

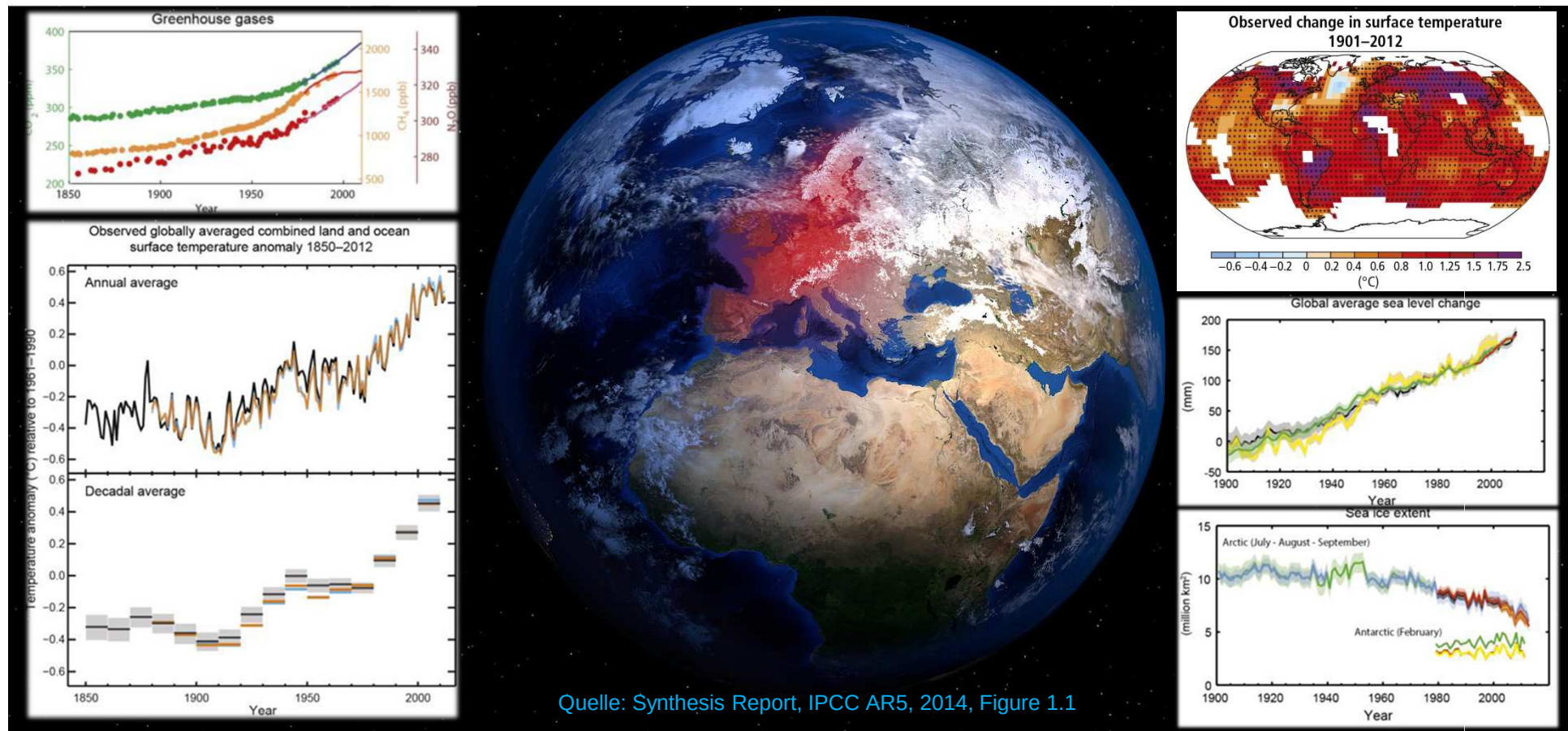


Die Entwicklung des Niederschlagsverhaltens im Klimawandel - Beobachtung und Projektion

Dr. Thomas Deutschländer
Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie

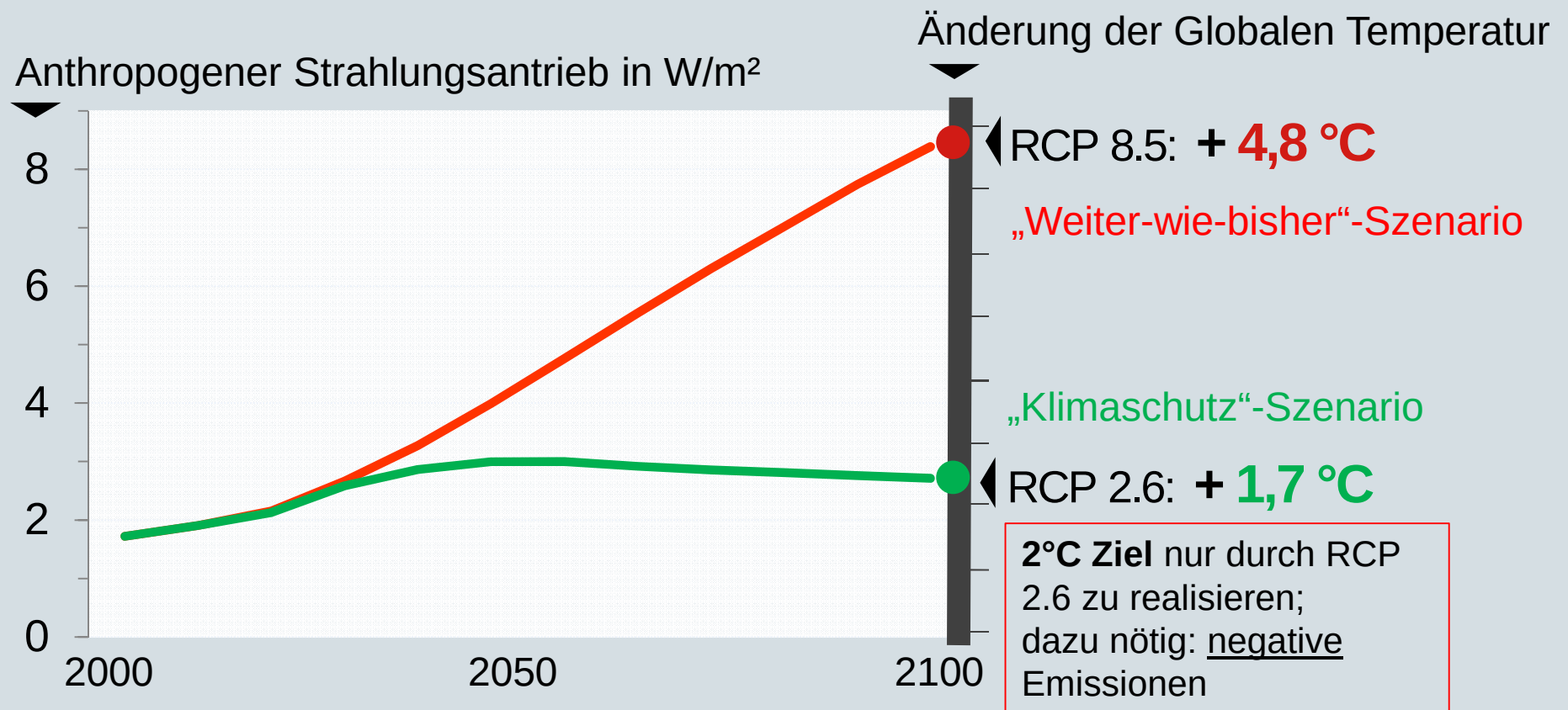
Starkregen-Kolloquium Saarland
30.09.2019, htw saar, Göttingen

Was wissen wir?



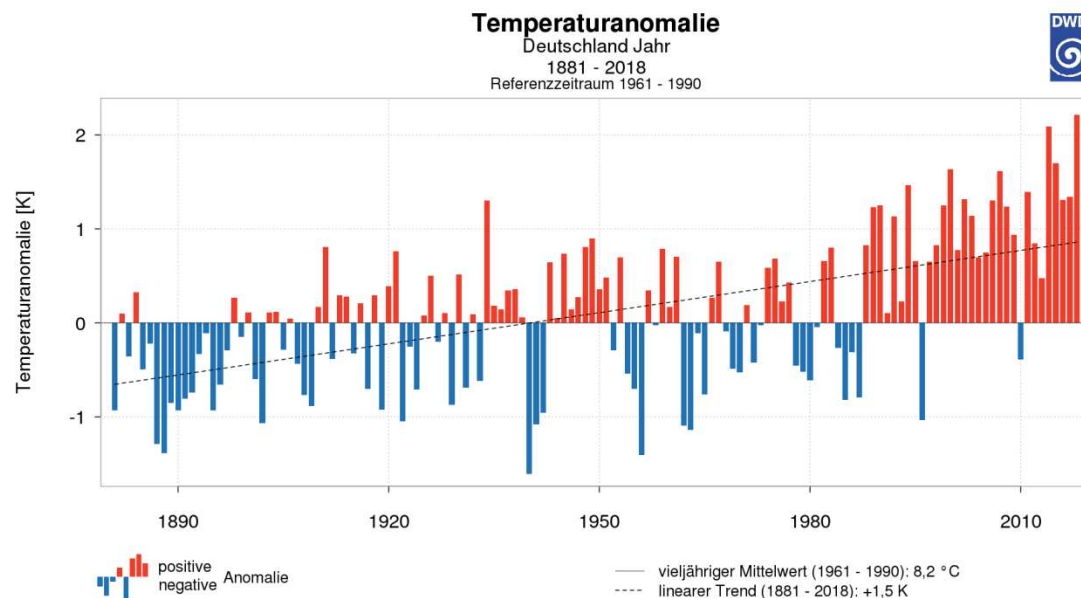
Die künftigen CO₂-Emissionen sind entscheidend

RCP-Szenarien im Vergleich



Temperatur Deutschland

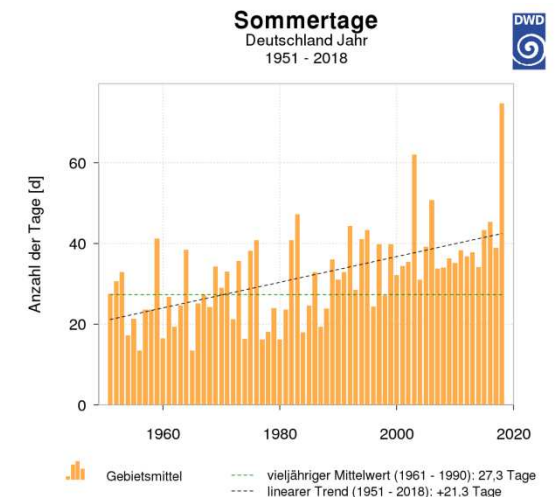
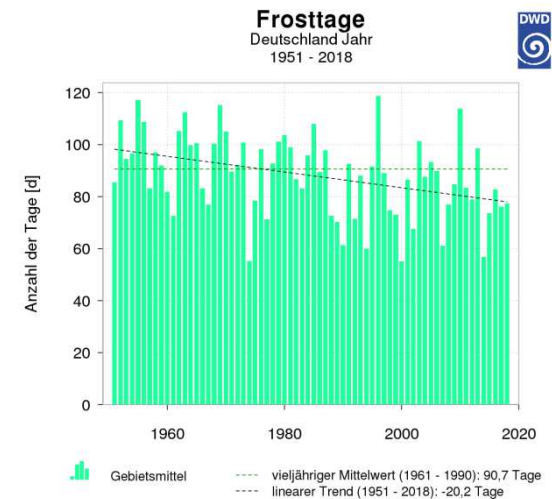
Das haben wir in Deutschland beobachtet



Mitteltemperatur
Referenz: 788,9 mm
Tendenz: +68,6 mm

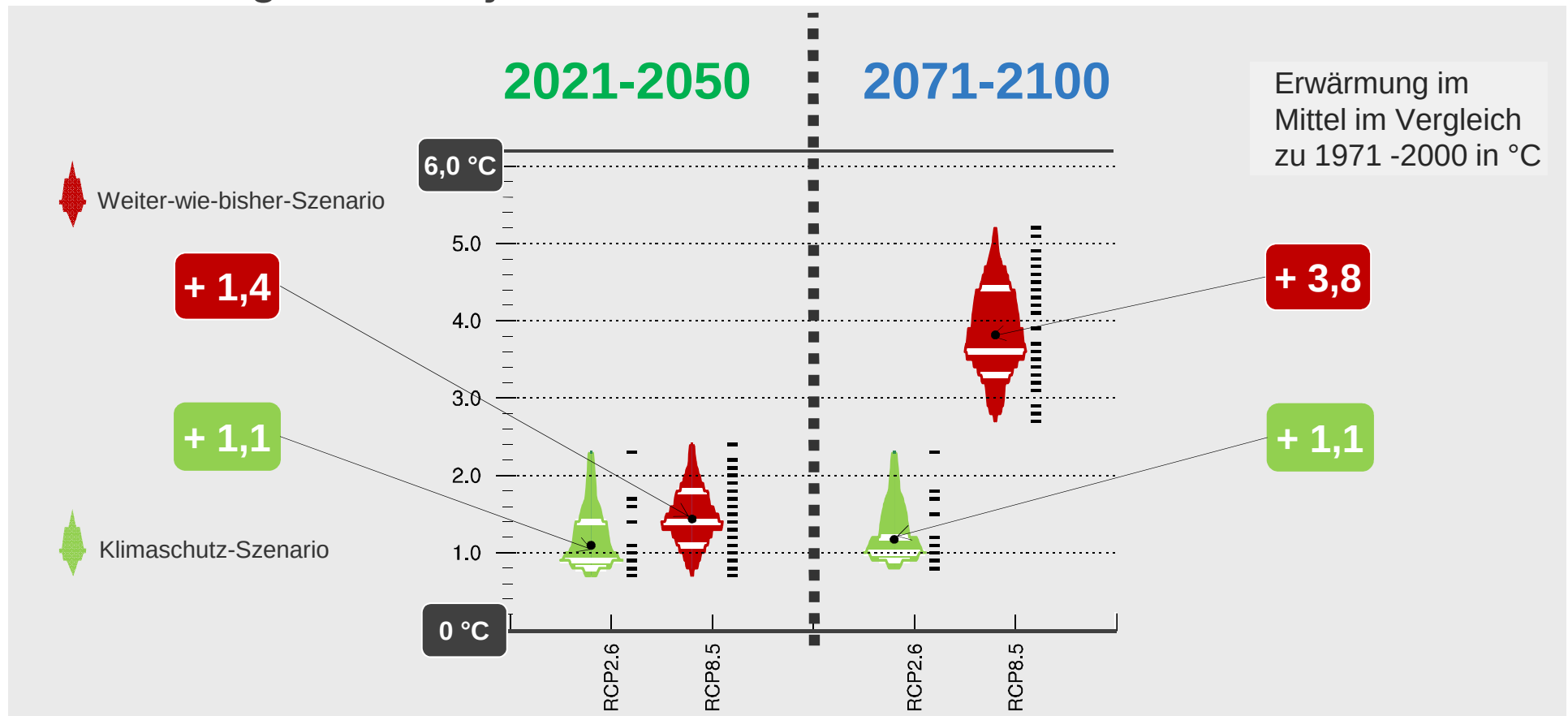
Anzahl Frosttage
Referenz: 90,7 d
Tendenz: -20,2 d

Anzahl Sommertage
Referenz: 27,3 d
Tendenz: +21,3 d



Temperatur Deutschland

Das sagen die Projektionen



Beobachtung

- Ungebrochener Trend der Erwärmung in Deutschland
- Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1,5 °C seit 1881
- Änderung der Extreme: mehr Sommer-/Heiße Tage, weniger Frost-/Eistage

Kurzfristiger Planungshorizont

- Landesweit Erwärmung um im Mittel 1,1 bis 1,4 °C im Vergleich zur Referenz

Langfristiger Planungshorizont

- Beim „Klimaschutz“-Szenario Erwärmung um im Mittel 1,1 °C
- Beim „Weiter-wie-bisher“-Szenario Erwärmung um im Mittel 3,8 °C

Für beide Planungshorizonte ist über alle Jahreszeiten hinweg eine Zunahme der mittleren Temperatur zu erwarten.

Im Stadtklima werden sich die Temperaturextreme schärfer ausbilden.



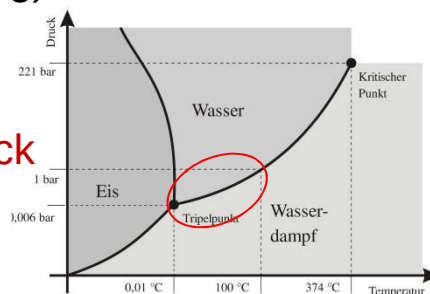
Niederschlag/Starkniederschlag



Klimawandel: Änderung thermodynamischer Prozesse

Globaler Temperaturanstieg →
Mehr Wasserdampf in der Atmosphäre
(Clausius-Clapeyron-Gleichung)

.....
Alle 10°C verdoppelt
sich der Sättigungsdampfdruck
→ 7% mehr Wasserdampf
pro Grad Erwärmung

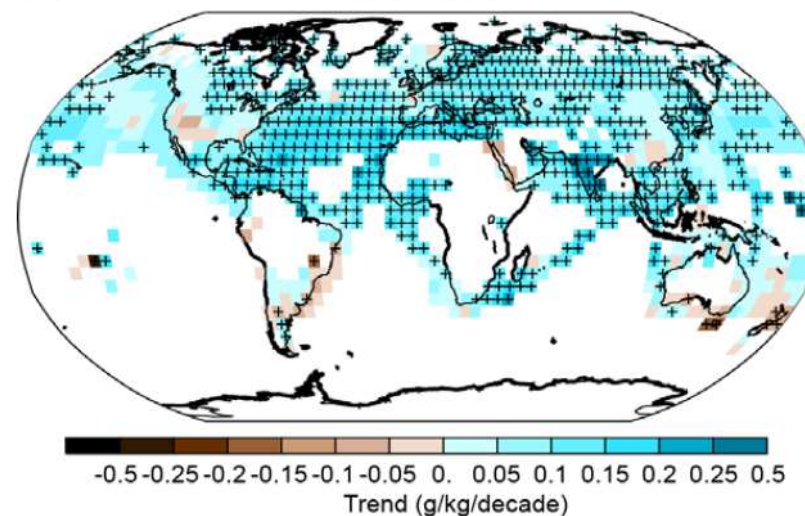


Stimmt! Sowohl die oberflächennahe spezifische Feuchte (oben) als auch der Gesamtwasserdampf der Atmosphäre über den Ozeanen (unten) haben in den letzten 40 bzw. 24 Jahren verbreitet zugenommen.

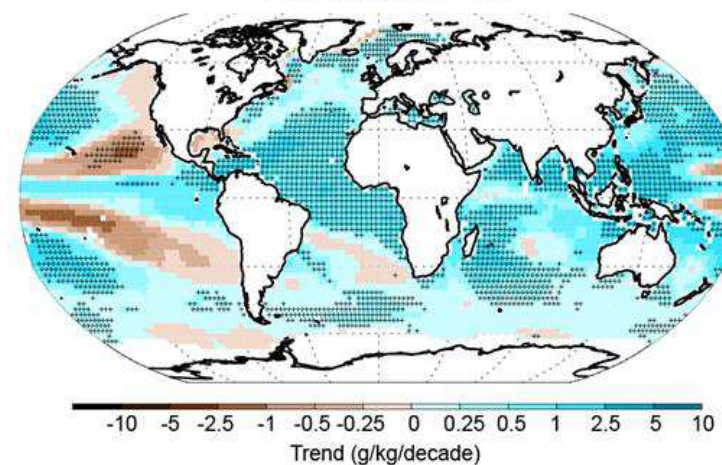
Aber, macht das auch gleich mehr oder extremeren Niederschlag?

Quelle: IPCC AR5, 2014, WG1-Report, Kapitel 2 (Beobachtungen)

(a) Trend spez. Feuchte
1973–2012

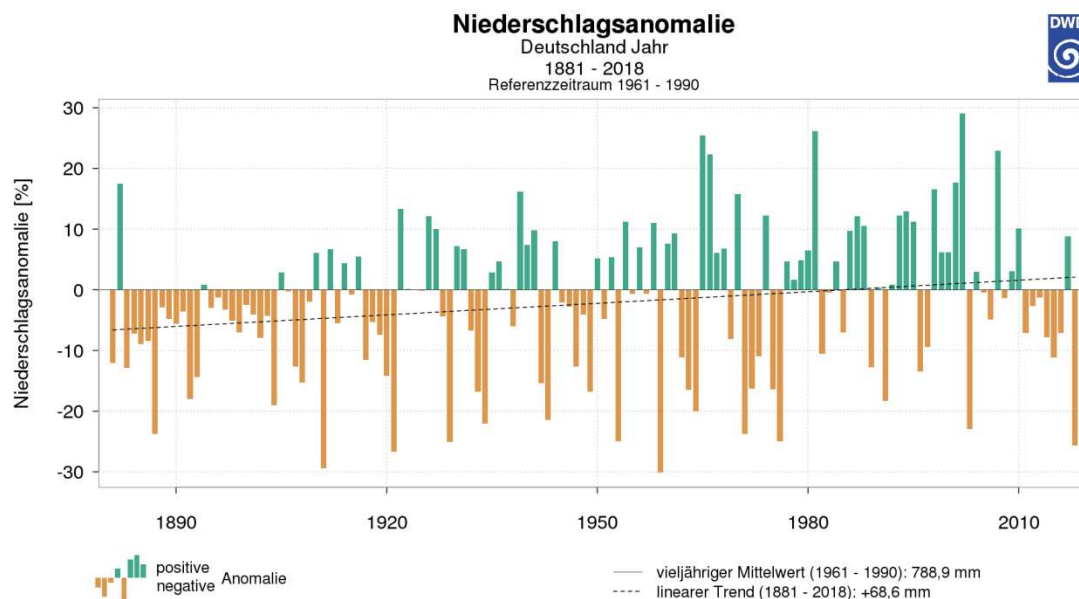


Trend Wasserdampf
TCWV trends 1988–2011



Niederschlag

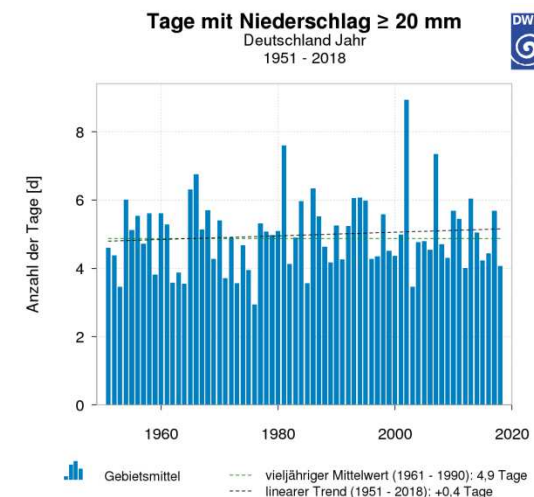
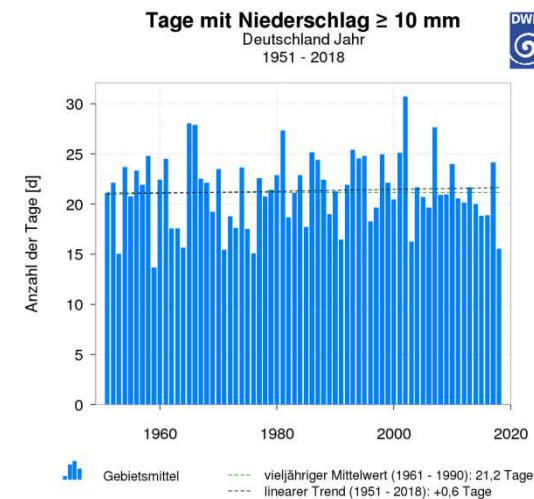
Das haben wir in Deutschland beobachtet



Jahresniederschlag
Referenz: 788,9 mm
Tendenz: +68,6 mm

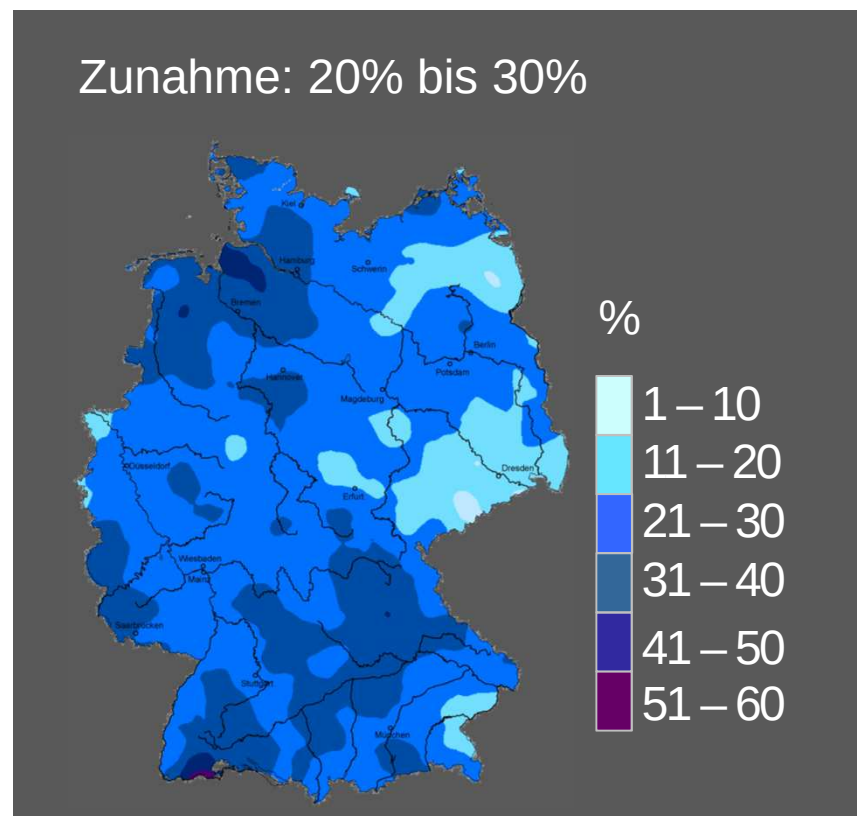
Tage mit RR ≥ 10 mm
Referenz: 21,2 d
Tendenz: +0,6 d

Tage mit RR ≥ 20 mm
Referenz: 4,9 d
Tendenz: +0,4 d

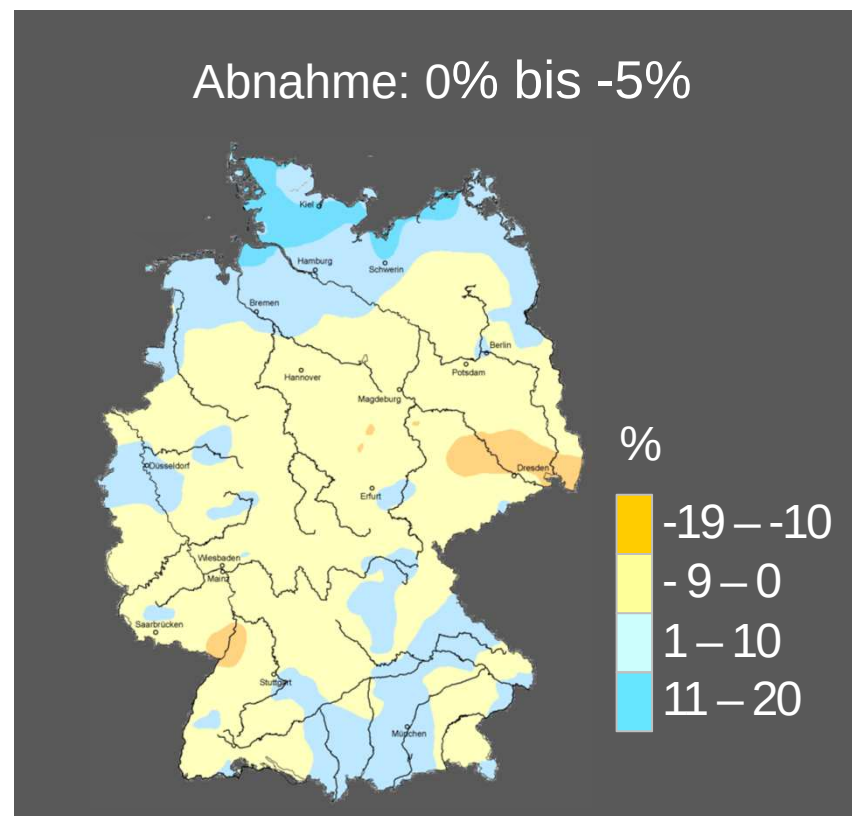


Änderungen Niederschlagssummen

Winter - linearer Trend ab 1881



Sommer- linearer Trend ab 1881

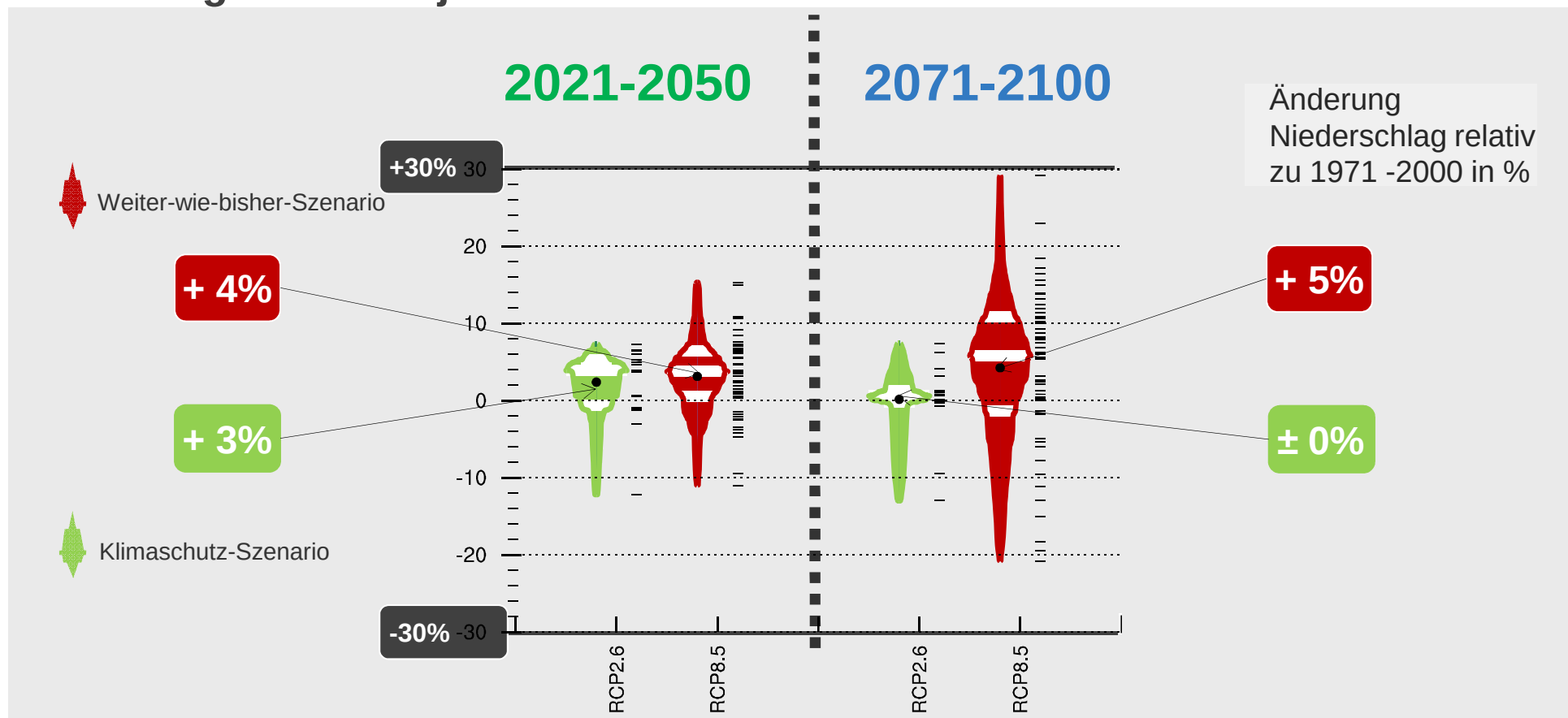


Große räumliche und zeitliche Variabilität!



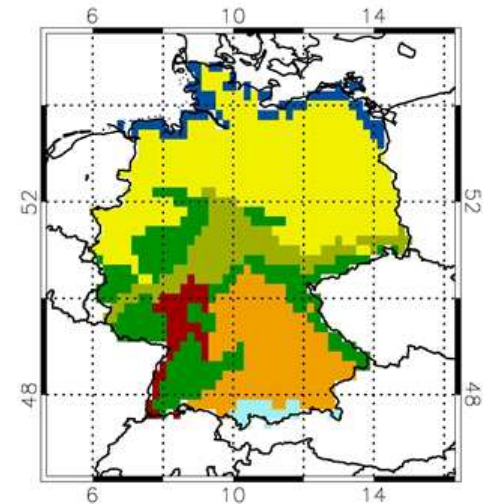
Niederschlag

Das sagen die Projektionen

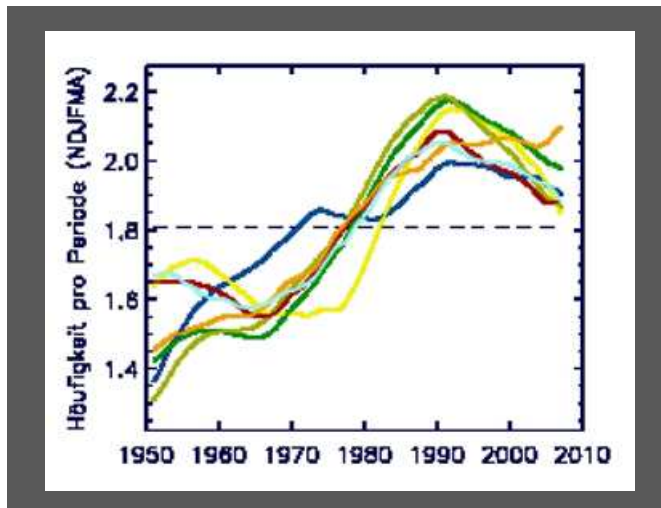


Änderungen „Starkniederschlag“

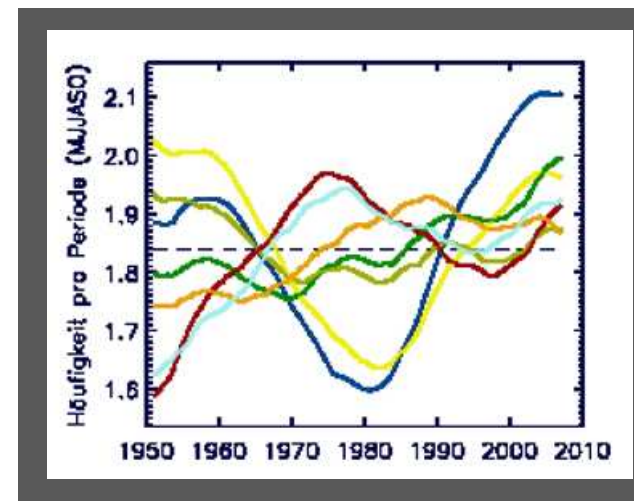
Entwicklung der Häufigkeit von Niederschlägen oberhalb des 99. Perzentils täglicher Regenmengen an über 1000 Stationen des DWD im Zeitraum 1951-2006



hydrologisches Winterhalbjahr



hydrologisches Sommerhalbjahr

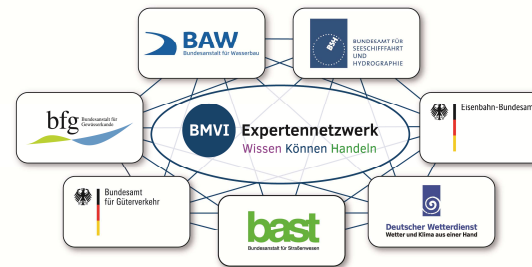


Zukünftige Ereignishäufigkeit Tagesniederschlag

BMVI-Expertennetzwerk

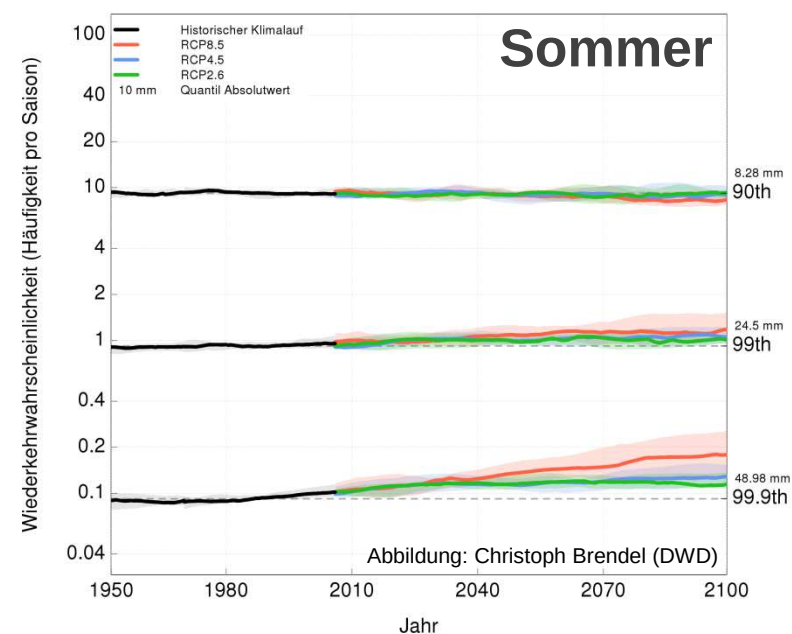
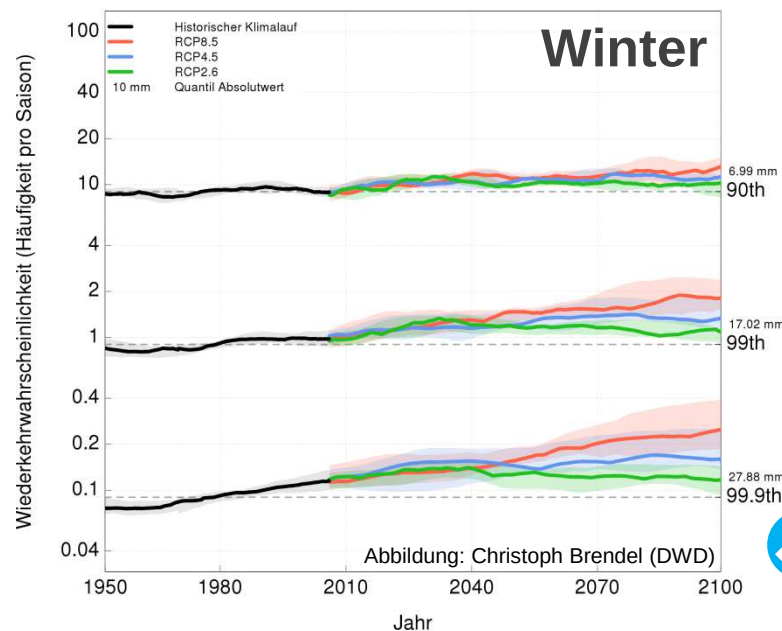
Themenfeld 1 –

Verkehr und Infrastruktur an
Klimawandel und extreme
Wetterereignisse anpassen



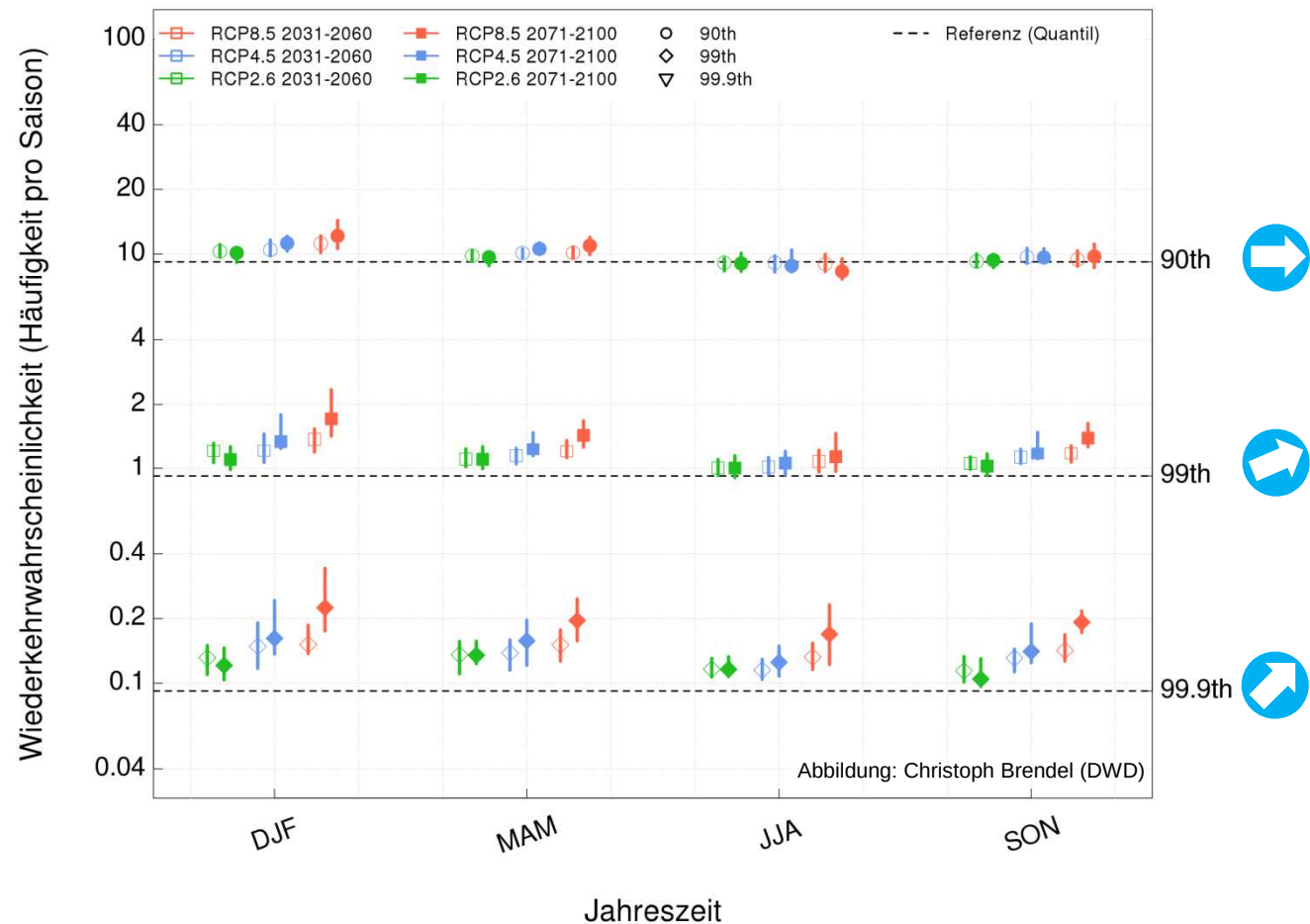
Kernschätzeranalysen Ensemble RCM-Projektionen

Christoph Brendel



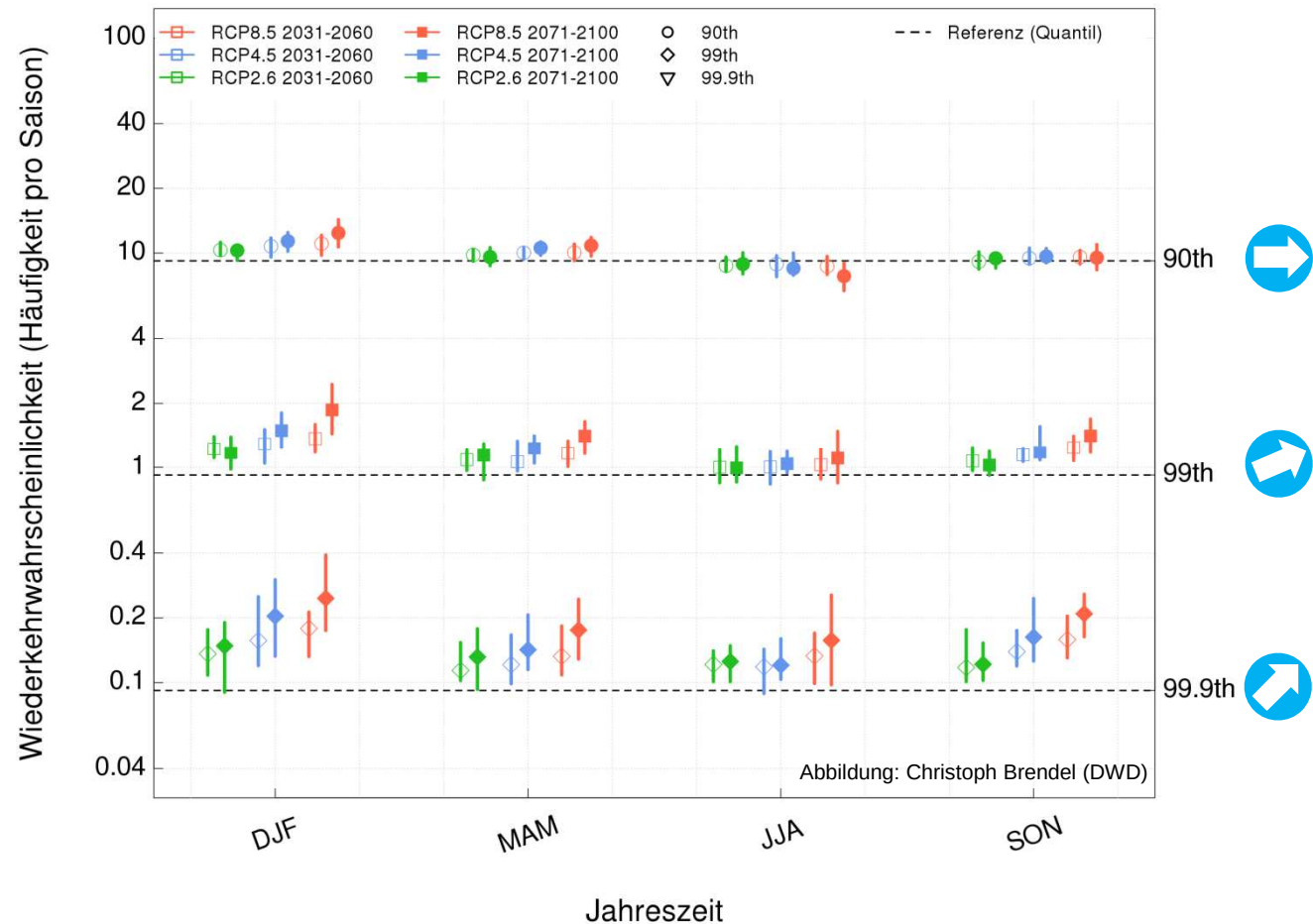
Zukünftige Ereignishäufigkeit Tagesniederschlag

Deutschland



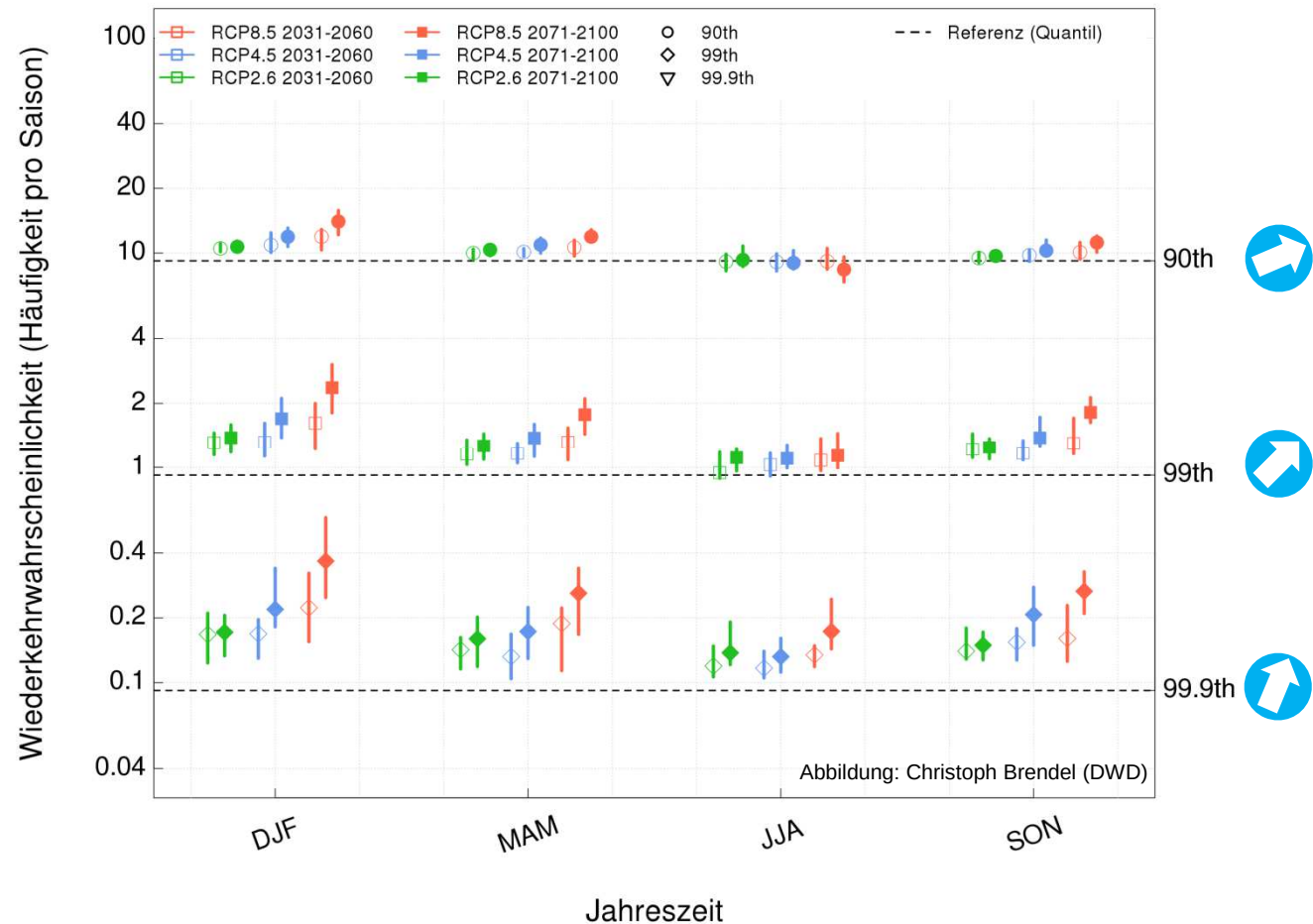
Zukünftige Ereignishäufigkeit Tagesniederschlag

Region
Südwest



Zukünftige Ereignishäufigkeit max. 1-Std. Niederschlag/Tag

Region
Südwest



Beobachtung

- Leichte Zunahme der Jahresniederschlagshöhe seit 1881
- Anstieg besonders im Herbst und im Winter; im Frühjahr und Sommer kaum
- z. T. leichter Anstieg der Häufigkeit von „Starkregenereignissen“ seit 1951

Kurzfristiger Planungshorizont

- Leichte Zunahme der mittleren Jahressumme des Niederschlags (+4 %)

Langfristiger Planungshorizont

- Im „Weiter-wie-bisher“-Szenario ist mit einer Zunahme des Jahresniederschlags um +5 % zu rechnen
- Weitere Zunahme der Häufigkeit von Extremereignissen

Für beide Planungshorizonte werden jeweils für Winter und Frühjahr Zunahmen und für den Sommer Abnahmen der Niederschlagsmenge simuliert.

Die Temperaturzunahme macht eine Zunahme der Niederschlagsextreme wahrscheinlich (Clausius-Clapeyron-Scaling).

Extrem- Niederschlag



Für konvektive Starkniederschlagsereignisse geht man von einem „Super-Clausius-Clapeyron“ Anstieg der Regenmengen mit der globalen Erwärmung aus.

Hauptgründe:

- Verlängerter Tagesgang, längere Zeit für Ausbildung von größerer Konvektion
- Überproportional starker Feuchtenachschub in vergrößerter (Gewitter-)Zelle

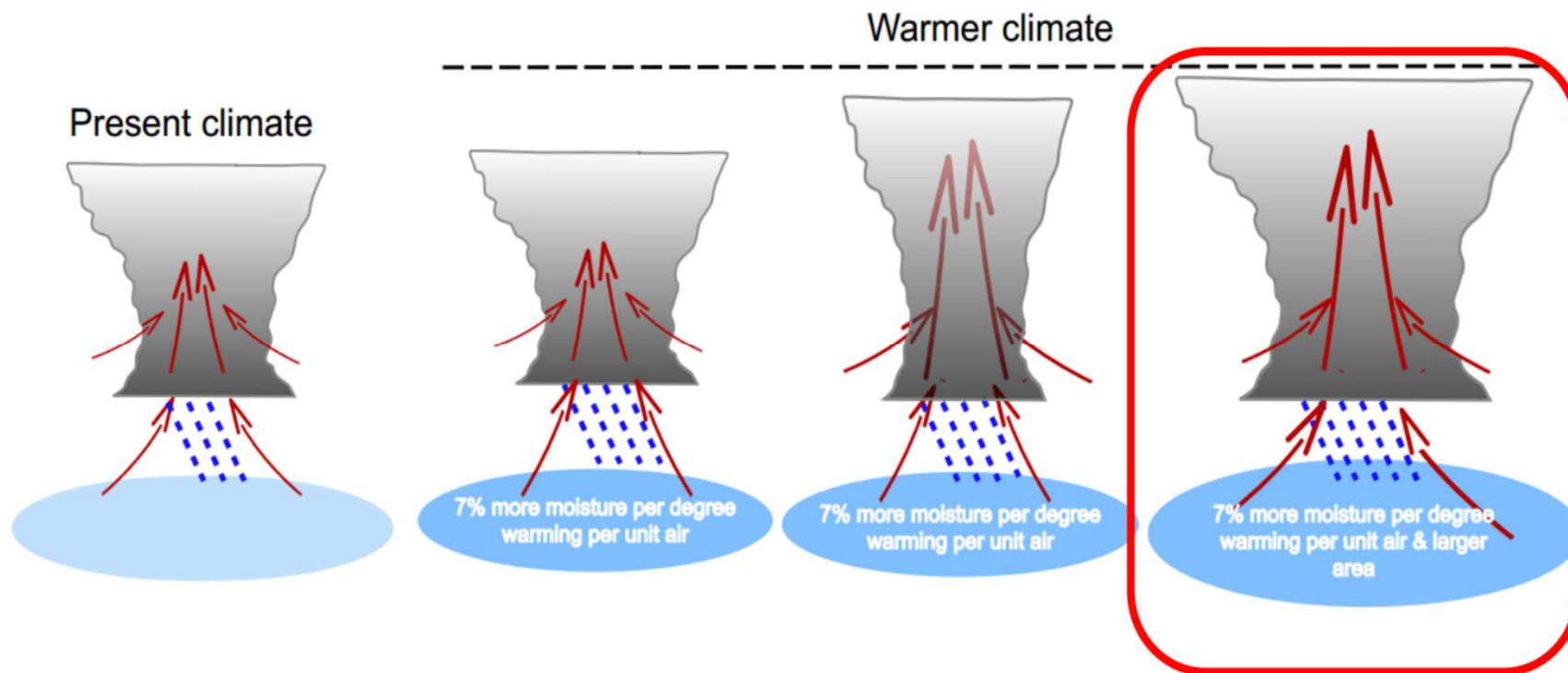
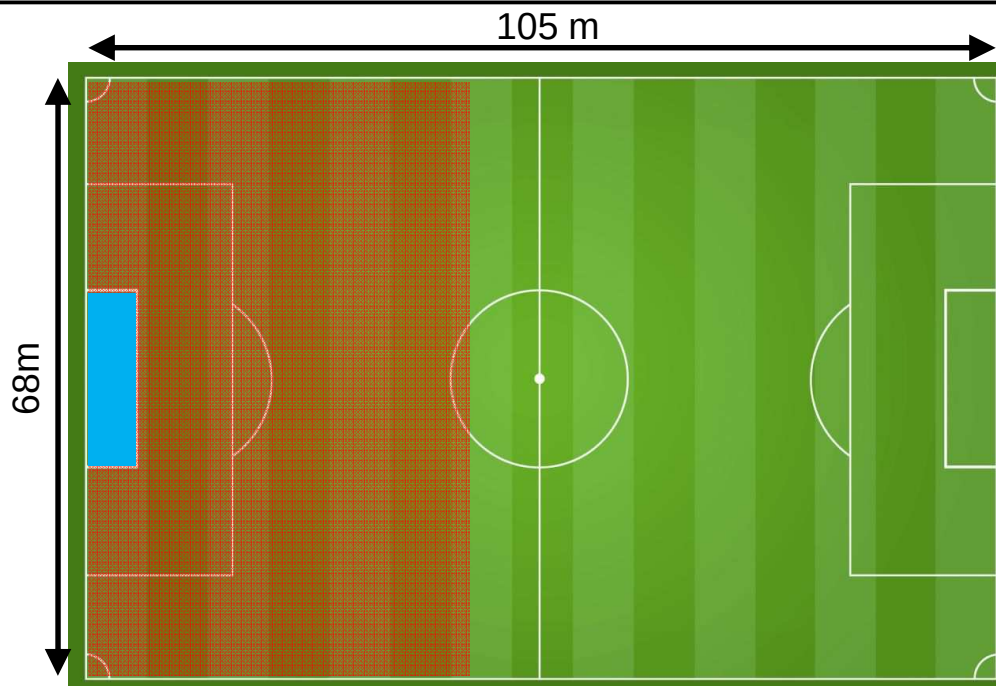


Abb.: Thermodynamische Ursachen für verstärkten Starkregen durch globale Erwärmung aus Lenderink et al. (2017)

Schwierigkeit: Extreme sind schwer zu erfassen





7.140 m²
3.026 m² (42,4%)
50-80 m² (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 Fünfmeterraum.**

Radarbasierte Niederschlagsmessung des DWD

**Strategische Behördenallianz –
Anpassung an den Klimawandel**



Technisches
Hilfswerk



Umwelt
Bundes
Amt
Für Mensch und Umwelt



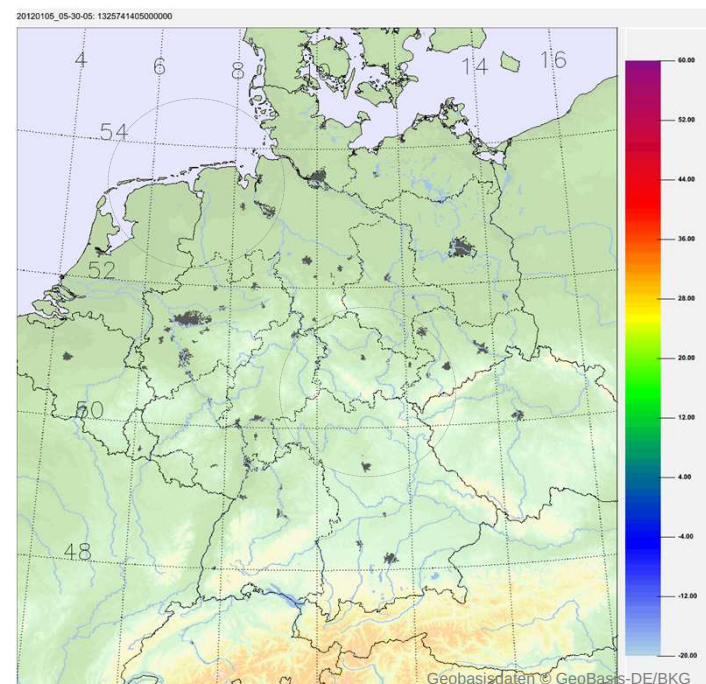
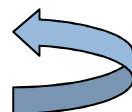
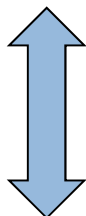
Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



→ 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



Extremniederschlag

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

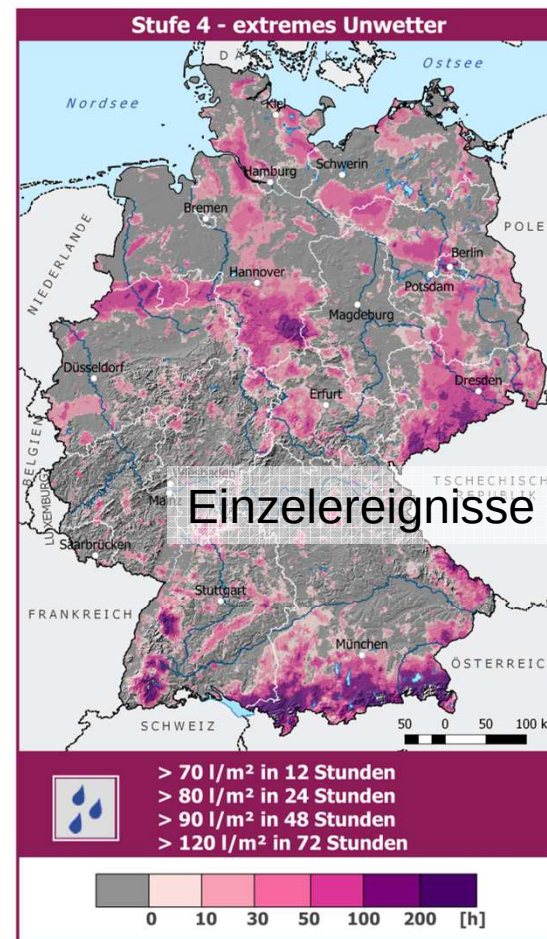
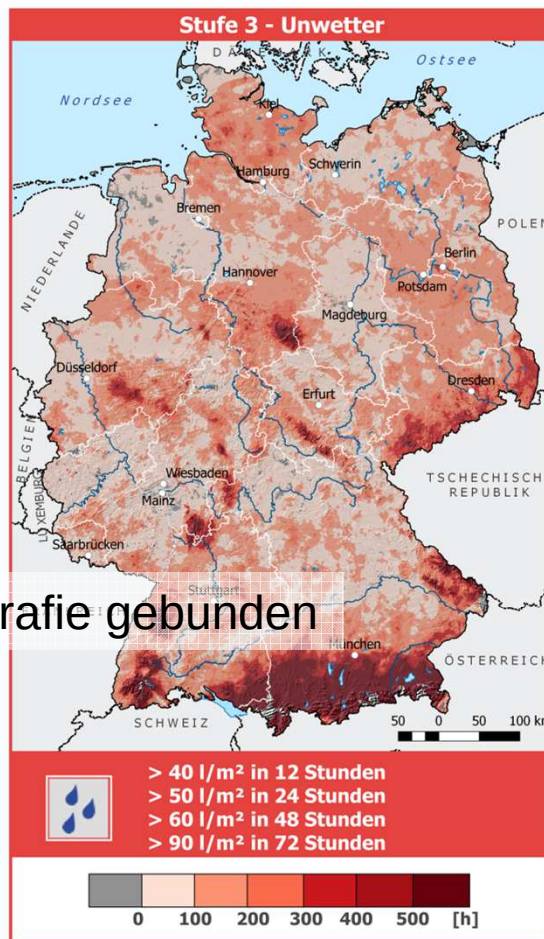
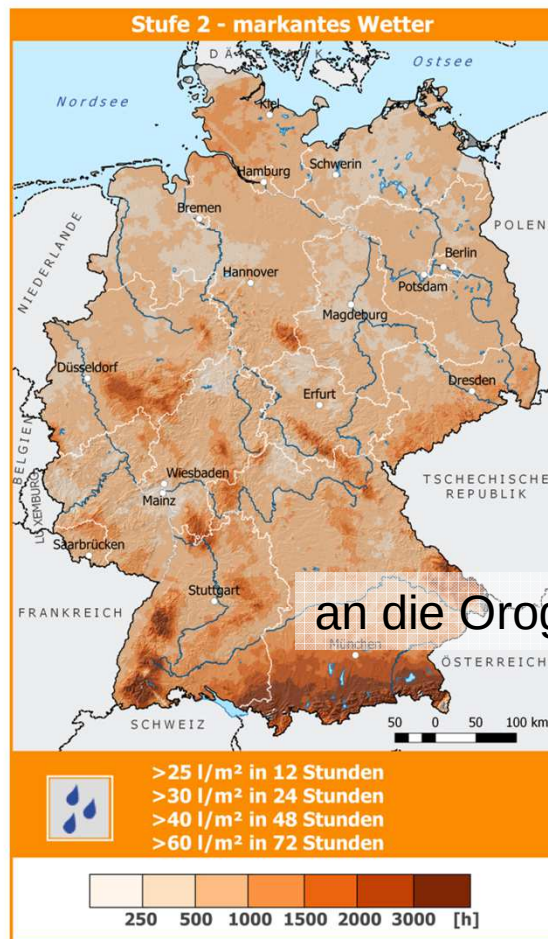


Gesamtanzahl der Niederschlagsstunden im Zeitraum 2001-2017 mit Überschreitung der Warnschwellen



DAUERREGEN

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



Extremniederschlag

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

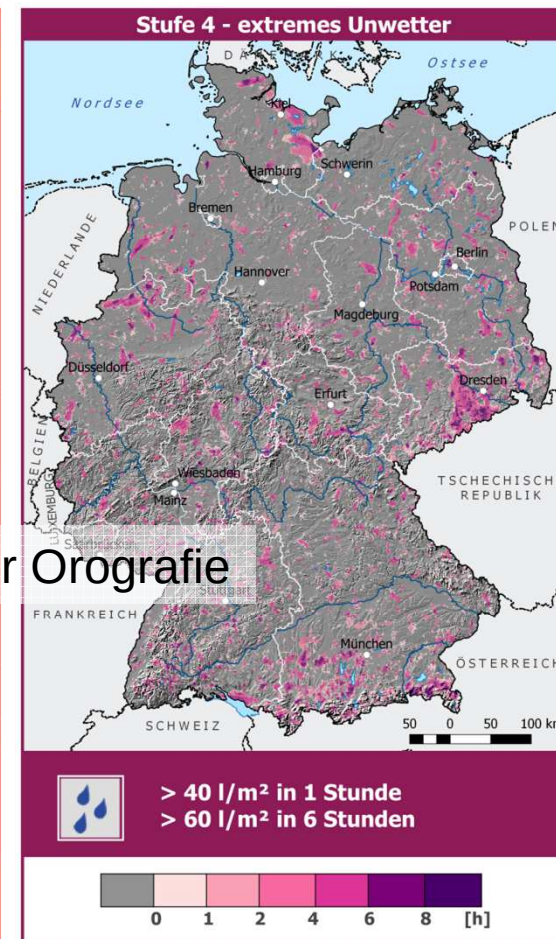
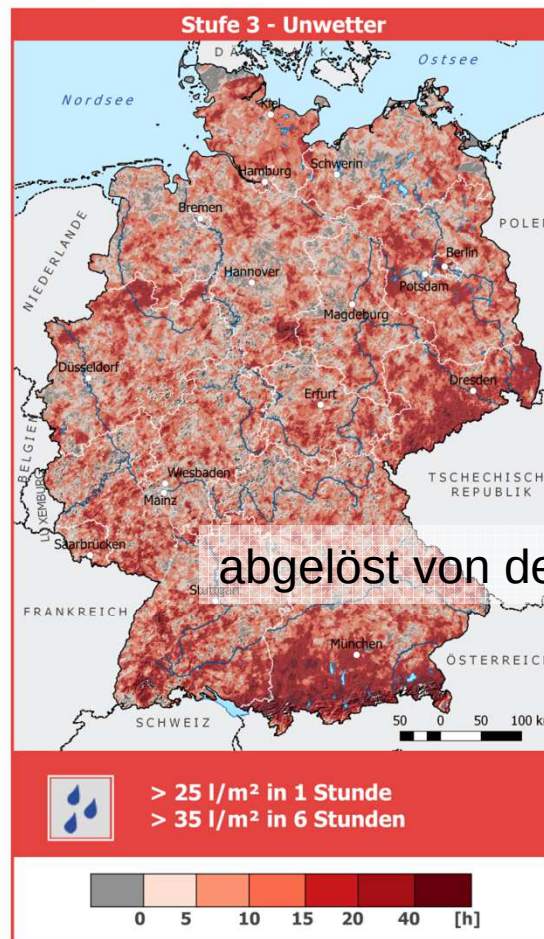
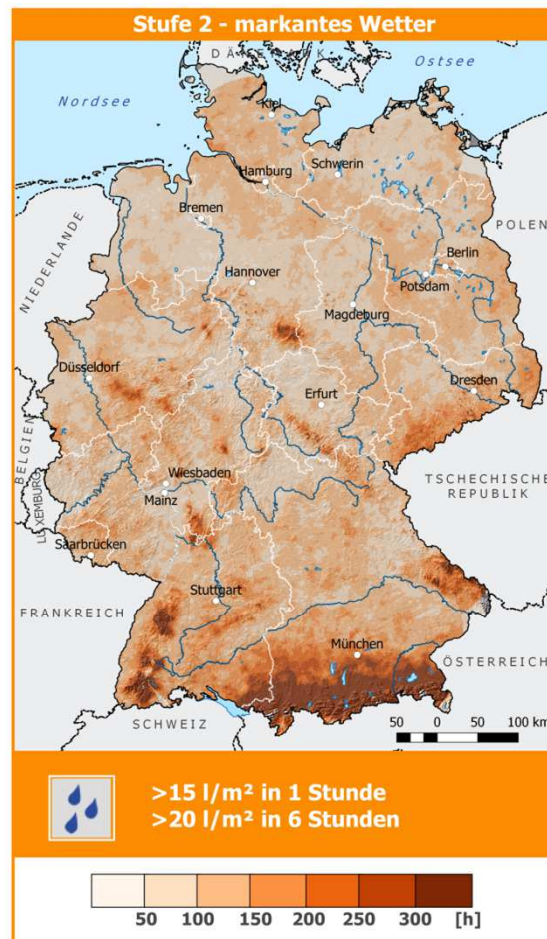


Gesamtanzahl der Niederschlagsstunden im Zeitraum 2001-2017 mit Überschreitung der Warnschwellen



STARKREGEN

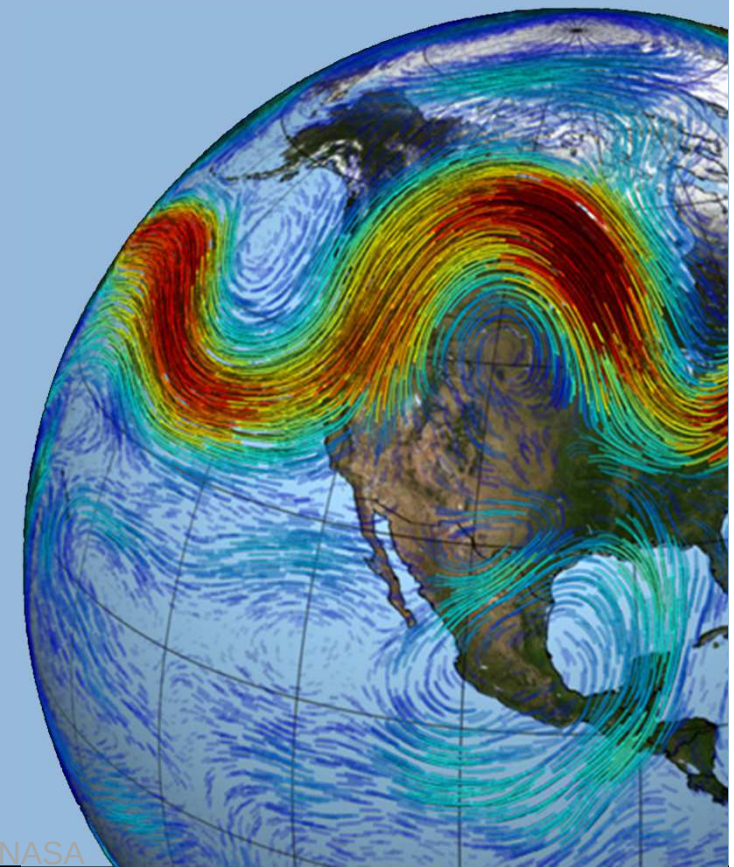
Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014 Klimadaten und Darstellung: © DWD 2018 (Radarklimatologie v.2017.002)



abgelöst von der Orografie



Stabilität von Wetterlagen

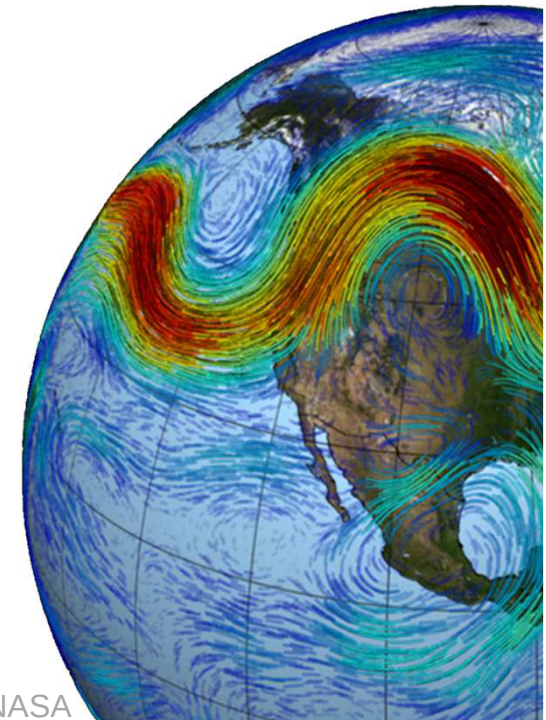
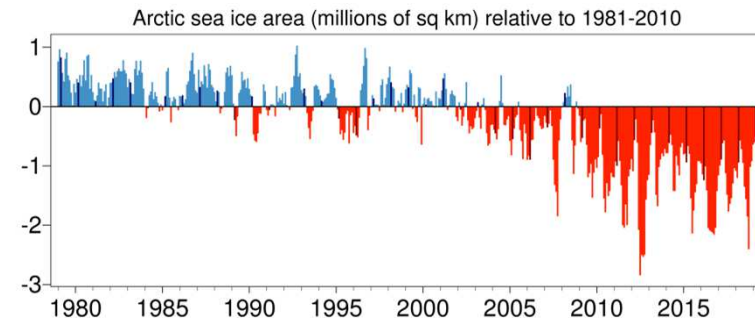


Quelle: NASA



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**)*



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

Quelle: NASA

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:

Dr. Thomas Deutschländer
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main

E-Mail: thomas.deutschlaender@dwd.de

+++ Vielen Dank! +++

