



Deutscher Verband für
Landschaftspflege

Deutscher Landschaftspflegetag 2021

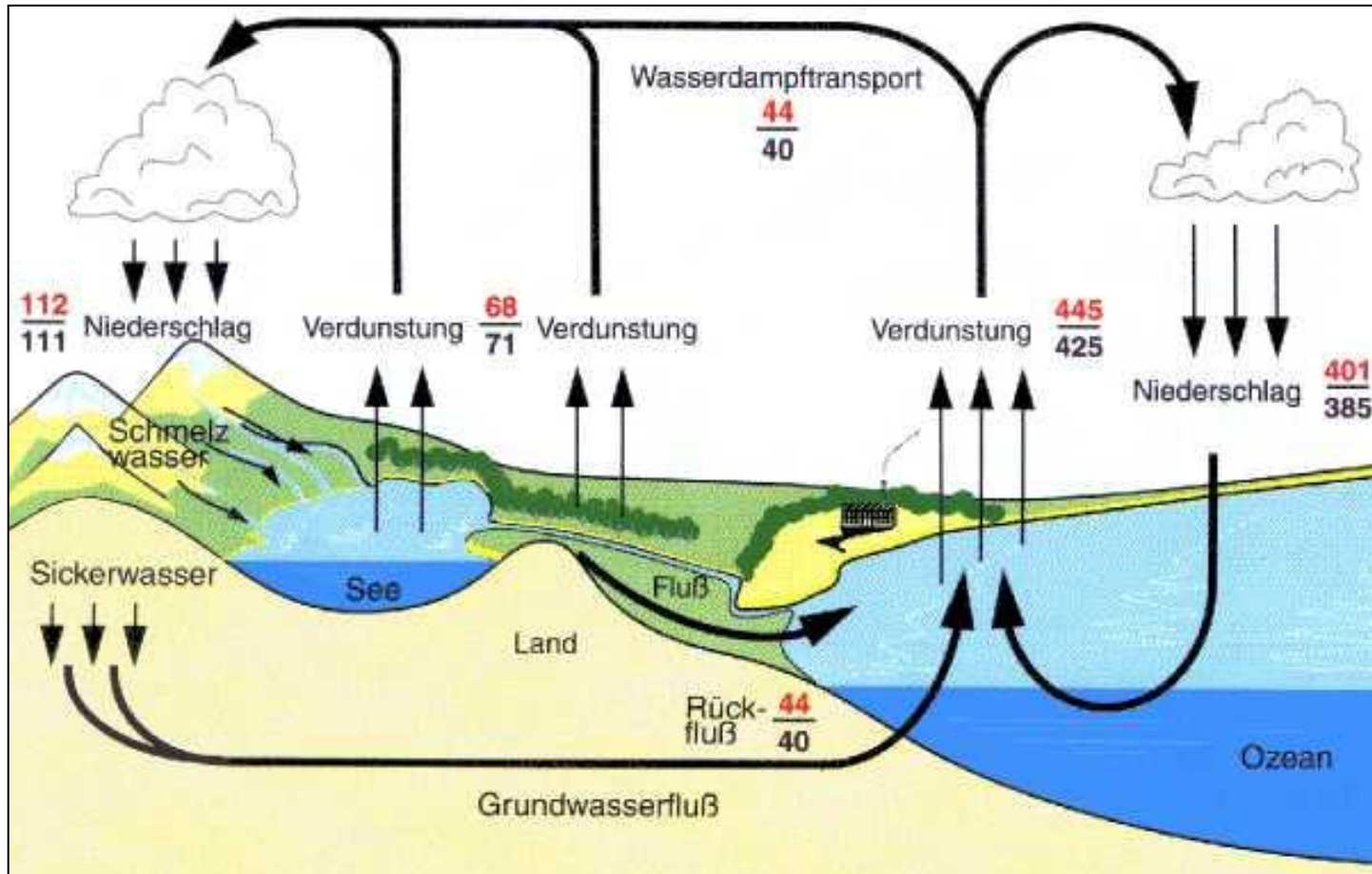
Klimawandel, Bodenwasservorräte und Landwirtschaft

Christoph Schüth

Technische Universität Darmstadt

Wasserhaushaltsgleichung...

Niederschlag = Abfluss + Evapotranspiration (+/- Speicheränderungen)



DKRZ, 1995)

Globaler Wasserkreislauf
~ 500.000 km³ / Jahr

Rot – Modellberechnungen
(Max-Planck Institut für Meteorologie, ECHAM 3, 1992)

Schwarz – basierend auf Messwerten
(Baumgartner und Reichel, 1975)

Wasserkreislauf Deutschland
~ 282 km³ / Jahr

(Niederschlag 789 mm/a, Bezugsperiode 1961 – 1990)

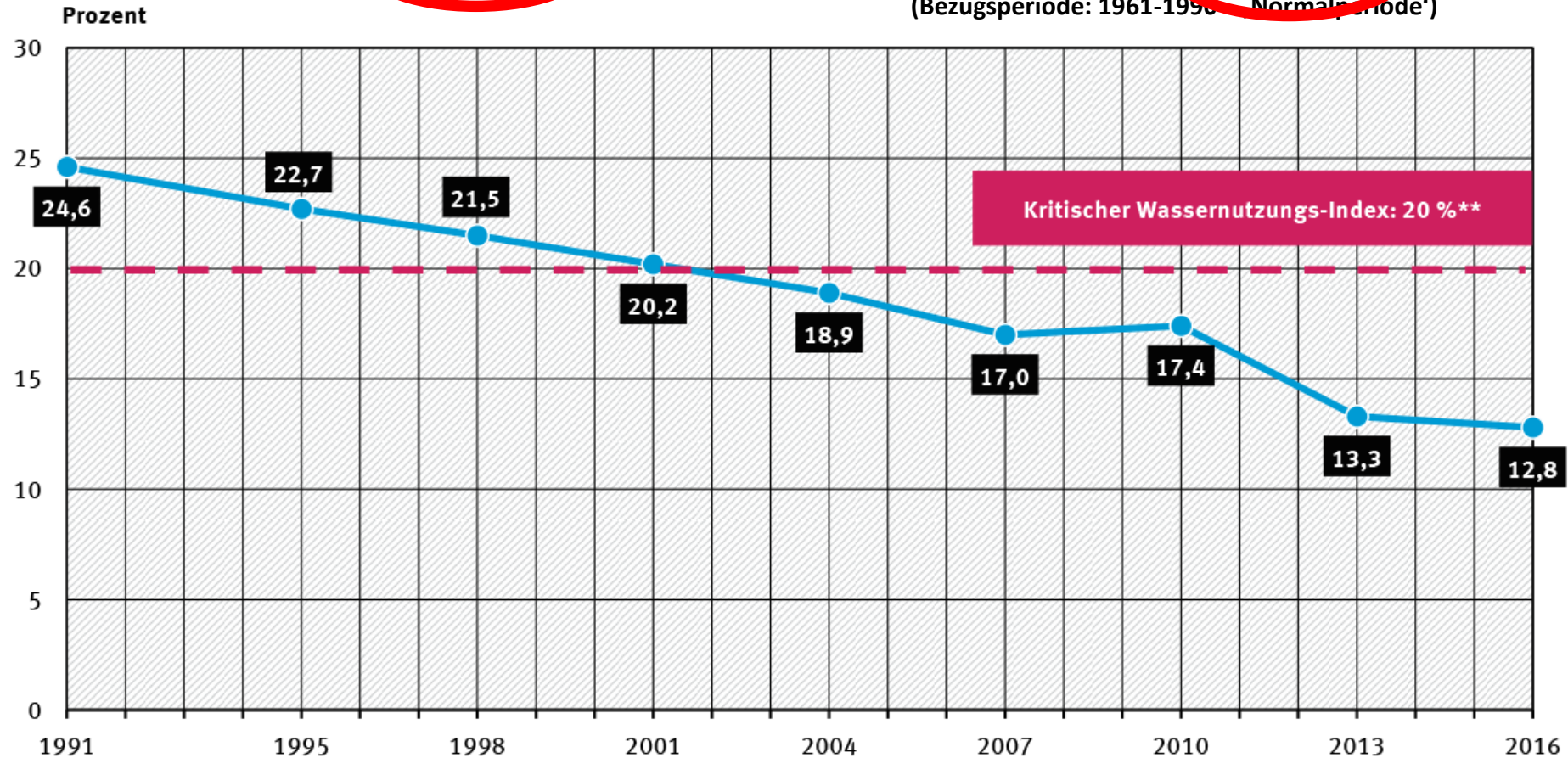
Niederschlag = Abfluss + Evapotranspiration (+/- Speicheränderungen)

Wassernutzungs-Index

Anteil der Wassernutzung an Wasserdargebot*

Bezugsgröße: langjähriges Mittel
des Dargebots von 188 km³

(Bezugsperiode: 1961-1990 'Normalperiode')



* Der Wassernutzungs-Index wird gebildet aus dem Verhältnis der gesamten Wasserentnahme des betrachteten Jahres (seit 2007 inkl. der landwirtschaftlichen Beregnung) zum langjährigen Wasserangebot in Deutschland (188 Mrd. m³).

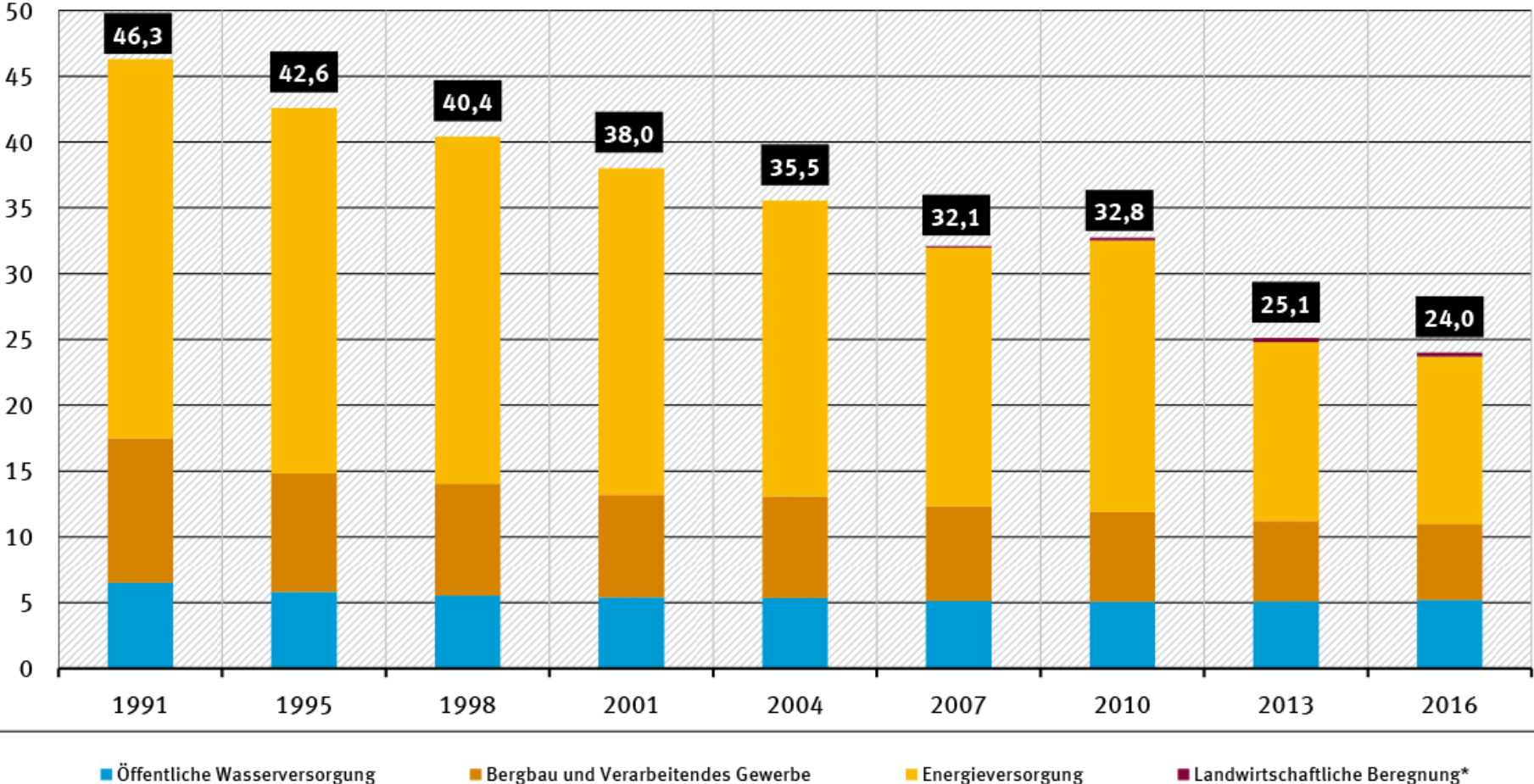
** Ein Wassernutzungs-Index von 20 % gilt als Schwelle zum Wasserstress.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, R. 2.1.1 und 2.2, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge; Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, zuletzt aktualisiert 12.12.2018

Wassergewinnung

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

Wasserentnahme in Milliarden Kubikmeter

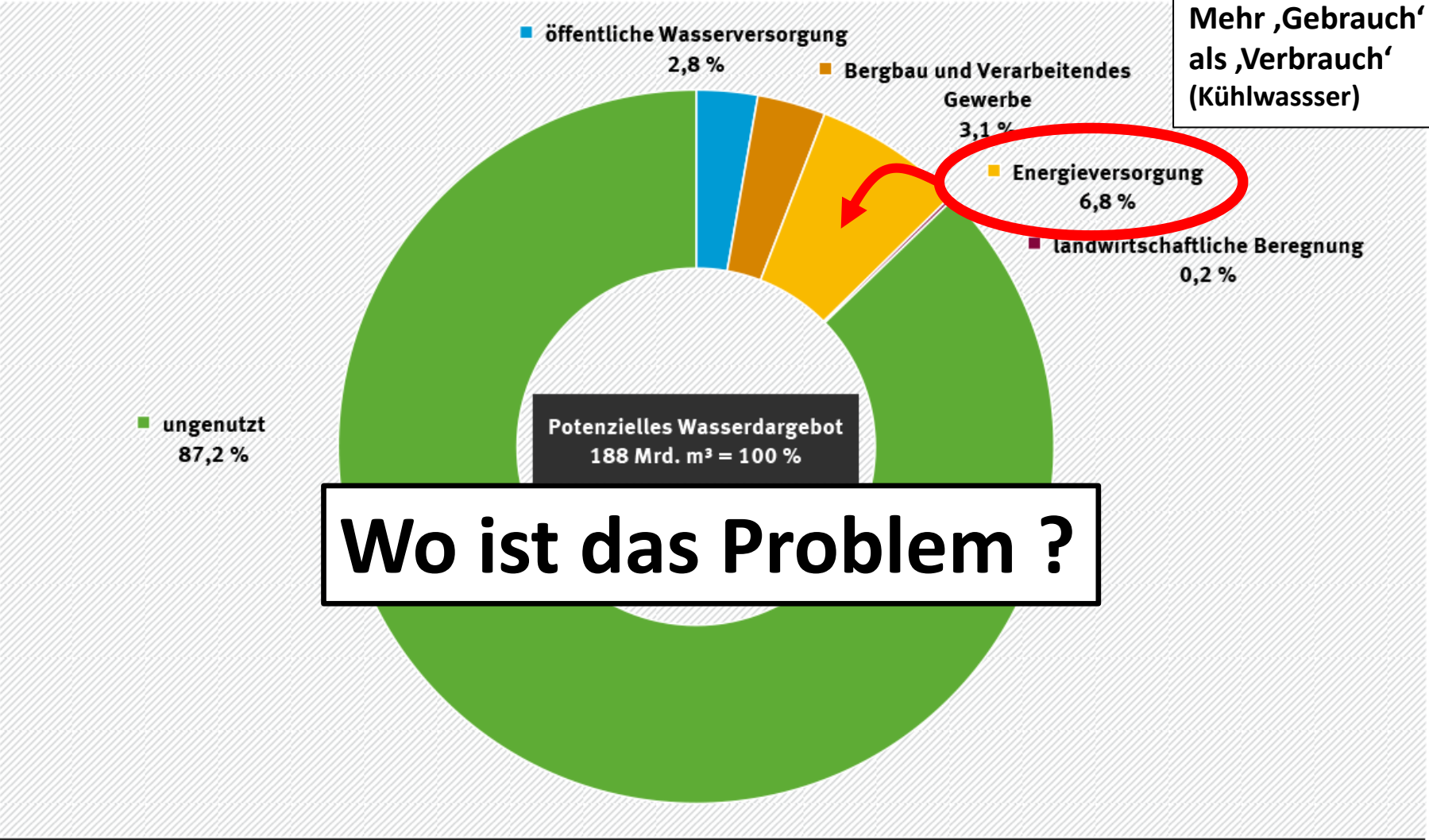


* Daten erst ab 2007 verfügbar

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

Wassernutzung

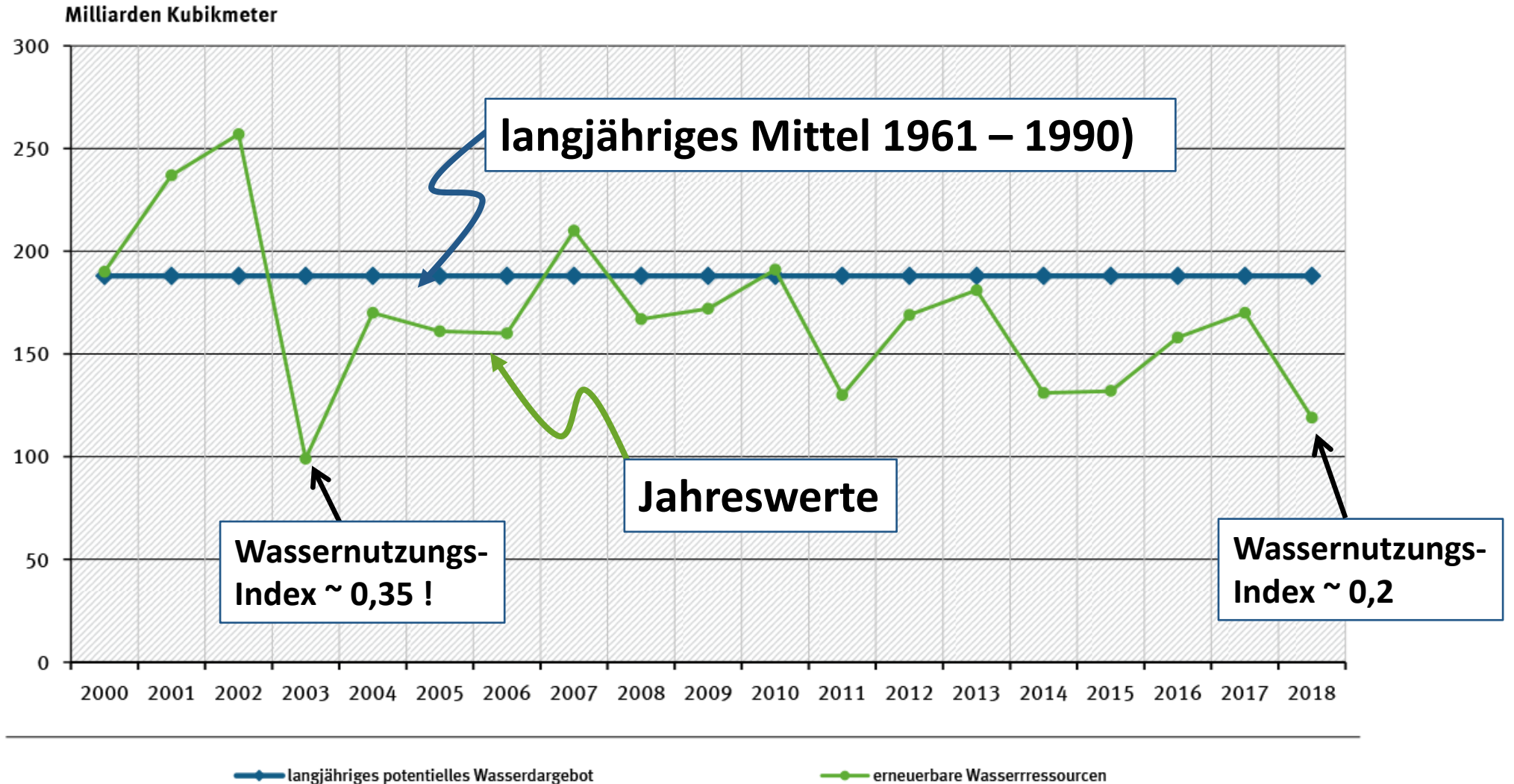
Wasserdargebot und Wassernutzung 2016



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

Faktor 1: Klimaänderungen...

Änderung der erneuerbaren Wasserressourcen in Deutschland



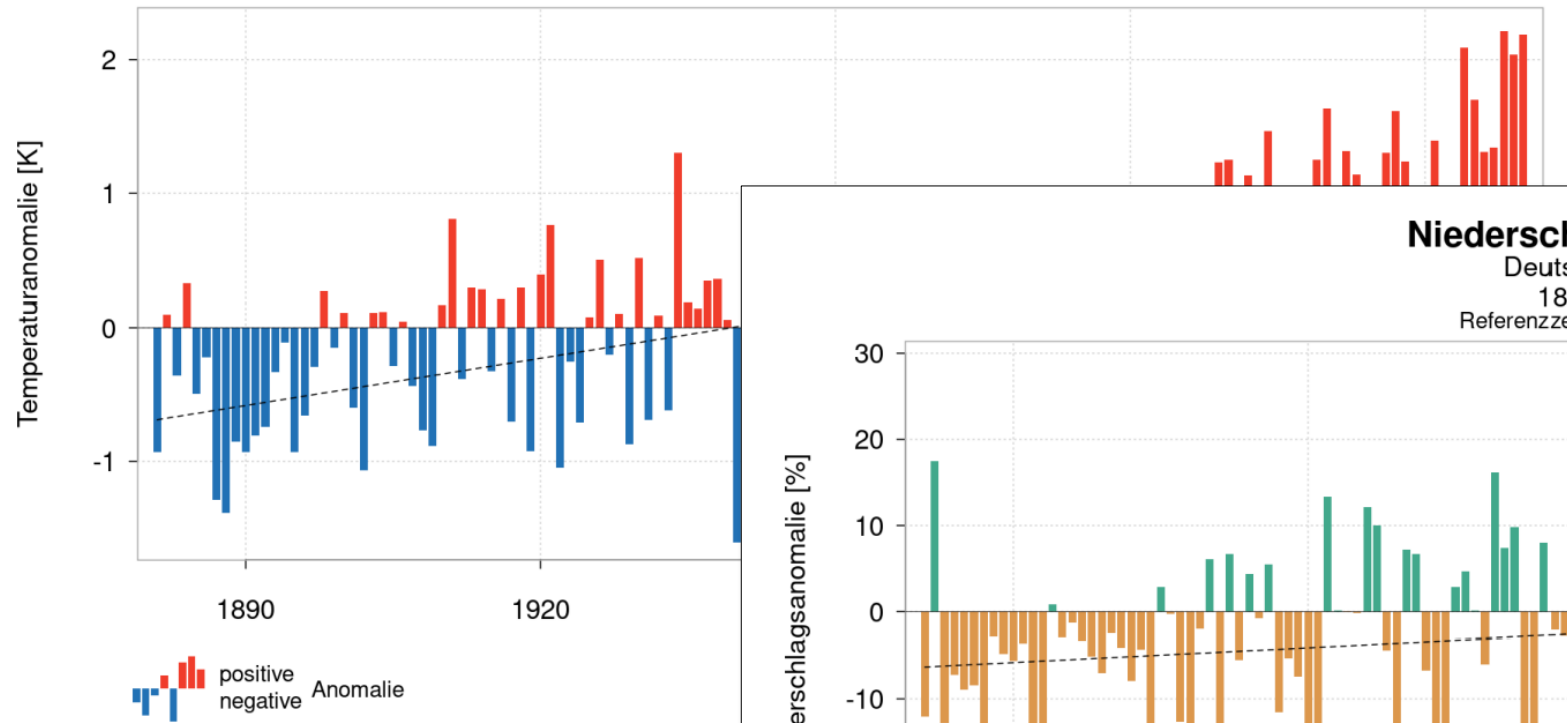
Faktor 1: Klimaänderungen...

Temperaturanomalie

Deutschland Jahr

1881 - 2020

Referenzzeitraum 1961 - 1990

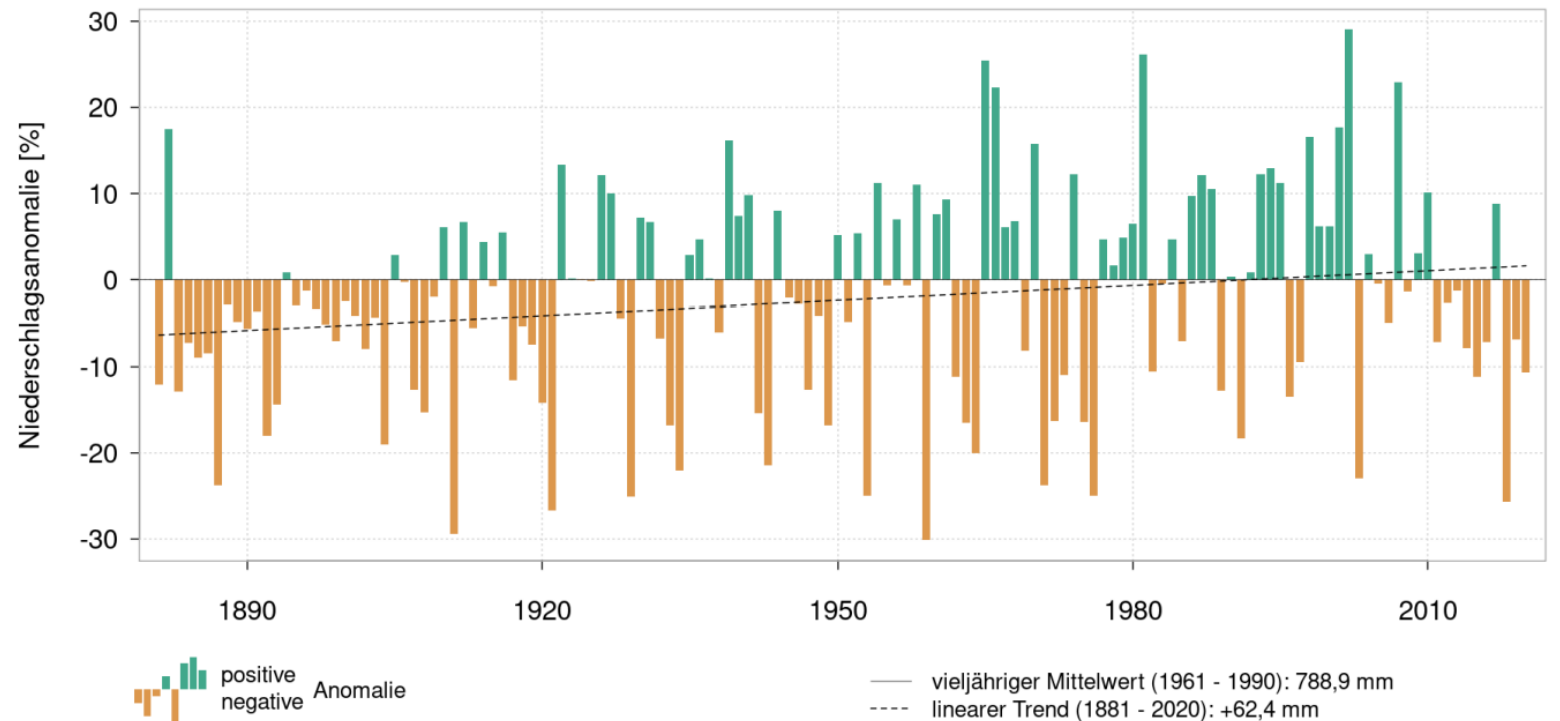


Niederschlagsanomalie

Deutschland Jahr

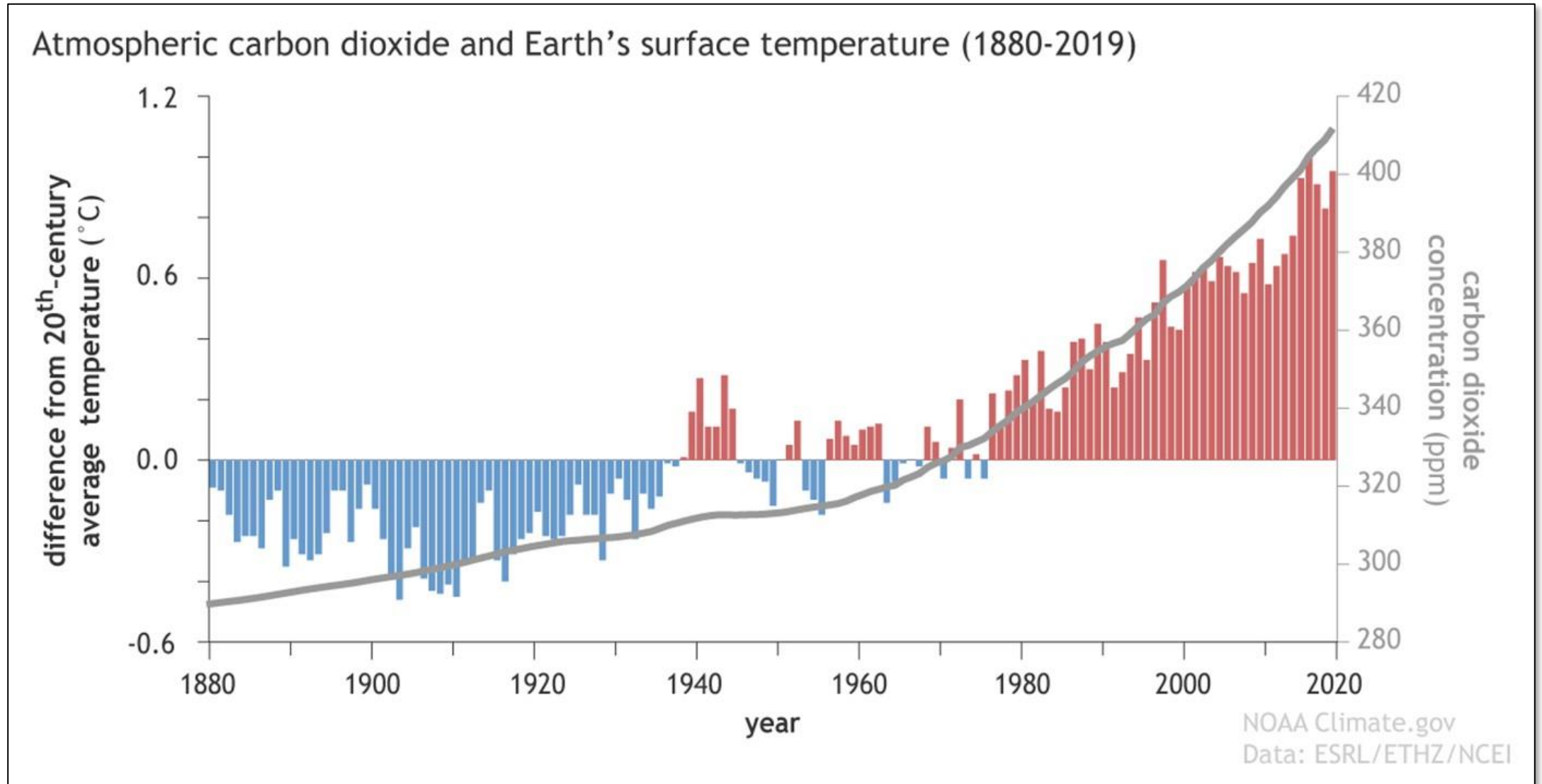
1881 - 2020

Referenzzeitraum 1961 - 1990



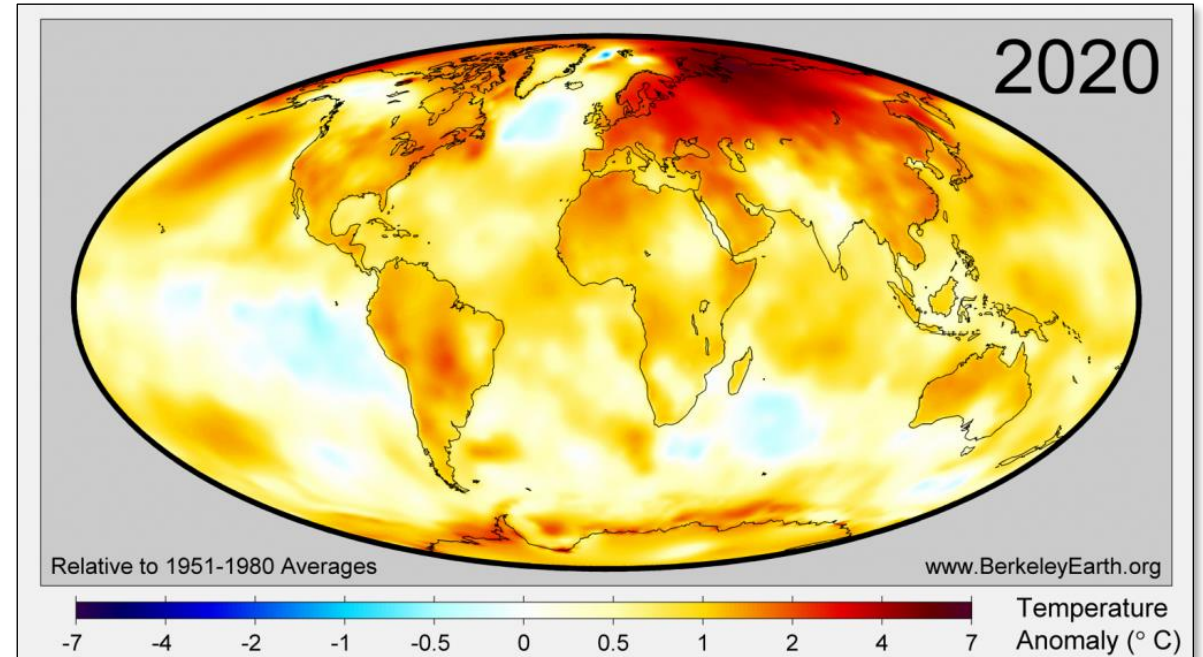
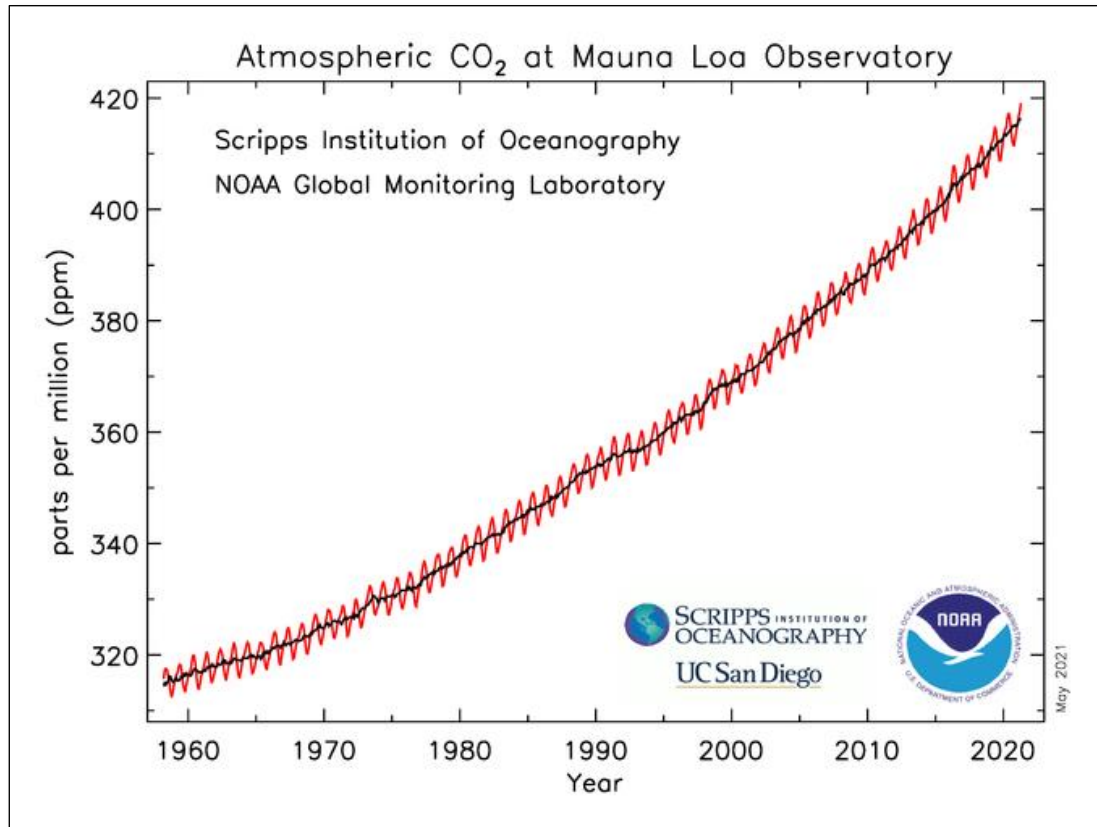
Faktor 1: Klimaänderungen...

Eindeutiger Zusammenhang zwischen CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und Temperatur



Faktor 1: Klimaänderungen...

Seit den 1960er Jahren Anstieg der CO₂ Konzentrationen in der Atmosphäre von ~ 320 ppm auf ~ 415 ppm. Halbjahresvariationen sind Folge geringerer CO₂ Fixierung durch geringeres Pflanzenwachstum in den Wintermonaten auf der Nordhalbkugel (~ 68% der Landfläche). Der Sommer auf der Südhalbkugel (~32 % der Landfläche) kann das nicht ausgleichen.

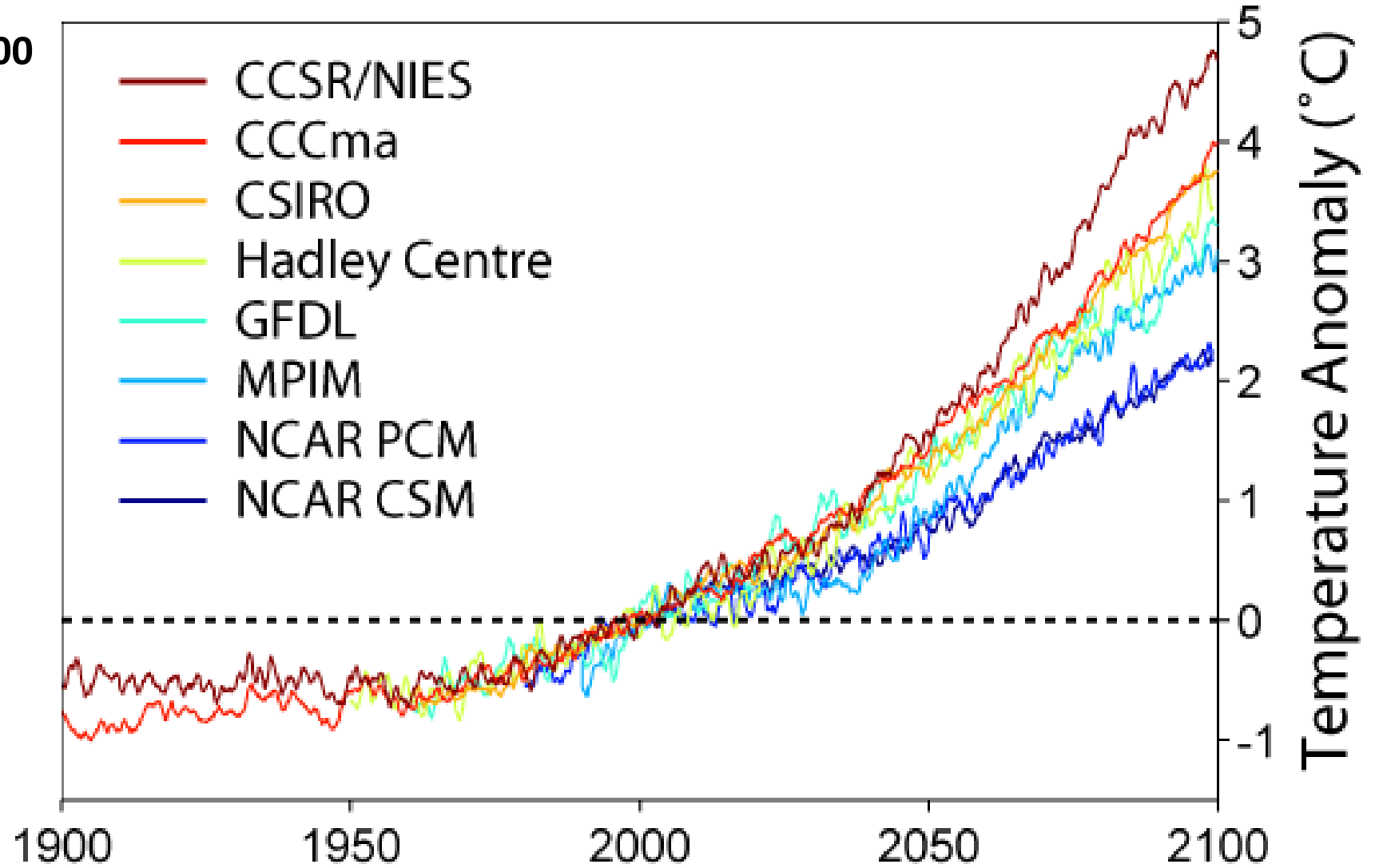


Deutlichere Temperaturanstiege auf der Nordhalbkugel, insbesondere Sibirien, aber auch Nordeuropa

Faktor 1: Klimaänderungen...

Erwarteter Anstieg bis 2100
je nach Modell:

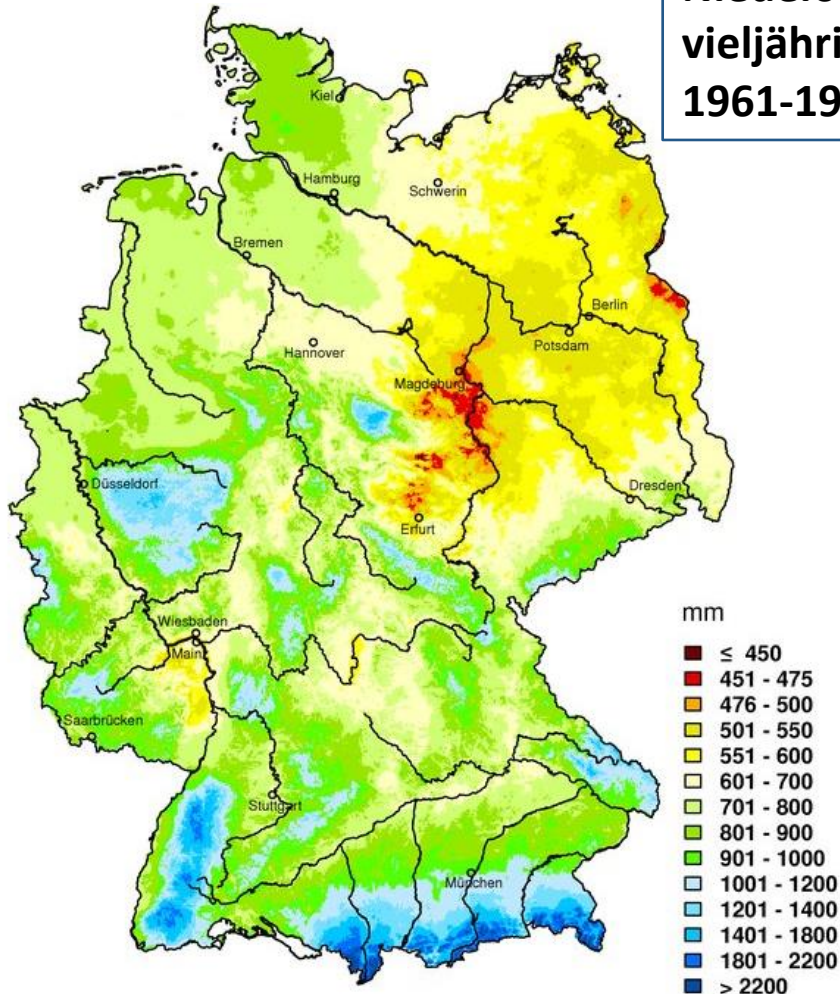
Zwischen ~ 2°C und ~ 5°C



Faktor 2: Betrachtungsskala – Ungleiche räumliche Verteilung...

...und ungleiche zeitliche Verteilung

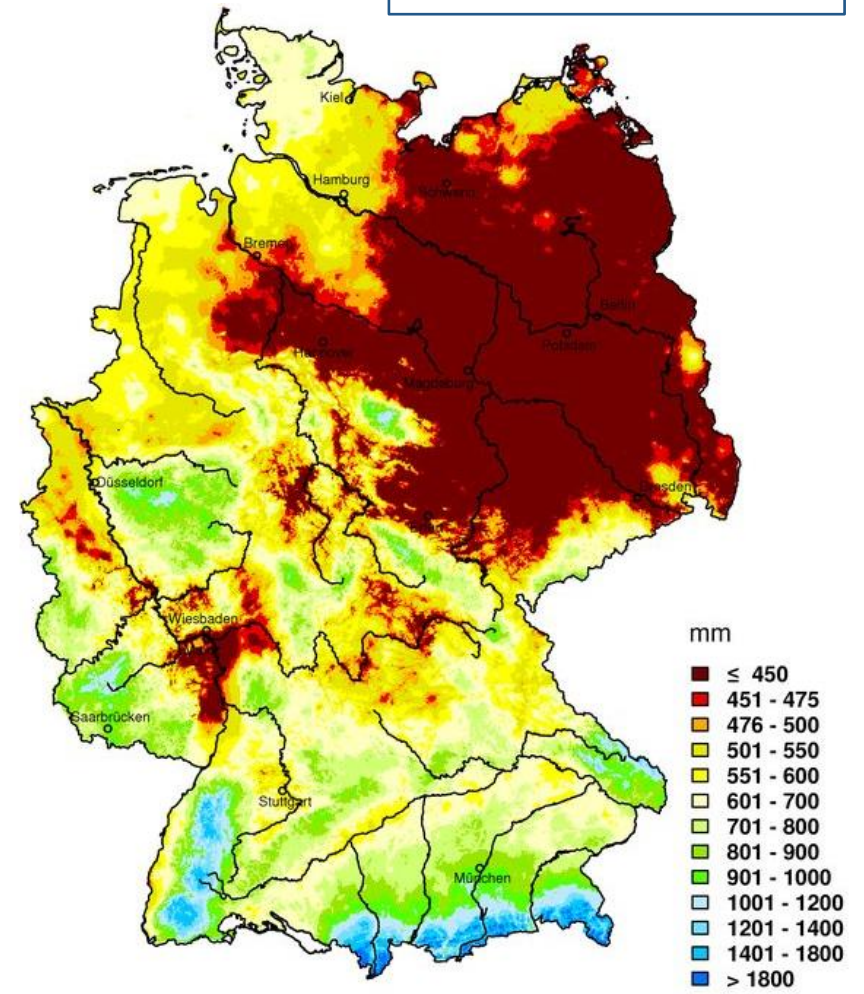
Niederschlagshöhen
vieljähriger Mittelwert
1961-1990



© Deutscher Wetterdienst 2018

Diese Karte wurde am 23.05.2018 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on May 23, 2018 using data of all stations of the networks of DWD.

Niederschlagshöhen
2018



© Deutscher Wetterdienst 2019

Diese Karte wurde am 02.01.2019 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on January 02, 2019 using data of all stations of the networks of DWD.



Faktor 3: Betrachtungsskala – Ungleiche zeitliche Verteilung...

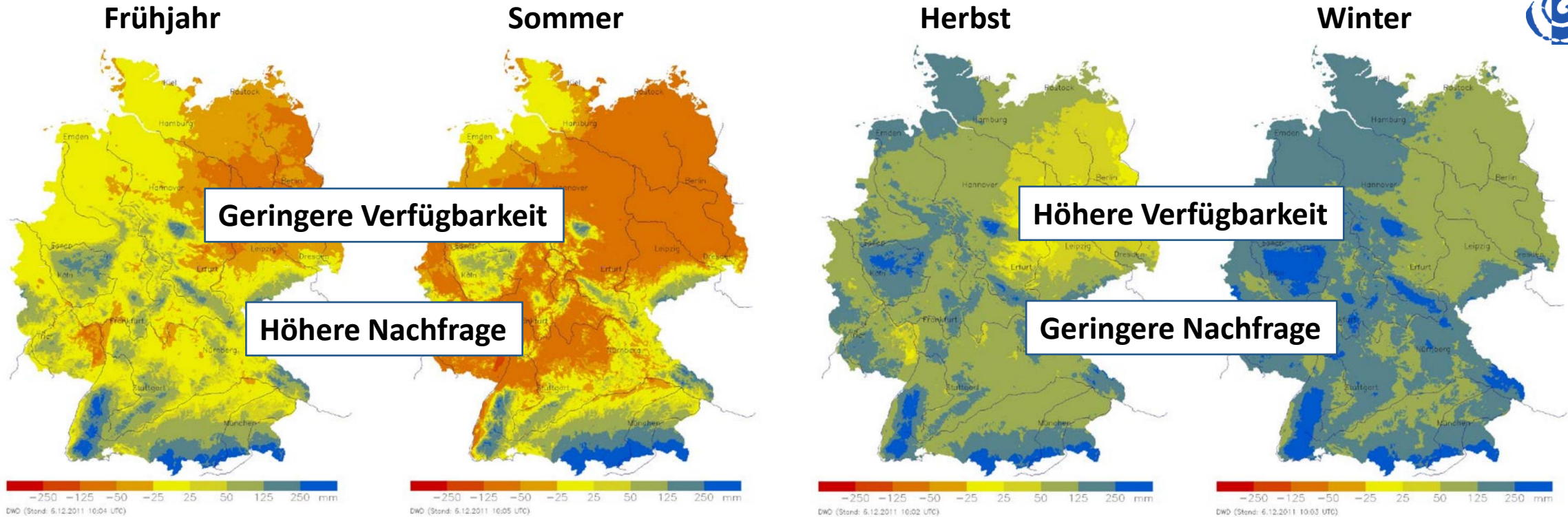
Klimatischen Wasserbilanz:

Differenz aus der Niederschlagssumme und der Summe der potentiellen Verdunstung über Gras.

Gelb: ausgeglichen

Orange – rot: negative Bilanz

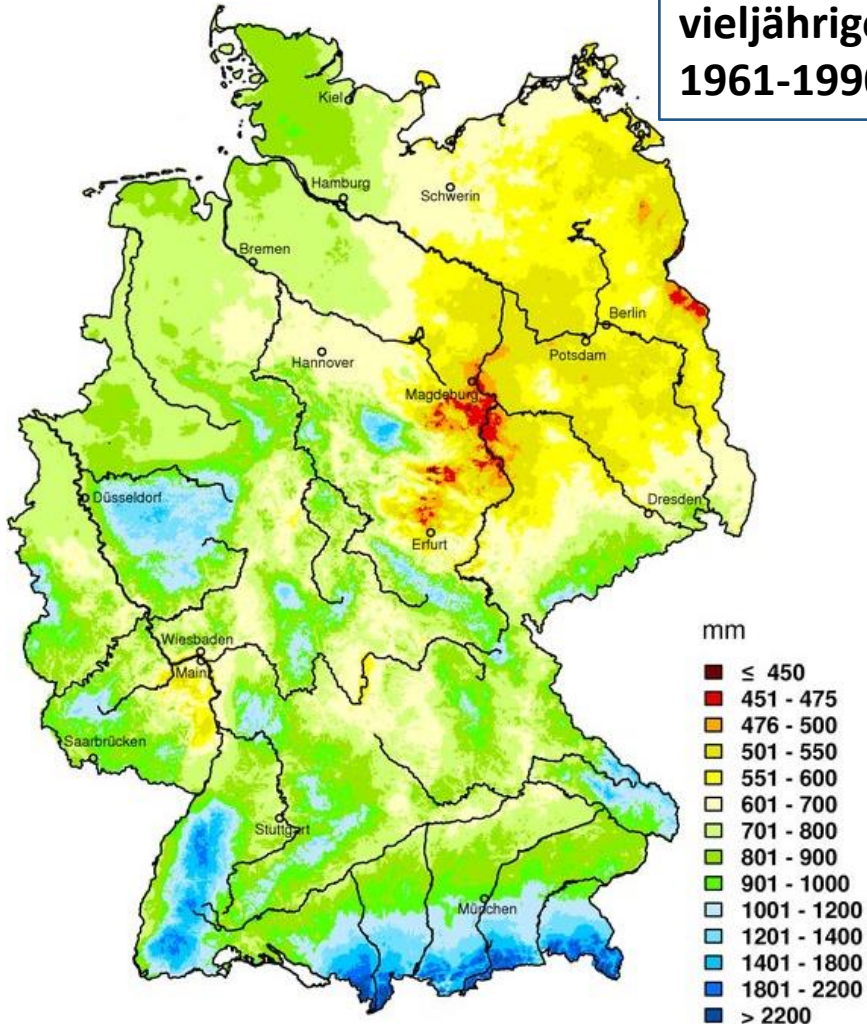
grün – blau: positive Bilanz



Mittlere Jahreszeitensummen der Klimatischen Wasserbilanz 1981 - 2010

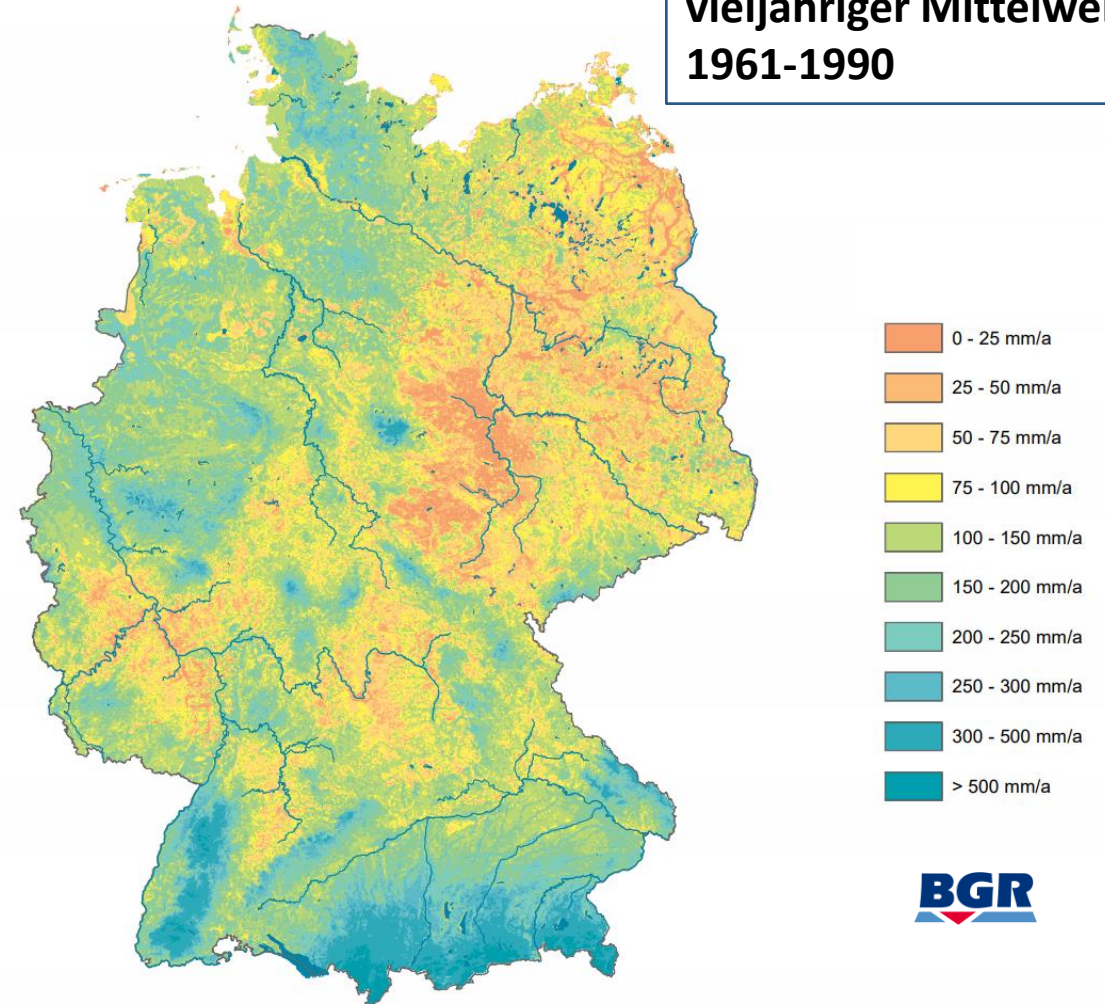
Klimawandel und Bodenwasservorräte...

Niederschlagshöhen
vieljähriger Mittelwert
1961-1990



© Deutscher Wetterdienst 2018

Grundwasserneubildung
vieljähriger Mittelwert
1961-1990



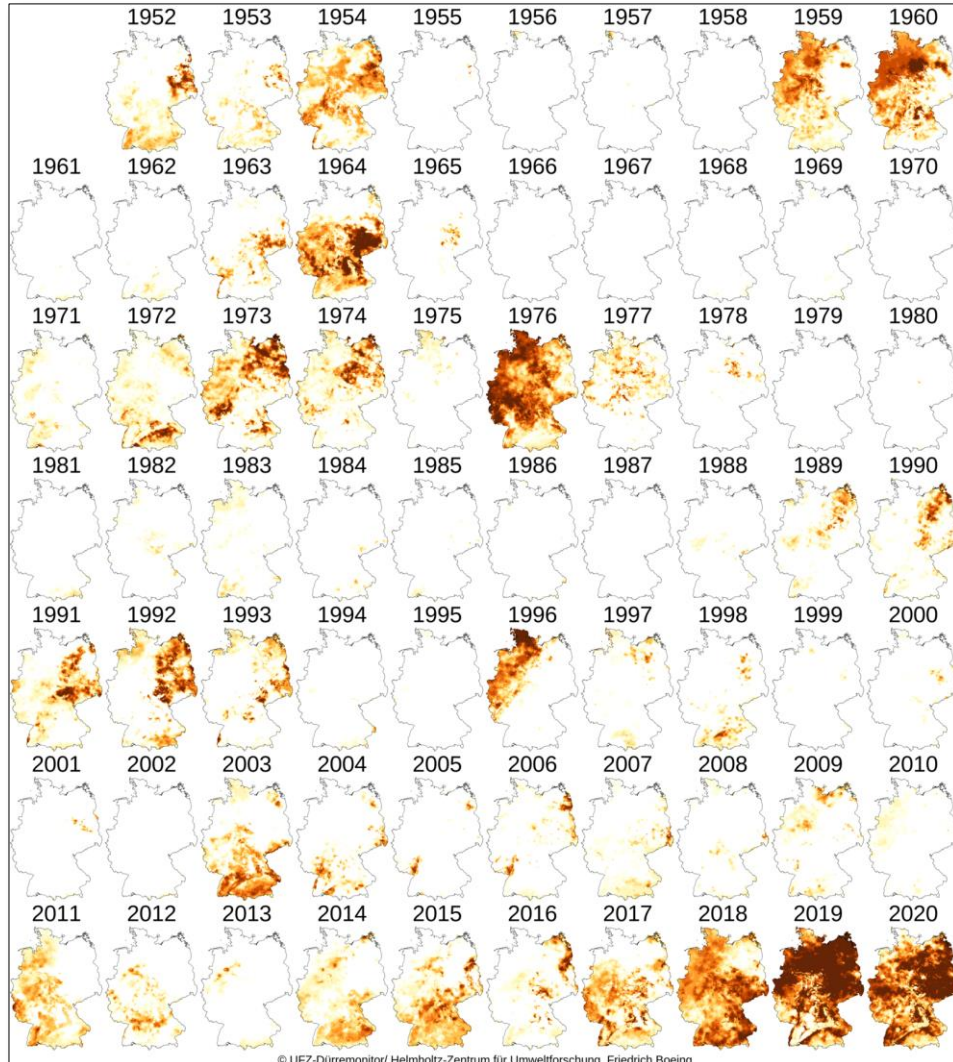
0 100 200 km

Datenquelle: BGR; Topografie: BKG

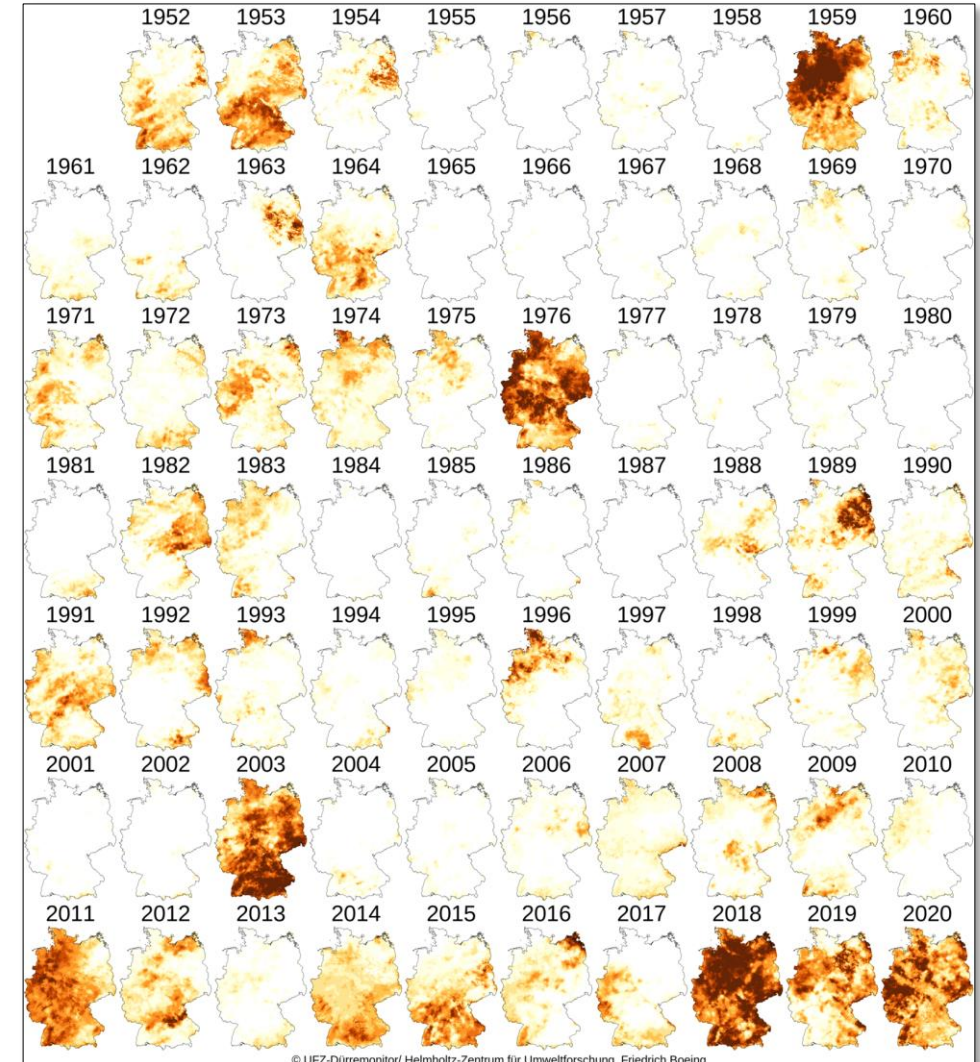
Diese Karte wurde am 23.05.2018 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.
This chart was produced on May 23, 2018 using data of all stations of the networks of DWD.

Klimawandel und Bodenwasservorräte...

Dimensionslose Dürremagnitude, Gesamtboden bis 180 cm
Vegetationsperiode April bis Oktober



Dimensionslose Dürremagnitude, Oberboden bis 25 cm
Vegetationsperiode April bis Oktober



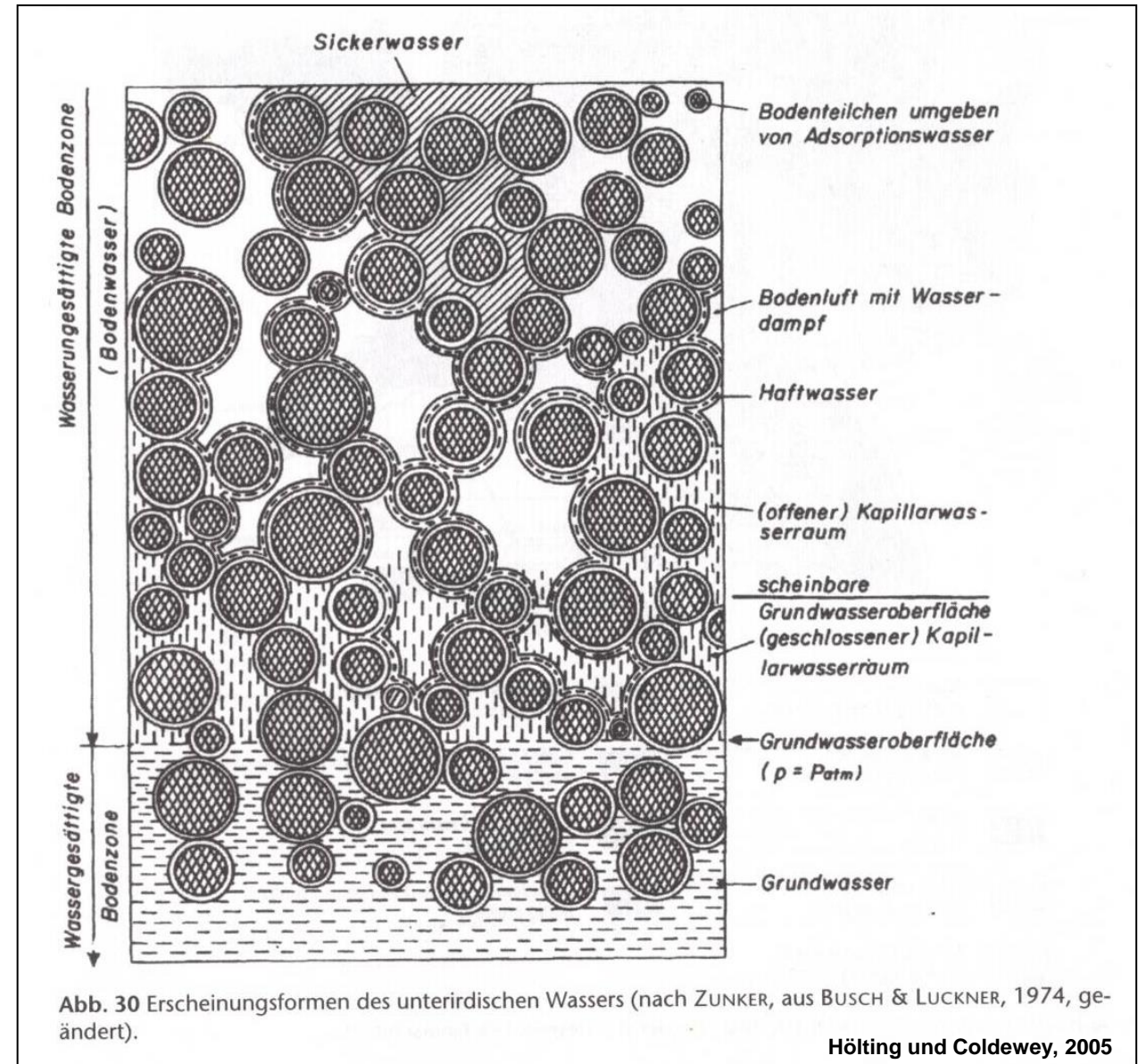
Bodenwasserhaushalt

Als **Feldkapazität (FK)** bezeichnet man die Menge Wasser, die ein Boden entgegen der Schwerkraft halten kann. Jede weitere Wasserzufuhr führt zu einer Tiefenverlagerung des überschüssigen Wassers.

Hat ein Boden weniger Wasser als die Feldkapazität liegt ein Bodenfeuchtedefizit vor.

Die **Nutzbarer Feldkapazität (nFK)** ist der Anteil der Feldkapazität, der pflanzenverfügbar ist.

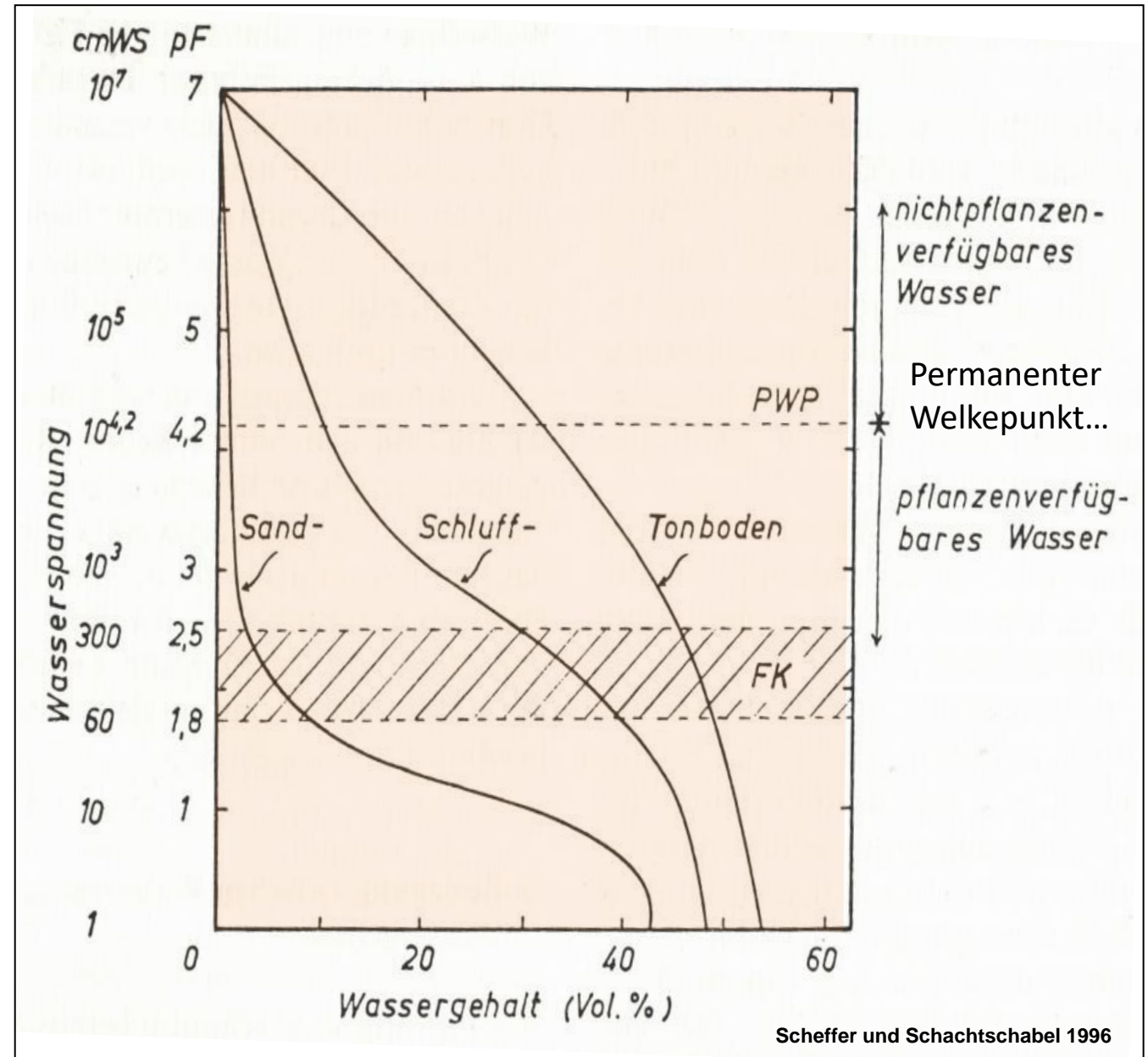
Der nicht pflanzenverfügbare Wassergehalt wird als **Totwasser** bezeichnet.



Bodenwasserhaushalt

Feldkapazität und nutzbare Feldkapazität sind stark vom Bodentyp, insbesondere Korngrößen und Kornverteilungen, abhängig.

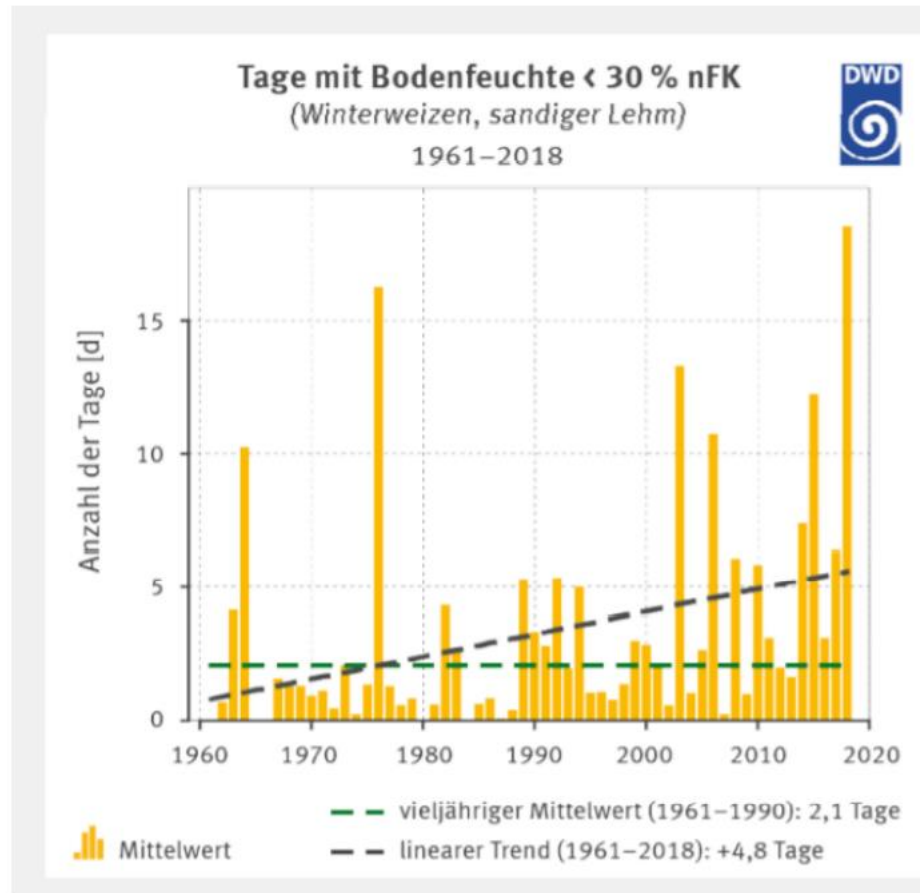
Es gibt eine stark positive Korrelation zwischen Humusgehalt/organischem Kohlenstoff und nutzbarer Feldkapazität.



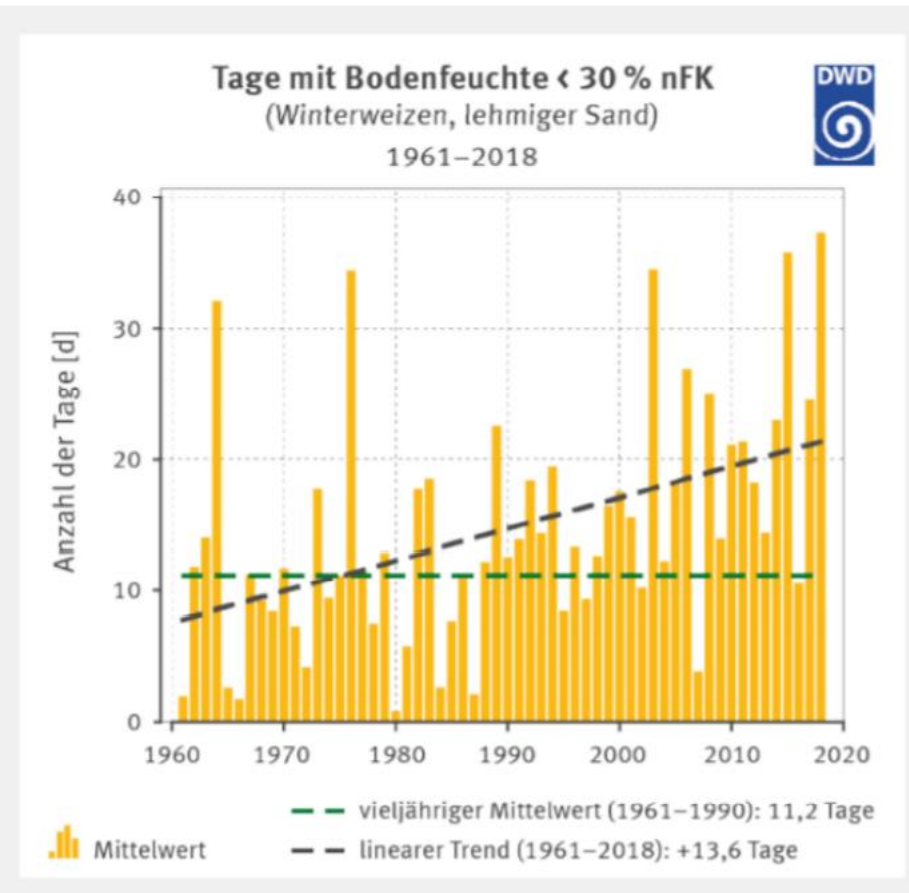
Klimawandel und Bodenwasservorräte...

Jährliche Anzahl der Tage mit Bodenfeuchtwerten unter 30% nFK für Winterweizen. nFK < 30% bedeutet Wasserstress.

Sandiger Lehm (schwerer Boden)

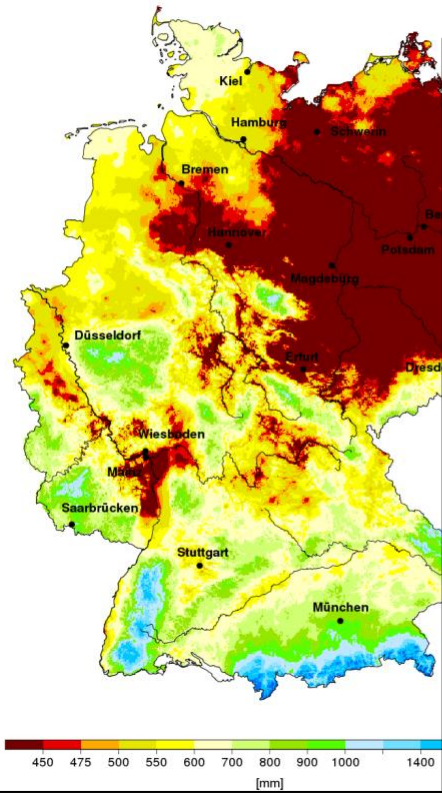


lehmiger Sand (leichter Boden)



Klimawandel und Bodenwasservorräte...

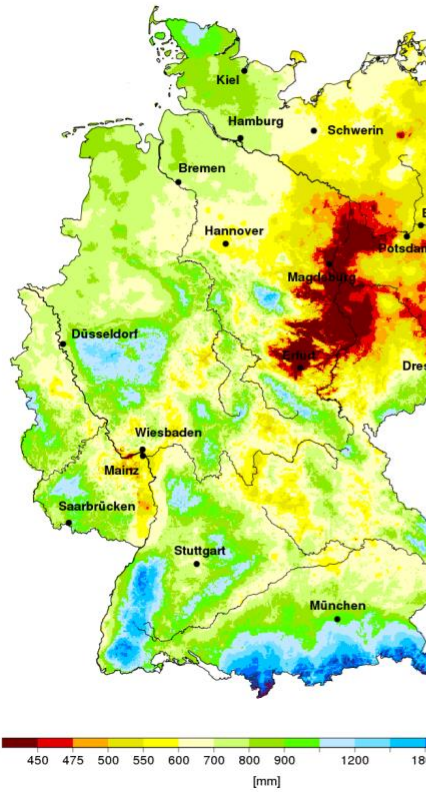
Niederschlagshöhe Jahr 2018



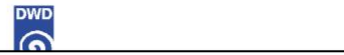
Abweichung der Niederschlagshöhe Jahr 2018 im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1961-1990



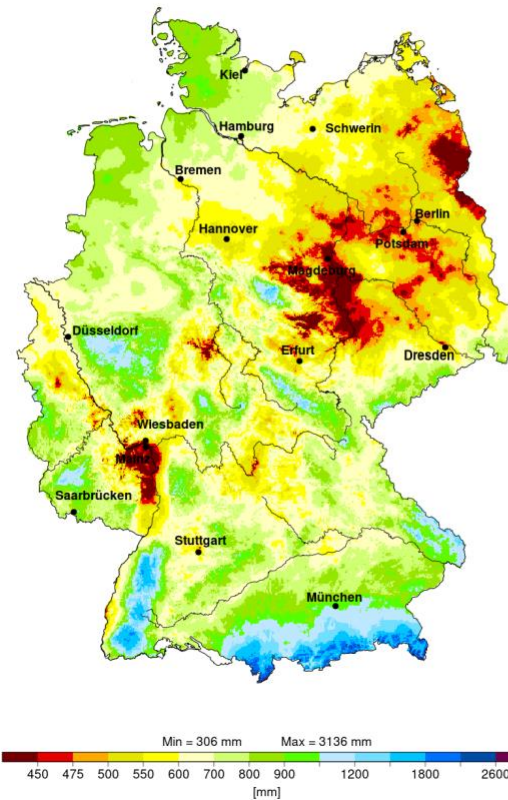
Niederschlagshöhe Jahr 2019



Abweichung der Niederschlagshöhe Jahr 2019 im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1961-1990



Niederschlagshöhe Jahr 2020



Abweichung der Niederschlagshöhe Jahr 2020 im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1961-1990

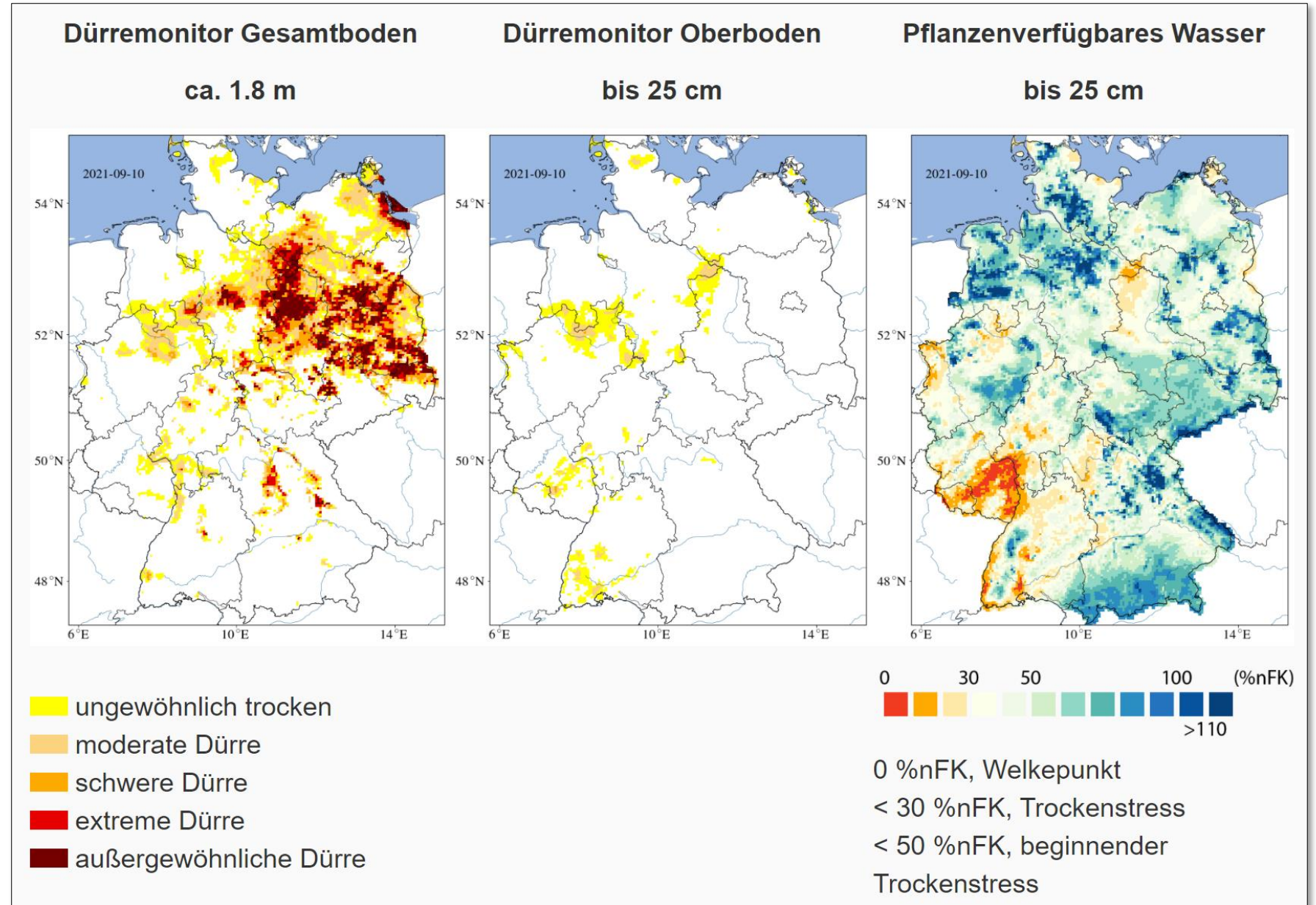


Klimawandel und Bodenwasservorräte...

Situation 10.09.2021

Deutliche Verbesserung der Wasserverfügbarkeit im Oberboden...

...aber immer noch deutliches Wasserdefizit im Gesamtboden insbesondere in den östlichen Bundesländern.



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

Was können wir tun ?

Der Klimawandel ist Realität, wir müssen alles tun um die CO₂ Emissionen zu verringern...

Es braucht in allen Bereichen, die Wasser verbrauchen Anpassungsstrategien

Aus der Sicht eines Hydrogeologen:

Effizientere Wassernutzung, Nutzung von alternativen Wasserressourcen, Wasser-Wiederverwendung im ‚Fit for Purpose‘ Konzept, Zwischenspeicherung bei hohem Dargebot – Nutzung bei hoher Nachfrage,

Aus der Sicht von Bodenkundlern und der Landwirtschaft:

.....

Beispiel Wasserversorgung Südhessen/Frankfurt

Wasserwerk Biebesheim, Hessisches Ried :

Max. 5,400 m³/h Entnahme von Rheinwasser (< 0,1% des durchschnittlichen Abflusses).

Aufbereitung zu Trinkwasserqualität → Wasser wird zur landwirtschaftlichen Bewässerung und zur Infiltration genutzt, seit 1989 ! **Untergrund ist Zwischenspeicher !**

Max. Infiltrationsmenge: 38 Mio m³/a; 3 Wasserwerke im Ried, Produktion von rund 52 Mio m³/a.

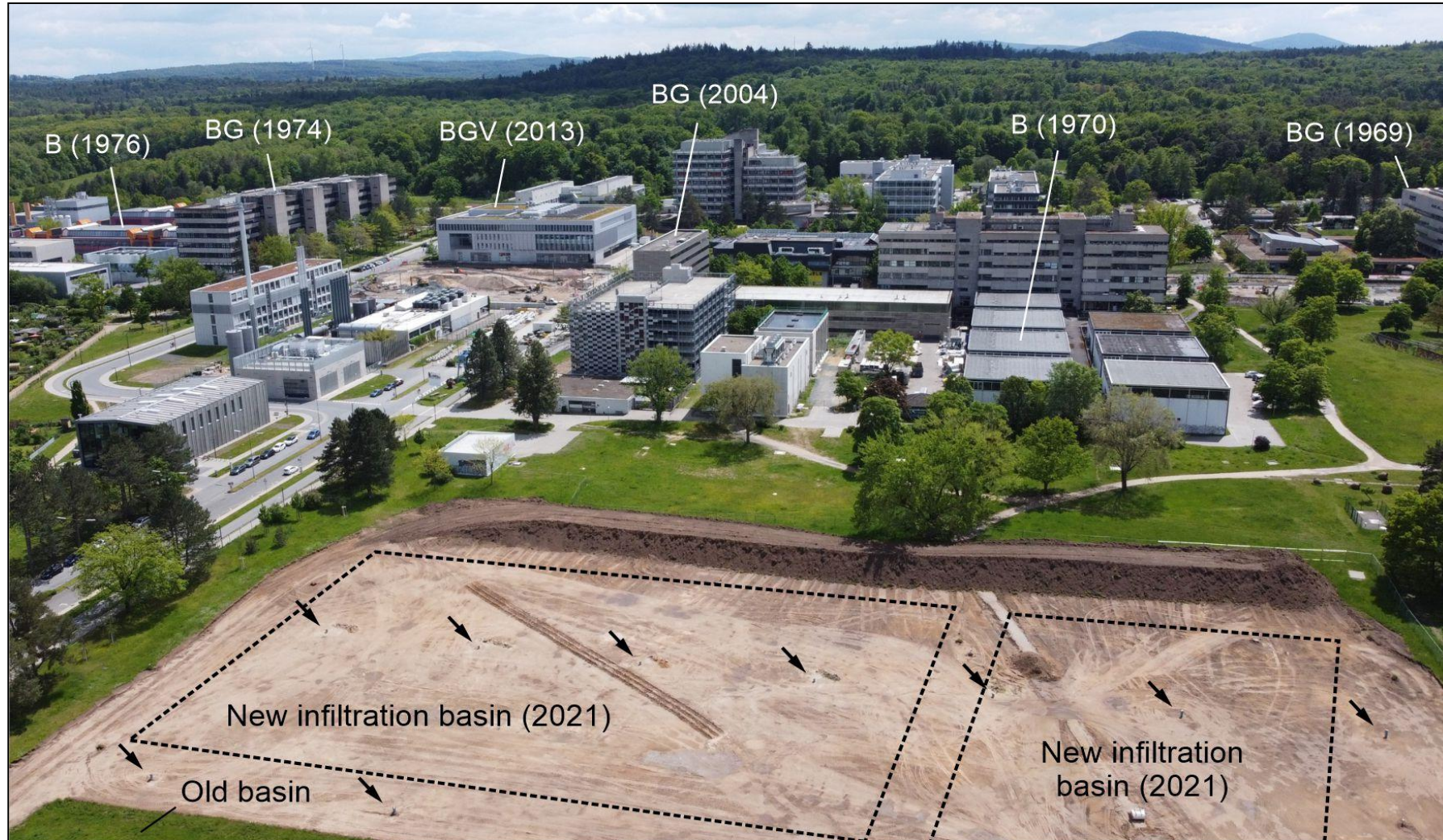


Infiltrationsanlagen

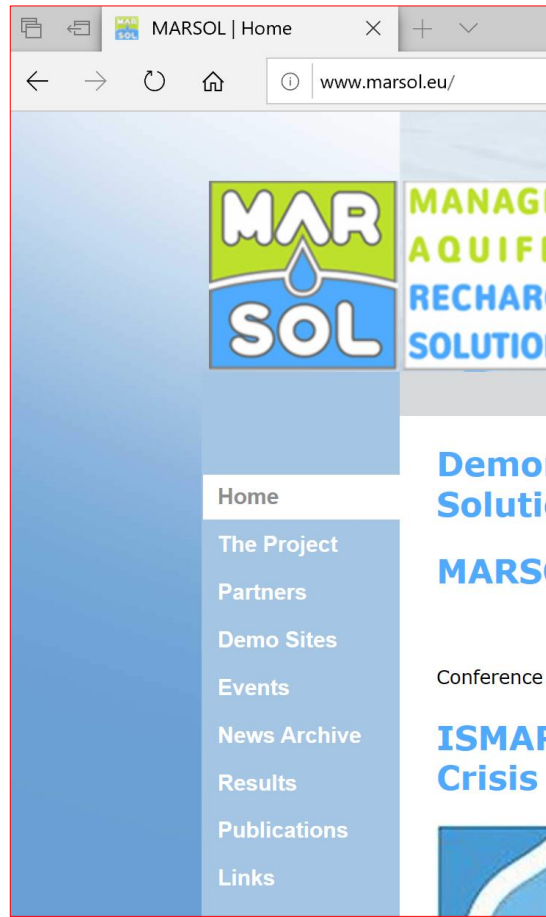


Beispiel Wassermanagement TU Darmstadt Campus ‚Lichtwiese‘

Sammlung von Oberflächenabfluss von allen versiegelten Flächen (Dachabläufe, Straßen, Fußwege) und Infiltration in angelegten Becken. Entnahme zu Bewässerungszwecken und als Prozesswasser.

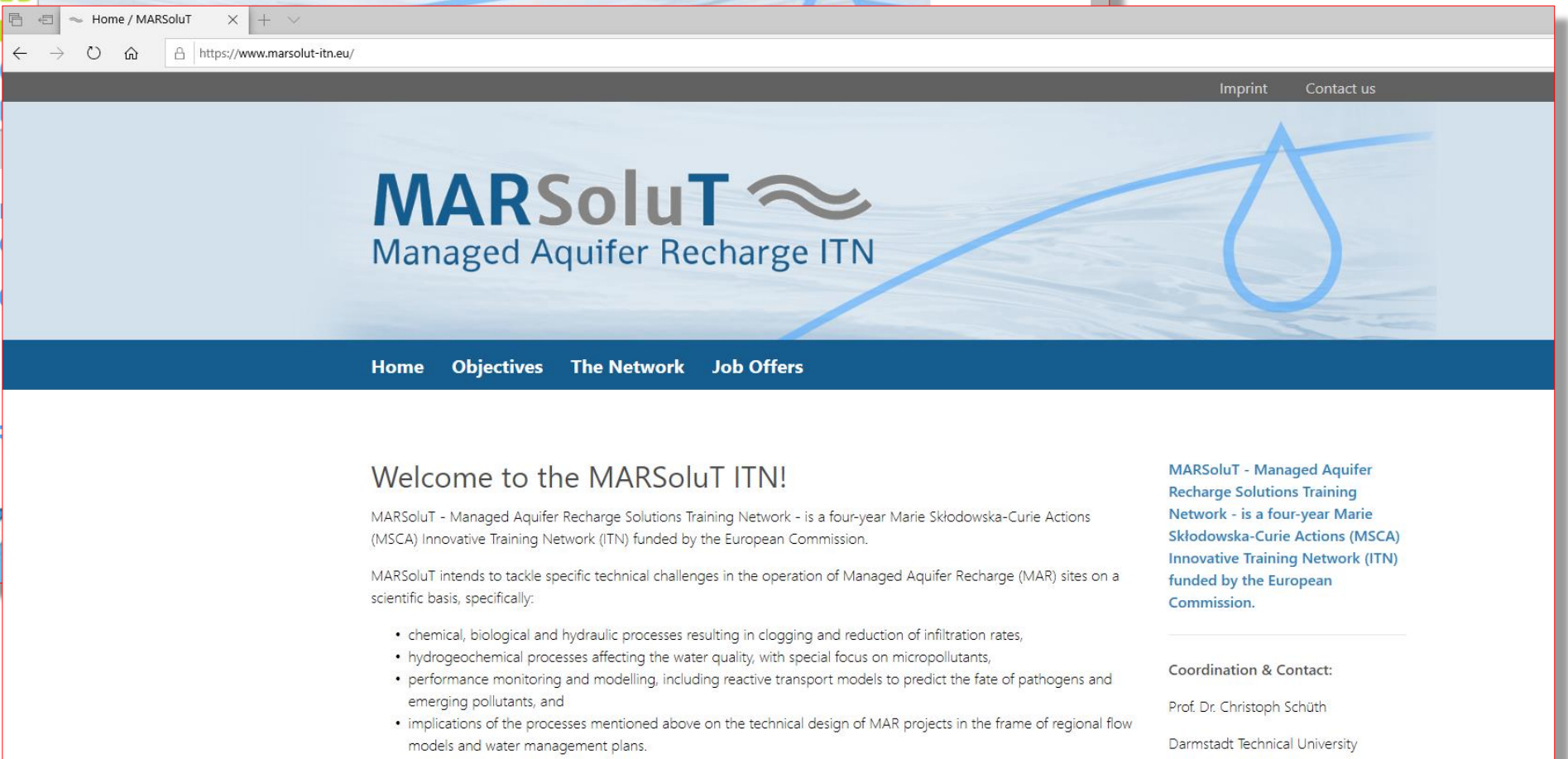


Weitere Informationen



The screenshot shows the MARSOL website with the following elements:

- Logo:** MARSOL logo featuring a water drop and the text "MANAGED AQUIFER RECHARGE SOLUTIONS".
- Navigation Menu:**
 - Home
 - The Project
 - Partners
 - Demo Sites
 - Events
 - News Archive
 - Results
 - Publications
 - Links
- Text:** "Demo Solutions", "MARSOL", "Conference", "ISMAR Crisis".



The screenshot shows the MARSoluT website with the following elements:

- Header:** "Imprint", "Contact us".
- Logo:** MARSoluT logo with a wavy line and a large water drop graphic.
- Text:** "Managed Aquifer Recharge ITN".
- Navigation Menu:** Home, Objectives, The Network, Job Offers.
- Section-Header:** "Welcome to the MARSoluT ITN!".
- Text:** "MARSoluT - Managed Aquifer Recharge Solutions Training Network - is a four-year Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Innovative Training Network (ITN) funded by the European Commission."
- Text:** "MARSoluT intends to tackle specific technical challenges in the operation of Managed Aquifer Recharge (MAR) sites on a scientific basis, specifically:"
- List-Group:**
 - chemical, biological and hydraulic processes resulting in clogging and reduction of infiltration rates,
 - hydrogeochemical processes affecting the water quality, with special focus on micropollutants,
 - performance monitoring and modelling, including reactive transport models to predict the fate of pathogens and emerging pollutants, and
 - implications of the processes mentioned above on the technical design of MAR projects in the frame of regional flow models and water management plans.
- Text:** "MARSoluT - Managed Aquifer Recharge Solutions Training Network - is a four-year Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Innovative Training Network (ITN) funded by the European Commission."
- Section-Header:** "Coordination & Contact:"
- Text:** "Prof. Dr. Christoph Schüth", "Darmstadt Technical University".