HELMHOLTZ KLIMA INITIATIVE

UFZ

Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft in Deutschland

Dr.-Ing. Andreas Marx
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
Thüringer Niedrigwasserkonferenz, 19.10.202

Team:
Friedrich Boeing, Chaitanya Malla, Özge Can, Timo Houben;
HI-CAM: Luis Samaniego, Oldrich Rakovec, Sebastian Müller,
Stephan Thober

Leipzig, Stünzer Park. Abflussloses Gewässer

Sept 2019

Sept. 2021

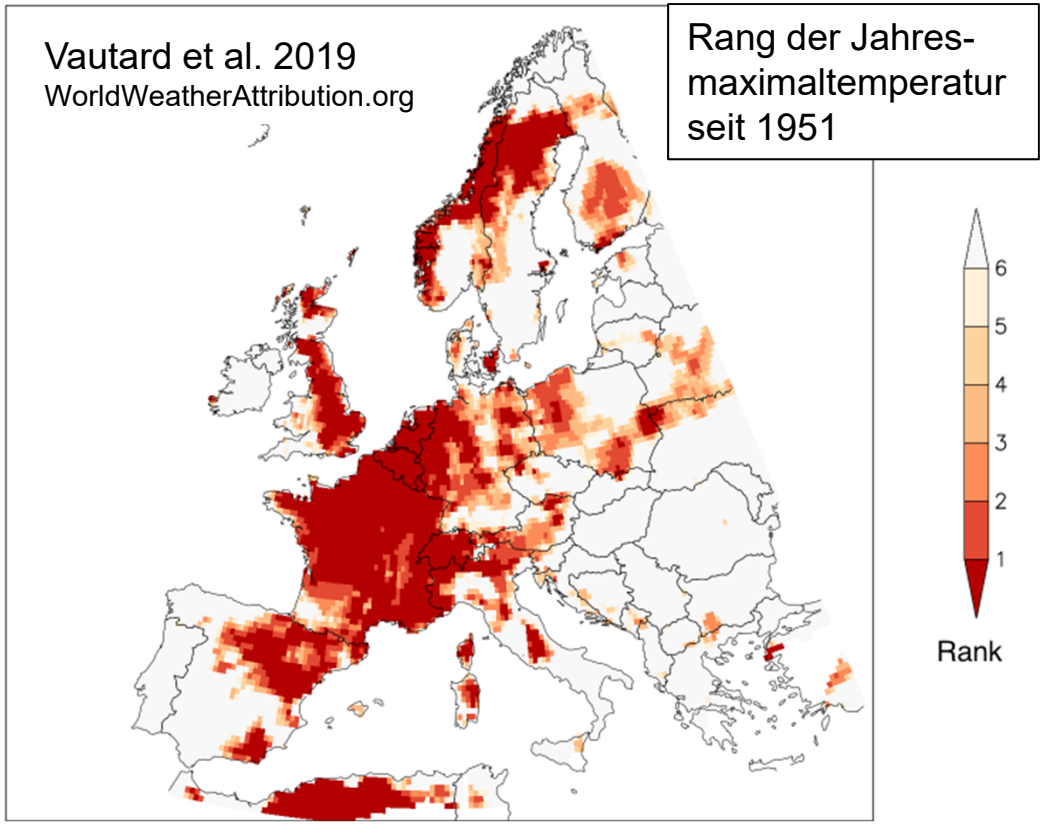
Klimawandel und Wasserhaushalt

- Wie hat sich das Klima geändert und welche Auswirkungen hat das auf den Wasserhaushalt?

- Wie ändern sich Hitze und Grundwasserneubildung zukünftig? Was kann man heute sicher sagen?

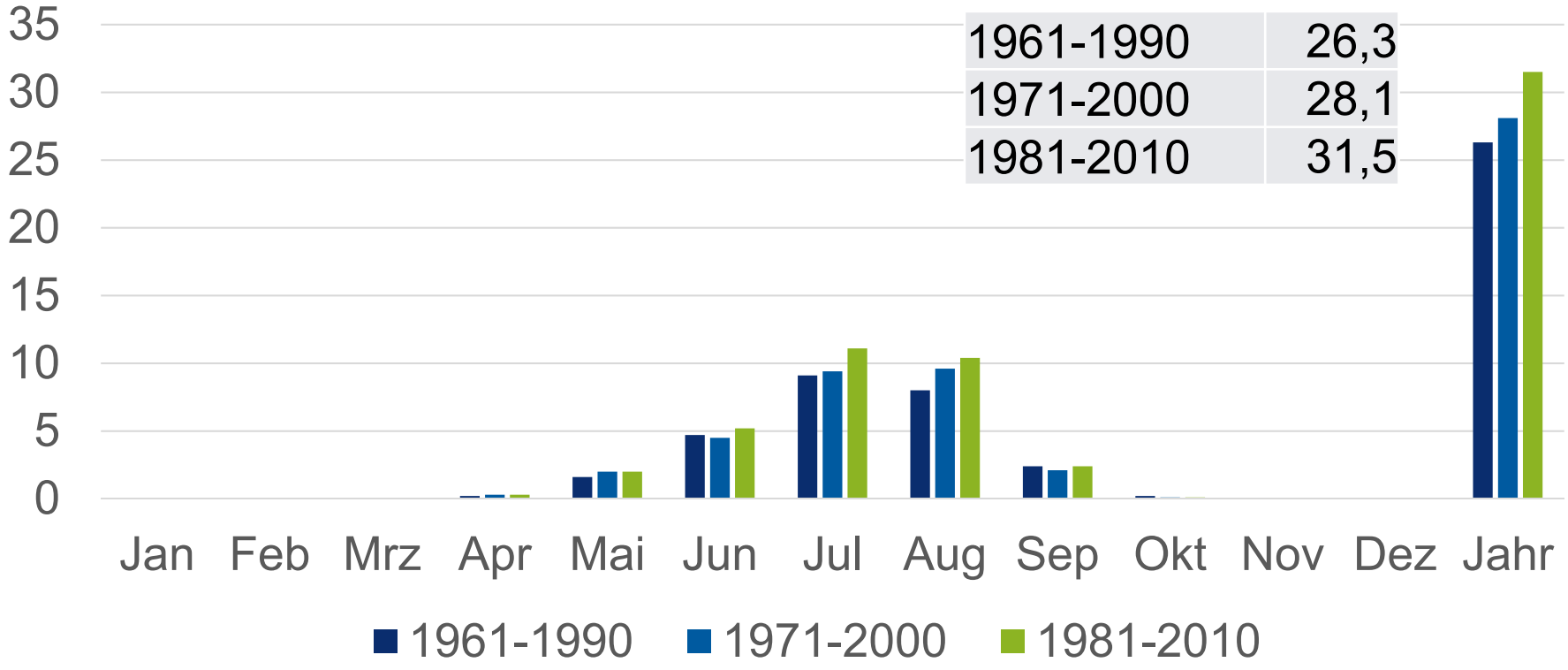
- Zunehmende Wasserkonflikte in Deutschland?

Veränderung Hitzewellen durch Klimawandel: Beispiel Juli 2019



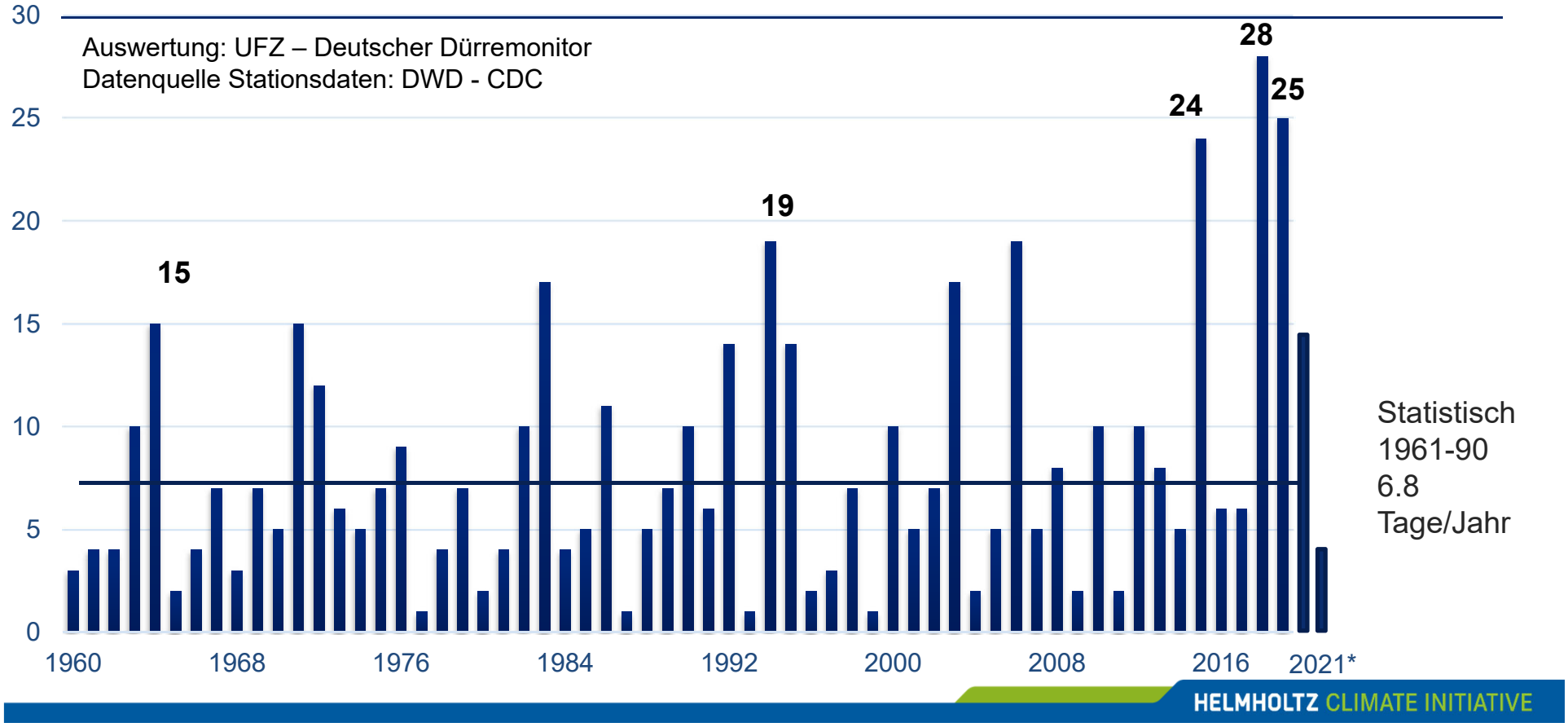
- Deutschland: neue Temperaturrekorde
- Wahrscheinlichkeit ist durch Klimawandel im Mittel ungefähr um den Faktor 10 gestiegen.

Sommertage >25°C/Jahr (Station Erfurt-Weimar) haben bis 2010 im Mittel um 20% zugenommen



Datenquelle: DWD

Heiße Tage >30°C an der Station Dresden-Klotzsche 1960-2021: Extreme Jahre häufen sich

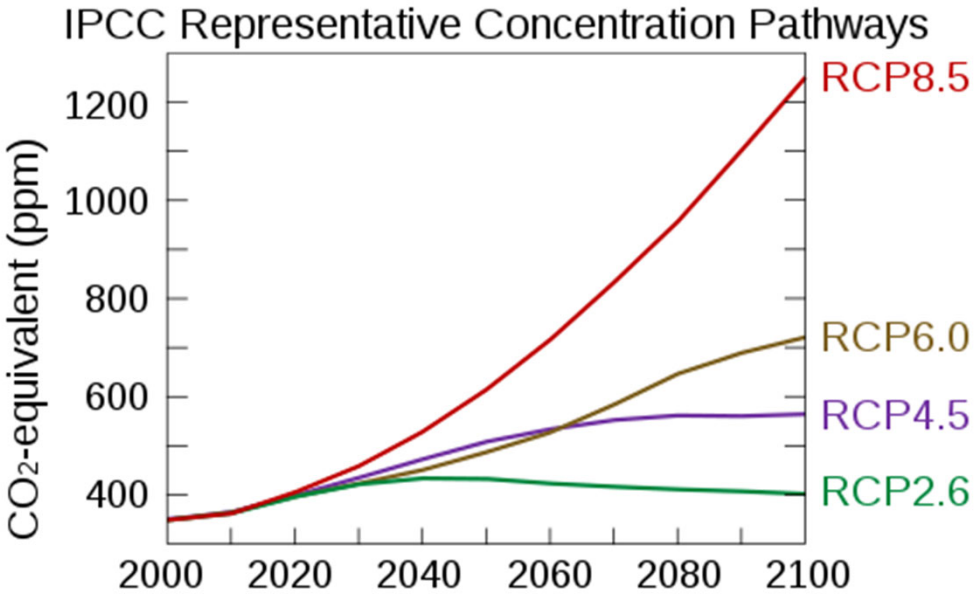


Treibhausgasemissionen: Repräsentativer Konzentrationspfad (RCP)

THG: bisherige Emissionen führen zu ca. zusätzlichen 3 Wm^{-2} „Strahlungsantrieb“

Szenarien entsprechend dem angenommenen Bereich des **Strahlungsantriebs im Jahre 2100 (z. B. 2,6 Wm^{-2}) als RCP2.6**

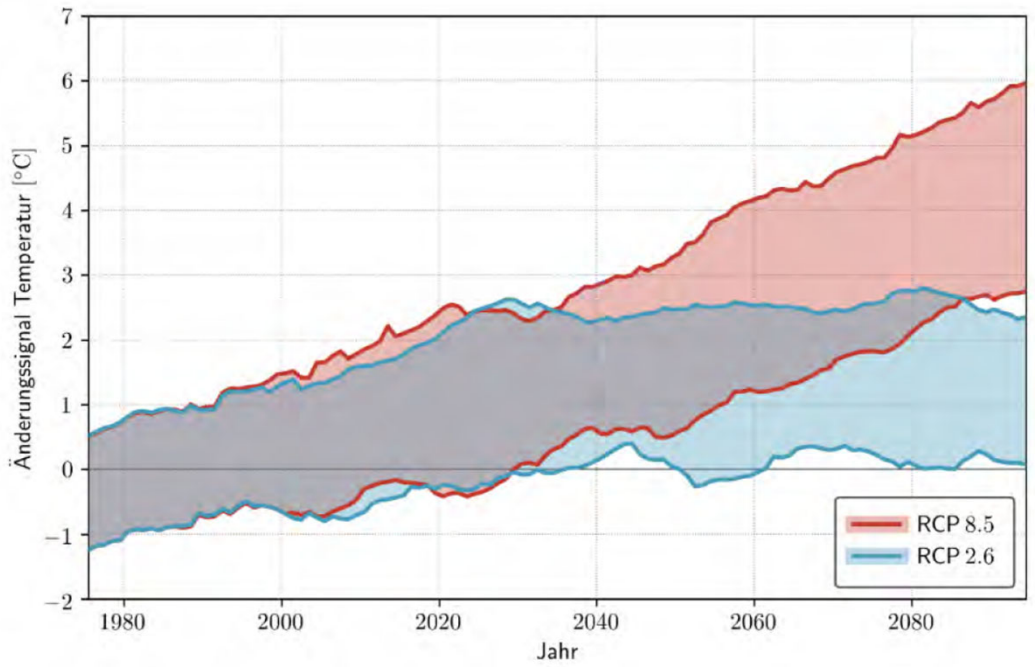
RCP2.6 Klimaschutzszenario
RCP8.5 „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario



Quelle: IPCC AR5

… und resultierende Erwärmung für Deutschland

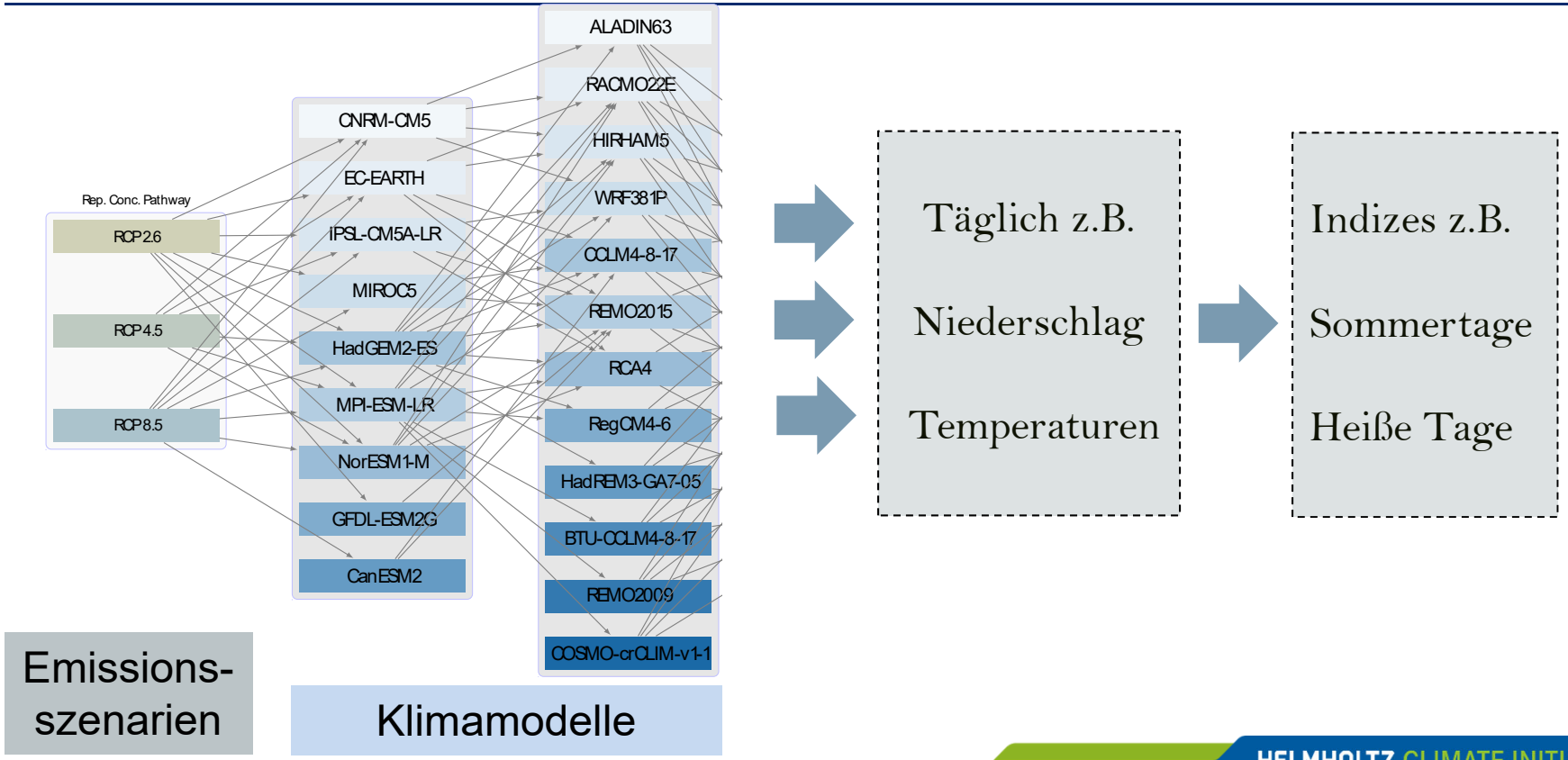
Weiter-wie-bisher-Szenario eine **Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um fast 4 K** (Bandbreite 2,8 bis 5,2 K)
Klimaschutz-Szenario Erwärmung ~ 1 K (Bandbreite von 0,7 bis 2,4 K)



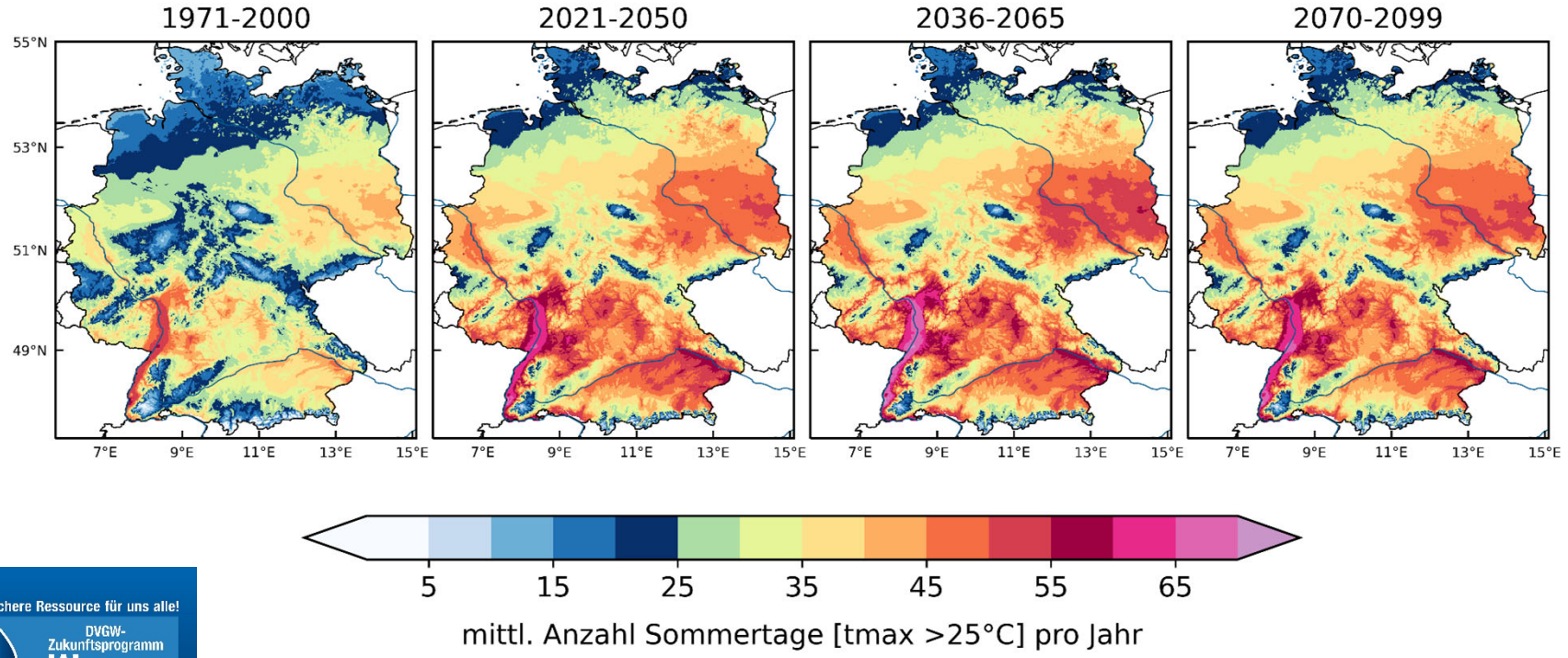
Quelle: ReKlies-DE Endbericht

Und zukünftig? Hitze unter Klimawandel

Modellensemble aus insgesamt 88 Simulationen

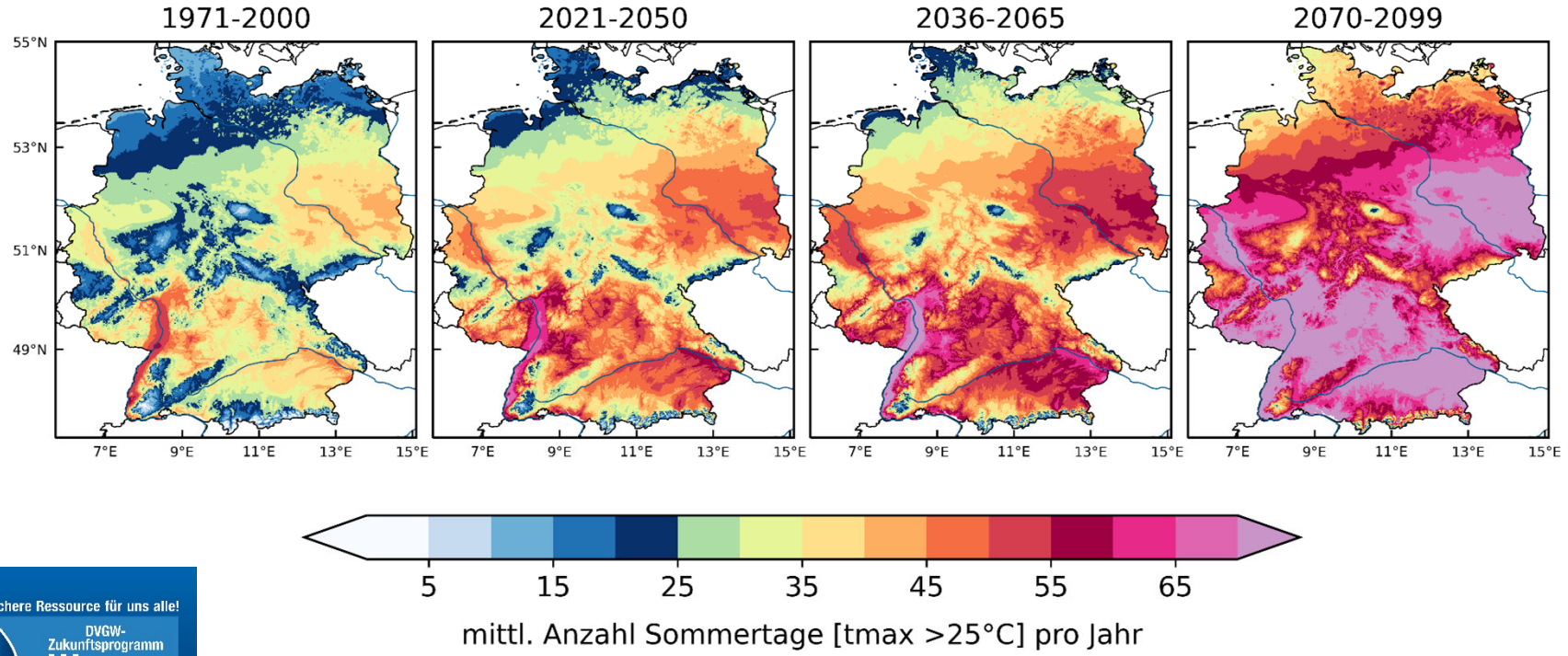


Entwicklung der Sommertage >25°C
Median aus Modellensemble unter RCP2.6



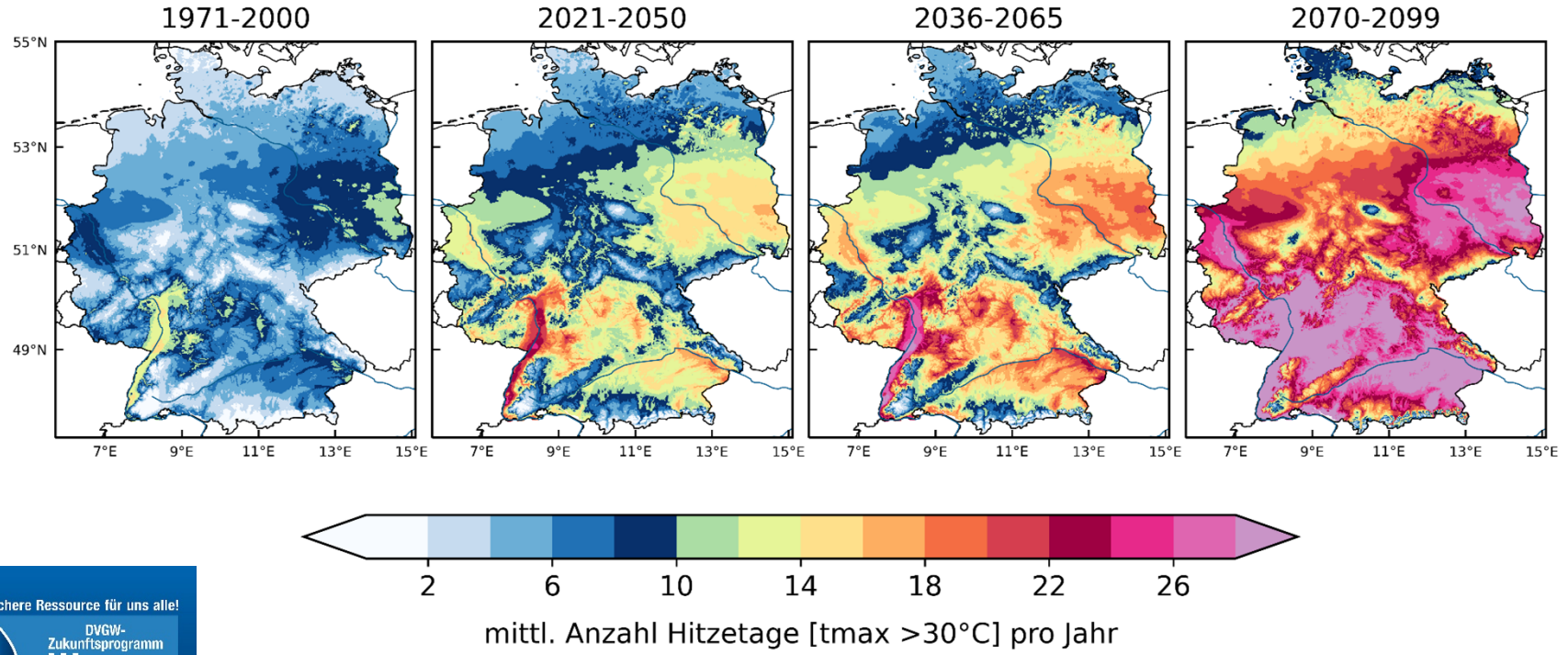
Eine sichere Ressource für uns alle!
DVGW-Zukunftsprogramm Wasser

Entwicklung der Sommertage >25°C
Median aus Modellensemble unter RCP8.5



Eine sichere Ressource für uns alle!
DVGW-Zukunftsprogramm Wasser

Entwicklung der heißen Tage >30°C
Median aus Modellensemble unter RCP8.5



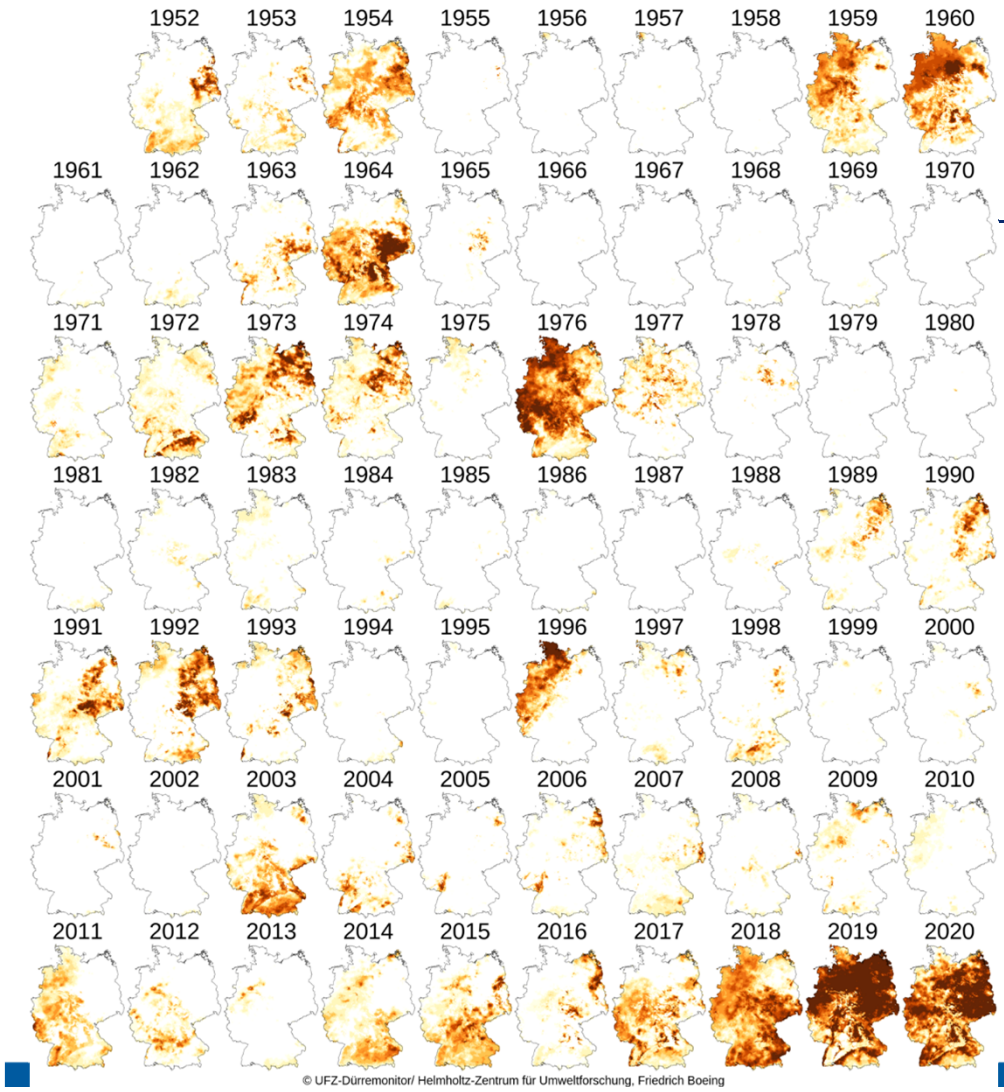
Eine sichere Ressource für uns alle!
DVGW-Zukunftsprogramm Wasser

Fazit 1

- Neben den mittleren Temperaturen nehmen unter Klimawandel auch Hitzewellen weiter zu – diese Aussagen sind statistisch sicher

- Sommertage und Heiße Tage
  - nehmen bis zur Mitte des Jahrhunderts in allen Szenarien zu
  - stagnieren nach 2050 in moderaten Klimaszenarien (RCP 2.6)
  - Nehmen nach 2050 unter starkem Klimawandel weiter zu (RCP8.5)

- Wasserbedarf wird im Sommerhalbjahr weiter steigen



© UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Friedrich Boeing

Dürremagnituden Gesamtboden 1952-2019

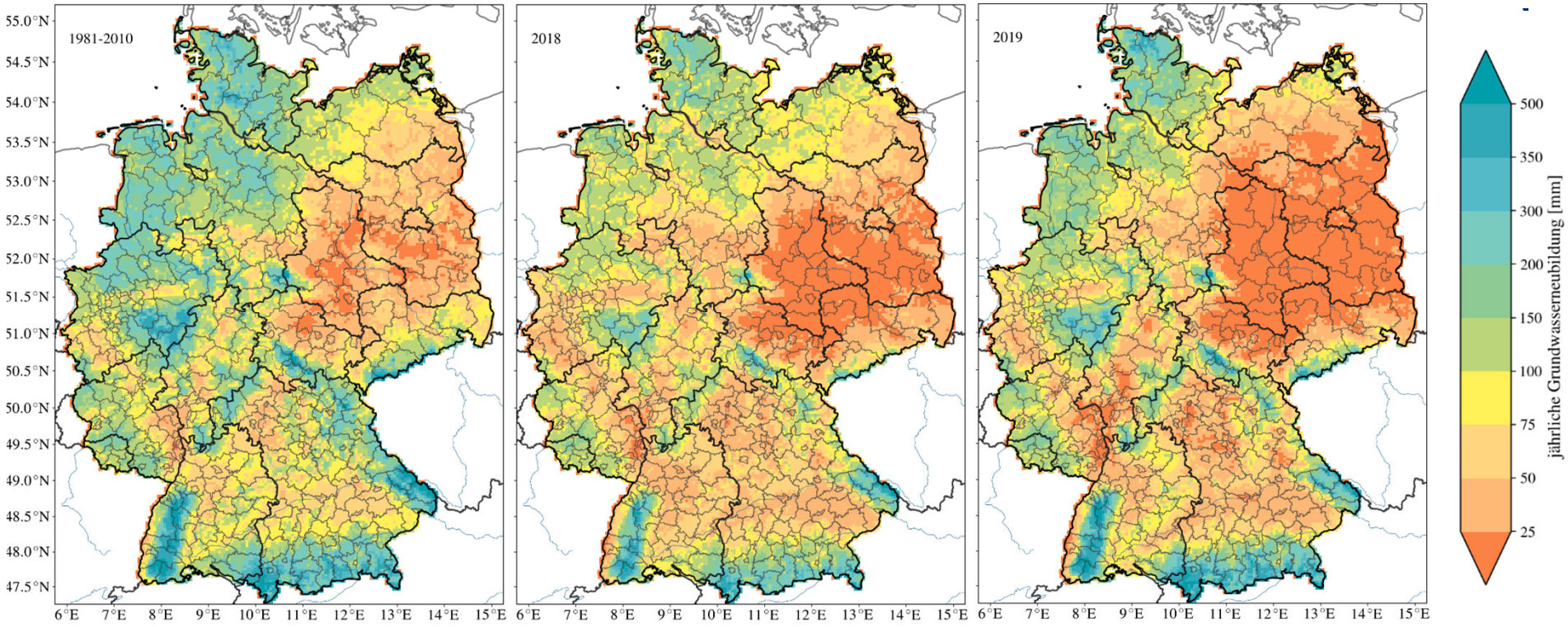
www.ufz.de/duerremonitor

Dürremagnitude [.]:
Funktion aus

- Andauer,
- betroffener Fläche und
- Bodenfeuchteperzentil

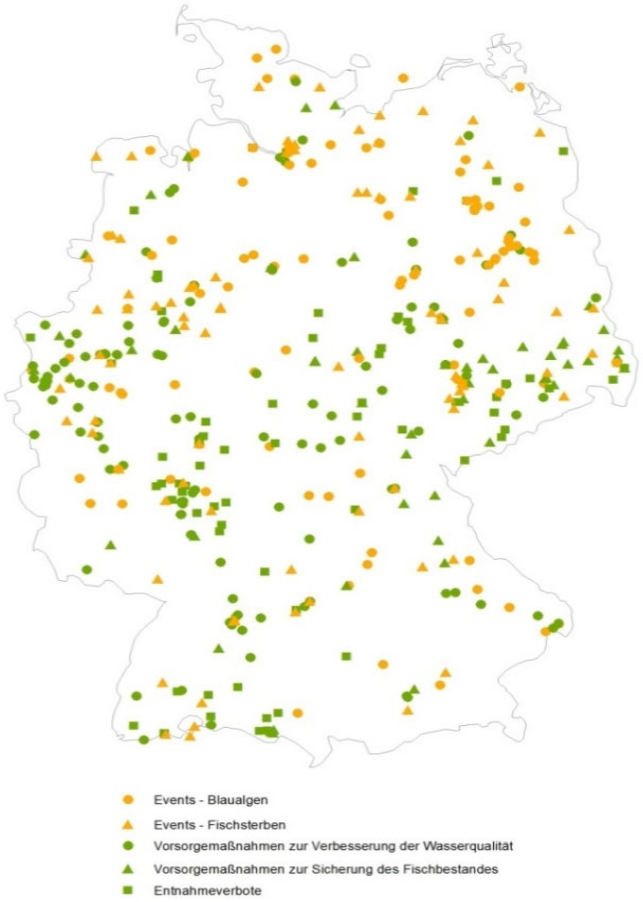
$$SDM = \sum_{t=t_0}^{t_1} \int A_{t,\,i} \left[0.2 - SMIi_{(t)}\right]_+$$

Hydrologische Dürre: Langjährige Grundwasserneubildung und Zustand 2018/19 [mm/a]



Datenquelle: www.ufz.de/duerremonitor

2018: Vorfälle auf Gewässergüte und TW-Versorgung



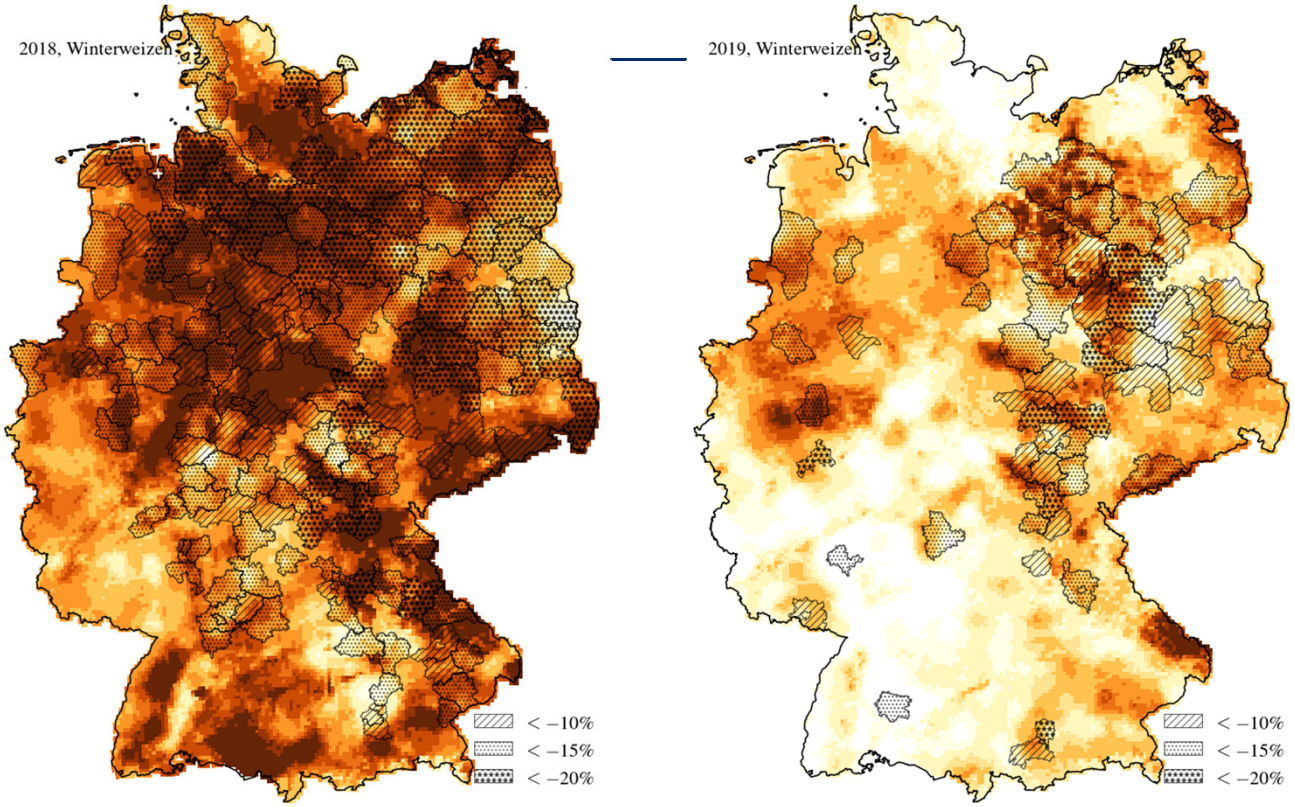
102 Fälle giftiger Algenblüten(Cyanophyceen), 93 Fischsterben, 252 Fälle mit Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

Quelle: O. Büttner, C. Katterfeld, D. Borchardt (UFZ)

Entnahmeverbot

Appell, Wasser zu sparen, bzw. Hinweis, dass Entnahme generell genehmigungspflichtig ist

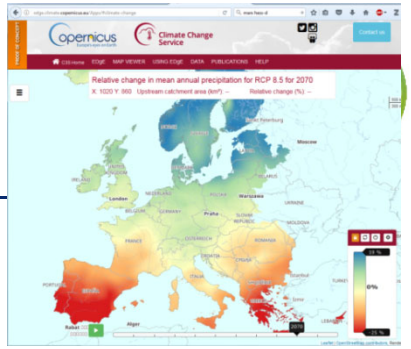
Dürre vs. Ernteertrag 2018-19 Winterweizen



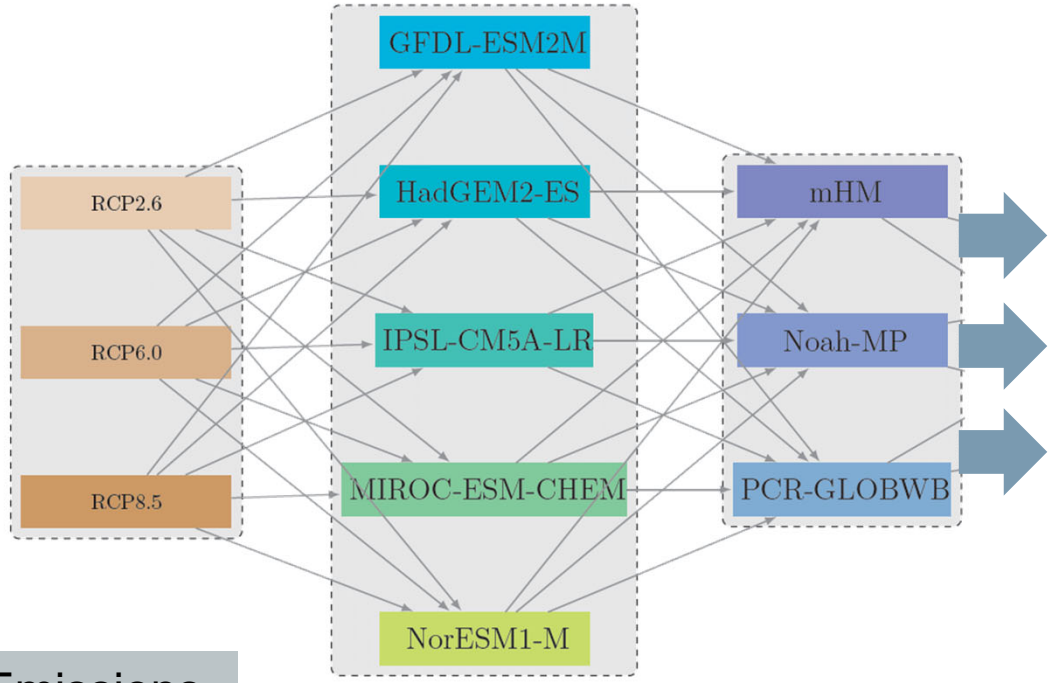
Quellen: M.Peichl (UFZ), www.ufz.de/duerremonitor, www.destatis.de

Und zukünftig? Wasserhaushalt und Klima

Modellensembles anstelle von Einzelsimulationen



www.edge.copernicus.eu



Abfluss Boden-feuchte

Hoch- und Niedrig-wasser

Dürre

Emissions-szenarien

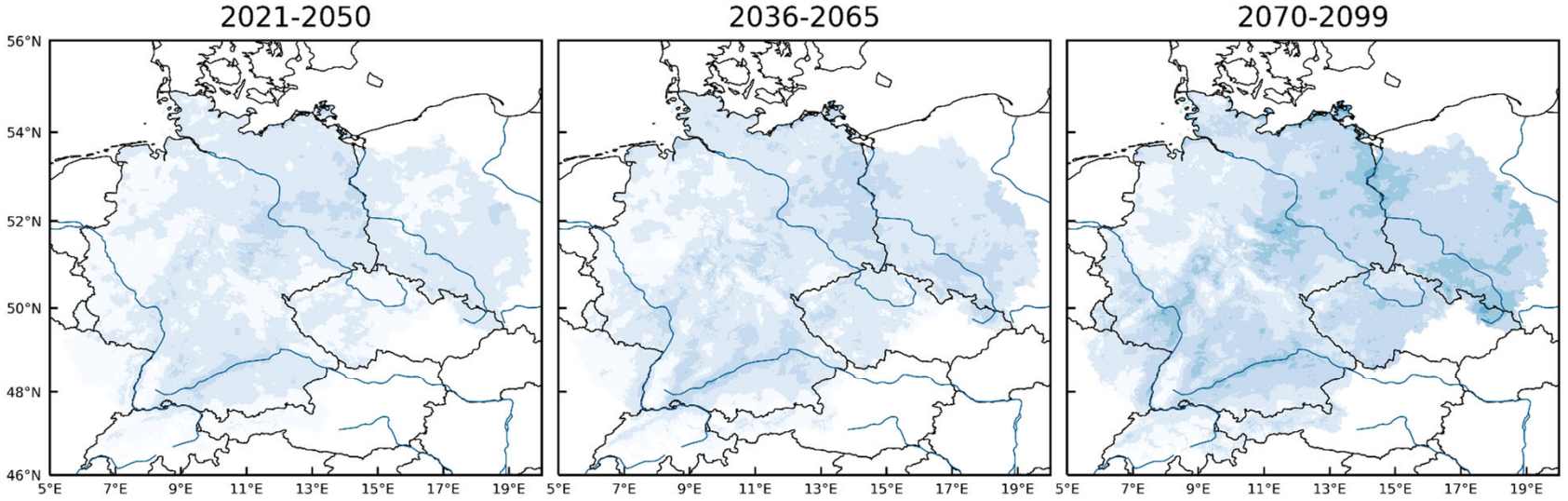
Klimamodelle

WHM

opernicus Europe's eyes on Earth

Climate Change Service

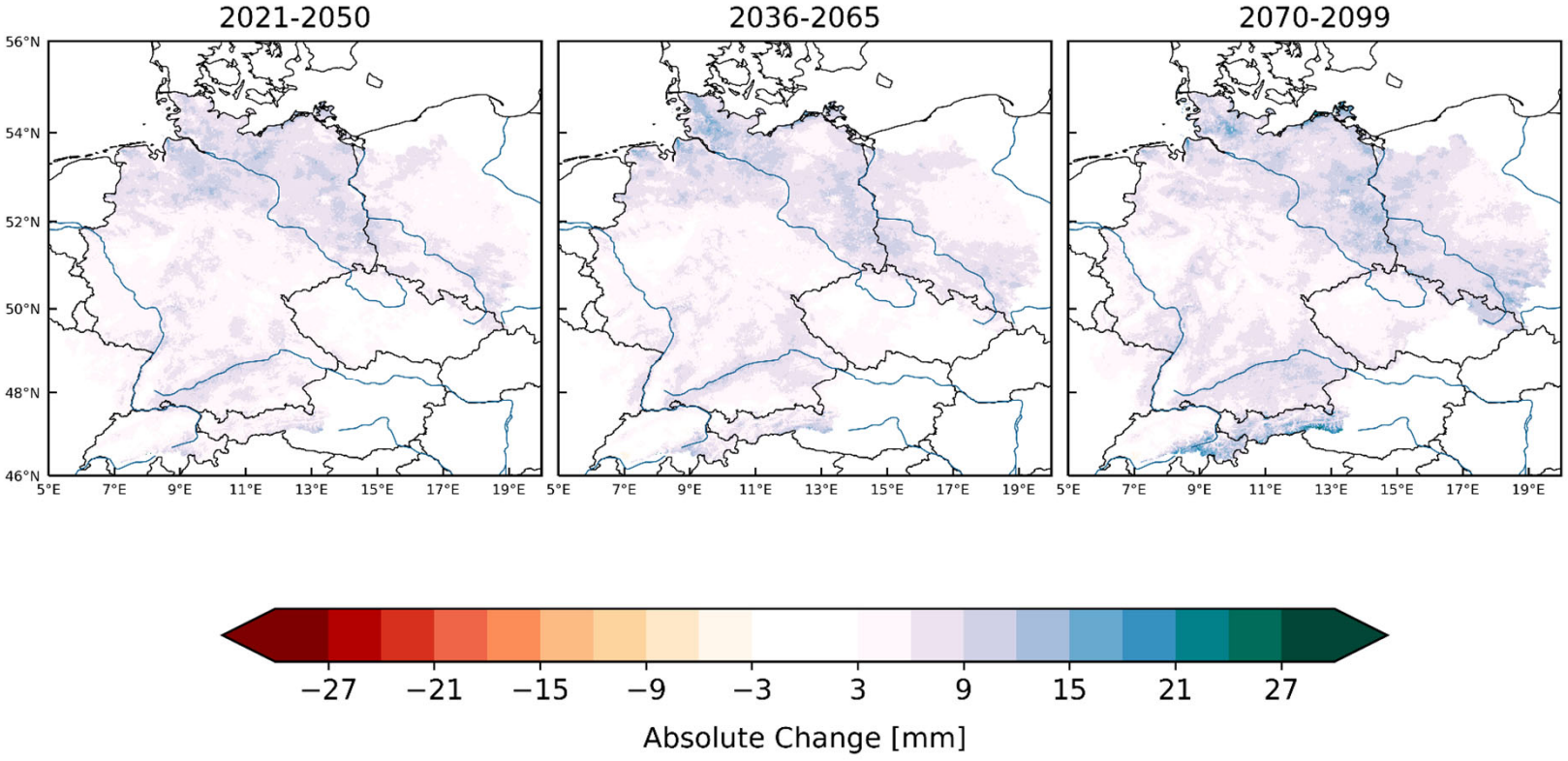
Klimaänderungen bis 2100: Jahresniederschlag aus 18 Klimasimulationen unter RCP4.5

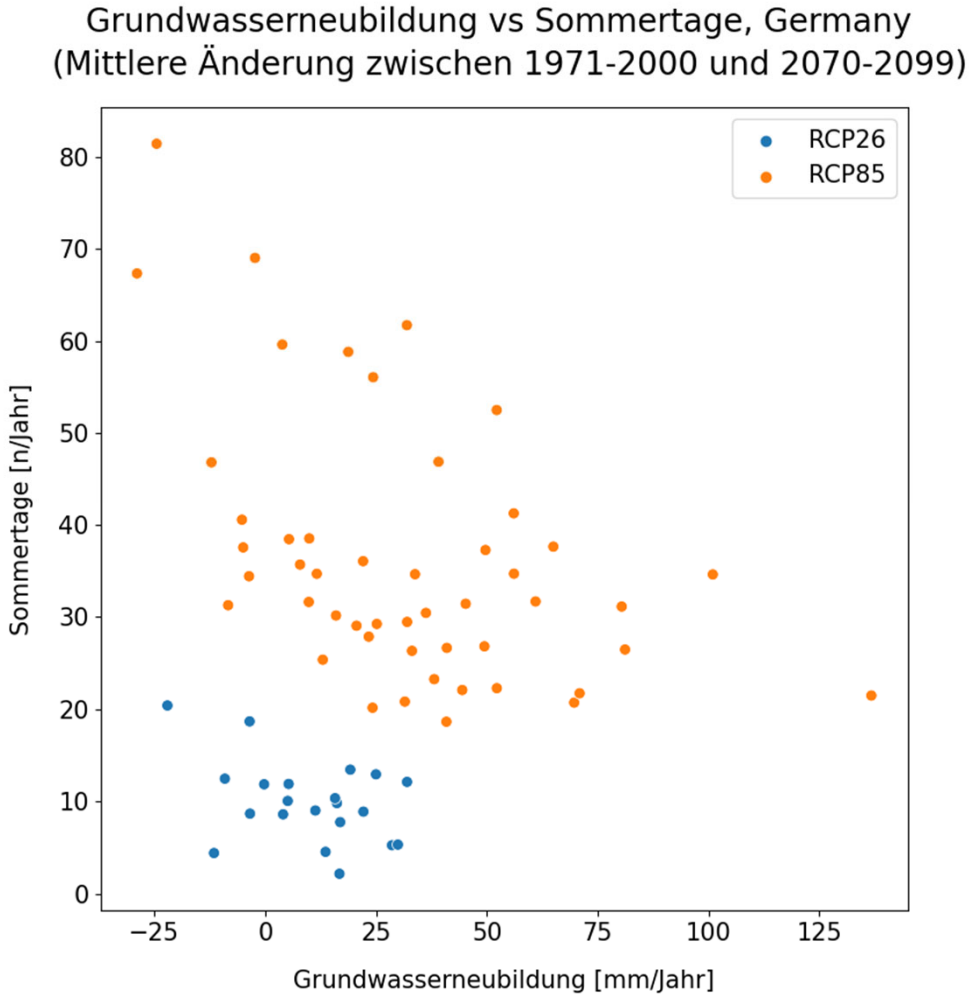


Median der relativen Änderung aus 18 Klima-Hydrologie Simulationen unter RCP4.5

Grundwasserneubildung

Median aus 18 Euro-Cordex & Reklies-DE Simulationen x mHM, RCP4.5

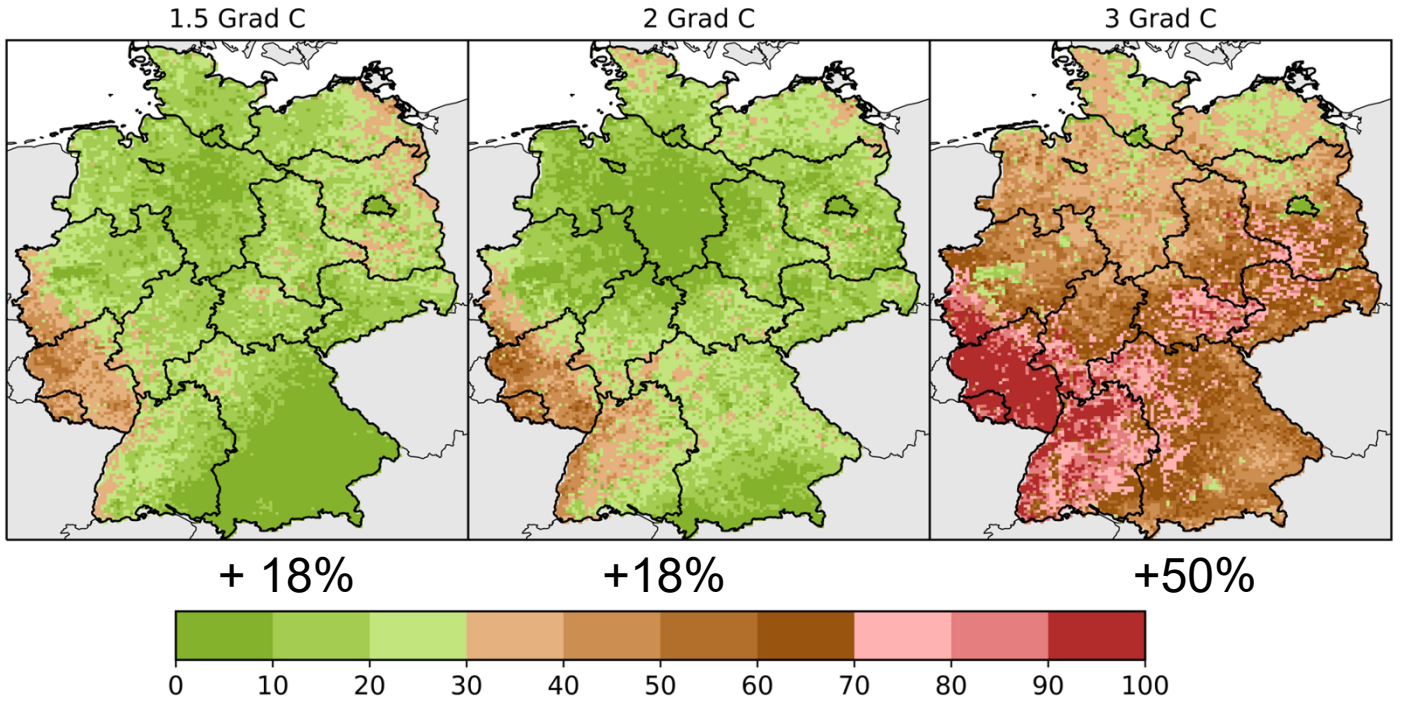




Wasserbedarf und Grundwasserverfügbarkeit steigen mit zunehmender Erwärmung auf langen Zeiträumen.

Also alles gut?

Klimafolgen: Zeiten unter agrarischer Dürren



Median der relativen Zunahme [%] von Dürren (zu 1971-2000)
aus 60 Klima-Hydrologiesimulationen

Sicherheit der Aussagen: mittel (1.5 Grad) bis hoch (3 Grad)

Datenquelle:
Samaniego, Thober, Marx et al. 2018, Nature Climate Change

HOKLIM

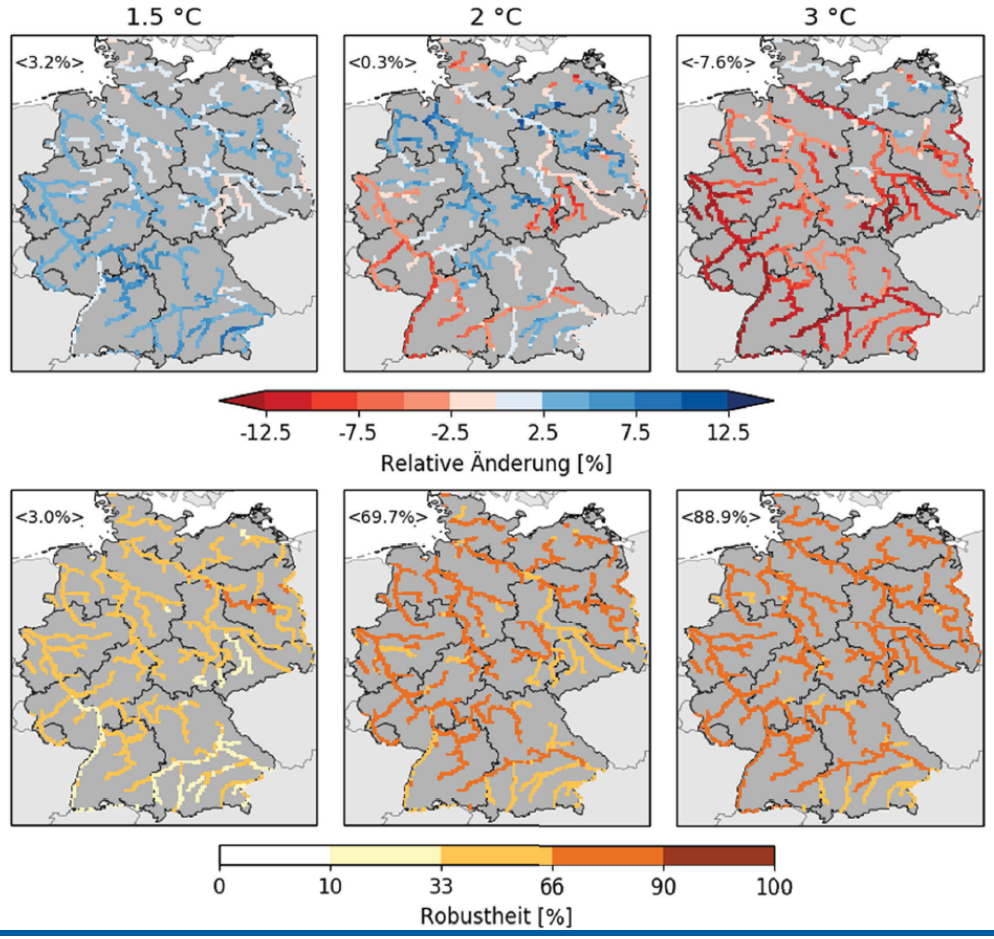
GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

opernicus
Europe's eyes on Earth

Climate Change Service

Klimafolgen: Zukünftige Hydrologische Dürren



Median der relativen Zunahme [%] von Dürren (zu 1971-2000)
aus 45 Klima-Hydrologiesimulationen
Sicherheit der Aussagen: mittel (1.5 Grad) bis hoch (3 Grad)
Datenquelle: Marx et al. 2018, HESS

HOKLIM
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Copernicus Europe's eyes on Earth
Climate Change Service

Fazit 2

- Jahresniederschlag und Winterniederschlag nehmen mit zunehmender Erwärmung leicht zu, relative Änderungen in **langjähriger** GWN ebenfalls
- **Temporäre** agrarische Dürren werden länger andauern
- Während hydrologischer Dürren sinkt der Gerinnedurchfluss (+3K)
- Bewässerungswasserbedarf wird steigen, industrieller WB?
- In agrarischen und hydrologischen Dürrephasen könnten sich bestehende (sektorale und regionale) Wasserkonflikte verschärfen

zdfheute

ZDFheute | Politik | Wirtschaft | Panorama | Sport | Digitales | Wetter | Nachrichten-Ticker | In eigener Sache | Themen

zdf.de > Nachrichten > Panorama > Klimawandel: Katastrophenschutz warnt vor Wasserknappheit

Klimawandel

Katastrophenschutz warnt vor Wasserknappheit

18.05.2021 05:59 Uhr

**Der Präsident des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Kata
Schuster, warnt vor Trinkwasserknappheit in Deutschland. Wasse
det werden.**

UFZ

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

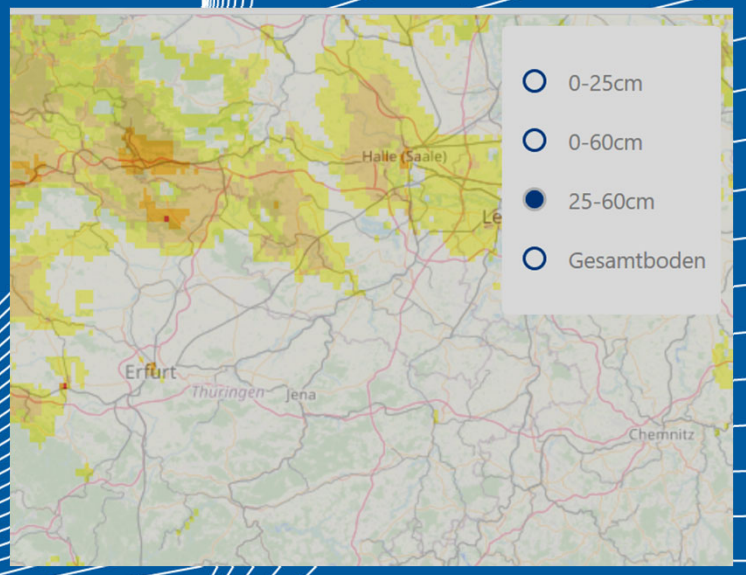
Danke an das gesamte Team:
Friedrich Boeing, Chaitanya Malla, Özge Can, Timo Houben; HI-CAM: Luis Samaniego, Oldrich Rakovec, Sebastian Müller, Stephan Thober

WIS-D

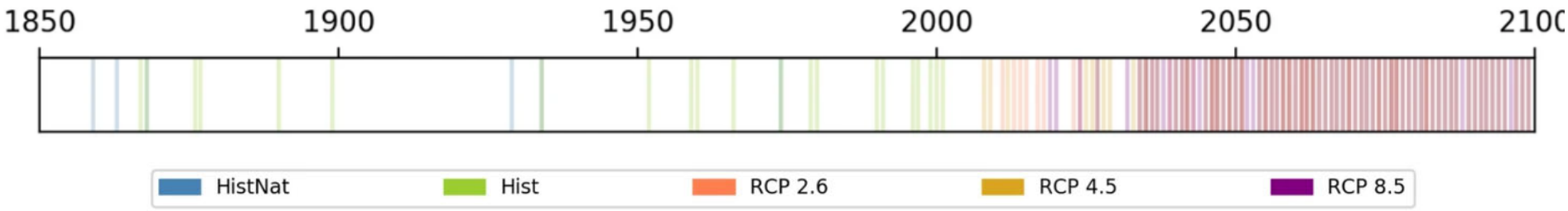
Wasserressourcen-Informationssystem für Deutschland

- *Verfügbarmachung von Klima- und Wasserhaushaltsdaten*
- *Praxispartner definieren Indizes und Indikatoren*
- *Monitoring - Klimafolgen - Vorhersagen*

DVGW BGR Leipziger Wasserwerke Umwelt Bundesamt UFZ



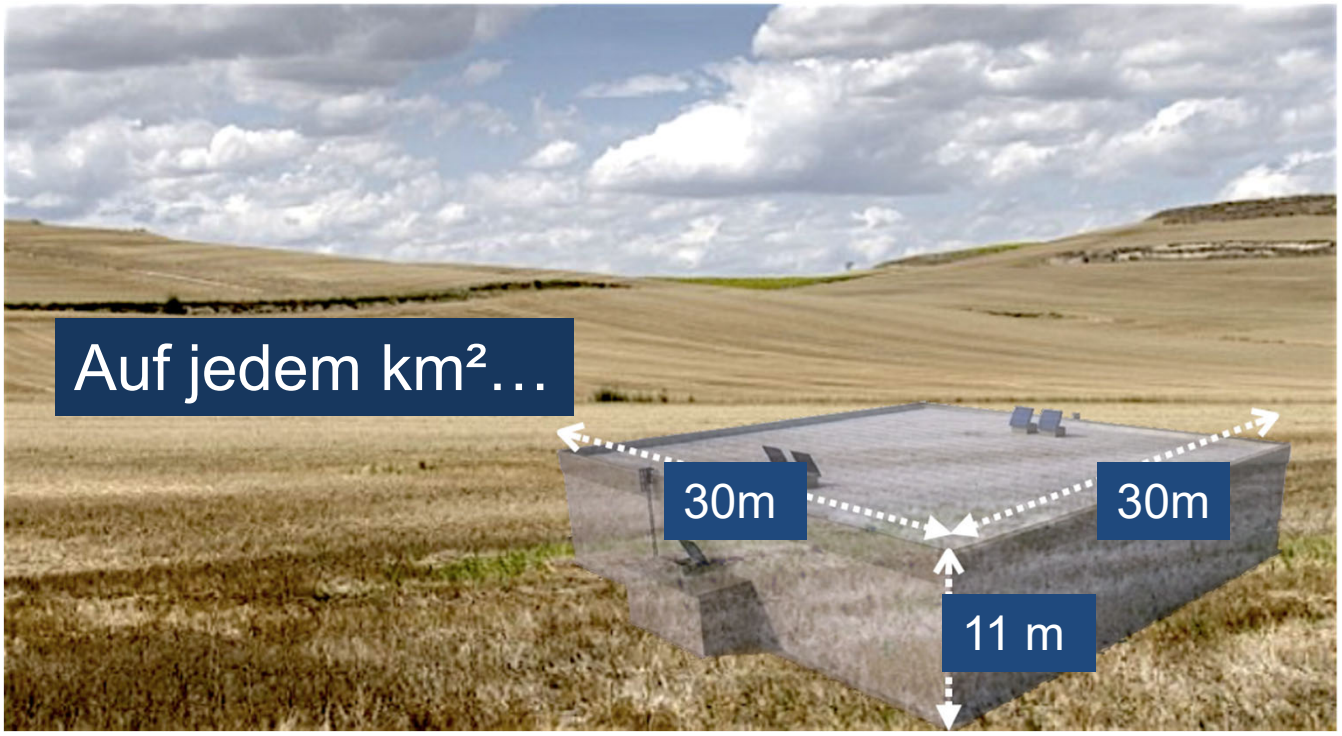
Klimafolgen: Zukünftige 2-jährige meteorologische Sommerdürren



Wahrscheinlichkeit 2-jähiger Sommerdürren steigt unter Klimawandel um das 7-fache

Hari, V., Rakovec, O., Markonis, Y. *et al.* Increased future occurrences of the exceptional 2018–2019 Central European drought under global warming. *Sci Rep* **10,** 12207 (2020). https://doi.org/10.1038/s41598-020-68872-9

Klimaanpassung: Maximaler Dürreanpassungsbedarf Sachsen (unter 3 Grad Erwärmung, Herbst)



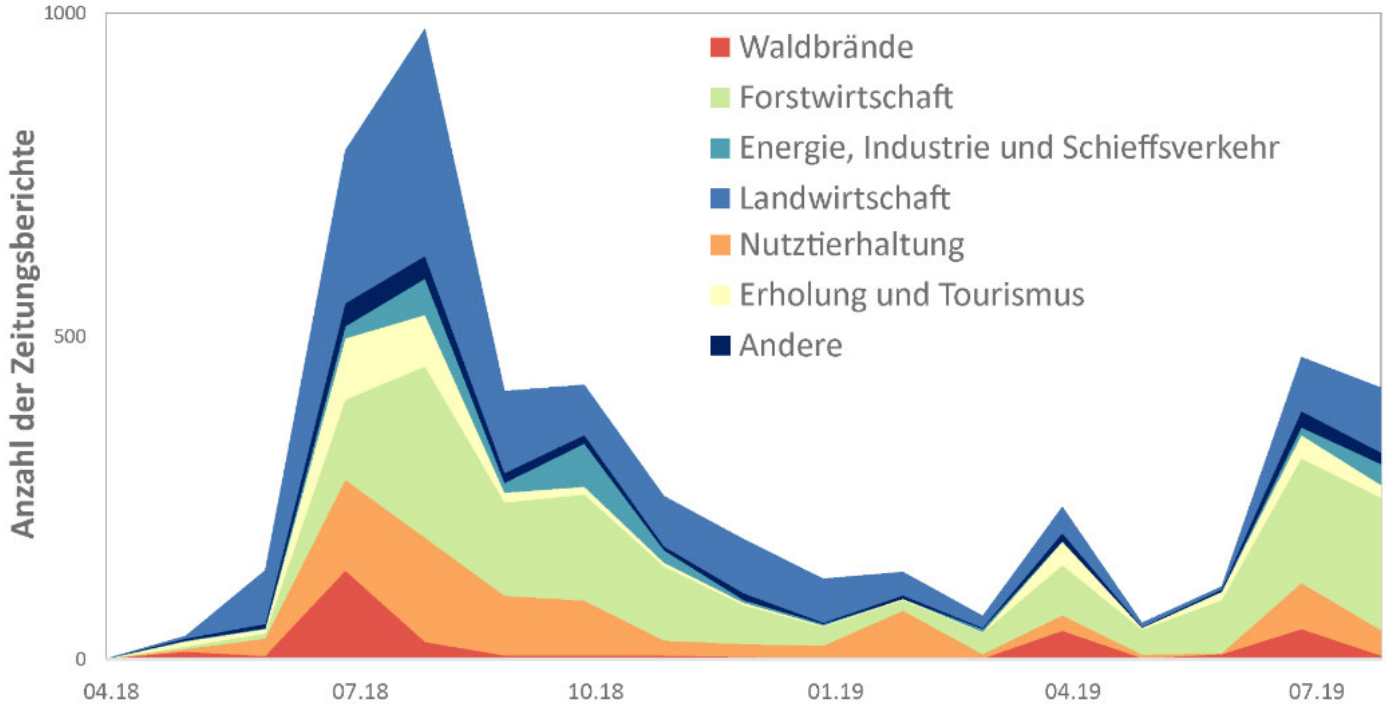
Daten aus Samaniego und Thober et al. 2018, Nature Climate Change

TH: Größtes Wasserdefizit im Herbst, maximal ~10000 m³/km² in zukünftigen Dürren

Extremsituation, kein Normalzustand!

www.ufz.de/hoklim

Dürre: Multi-sektorale Betroffenheit



Quelle: de Brito et al. 2020 (ERL)