

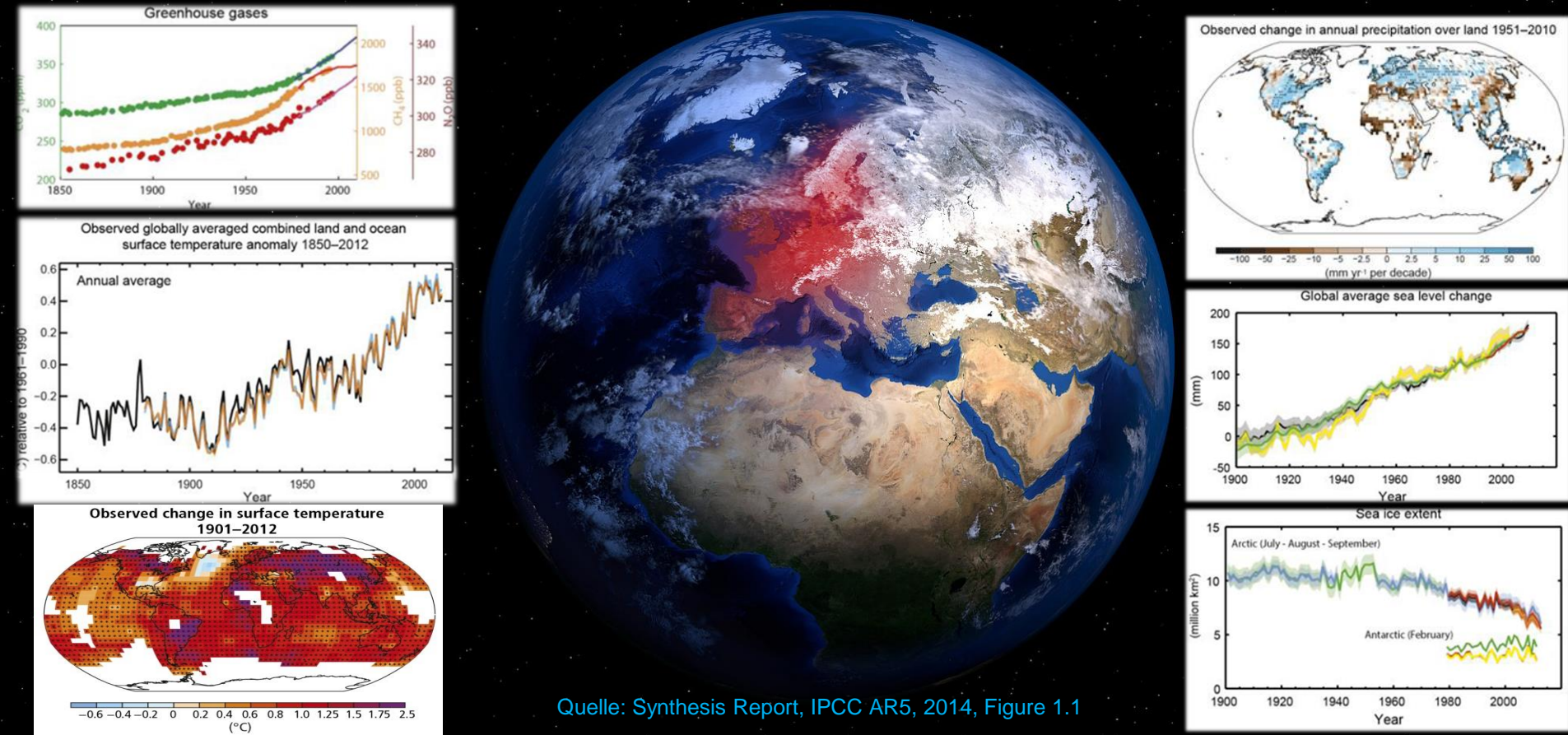


# Die Entwicklung des Niederschlagsverhaltens im Klimawandel - Beobachtung und Projektion

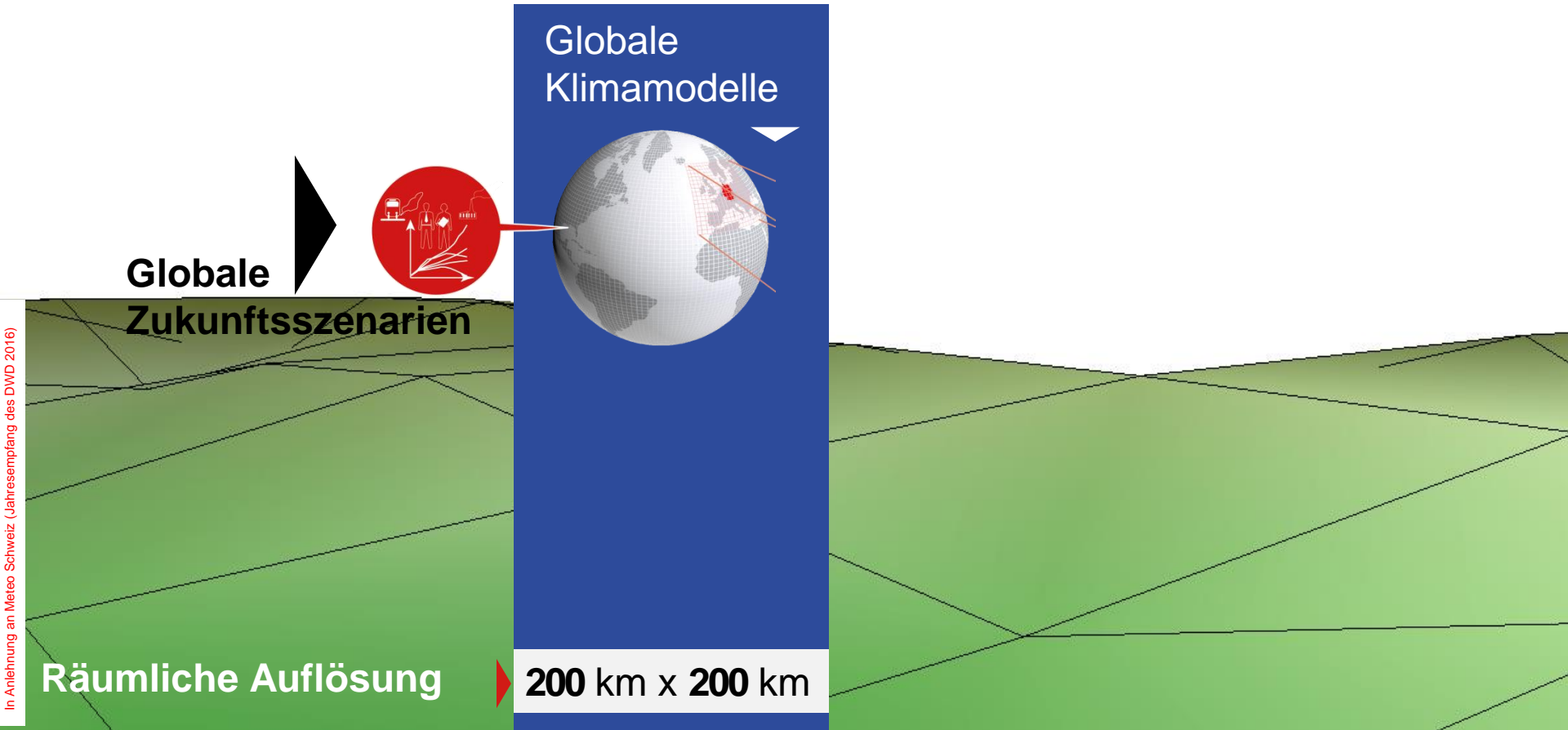
Thomas Junghänel (M. Sc.)  
Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie

Kommunales Vorsorgekonzept  
Hochwasser- und Starkregenereignisse  
03.03.2020, Gemeinde Perl

## Was wissen wir?



# Klimawandel - Hintergrund



In Anlehnung an Meteo Schweiz (Jahresrapport des DWD 2016)



# Klimawandel - Hintergrund

Globale  
Zukunftsszenarien



Globale Klimamodelle

Regionale Klimamodelle

Räumliche Auflösung

200 km x 200 km

12 km x 12 km

In Anlehnung an Meteo Schweiz (Jahresrapport des DWD 2016)



# Klimawandel - Hintergrund

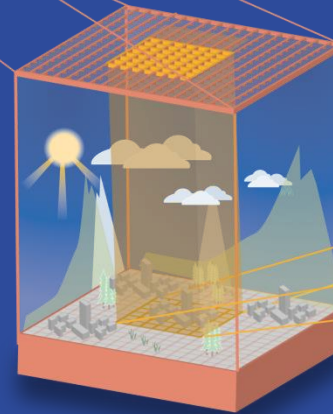
Globale  
Zukunftsszenarien



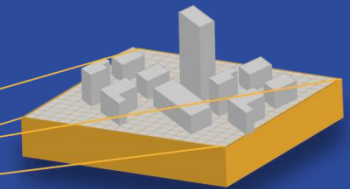
Globale  
Klimamodelle



Regionale  
Klimamodelle



Wirkmodelle



Räumliche Auflösung

200 km x 200 km

12 km x 12 km

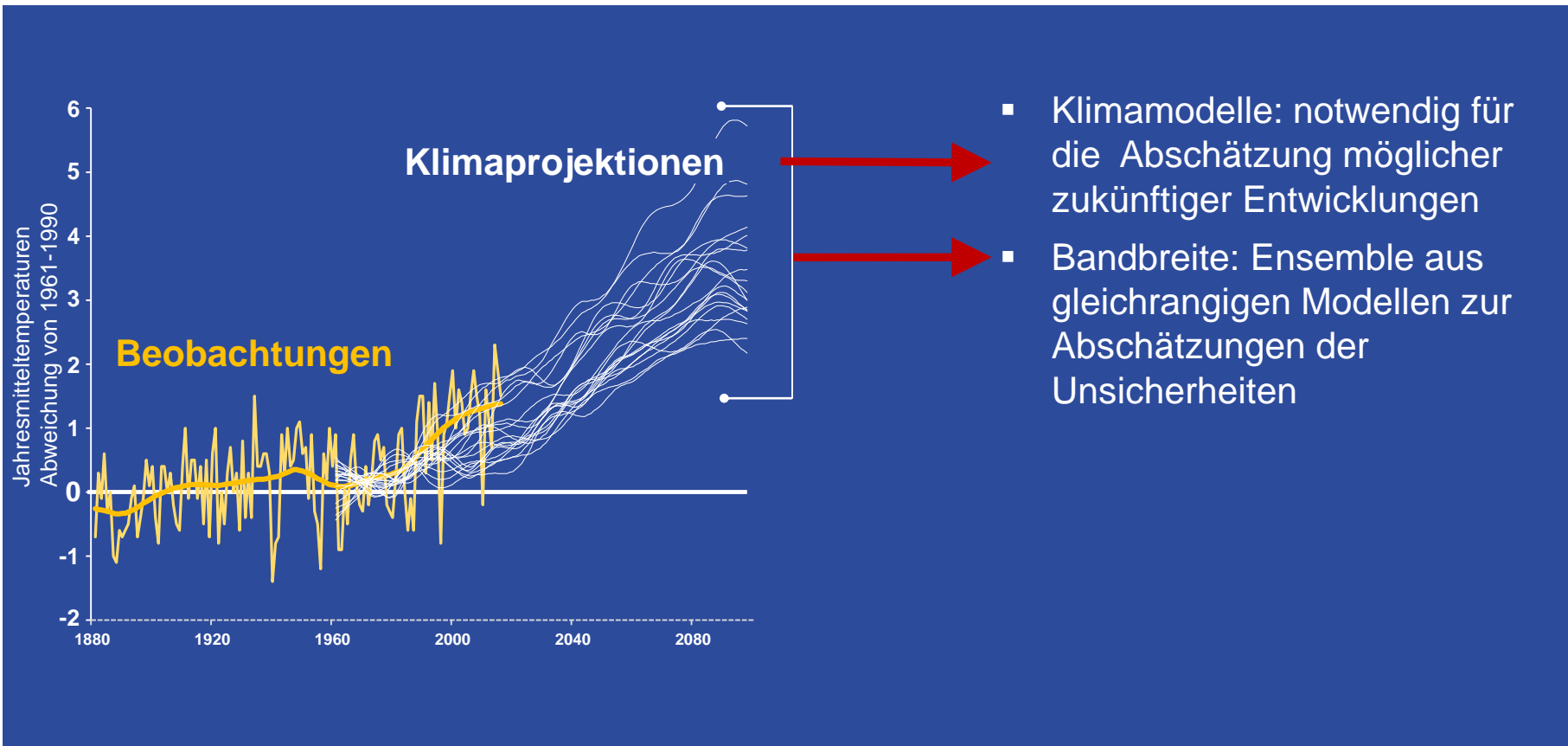
100 m x 100 m

In Anlehnung an Meteo Schweiz (Jahresrapport des DWD 2016)



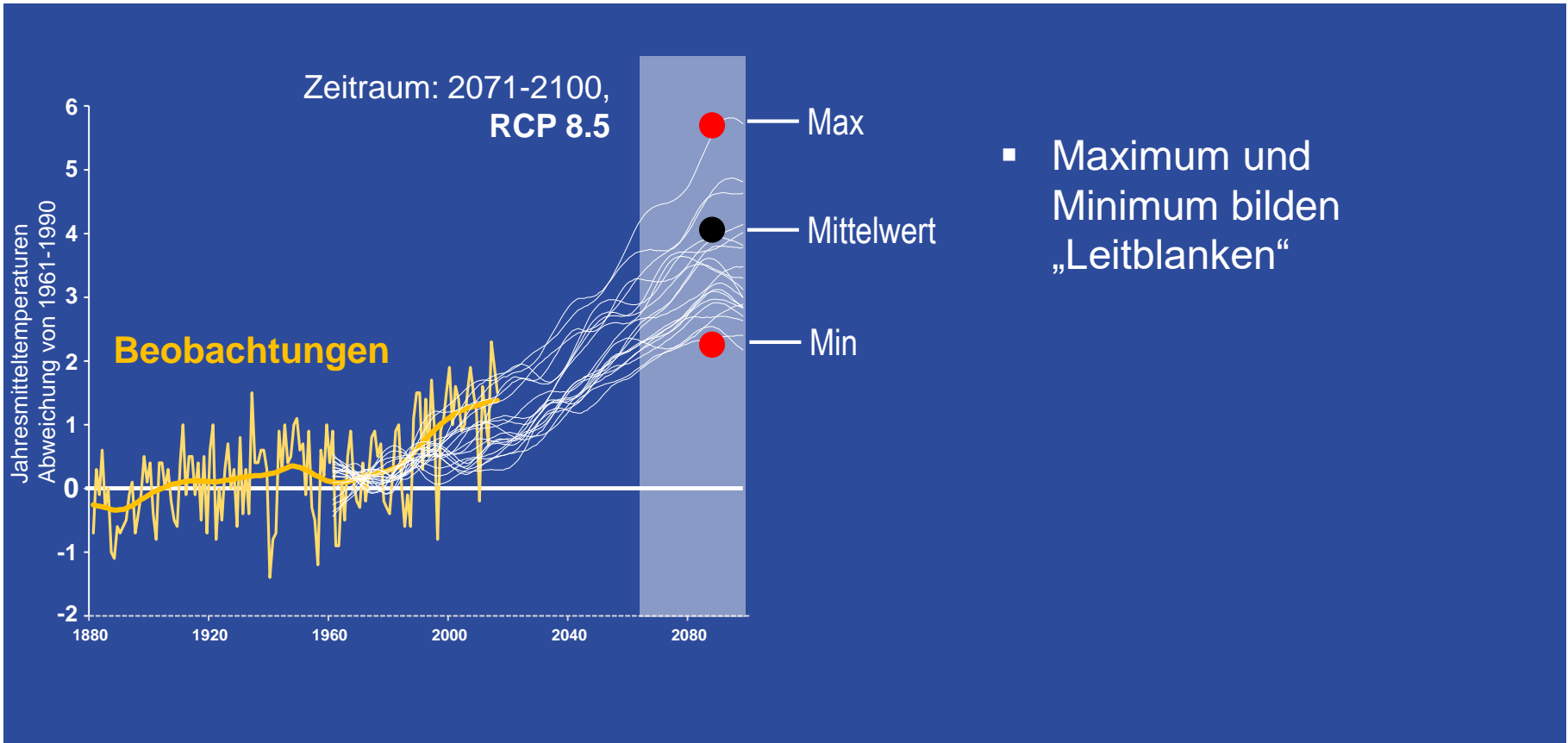
# Klimawandel - Hintergrund

## Auswertung von Klimaprojektionsensembles



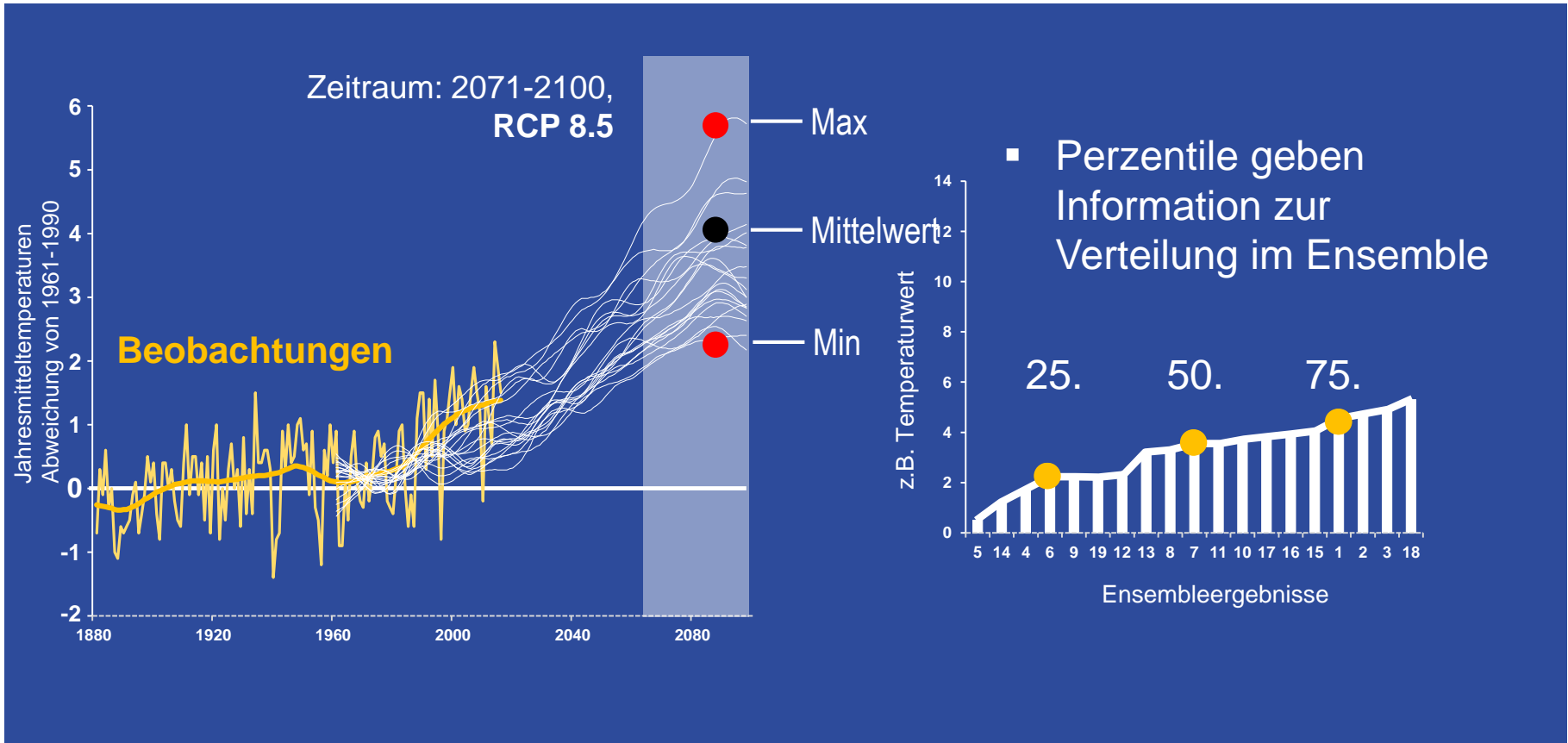
# Klimawandel - Hintergrund

## Auswertung von Klimaprojektionsensembles



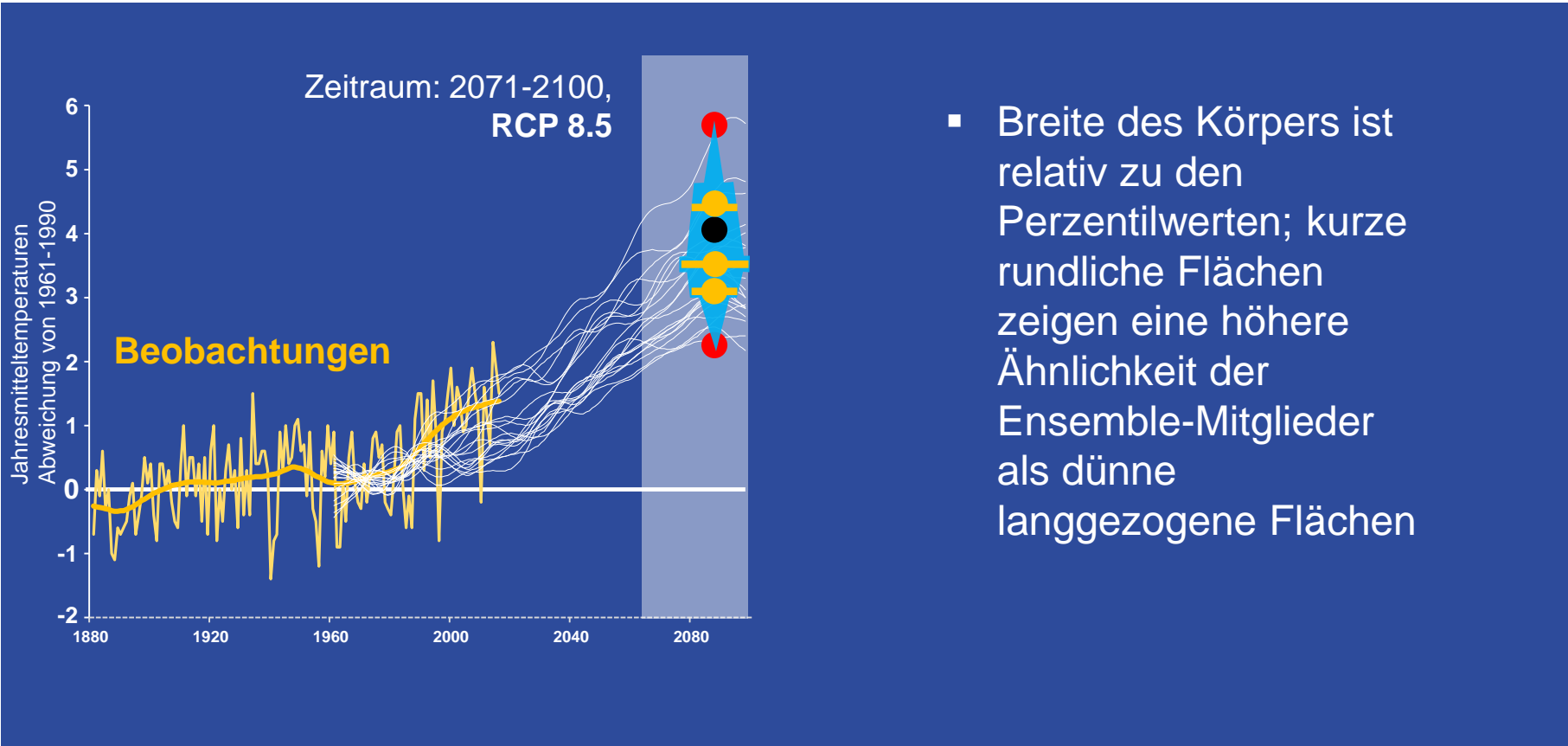
# Klimawandel - Hintergrund

## Auswertung von Klimaprojektionsensembles





# Klimawandel - Hintergrund

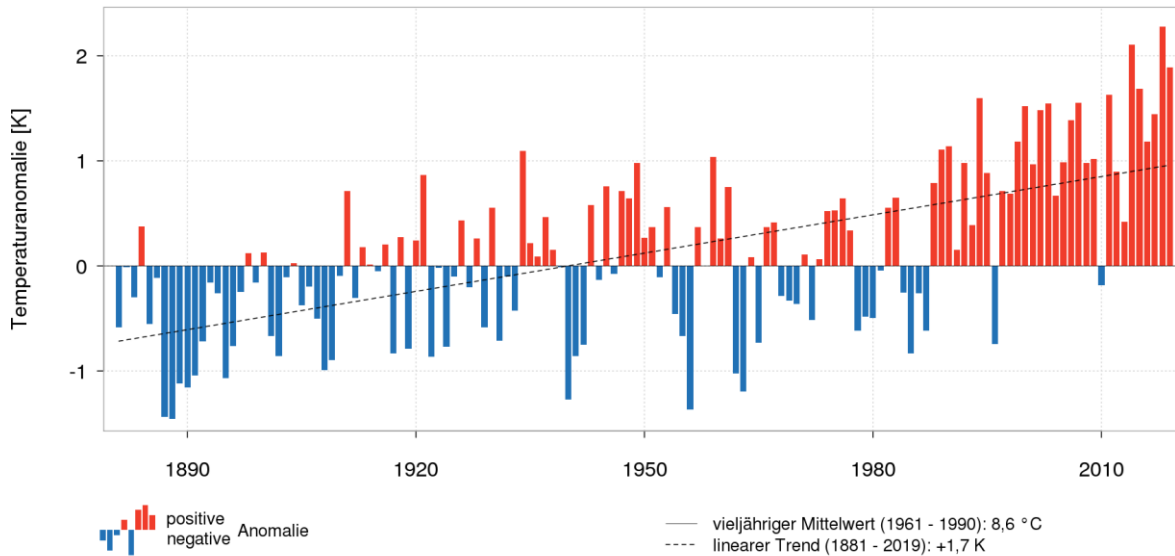


# Klimawandel - Hintergrund

## Temperatur

### Das haben wir beobachtet

**Temperaturanomalie**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1881 - 2019  
Referenzzeitraum 1961 - 1990

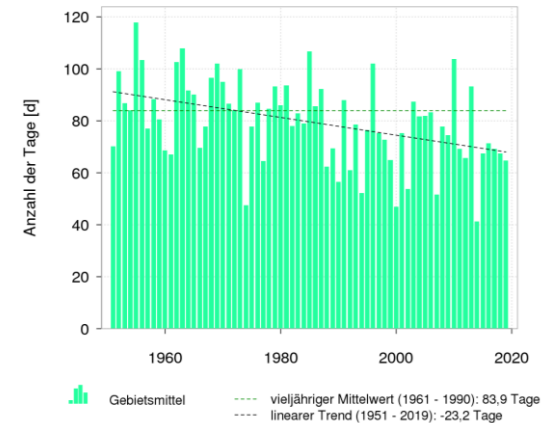


Mitteltemperatur  
Referenz: 8,6 °C  
Tendenz: +1,7 K

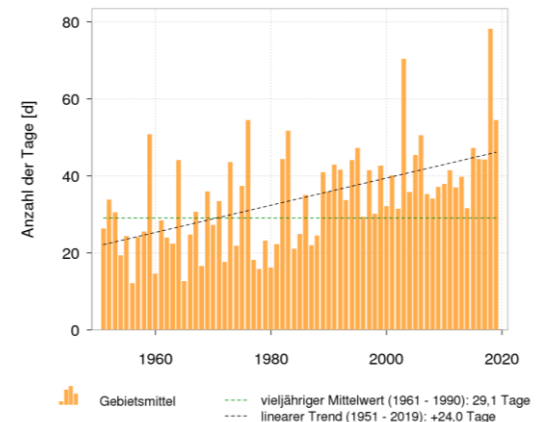
Anzahl Frosttage  
Referenz: 83,9 d  
Tendenz: -23,2 d

Anzahl Sommertage  
Referenz: 29,1 d  
Tendenz: +24,0 d

**Frosttage**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1951 - 2019

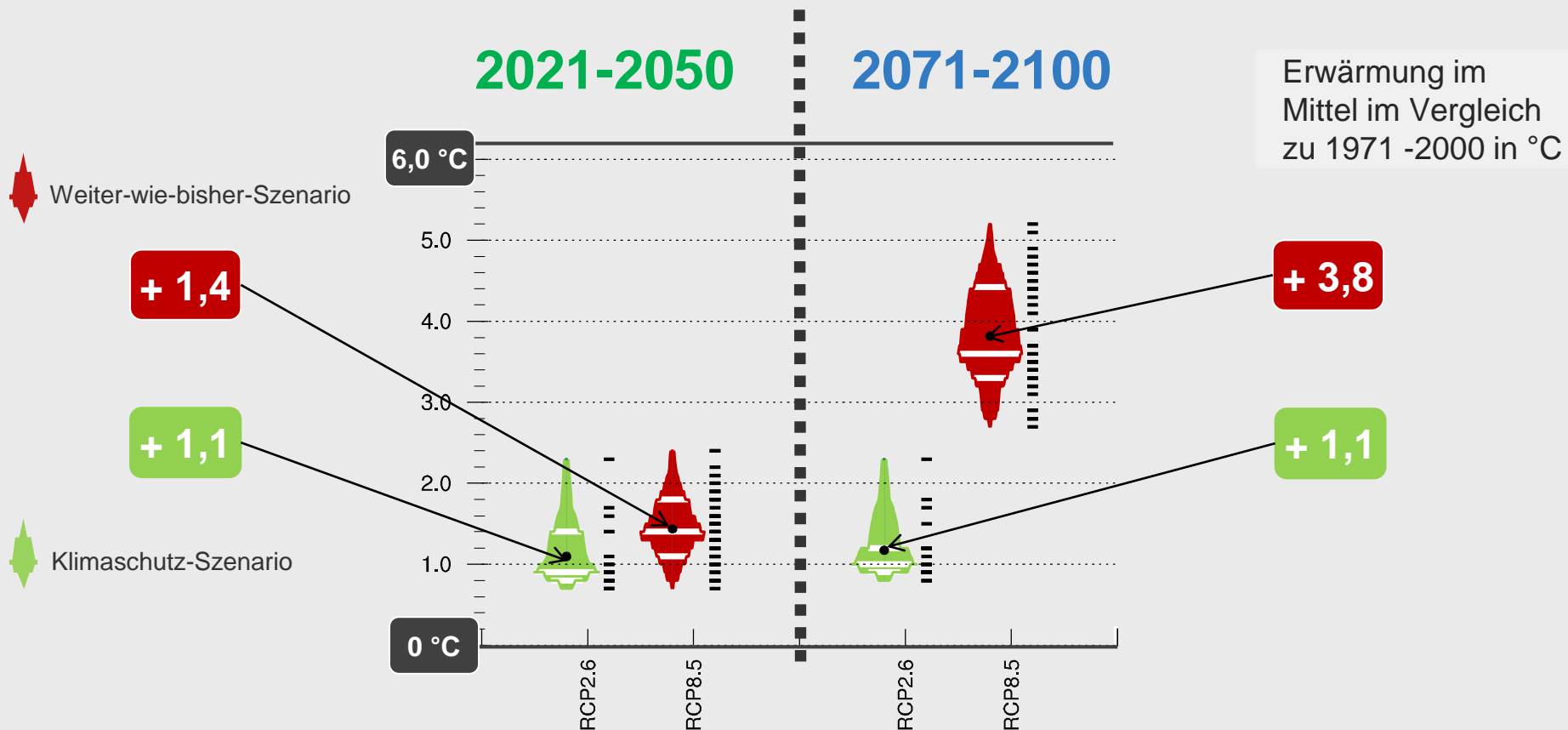


**Sommertage**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1951 - 2019



## Temperatur Deutschland

### Das sagen die Projektionen





# Niederschlag/Starkniederschlag

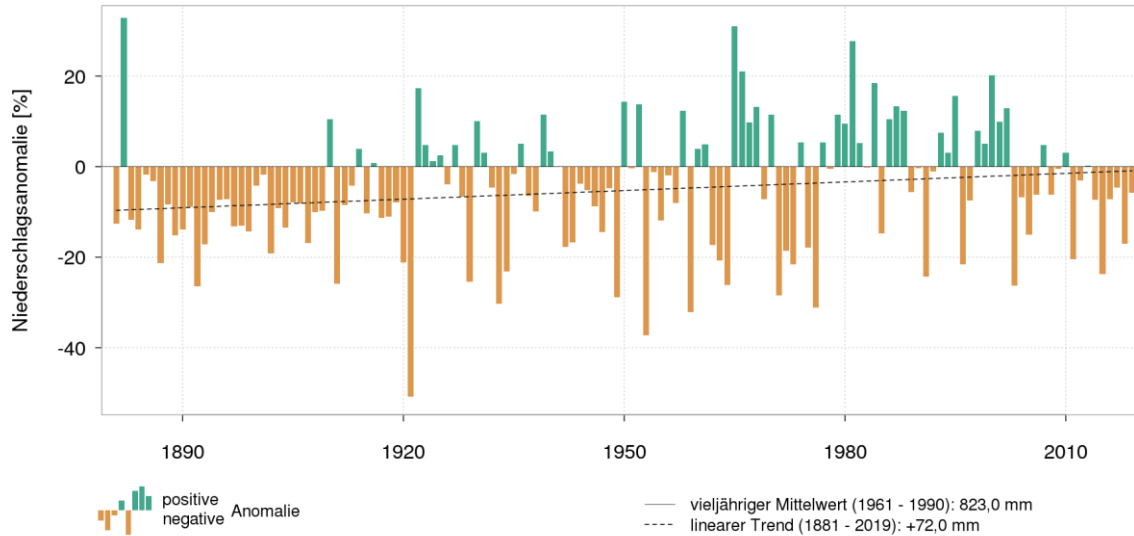


# Niederschlag

# Niederschlag

## Das haben wir beobachtet

**Niederschlagsanomalie**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1881 - 2019  
Referenzzeitraum 1961 - 1990

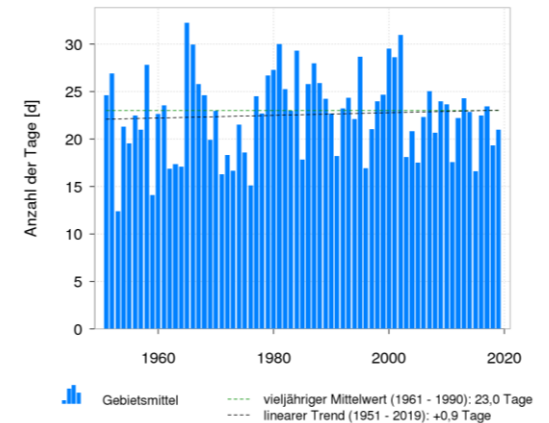


Jahresniederschlag  
Referenz: 823,0 mm  
Tendenz: +72,0 mm

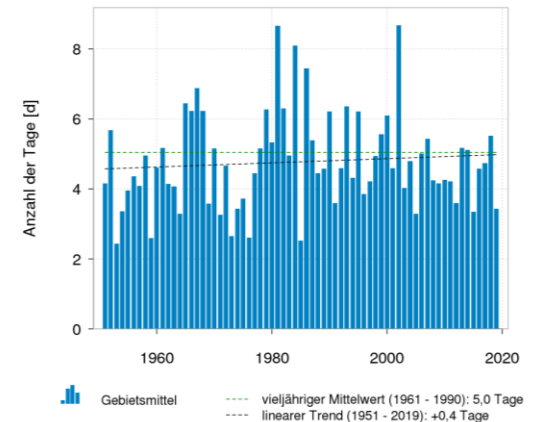
Tage mit RR  $\geq$  10 mm  
Referenz: 23,0 d  
Tendenz: +0,9 d

Tage mit RR  $\geq$  20 mm  
Referenz: 5,0 d  
Tendenz: +0,4 d

**Tage mit Niederschlag  $\geq$  10 mm**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1951 - 2019



**Tage mit Niederschlag  $\geq$  20 mm**  
Rheinland-Pfalz und Saarland Jahr  
1951 - 2019



# Niederschlag

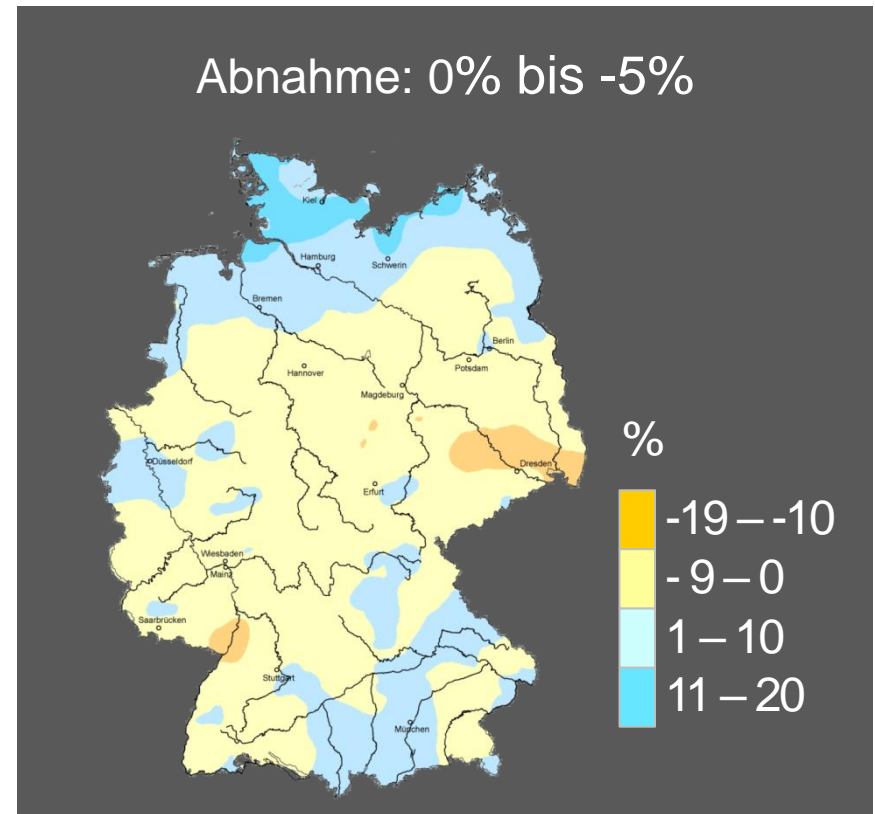
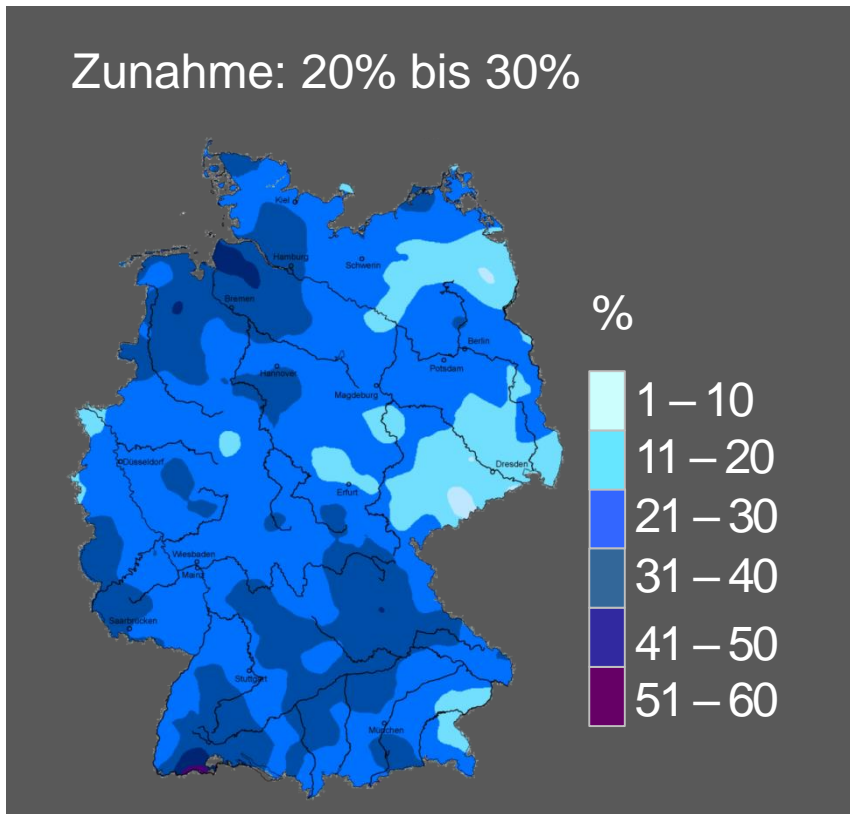
## Änderungen Niederschlagssummen

Winter - linearer Trend ab 1881

Sommer - linearer Trend ab 1881

Zunahme: 20% bis 30%

Abnahme: 0% bis -5%

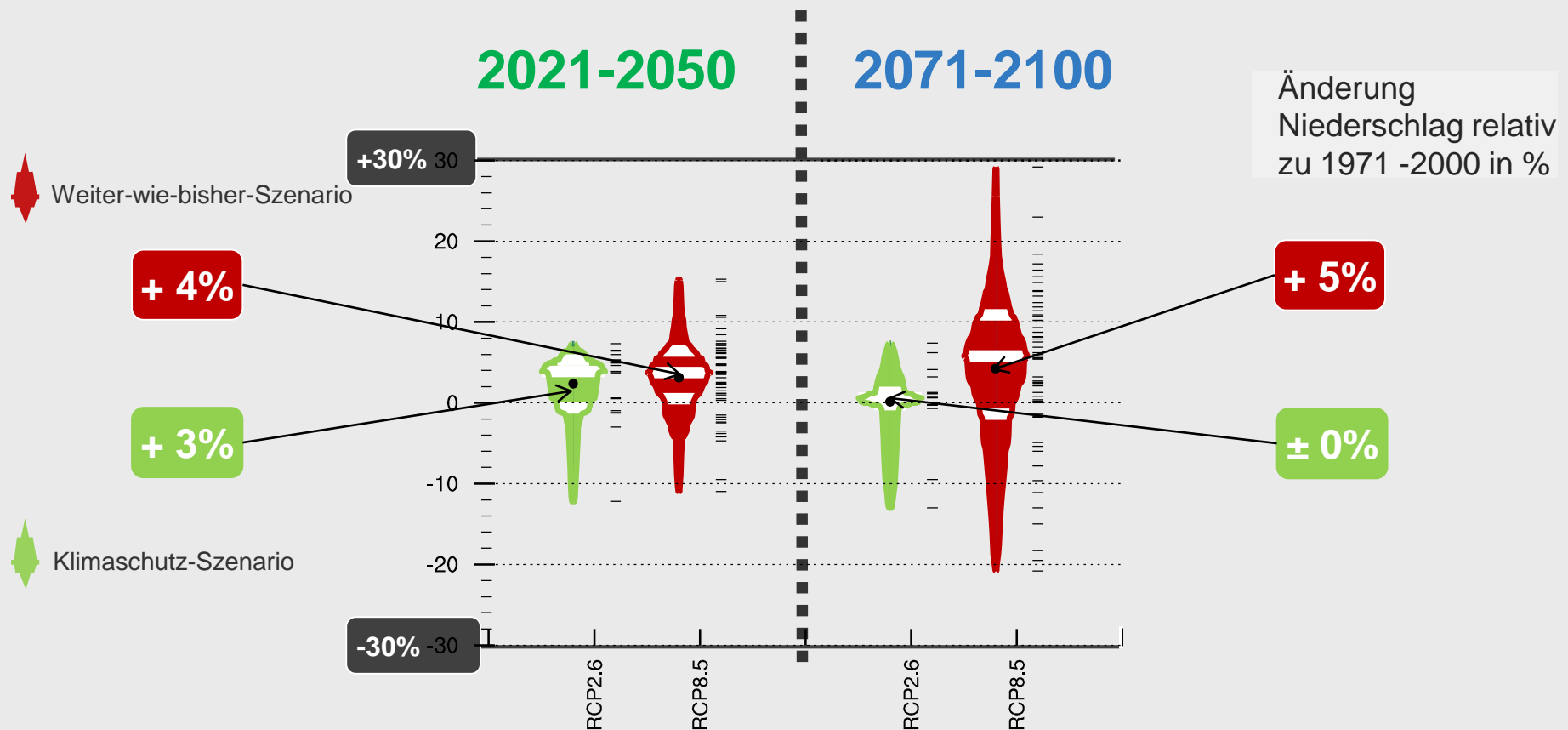


**Große räumliche und zeitliche Variabilität!**

# Niederschlag

## Niederschlag

### Das sagen die Projektionen



# Extrem- Niederschlag



# Extremniederschlag

Erwärmt sich die **Atmosphäre** im Schnitt um **1 °C**, dann nimmt der **Wasserdampfgehalt** der Atmosphäre nach der Clausius-Clapeyron-Gleichung um **rund 7% mehr zu**.

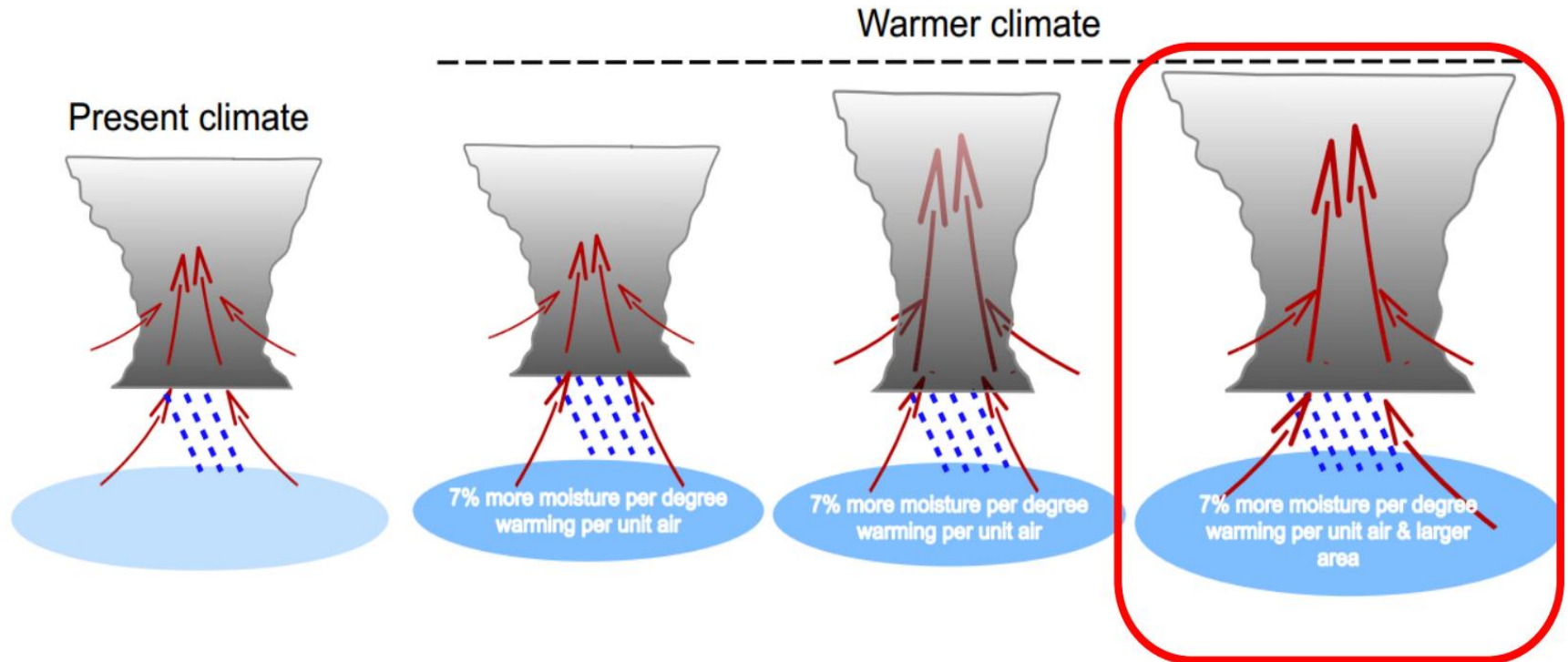


Abb.: Thermodynamische Ursachen für verstärkten Starkregen durch globale Erwärmung aus Lenderink et al. (2017)

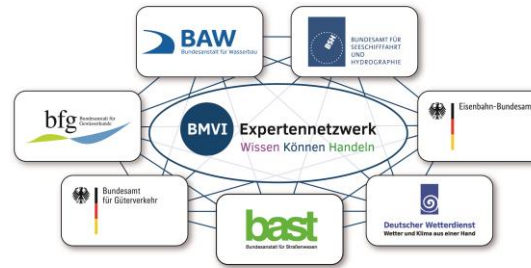
# Starkniederschlag

## Zukünftige Ereignishäufigkeit Tagesniederschlag

### BMVI-Expertennetzwerk

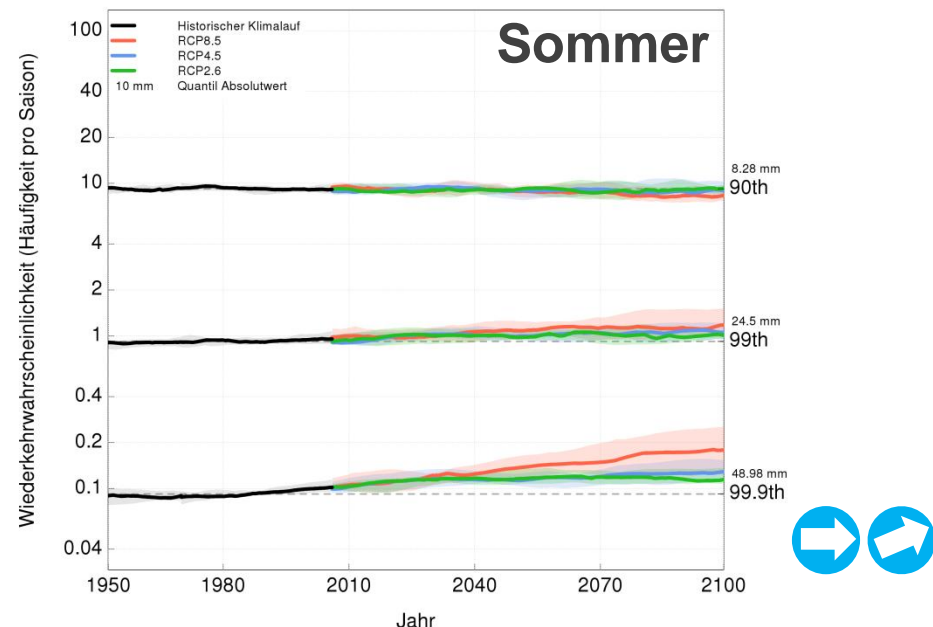
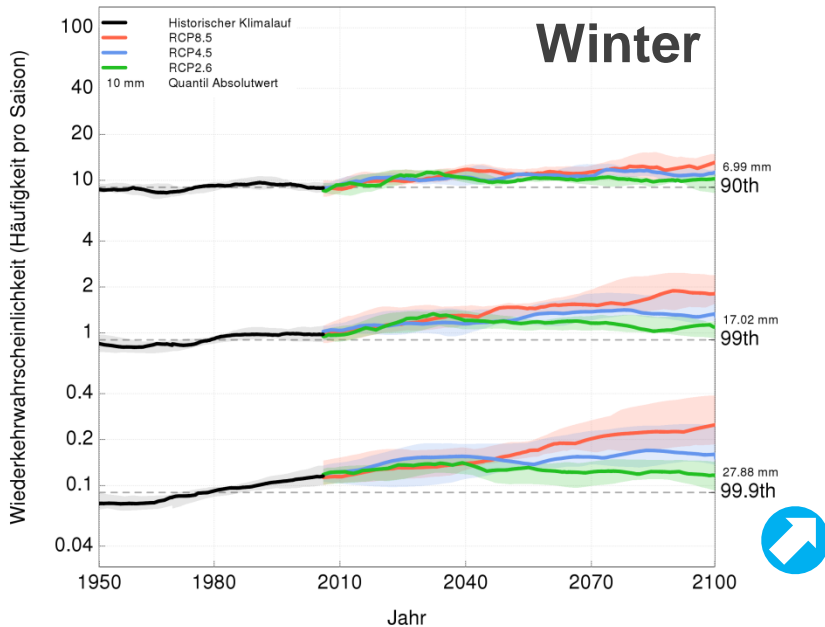
#### Themenfeld 1 –

Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen



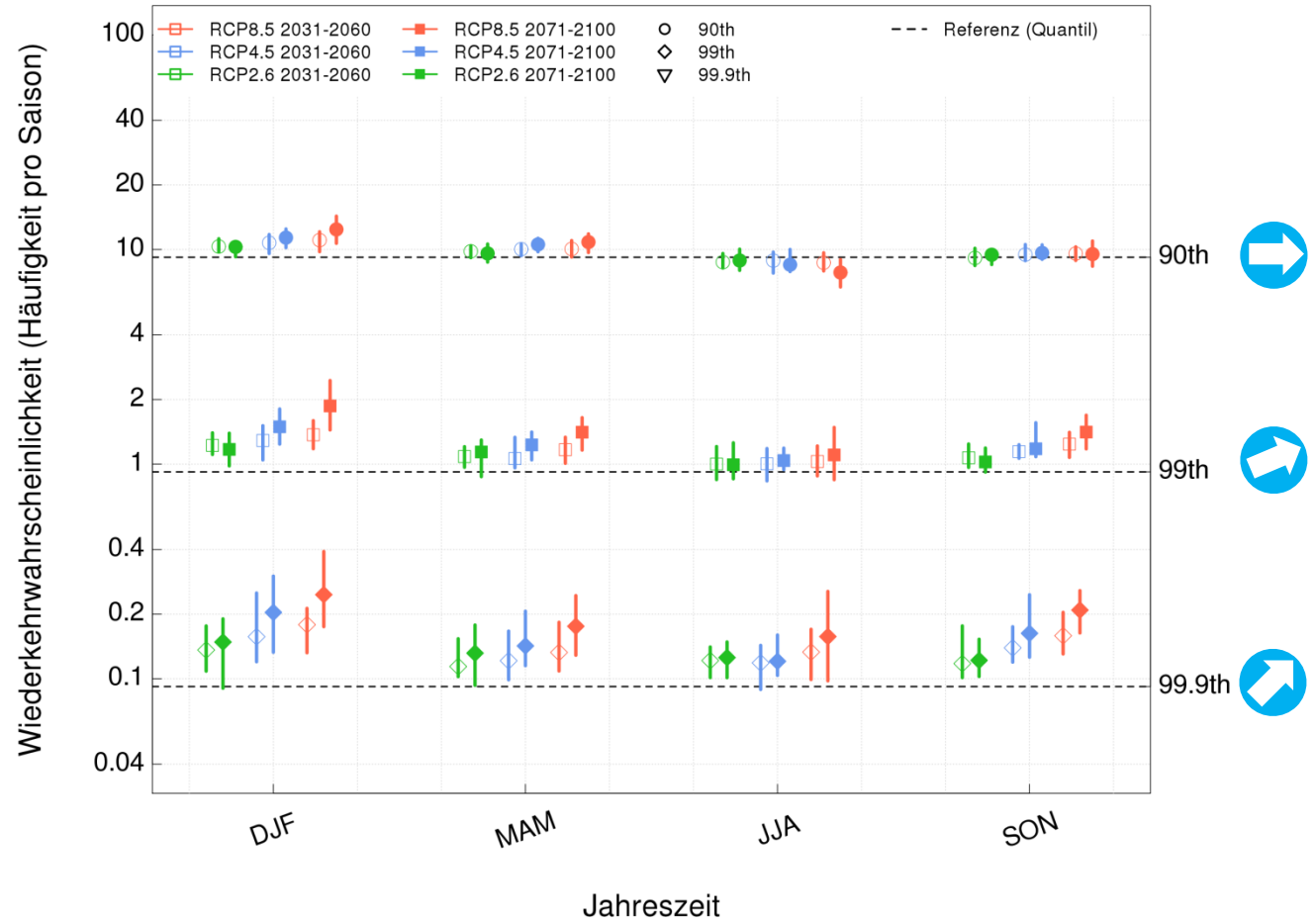
Kernschätzeranalysen  
Ensemble  
RCM-Projektionen

Christoph Brendel



## Zukünftige Ereignishäufigkeit Tagesniederschlag

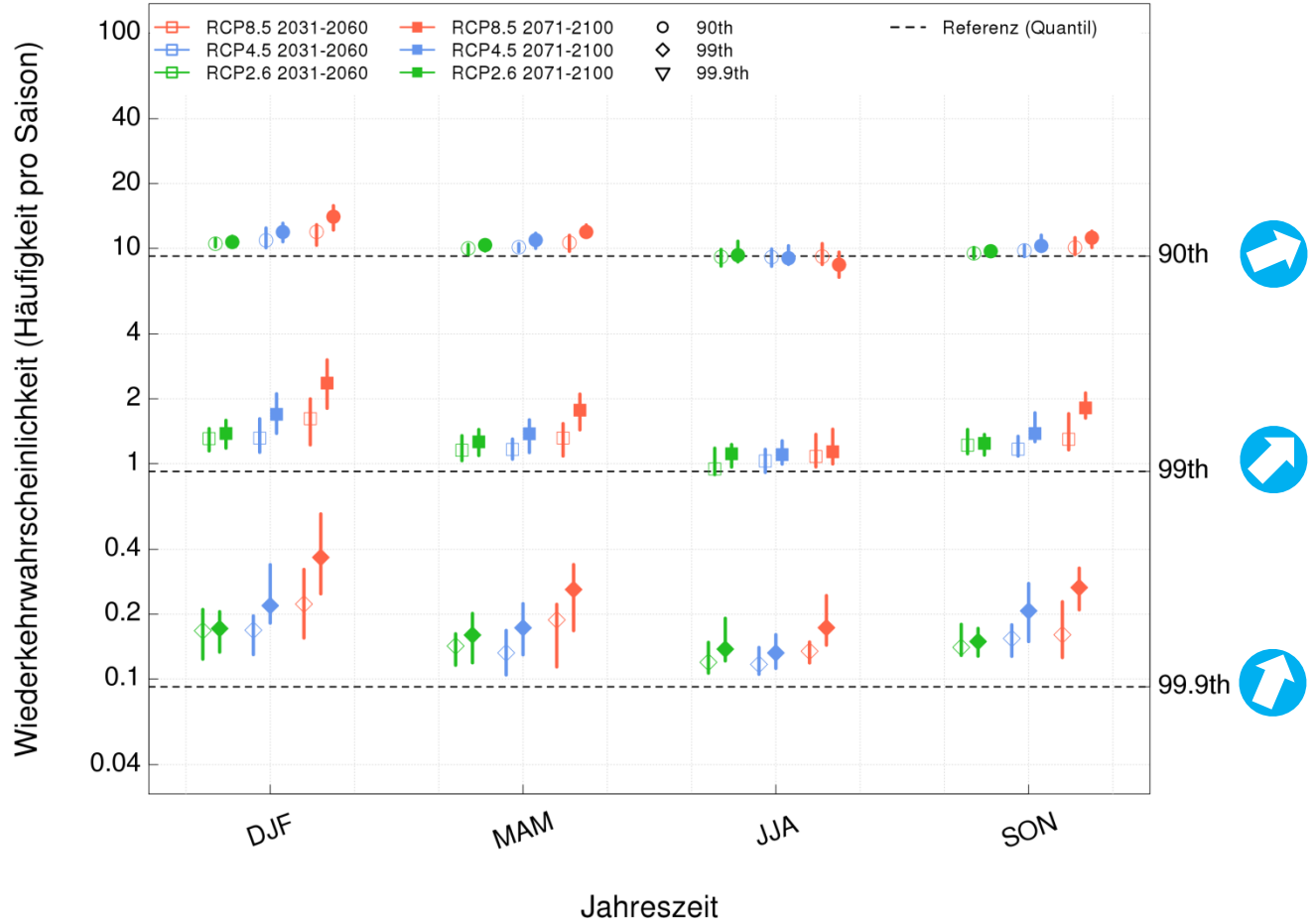
Region  
Südwest



# Starkniederschlag

## Zukünftige Ereignishäufigkeit max. 1-Std. Niederschlag/Tag

Region  
Südwest



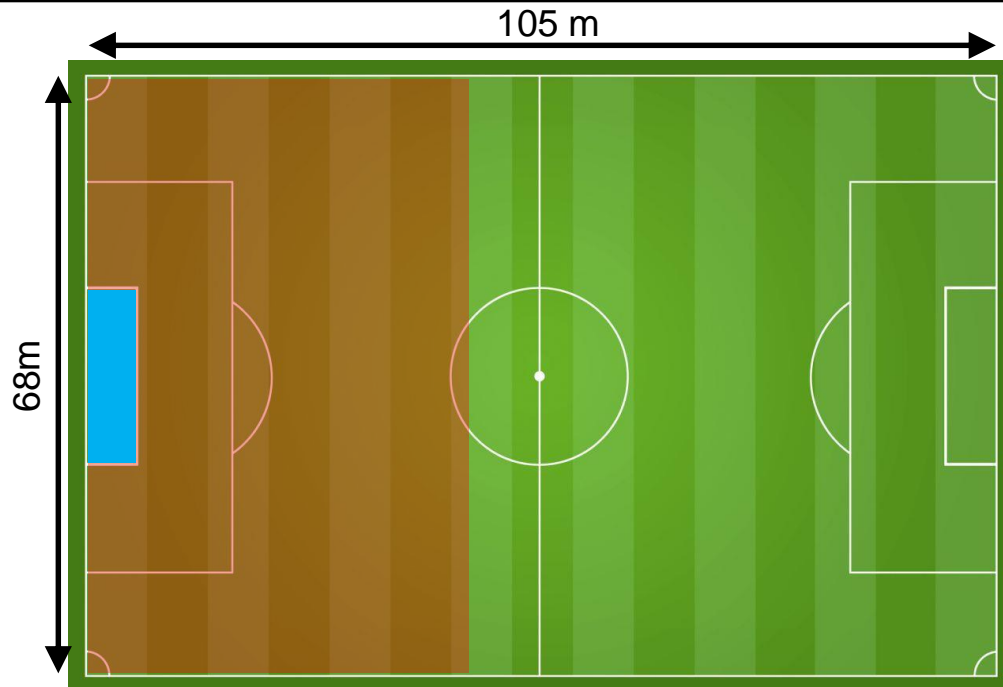


# Extremniederschlag

**Schwierigkeit:** Extreme sind schwer zu erfassen



# Extremniederschlag



7.140 m<sup>2</sup>  
 3.026 m<sup>2</sup> (42,4%)  
 50-80 m<sup>2</sup> (0,01%)

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.

*Bulletin of the American Meteorological Society; 2017; DOI:10.1175/BAMS-D-14-00283.1*

→ Die Gesamtfläche aller DWD-Niederschlagsmesser passt **in einen halben bis ganzen Fünfmeteraum.**

# Extremniederschlag

## Radarbasierte Niederschlagsmessung des DWD

Strategische Behördenallianz –  
Anpassung an den Klimawandel



Bundesamt  
für Bevölkerungsschutz  
und Katastrophenhilfe

Technisches  
Hilfswerk

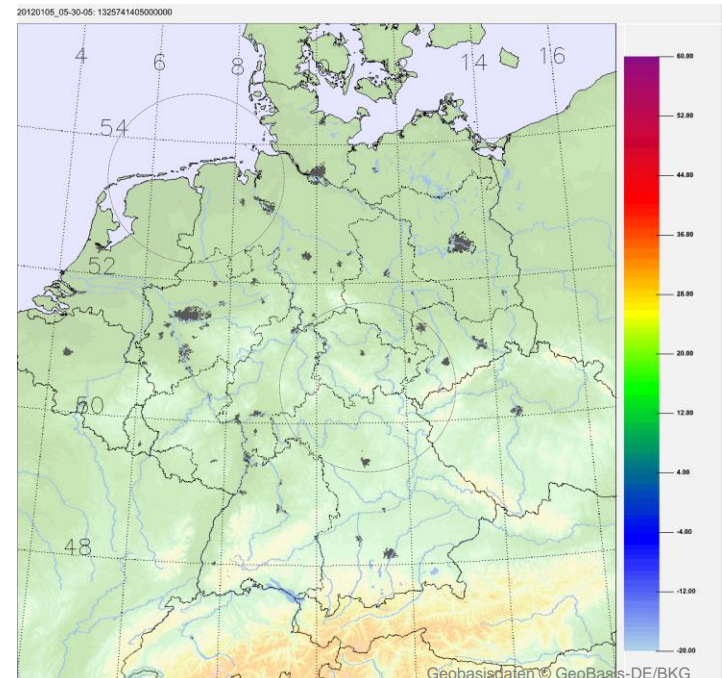
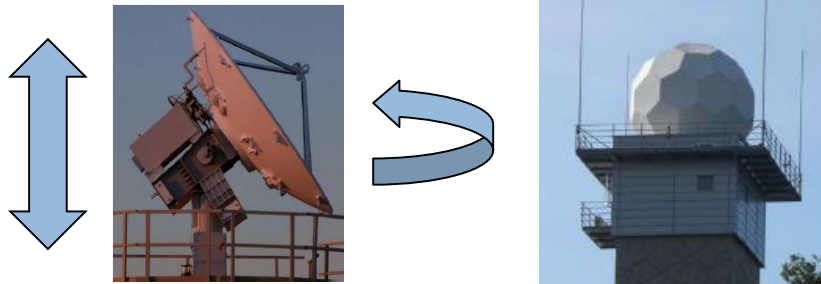
Umwelt  
Bundes  
Amt  
Für Mensch und Umwelt

Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung  
im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung

### → Niederschlagsprodukt Radar + Ombrometer

- auf Raster mit 1 km Kantenlänge
- Zeitliche Auflösung bis 5 min
- Echtzeit = RADOLAN

### → Reprozessierung ab 2001 (RADKLIM) verfügbar auf [opendata.dwd.de](https://opendata.dwd.de)

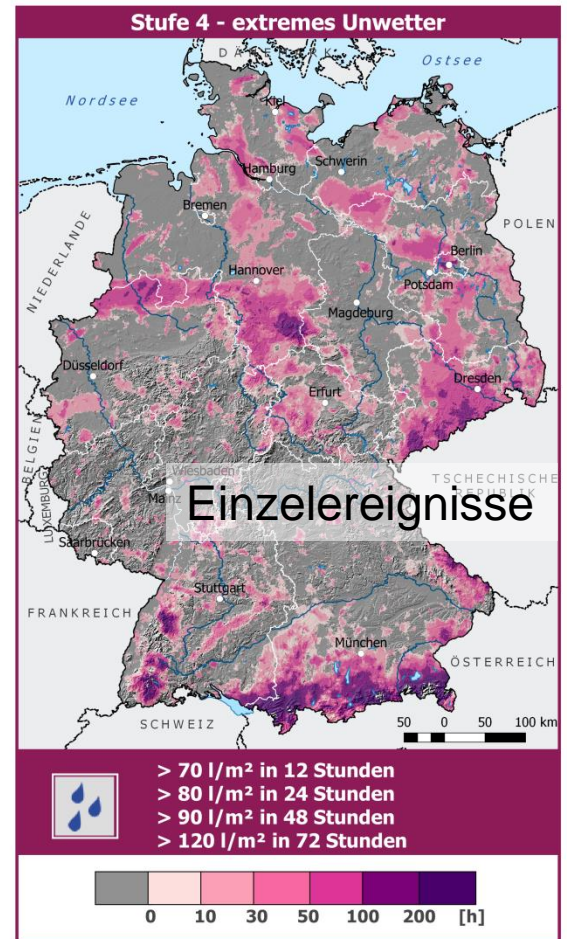
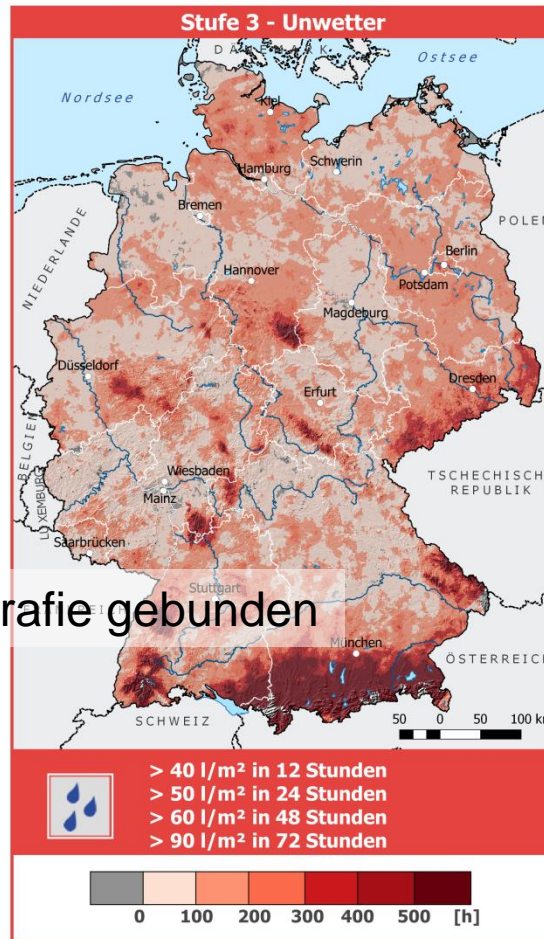


# Extremniederschlag

Gesamtanzahl der Niederschlagsstunden im Zeitraum 2001-2017 mit Überschreitung der Warnschwellen

## DAUERREGEN

Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014 Klimadaten und Darstellung: © DWD 2018 (Radarklimatologie v.2017.002)



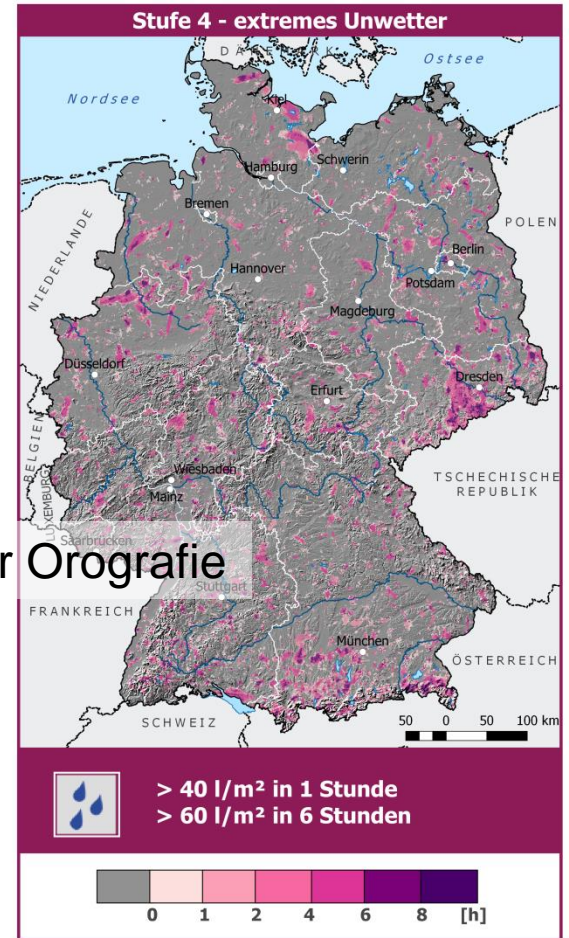
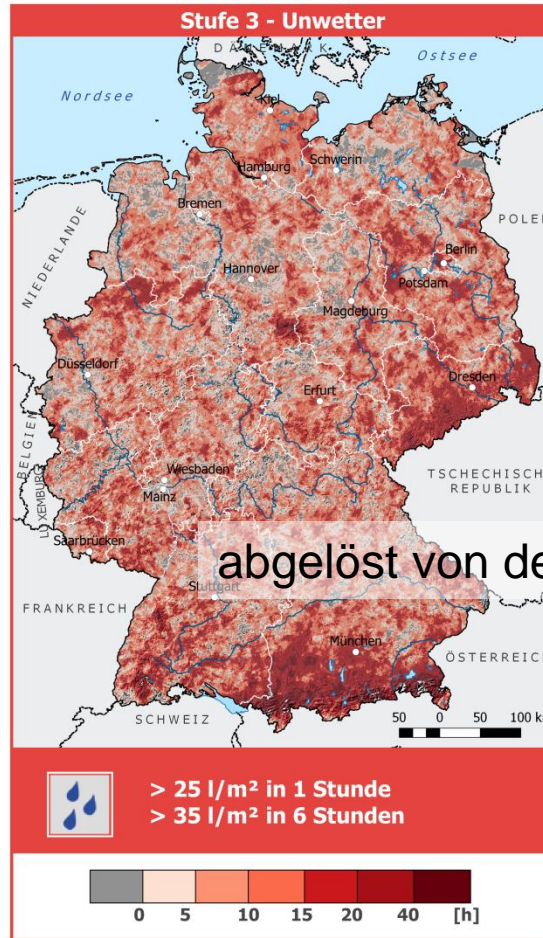
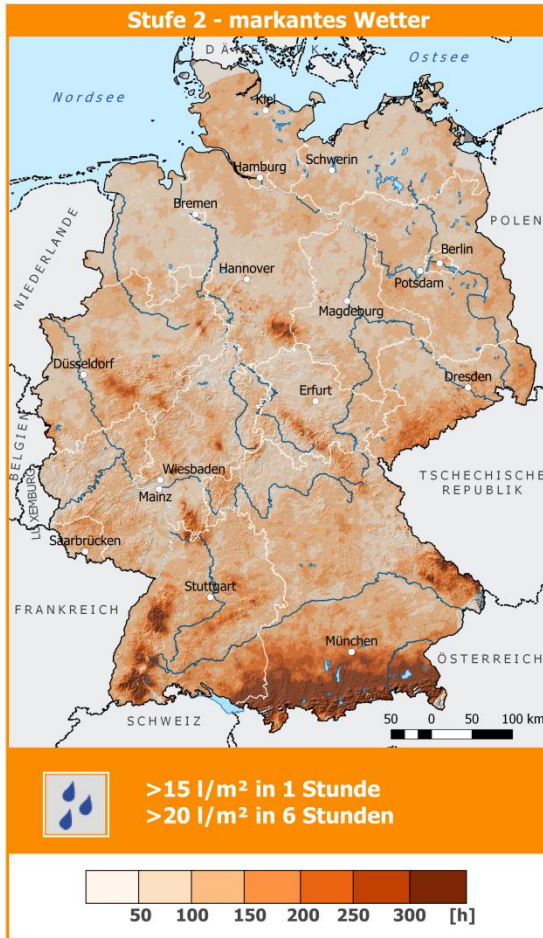


# Extremniederschlag

Gesamtanzahl der Niederschlagsstunden im Zeitraum 2001-2017 mit Überschreitung der Warnschwellen

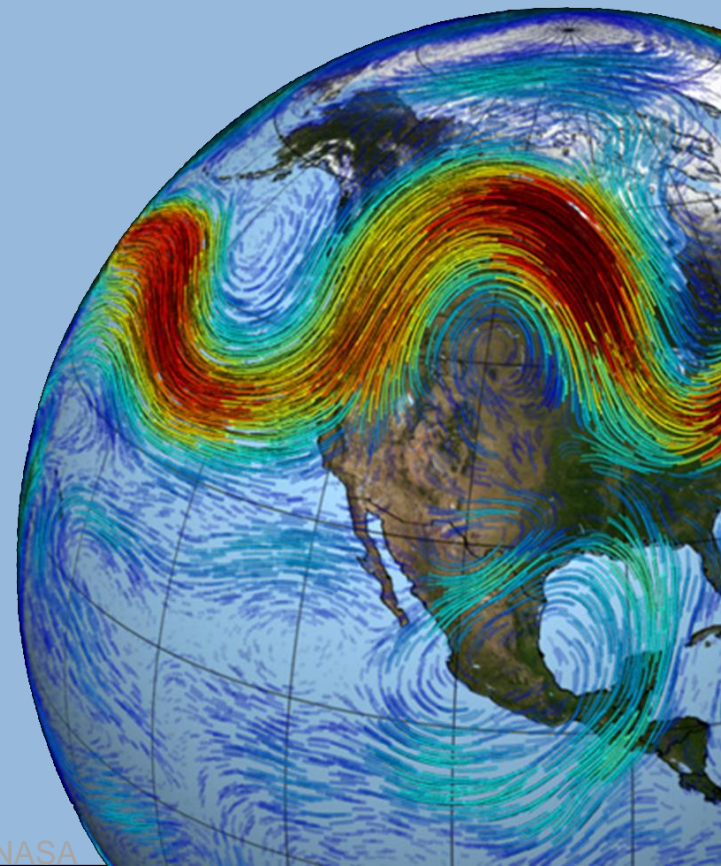
## STARKREGEN

Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014 Klimadaten und Darstellung: © DWD 2018 (Radarklimatologie v.2017.002)





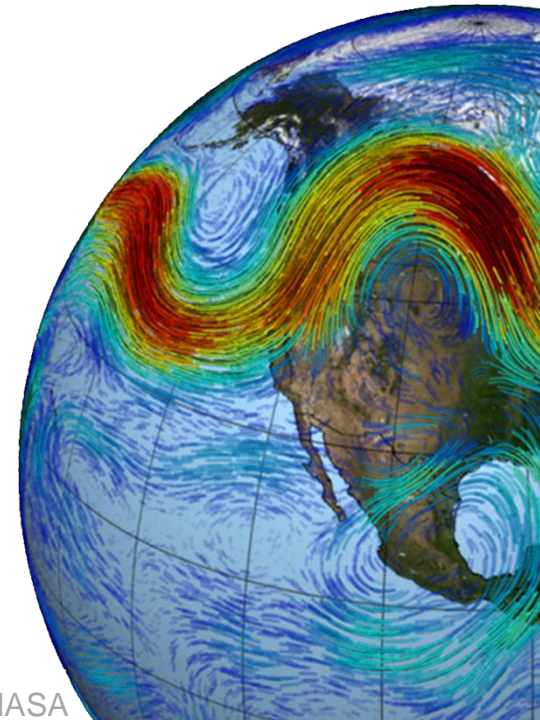
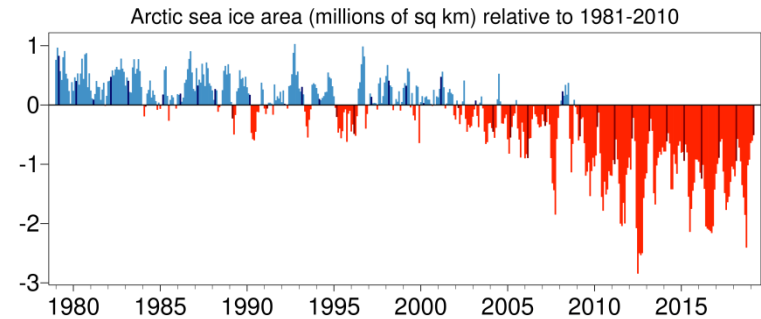
# Stabilität von Wetterlagen



Quelle: NASA

## Stabilität von Wetterlagen

- Schnellere **Erwärmung der Arktis** durch geringere Meereisbedeckung im Zuge des Klimawandels reduziert die Abnahme der Temperatur zum Pol
- Folge: Häufigere **stabile (stationäre) Wetterlagen** mit längerer Verweilzeiten von Tief- (**Dauerregen, Hochwasser**) und Hochdruckgebieten (**Hitzeperioden, Dürre**)\*



Quelle: NASA

\*Mann et al., Sci. Adv. 2018;4: eaat3272 31 October 2018



# Fazit



- **Der Klimawandel ist Realität** und wird sich im 21. Jahrhundert noch verstärken.
- Auswirkungen des Klimawandels sind bereits jetzt in Deutschland **zu beobachten**.
- Die verfügbaren Klimamodelle lassen ein **Fortschreiten der globalen Erwärmung** als sehr wahrscheinlich annehmen.
- Aussagen zum **Niederschlag** sind aufgrund der raum-zeitlichen Variabilität der Ereignisse **schwieriger und unsicherer**.
- Ein vermehrtes Auftreten von **Extremereignissen** ist **wahrscheinlich**. Dabei ist gerade im Sommer davon auszugehen, dass sich **Hitzeperioden und Starkregenereignisse abwechseln**.
- Es gibt Hinweise auf eine **Erhöhung der Stabilität von Wetterlagen** und damit eine **Verschärfung extremer Wettersituationen**.
- Auswertungen des DWD zeigen, dass eine **Starkregengefährdung für kurze Dauerstufen wahrscheinlich nicht so stark an die Orographie gebunden** sind, wie bisher gedacht.

## Kontakt:

**Thomas Junghänel**  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach am Main

E-Mail: [thomas.junghaenel@dwd.de](mailto:thomas.junghaenel@dwd.de)

**+++ Vielen Dank! +++**

