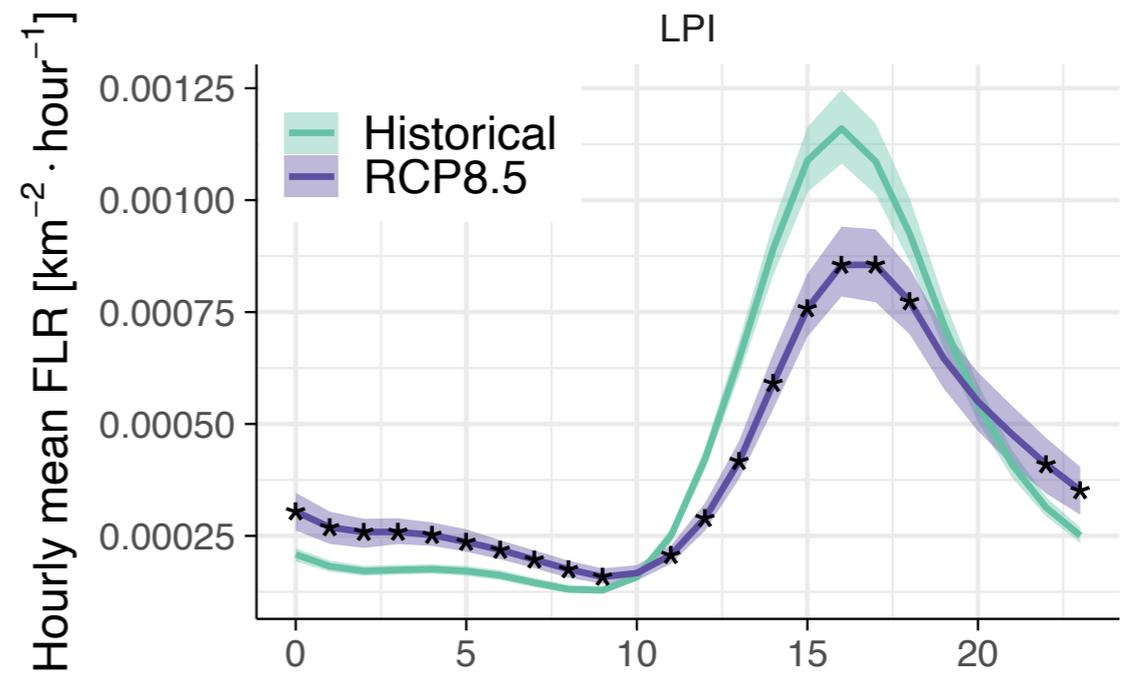
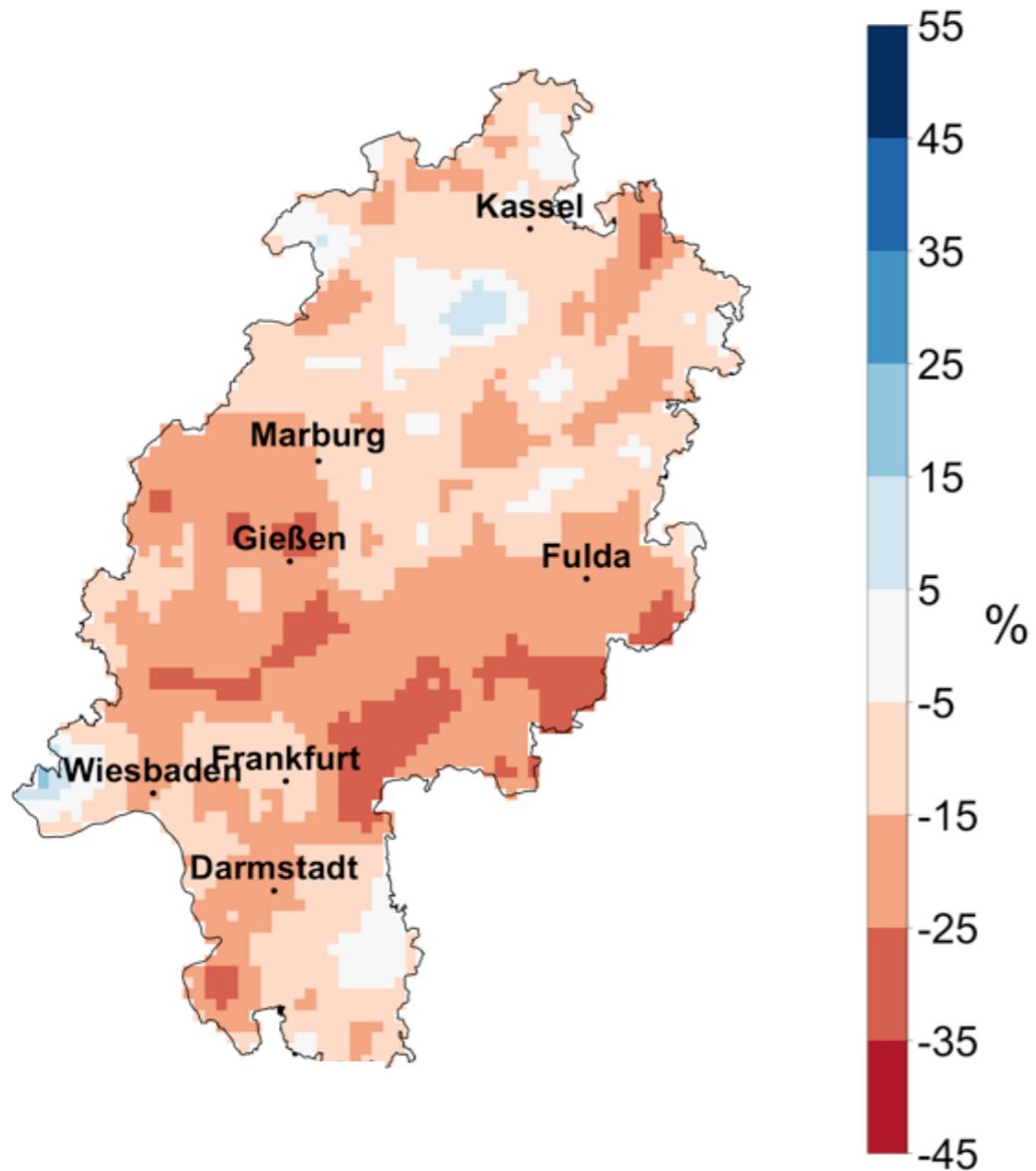
Blitzgefährdung Heute (2000-13)

BLIDS

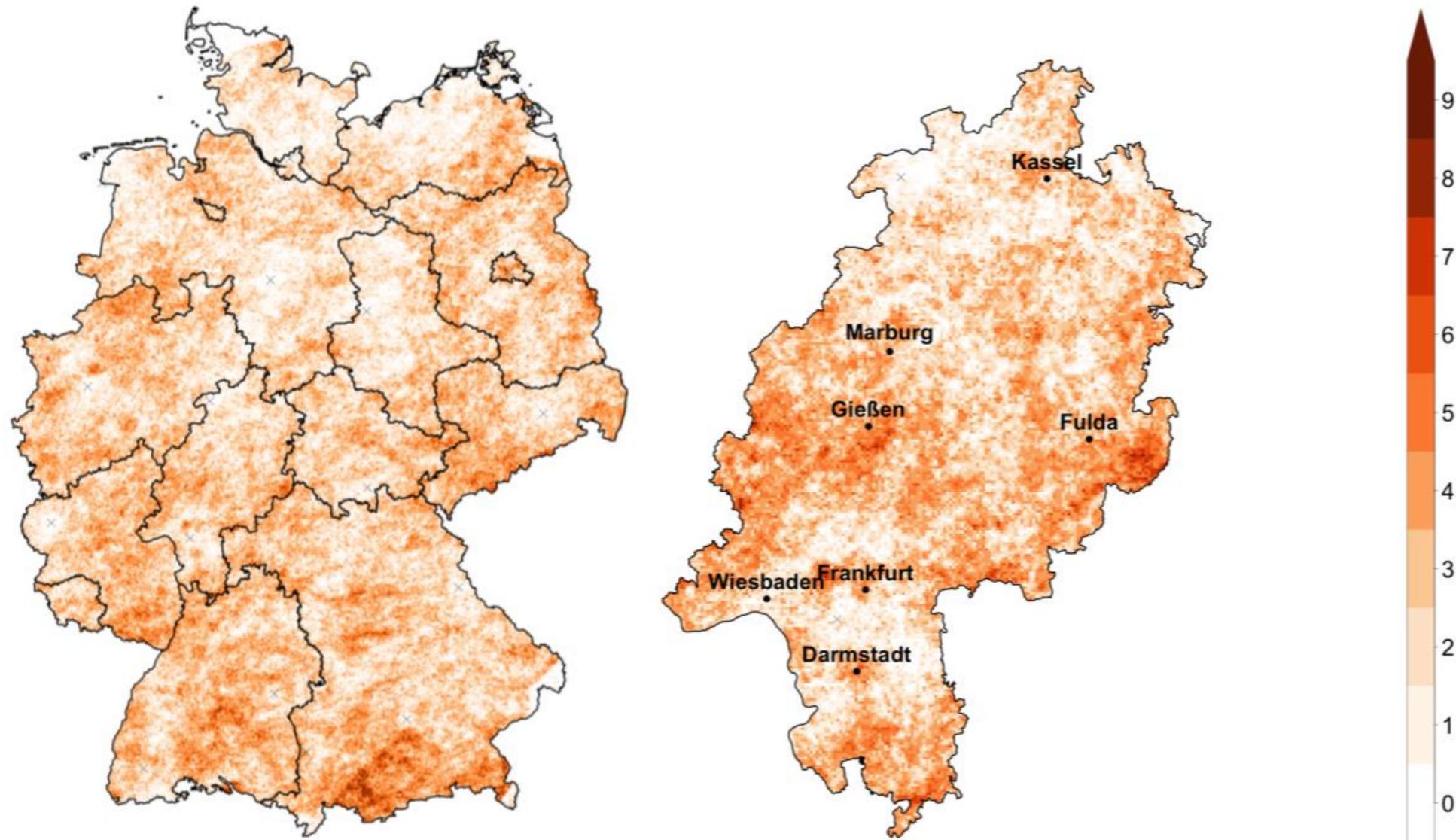


Zukunft vs Heute

Blitzanzahl



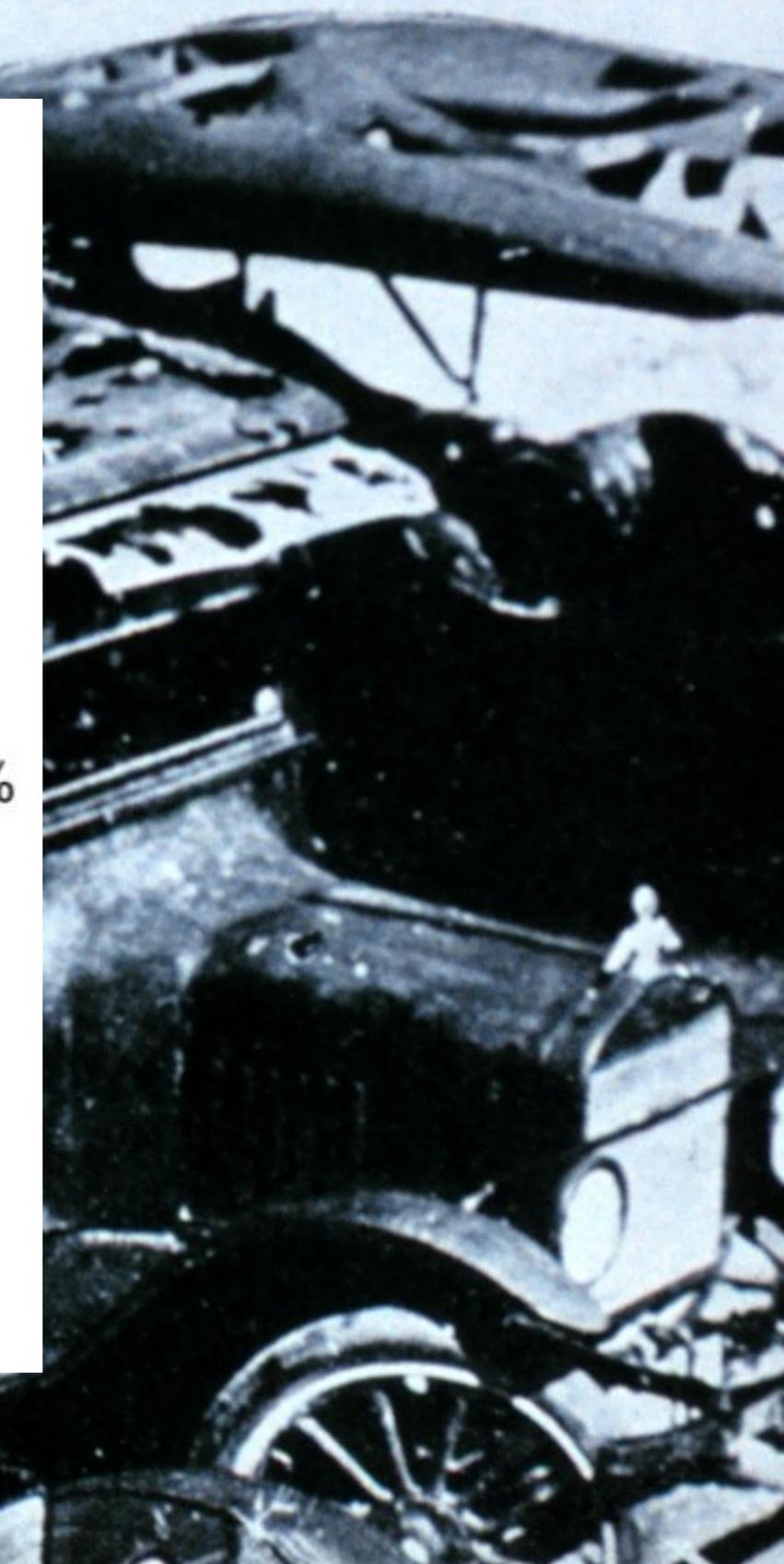
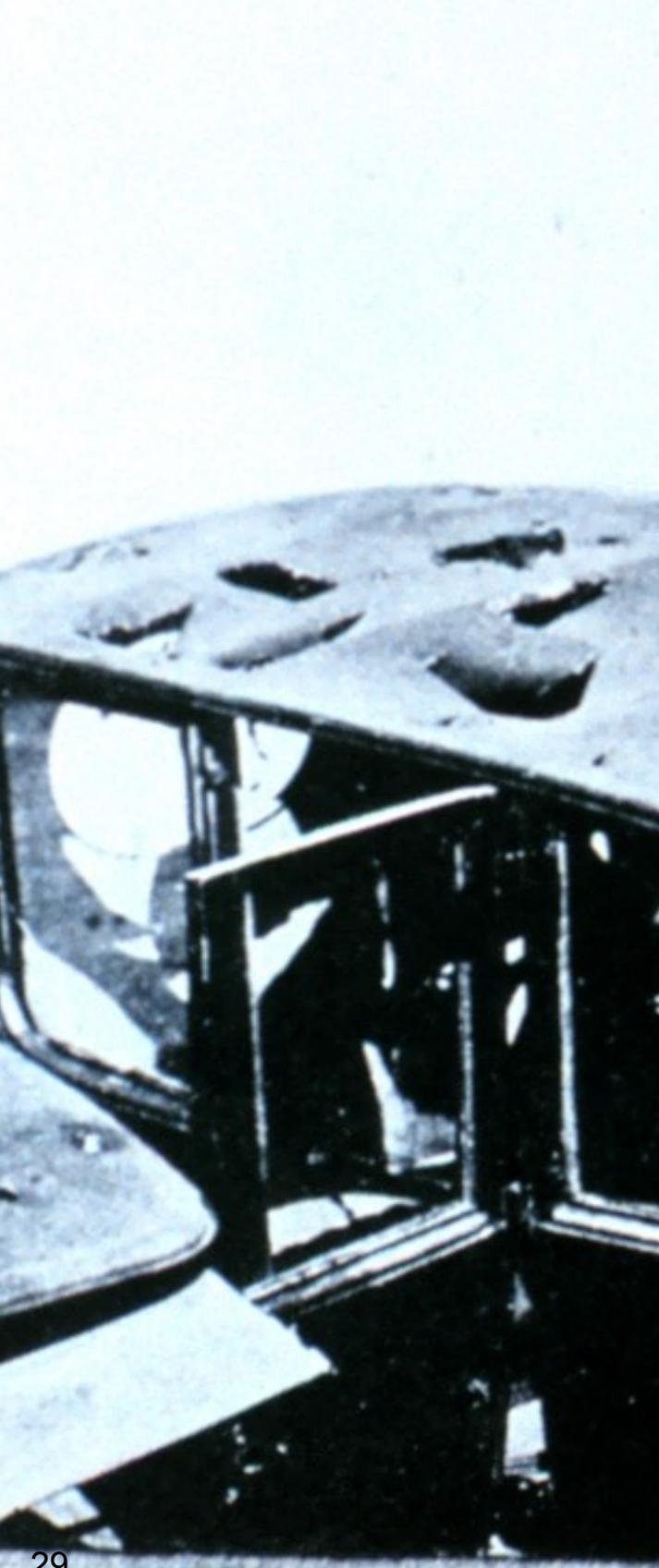
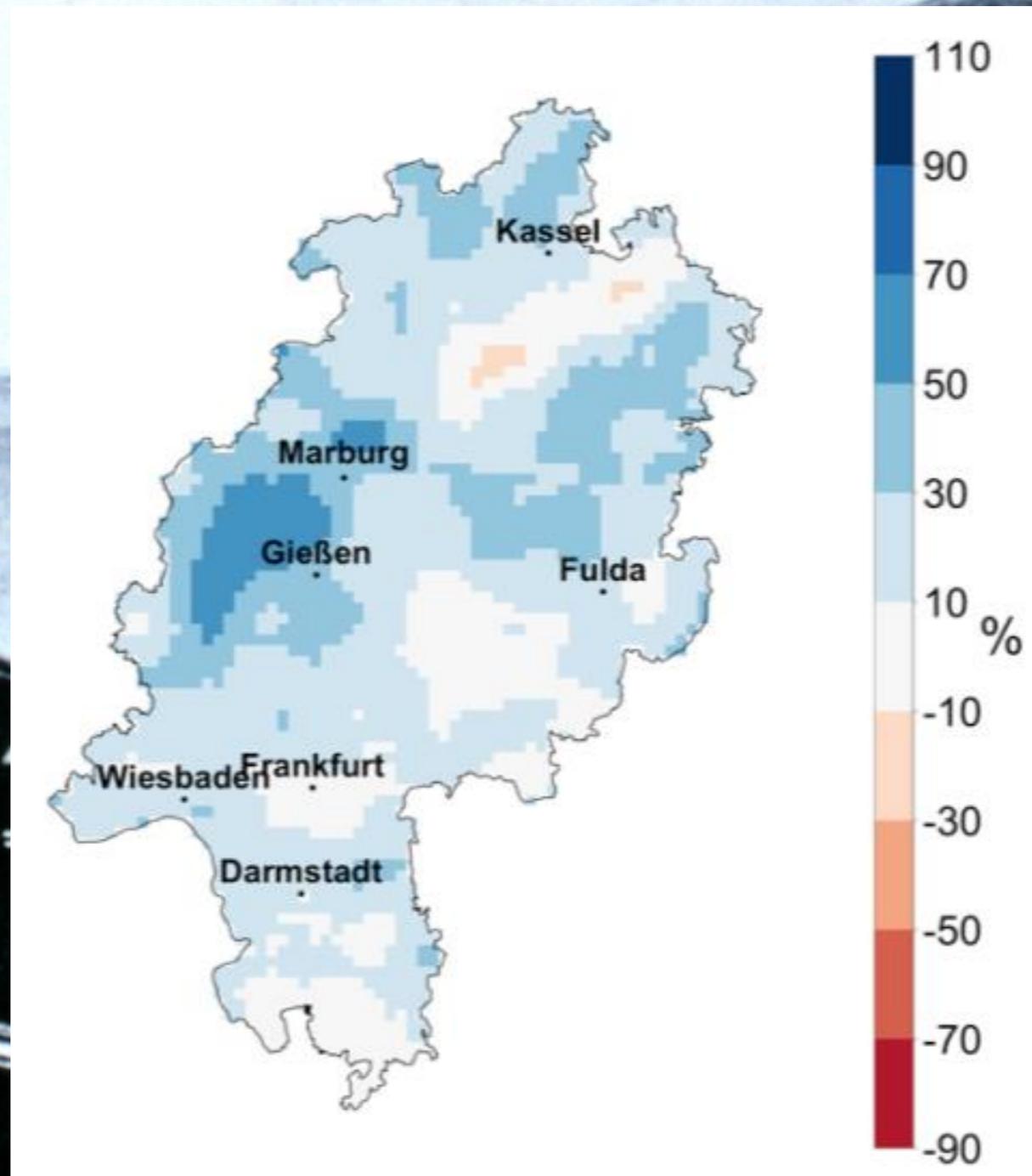
Hagelgefährdung Heute (2001-16)



Anzahl der Hageltage

Zukunft vs Heute

Hageltage





Fazit

- es wird wärmer
- Sommer werden trockener, aber mit intensiveren Starkniederschlägen
- Blitzgefährdung nimmt leicht ab, Hagelgefährdung nimmt zu

ABER: auch wenn plausibel, die Zukunftsprojektionen basieren bisher nur auf einer (teuren) Modellsimulation



Überraschungen?