



Wie werden sich die verfügbaren Wasserressourcen und die Wasserallokation in Deutschland entwickeln?

Prof. Dr. Dr. h.c. Dietrich Borchardt

24.11.2023

Schlüsselressource Wasser

Der neue Wasserkreislauf im Anthropozän



-  Eingriffe in Ökosysteme
-  Folgen der Klimakrise
-  Wasserverbrauch
-  Wasserverschmutzung

<https://riff.media/images/der-neue-wasserkreislauf-anthropozan.jpg>



Schlüsselressource Wasser

Die Bilanzgrößen des Wasserkreislaufs



Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$P = R + ET_a$$

$$P = R_D + GWN + ET_a$$

$$P = a \cdot P + g \cdot P + v \cdot P$$

$$1 = a + g + v$$

mit:

a = Aufteilungsfaktor Abfluss

b = Aufteilungsfaktor Grundwasserneubildung

c = Aufteilungsfaktor Verdunstung

Schlüsselressource Wasser

Wieviel Wasser steht mit welcher Variabilität zur Verfügung?



Eingriffe in Ökosysteme
 Folgen der Klimakrise
 Wasserverbrauch
 Wasserverschmutzung

Wasserhaushaltsgrößen (Mrd. m ³)	Mittel (1961 - 2020)	Jahr 2002	Jahr 2018
Niederschlag	282	364	210
Zufluss von Oberliegern	71	87	59
Gebietsbürtiger Abfluss aus dem Bundesgebiet	97	148	81
Evapotranspiration	165	168	158
Wasserdargebot	188	269	116

= 1,00

x 1,43

x 0,62

Zum Vergleich
Volumen Bodensee:

≈ 50 Mrd. m³



<https://riff.media/images/der-neue-wasserkreislauf-anthrozoaen.jpg>

Schlüsselressource Wasser

Räumliche Heterogenität der Bilanzgrößen des Wasserkreislaufs



$$P = a \cdot P + g \cdot P + v \cdot P$$

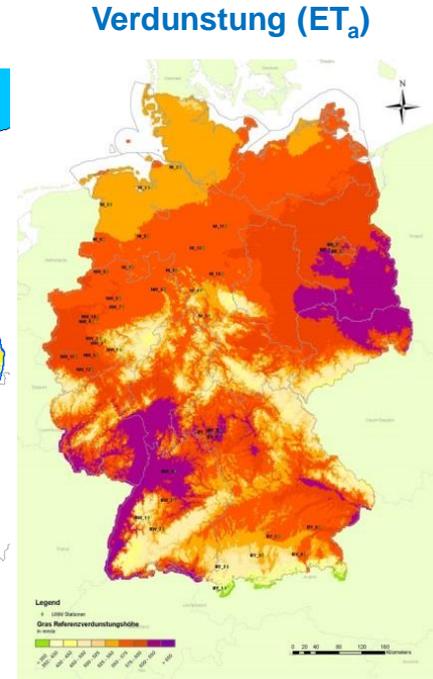
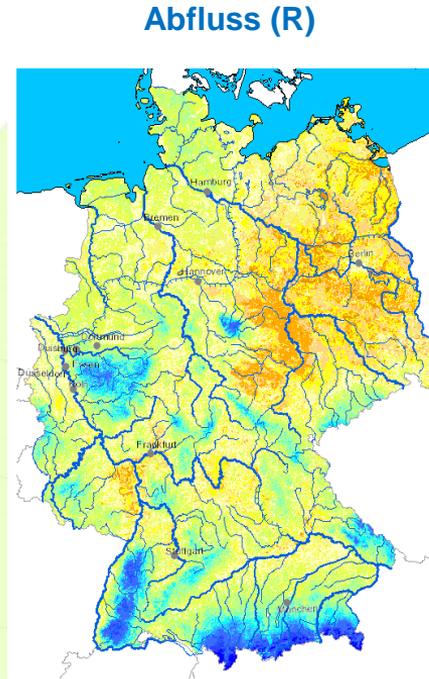
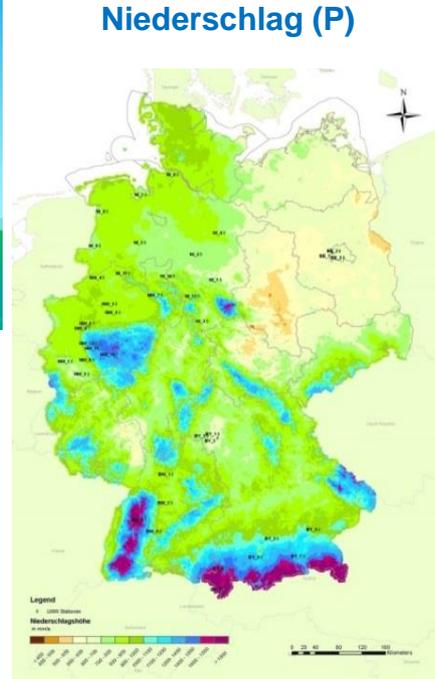
$$1 = a + g + v$$

mit:

a = Aufteilungsfaktor Abfluss

b = Aufteilungsfaktor Grundwasserneubildung

C = Aufteilungsfaktor Verdunstung

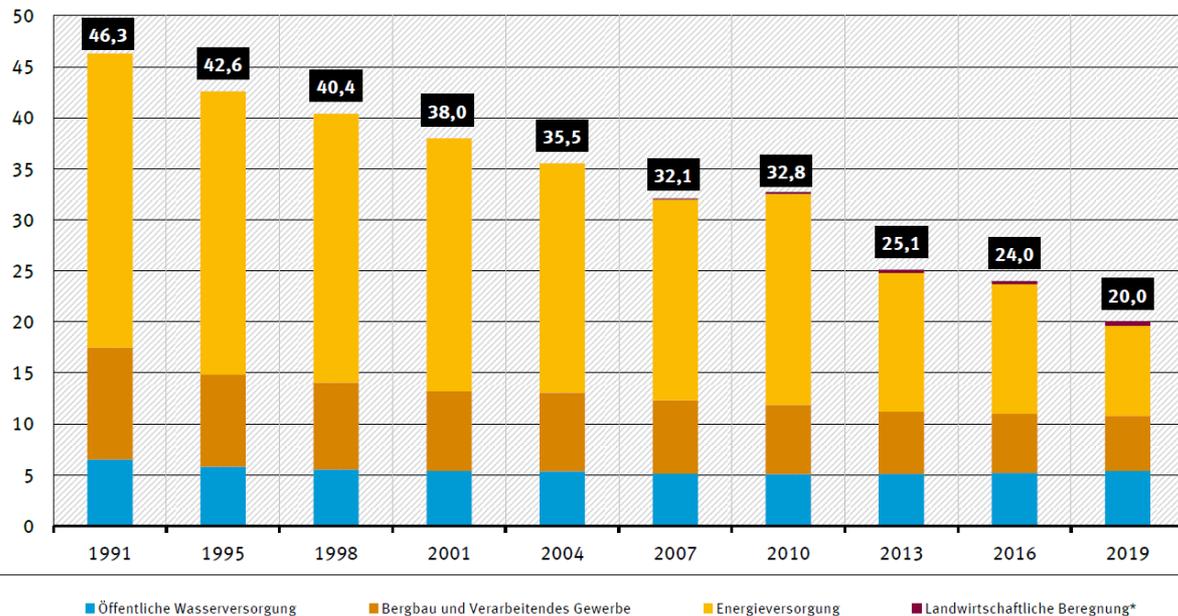


Schlüsselressource Wasser

Entwicklung der Wassergewinnung 1991 - 2019

Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung, Bergbau und verarbeitendes Gewerbe, der Energieversorgung und der Landwirtschaft

Wasserentnahme in Milliarden Kubikmeter



* Daten erst ab 2007 verfügbar

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, R. 2.1.1 und 2.2, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge

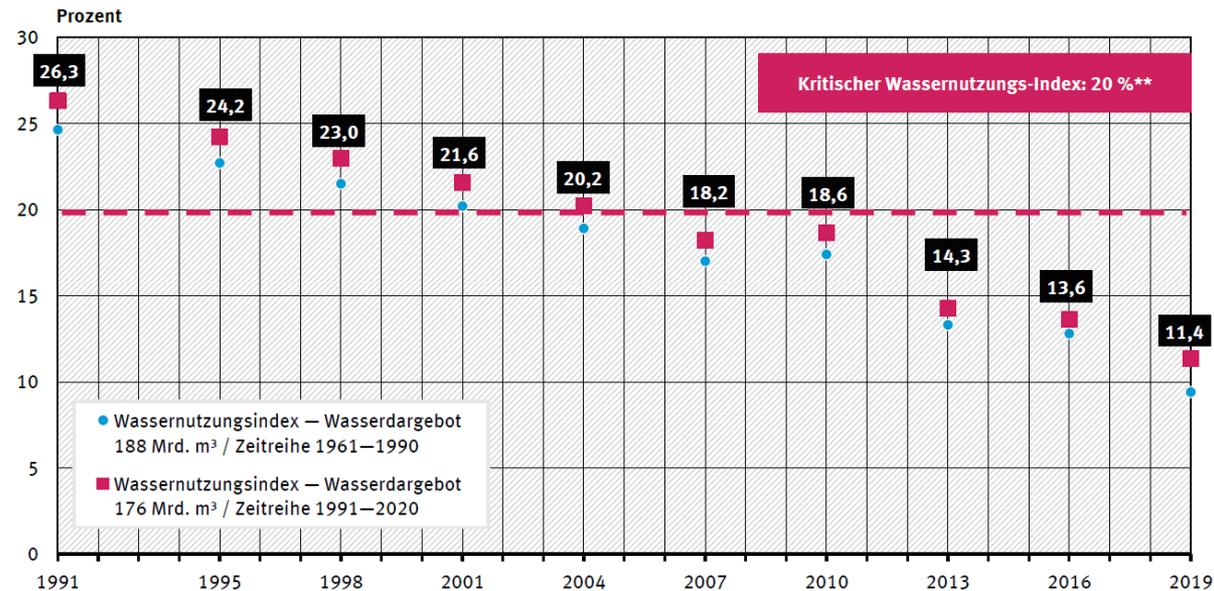


🌿 Eingriffe in Ökosysteme
 ☠️ Folgen der Klimakrise
 💧 Wasserverbrauch
 🚰 Wasserverschmutzung

Schlüsselressource Wasser

Wassernutzungsindex 1991 - 2019

Wassernutzungs-Index
Anteil der Wassernutzung am Wasserdargebot*

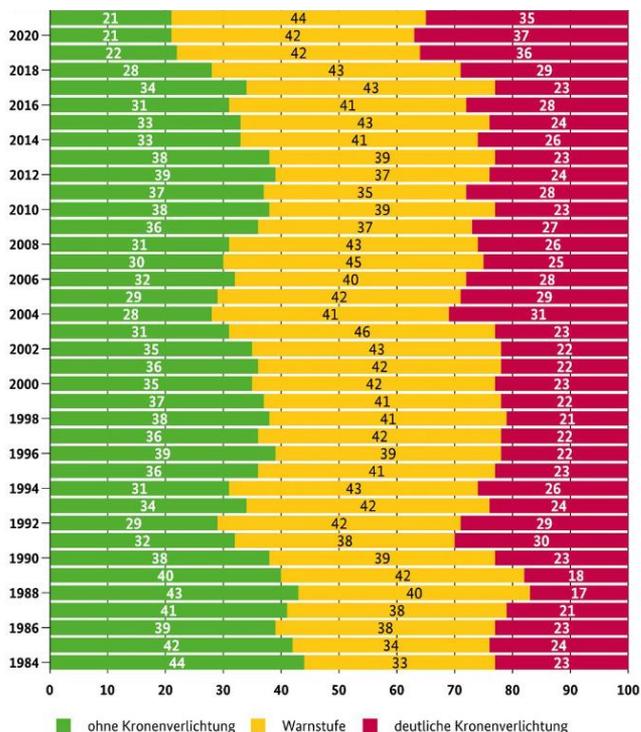


<https://riff.media/images/der-neue-wasserkreislauf-anthropozoen.jpg>

Schlüsselressource Wasser

Waldverluste infolge Wirkungskaskade Wärme ► Trockenheit ► Borkenkäfer

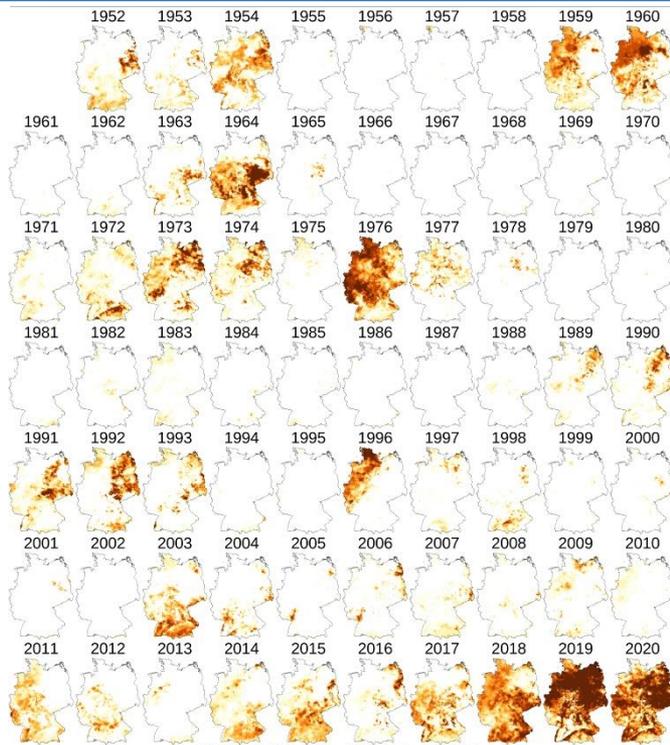
Kronenverlichtung aller Baumarten in D
Jahre 1984 – 2020 (Waldschadenbericht 2023)



Schlüsselressource Wasser

Landwirtschaft und Ernährungssicherheit

Jährliche Dürrestärke im Gesamtboden
in Deutschland 1952-2020



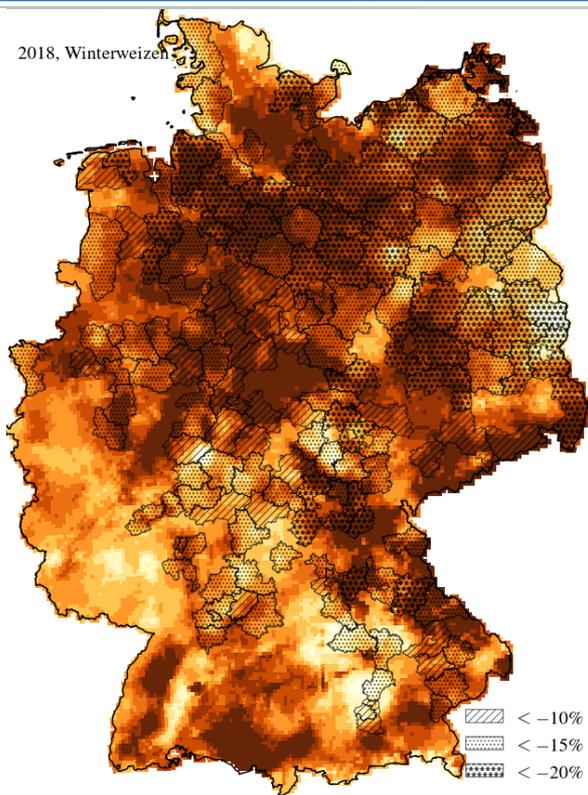
© UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Friedrich Boeing

UFZ-Dürremonitor Deutschland

<https://www.ufz.de/index.php?de=37937>

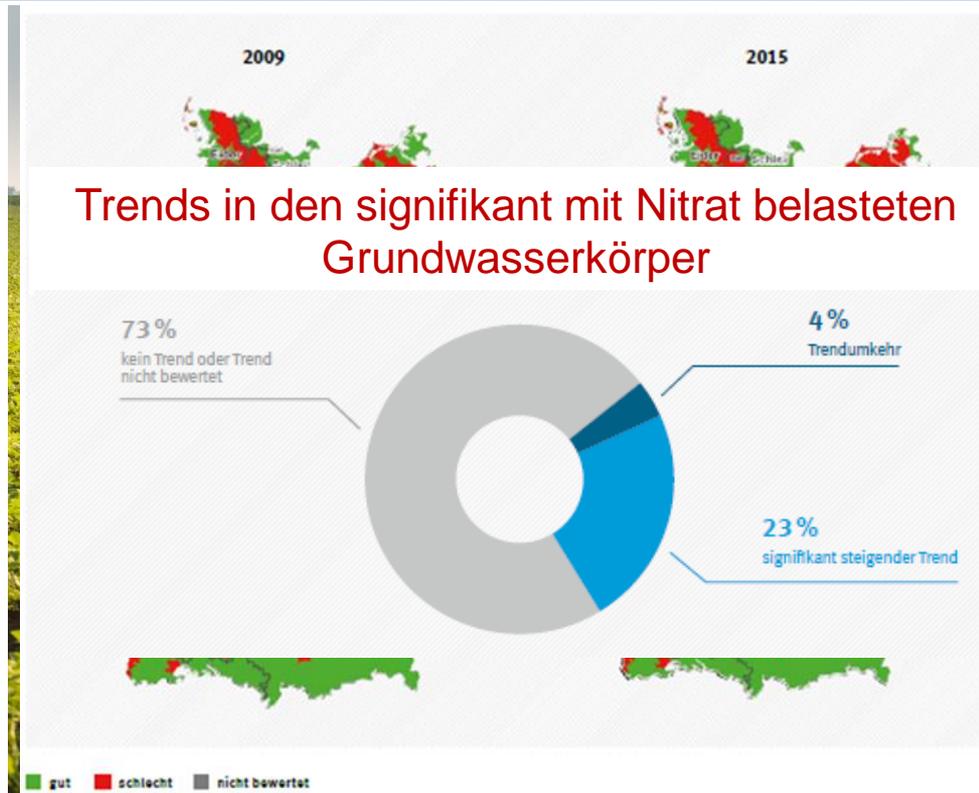


Ertragsrückgang Winterweizen im Jahr 2018



Schlüsselressource Wasser

Landwirtschaft und Ernährungssicherheit



≈ 35 % der Grundwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand

Nitrat
Pestizide
...

Klasse: gut

Klasse: schlecht

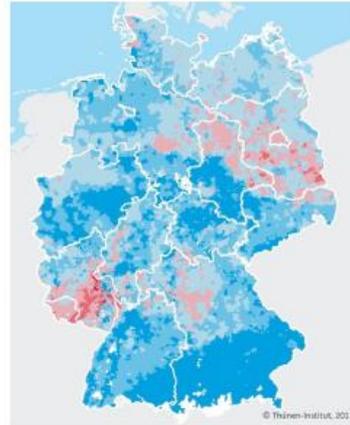
(Quelle: UBA 2017)

Schlüsselressource Wasser

Landwirtschaft und Ernährungssicherheit



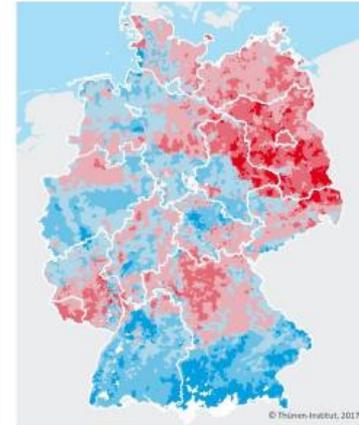
Beregnungsbedürftigkeit Winterweizen in D
1990 – 2006 (links) und 2021 – 2040 (rechts)



Bewässerungsbedürftigkeit in mm

- ≤ 25
- > 25 bis 50
- > 50 bis 75
- > 75 bis 100
- > 100 bis 125
- > 125
- no data

Quelle: Gömann et al. (2009); LandCare Endbericht.



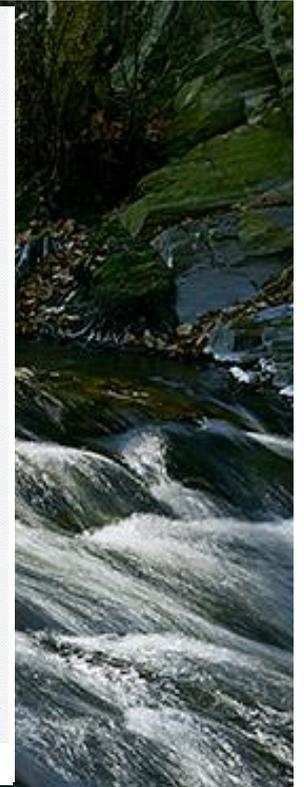
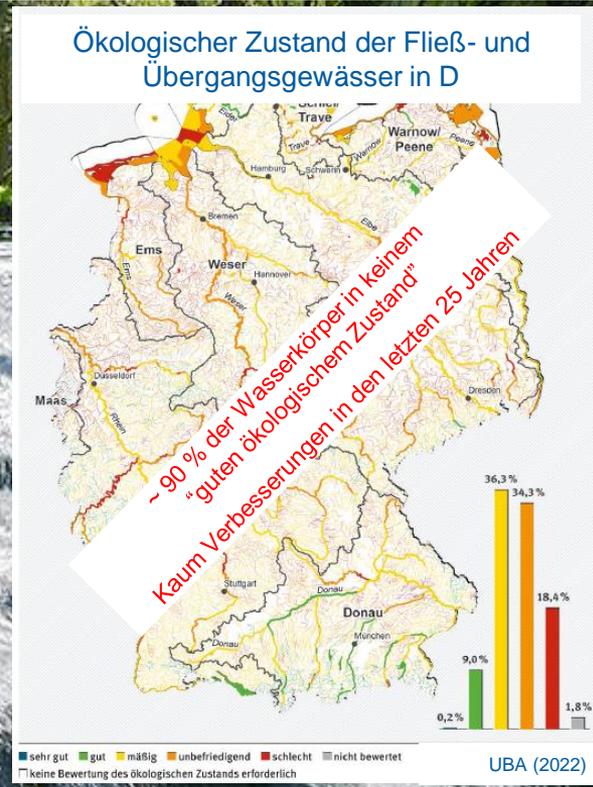
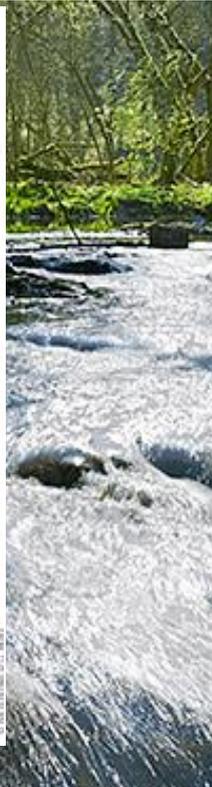
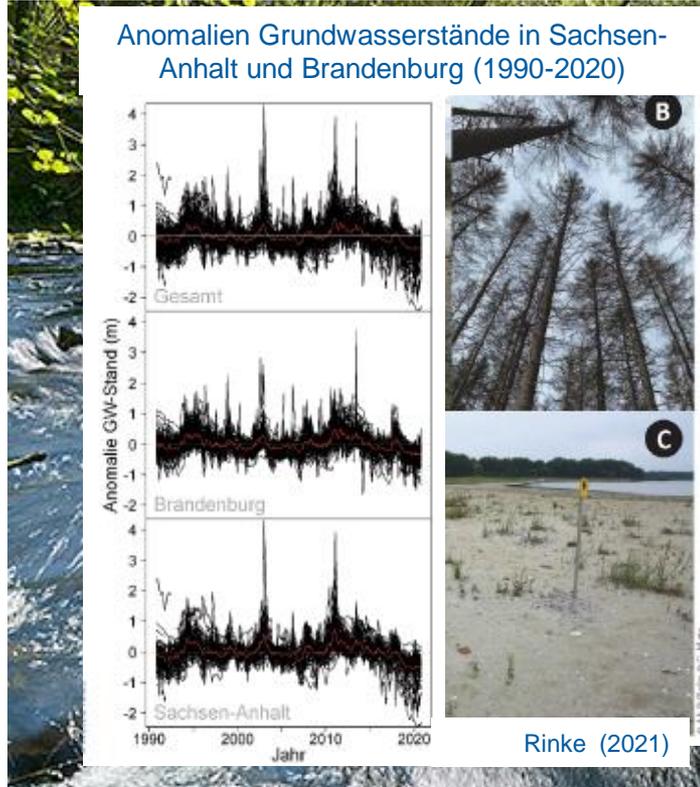
Bewässerungsbedürftigkeit in mm

- ≤ 25
- > 25 bis 50
- > 50 bis 75
- > 75 bis 100
- > 100 bis 125
- > 125
- no data



Schlüsselressource Wasser

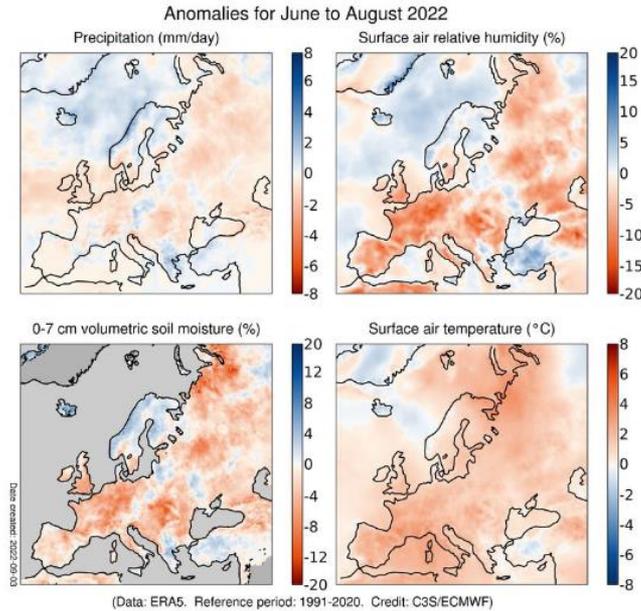
Gewässerökosysteme und Biodiversität



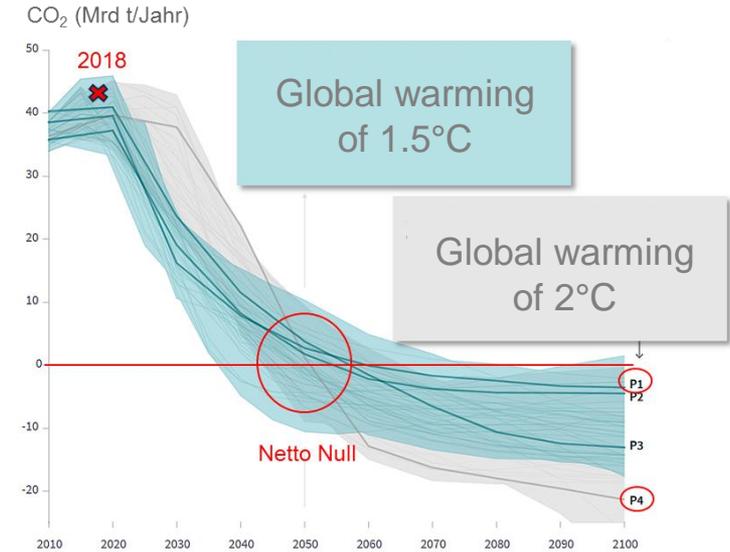
Klimawandel

An welchem Scheideweg stehen wir?

Wir müssen dafür sorgen, dass die Klimaerwärmung $< 2\text{ °C}$ bleibt, am besten bei $1,5\text{ °C}$ (**Mitigation**); aber auch dann werden wir uns häufiger auf Bedingungen wie 2003/2018/2019/2020/2022 einstellen müssen (**Adaptation**)

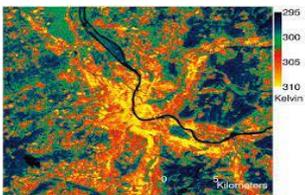


Projizierte CO₂-Emissionen und globale Erwärmung (IPCC)

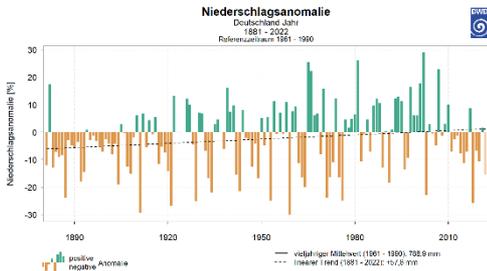
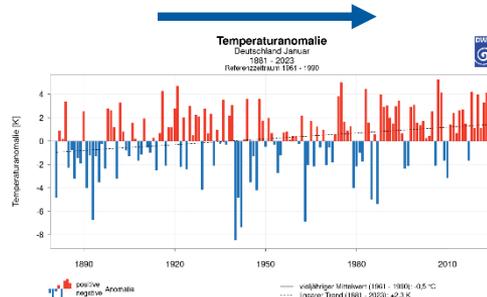


Systemische Herausforderung „Klimaanpassung./Wasserhaushalt“

Heute



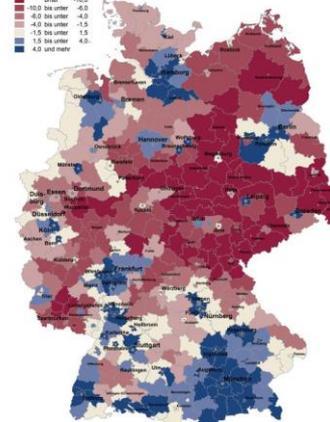
Klimawandel



Demographischer Wandel



Bevölkerungsentwicklung 2012 - 2030 (%)
Kreise und kreisfreie Städte in Deutschland

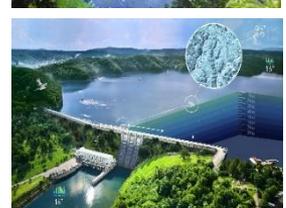


© www.wegwetter-kommune.de

Nutzungswandel



insb. Energiewende; Landwirtschaft



Klimaresiliente Zukunft?

Zusammenfassung

- **D ist ein wasserreiches Land**, und es nutzt direkt einen relativ geringen Anteil (< 20%) des sich erneuernden Wasserdargebots
- Jedoch sind **Wasserverfügbarkeit und Wassernutzungen regional sehr unterschiedlich verteilt**
- Hinzu kommen **Beeinträchtigungen der Wasserqualität**, oft gerade in den Regionen, in denen Wasser ohnehin knapp ist
- Zusätzlich sind durch die vielfältigen menschlichen Eingriffe **ökologische Funktionen** in den Gewässern gestört
- **Wassernutzungen und Demographie** haben hohe Dynamiken, ebenso der Klimawandel
- Diese Faktoren können einzeln, oder zusammen, zu **regionalen Knappheiten** führen
- Ohne **sensitive Allokation und Nutzung der Ressource Wasser** werden sich diese zukünftig deutlich verschärfen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Weitere Fragen:

dietrich.borchardt@ufz.de