

Auswirkungen des Klimawandel auf die Wasserverfügbarkeit in Thüringen

Dr. Kai Pfannschmidt

Dr. J. Geletneky

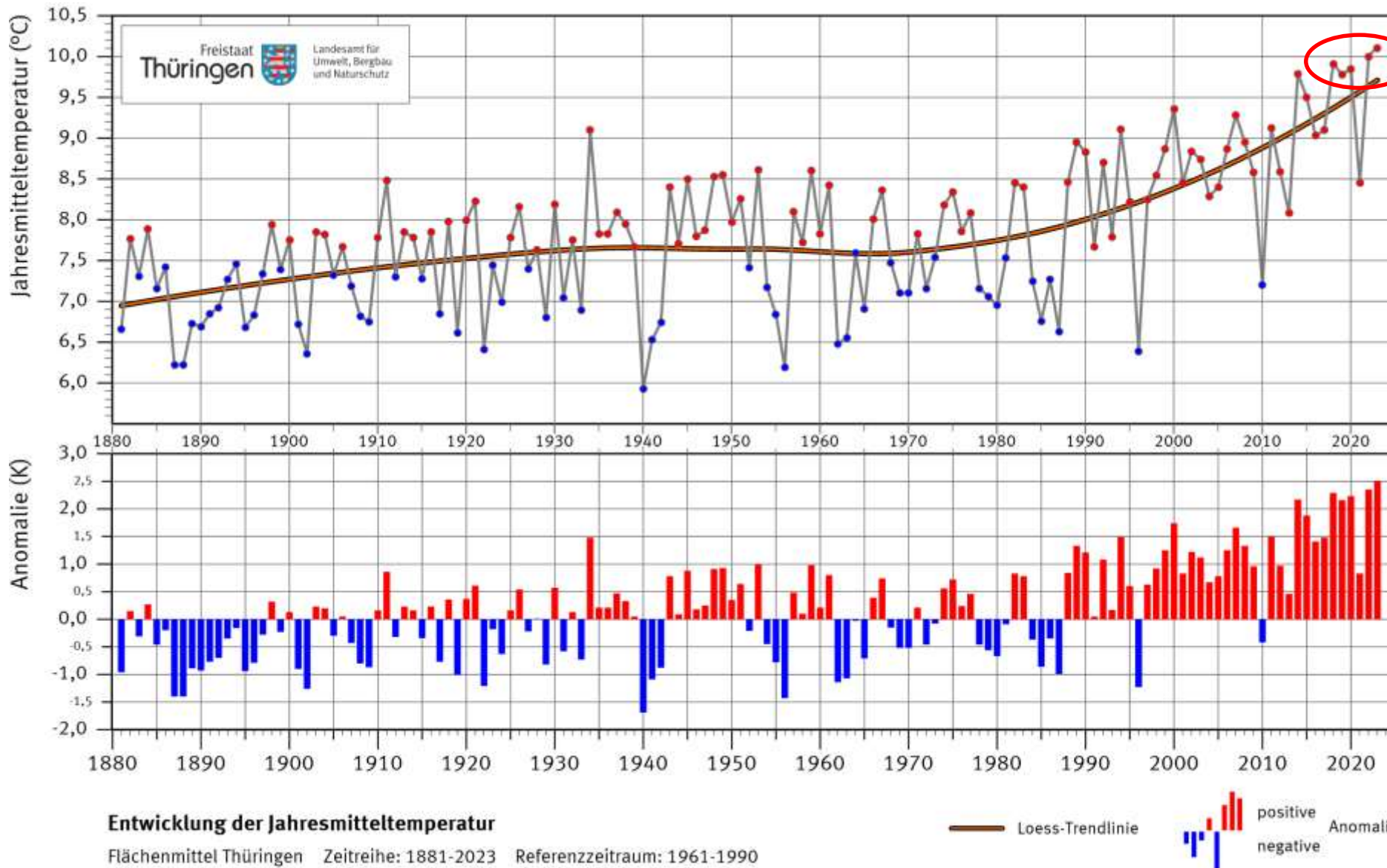
Thüringer Landesamt für Umwelt,
Bergbau und Naturschutz

stellv. Referatsleiter 72 - Kompetenzzentrum Klima



Niedrigwasser an der Schwarza am 28. November 2018 (Foto: Kai Pfannschmidt)

Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in Thüringen



In letzten sechs Jahren:

- die fünf wärmsten Jahre der Messreihe
- 2023 das wärmste Jahr (10,1°C)
- mit 2018 und 2019 zwei extreme Dürrejahre

akt. Klimaperiode (1994-2023: 8,9 °C)

1,3 Grad

vs. WMO-Referenz (1961-1990: 7,6 °C)

1,7 Grad

vs. frühindustriell (1881-1910: 7,2 °C)

Entwicklung der Temperaturkennttage in Jena

Klimastation „Sternwarte“ in Jena (155 m ü. NN)



1881-1910

1881-1910

45 Sommertage

1881-1910

11 Heiße Tage

1881-1910

0,6 Wüstentage

1881-1910

105 Frosttage

1881-1910

21 Eistage

Tageshöchsttemperatur $\geq 25^{\circ}\text{C}$

+38 %

Tageshöchsttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$

+55 %

Tageshöchsttemperatur $\geq 35^{\circ}\text{C}$

x4

Tagesminimumtemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$

-35 %

Tageshöchsttemperatur $< 0^{\circ}\text{C}$

-38 %

1994-2023

62 Sommertage

1994-2023

17 Heiße Tage

1994-2023

2,3 Wüstentage

1994-2023

68 Frosttage

1994-2023

13 Eistage



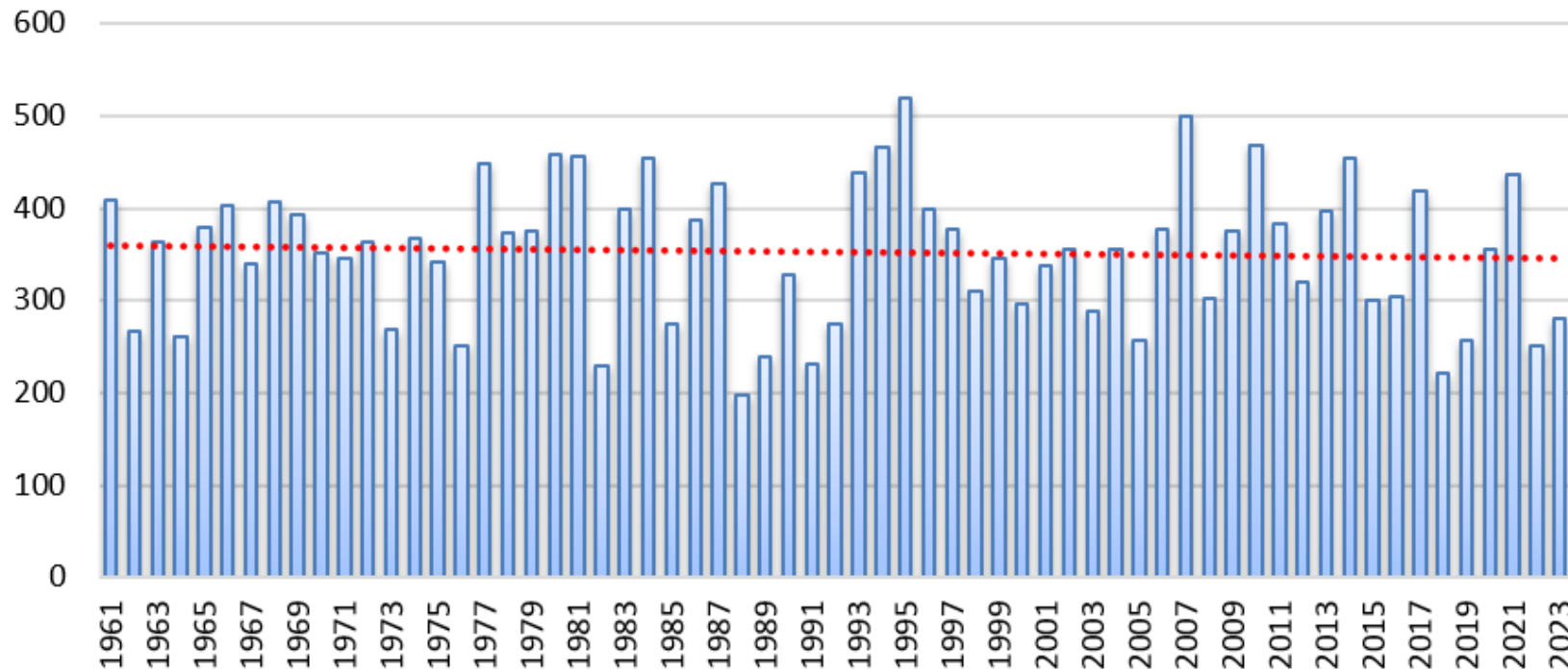
1994-2023

KWB = Niederschlag - pot. Verdunstung



Foto: Kai Pfannschmidt

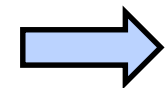
Niederschlag (mm) - VP 1+2



Vegetationsperiode:
April bis September

1961-1990: 352 mm

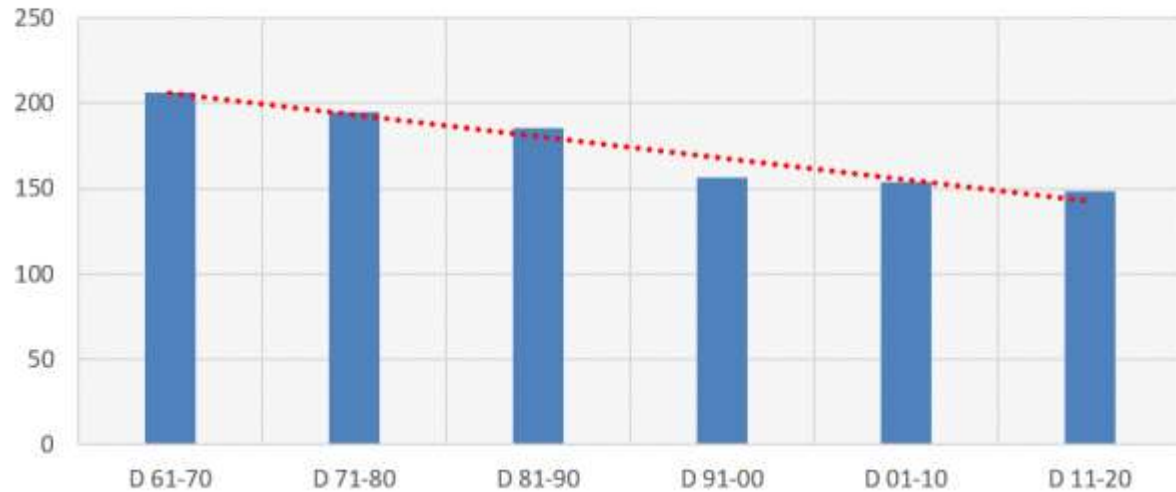
1991-2020: 356 mm




- Vegetationsperiode 1: April bis Juni
- Vegetationsperiode 2: Juli bis September

Veränderung des Niederschlagsregimes

Niederschlag (mm) - VP 1

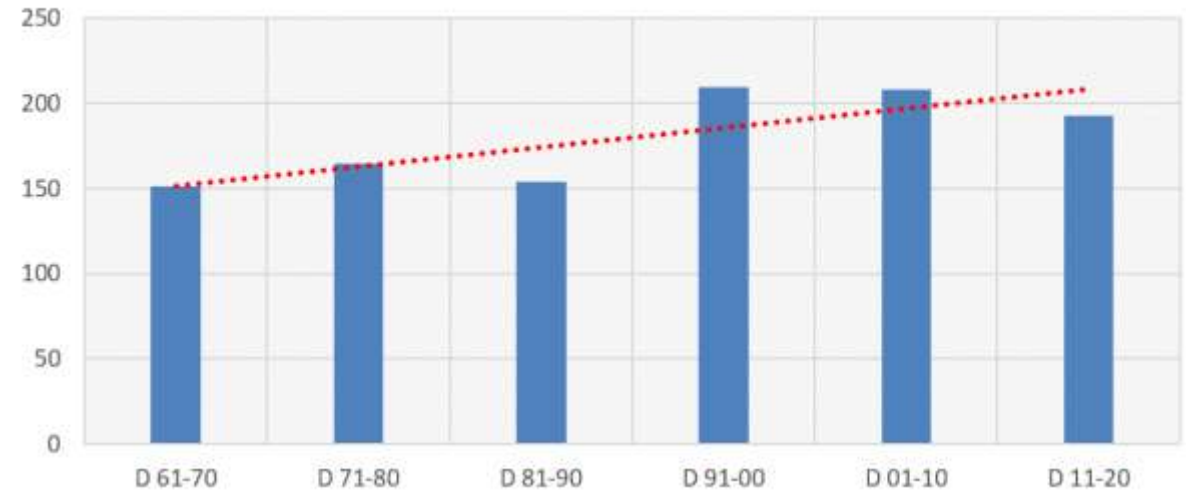


1961-1990
196 mm

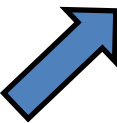

-22 %

1991-2020
153 mm

Niederschlag (mm) - VP 2



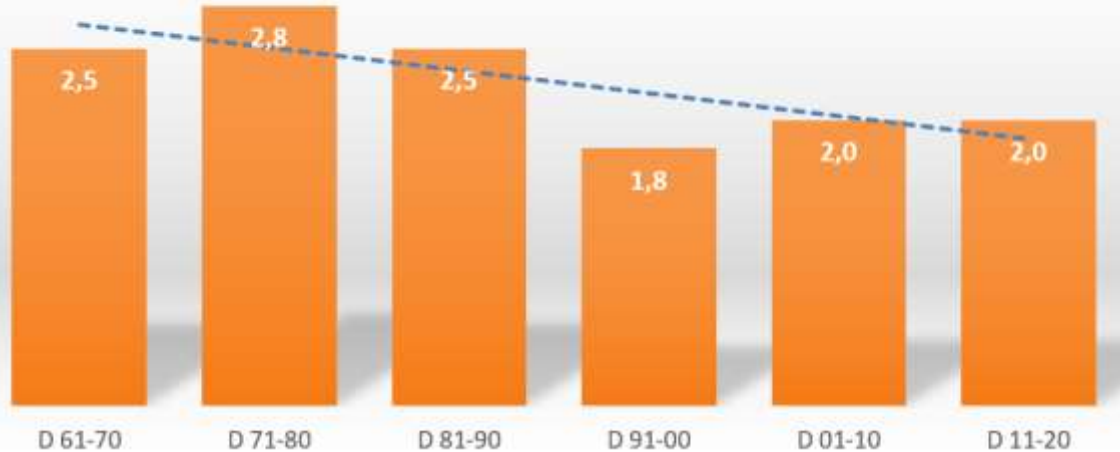
1961-1990
157 mm


+29 %

1991-2020
203 mm

Entwicklung Starkregenereignisse

Starkregenereignisse > 95perc - VP 1



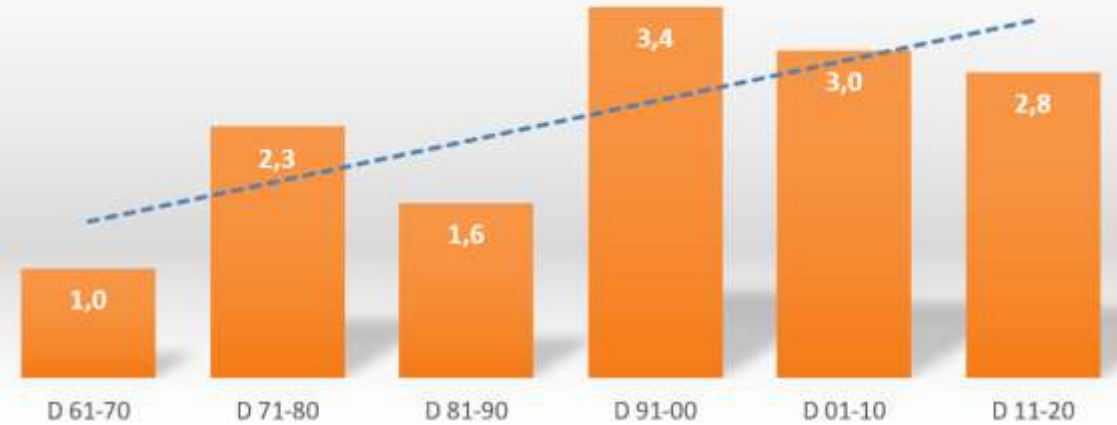
1961-1990
2,6 Ereignisse



1991-2020
1,9 Ereignisse

-27 %

Starkregenereignisse > 95perc - VP 2



1961-1990
1,6 Ereignisse

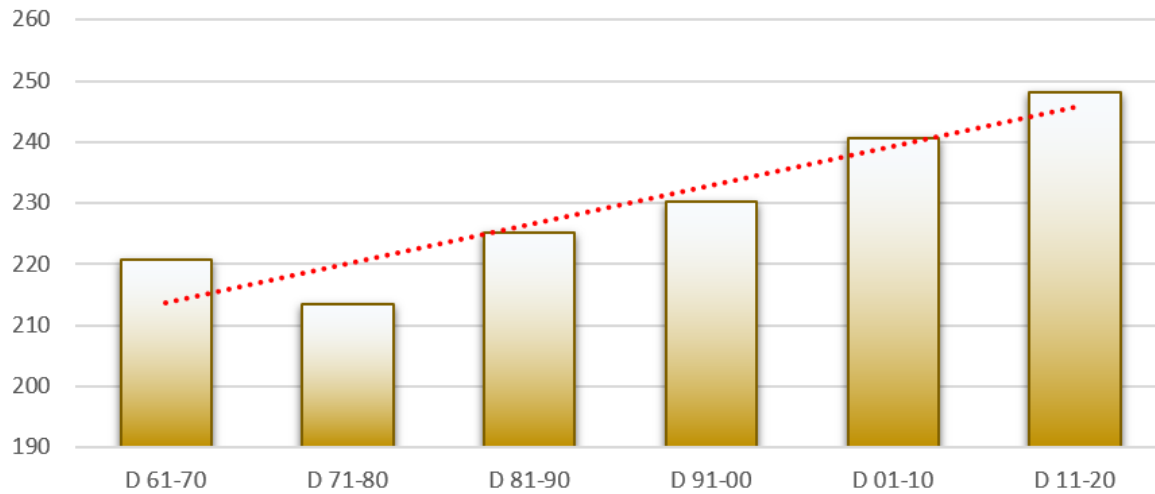


1991-2020
3,1 Ereignisse


+94 %

Potenziellen Verdunstung

potenzielle Verdunstung (mm) - VP 1

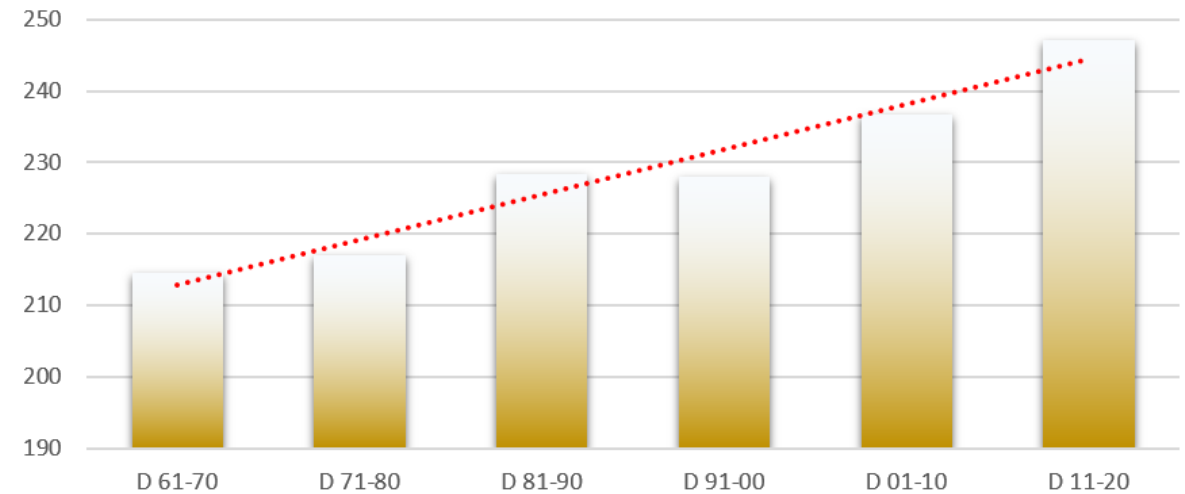


1961-1990
220 mm

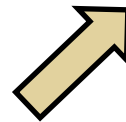

+9 %

1991-2020
240 mm

potenzielle Verdunstung (mm) - VP 2



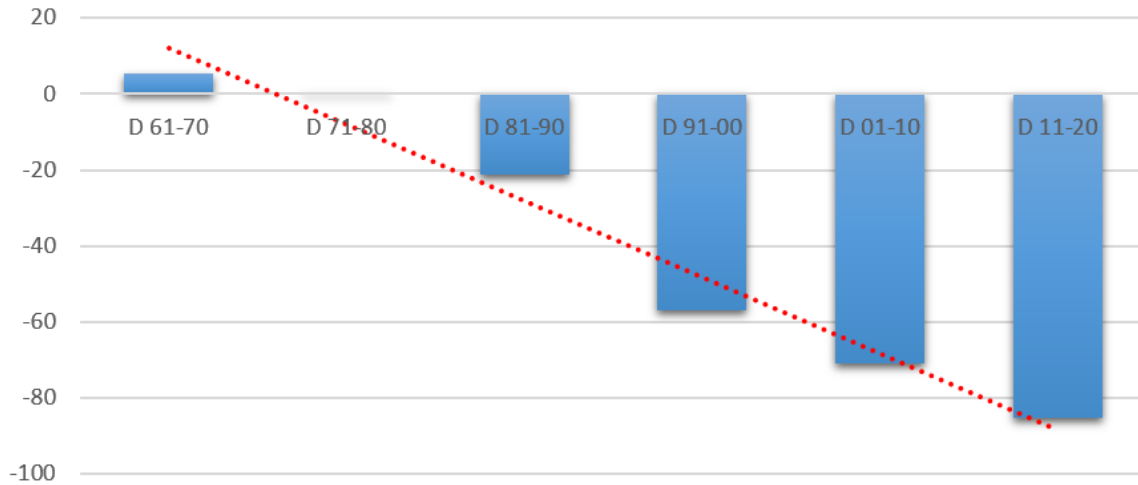
1961-1990
220 mm


+8 %

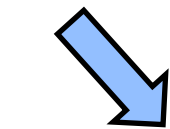
1991-2020
237 mm

Klimatische Wasserbilanz

Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 1



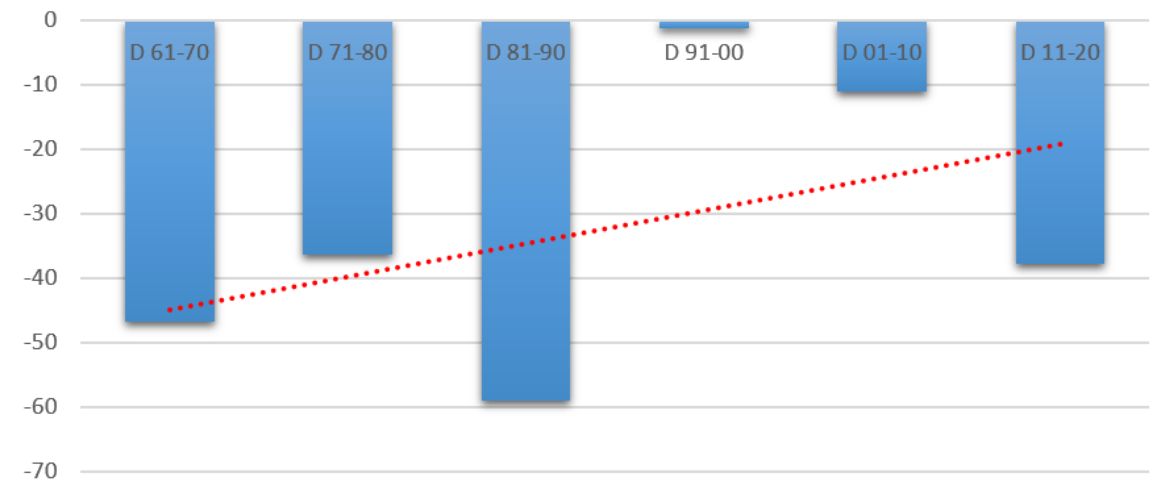
1961-1990
-5 mm



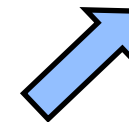
1991-2020
-71 mm

-66 mm

Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 2



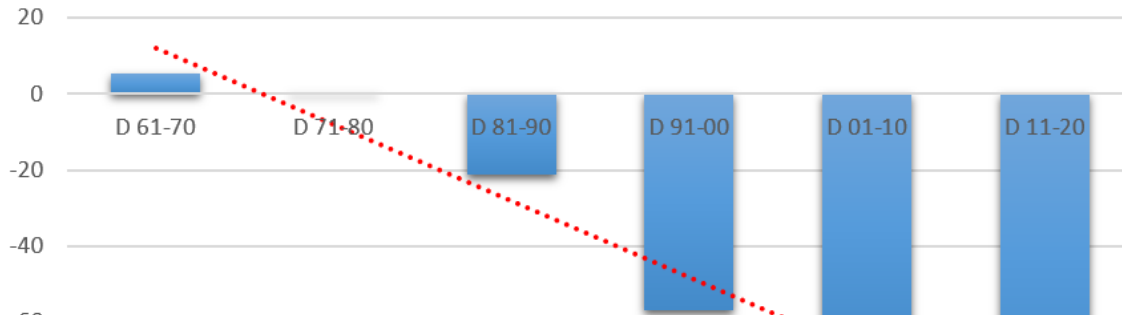
1961-1990
-47 mm



1991-2020
-17 mm

+30 mm

Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 1



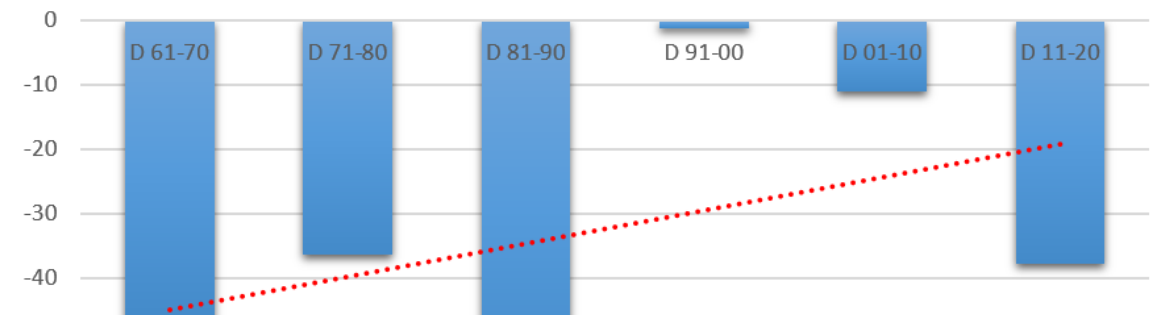
Es zeichnen sich **zwei Arten** von **Trockenheit** ab.

Vegetationsperiode 1:

- die Niederschlagsmenge geht signifikant zurück
- die potentielle Verdunstung steigt
- die Klimatische Wasserbilanz nimmt stark ab

→ **Es fehlt schlichtweg das Wasser...**

Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 2



Vegetationsperiode 2:

- Niederschlagsmenge nimmt zu, die potentielle Verdunstung steigt
- Aber: **verändertes Niederschlagsregime!**
- signifikante Zunahme von **Starkregen**, der oberflächennah abfließt und somit für die Durchfeuchtung des Bodens und die Grundwasserneubildung **wenig bis gar nicht** wirksam wird

→ **Auch hier fehlt zunehmend das Wasser!**

Projizierte Zukünftige Entwicklungen

Klimaprojektionen

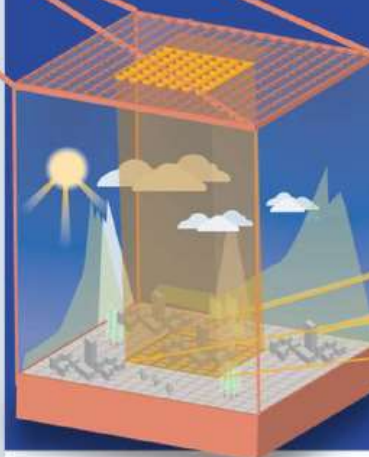
Globale
Zukunftsszenarien



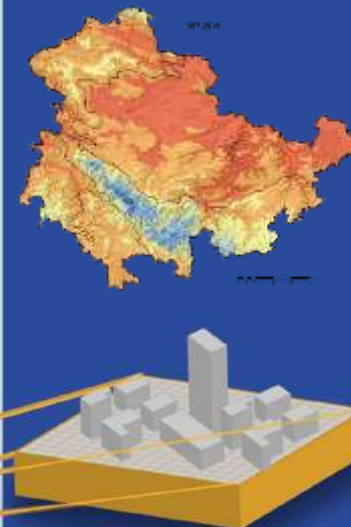
Globale
Klimamodelle



Regionale
Klimamodelle



Wirkmodelle



Berechnungen
im
Kompetenz-
zentrum Klima
am TLUBN

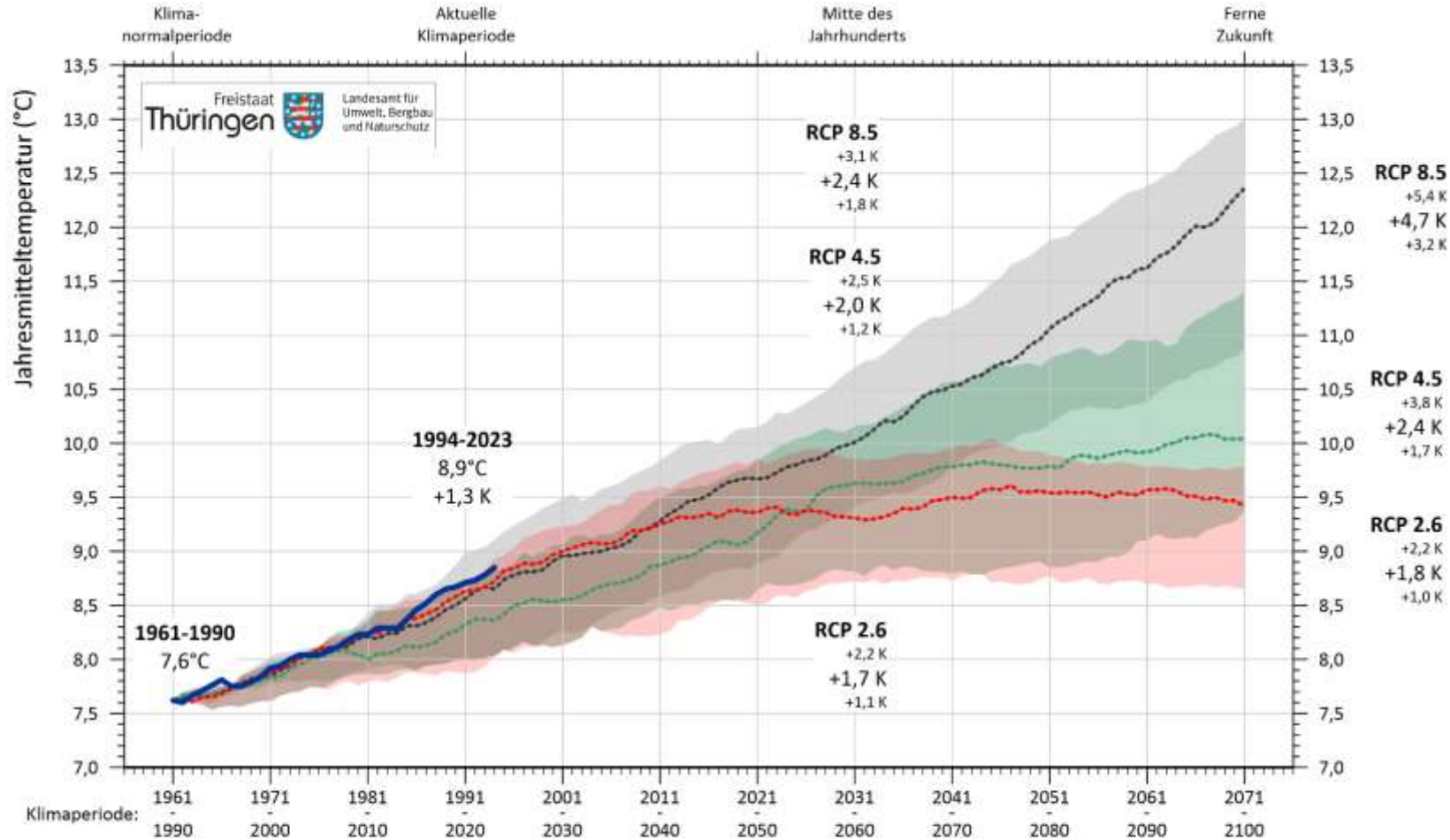
Räumliche Auflösung

100 km x 100 km

12 km x 12 km

100 m x 100 m

Grafik: DWD, verändert TLUBN



Beobachtete und projizierte zukünftige Entwicklung der Jahresmitteltemperatur für Thüringen

Mitteldeutsches Kernensemble (MDK)

Gemessene und projizierte Entwicklung der Jahresmitteltemperatur

Mitteldeutsches Kernensemble (MDK) 1.0, RCP-Szenarien 2.6, 4.5, 8.5

Flächenmittel Freistaat Thüringen

- Gleit. 30-j. Mittel Maximales Änderungssignal
- Gleit. 30-j. Mittel Mittleres Änderungssignal
- Gleit. 30-j. Mittel Minimales Änderungssignal
- Gleit. 30-j. Mittel Gemessene Entwicklung

„Klimazwilling“

Kölleda
2071-2100
(RCP 8.5)

≈

Toulouse
1961-1990

Mehr als sieben
Breitengrade
südlicher!



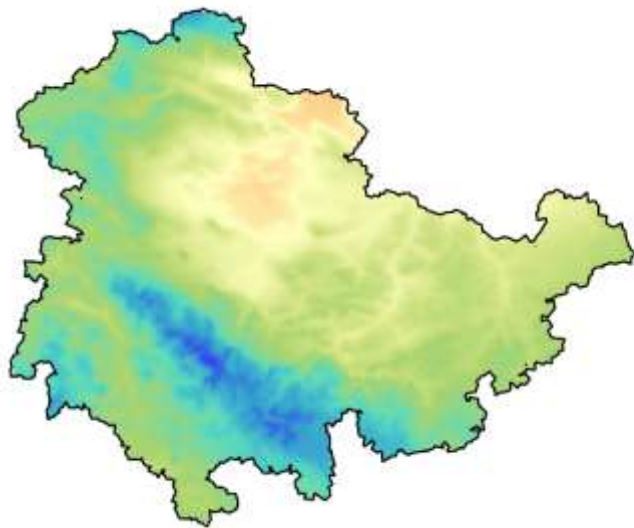
Quelle Hintergrundkarte Europa: Pixabay

- Bis **Mitte des Jahrhunderts** wird es auf Grund der Trägheit des Klimasystems unabhängig von aktuellen globalen Klimaschutzmaßnahmen zu einer weiteren Temperaturerhöhung kommen. **Wir rechnen mit 2,0 bis 2,4 Grad.**
- Erst danach entscheidet sich die weitere Entwicklung.
 - ➔ **Es werden Starkregenereignisse und gleichzeitig Tage mit keinem oder nur geringem Niederschlag zunehmen**
 - ➔ **Perioden ohne Niederschlag werden länger**
 - ➔ **Verdunstung wird stark zunehmen**
 - ➔ **Klimatische Wasserbilanz nimmt ab**

Entwicklung der jährlichen Klimatischen Wasserbilanz für Thüringen

1961-1990

984 mm
221 mm
-56 mm

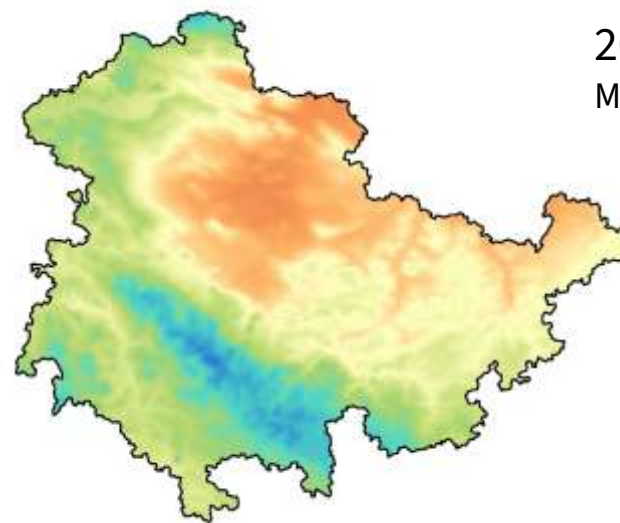


Beobachtet

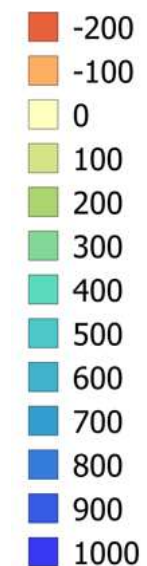
2021-2050

MDK RCP 8.5 Median

831 mm
98 mm
-145 mm

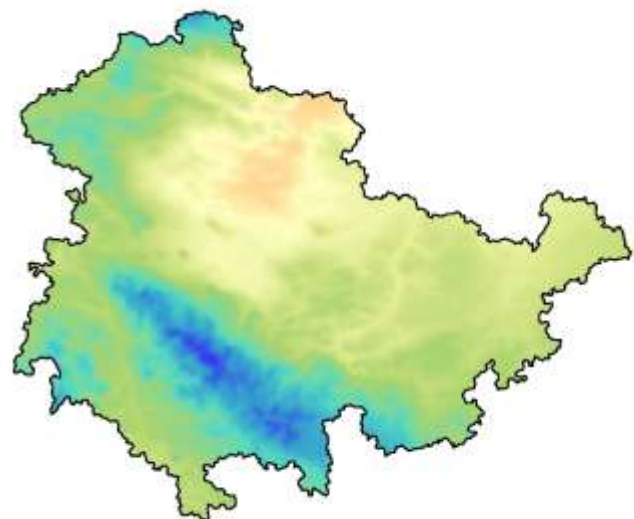


Klimatische Wasserbilanz
(mm/a)

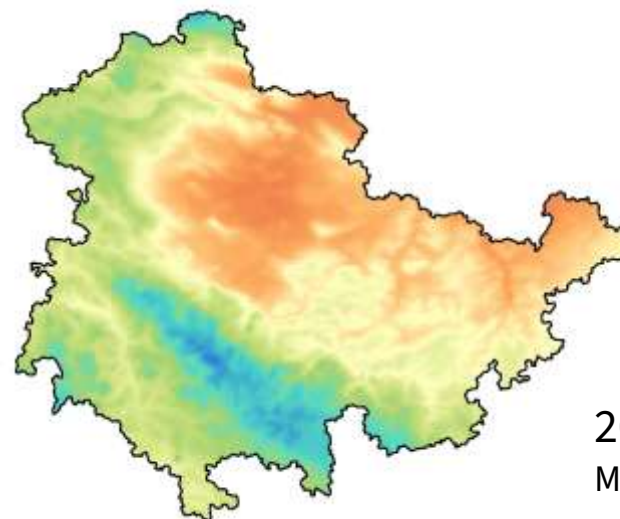


1991-2020

1.009 mm
209 mm
-53 mm



812 mm
80 mm
-157 mm



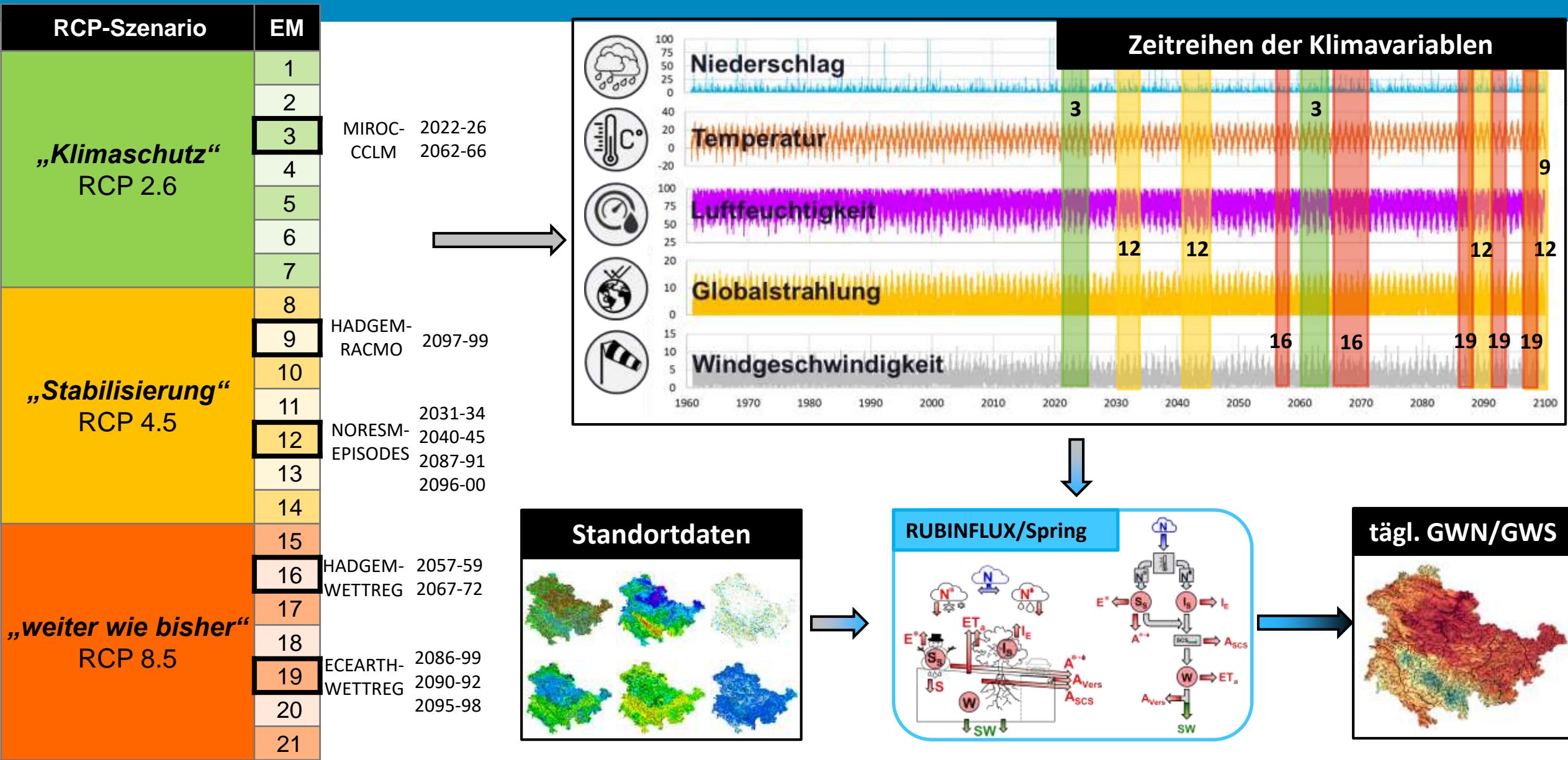
2071-2100

MDK RCP 8.5 Median

Fokus auf **Trockenstressphasen**

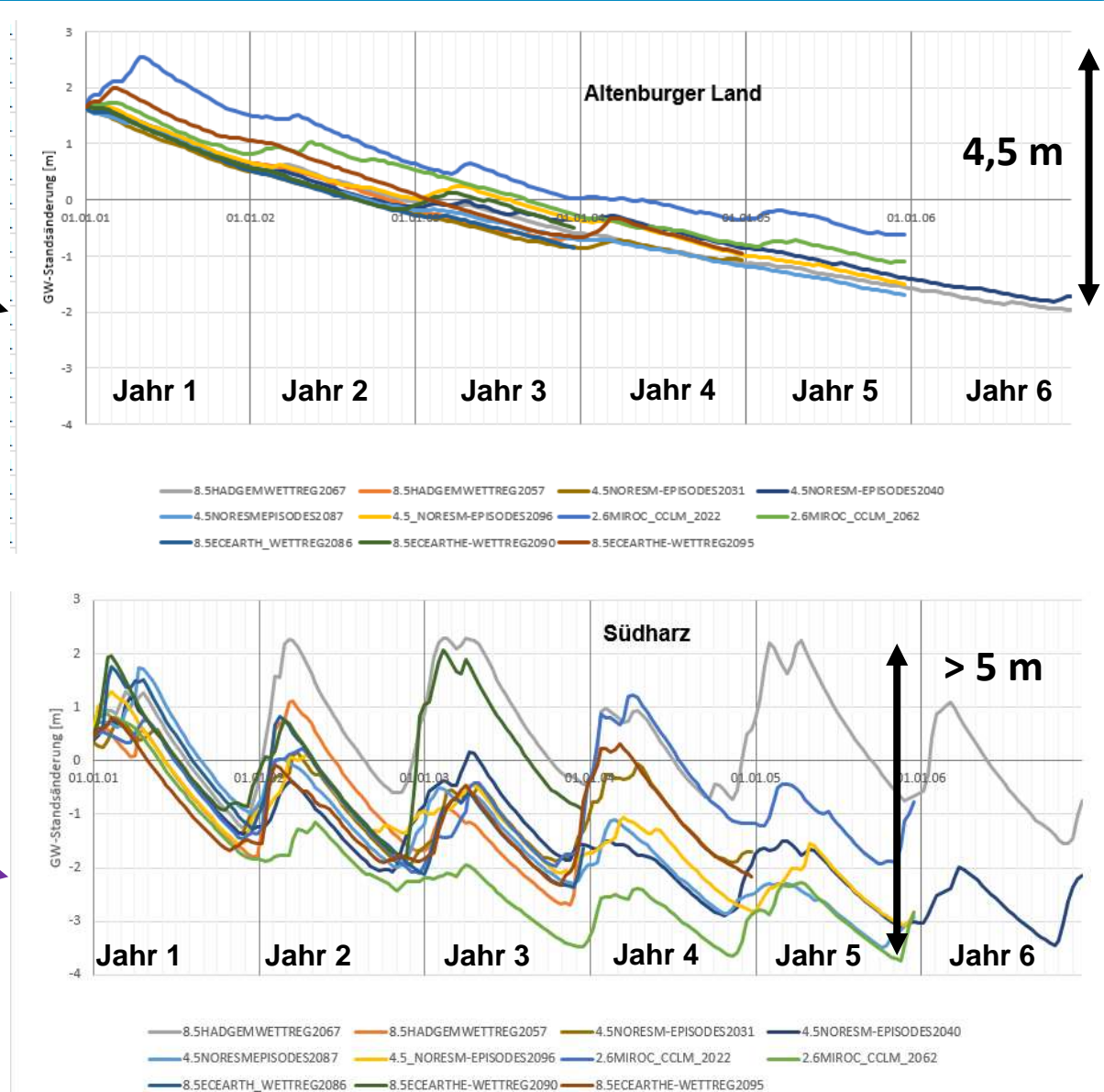
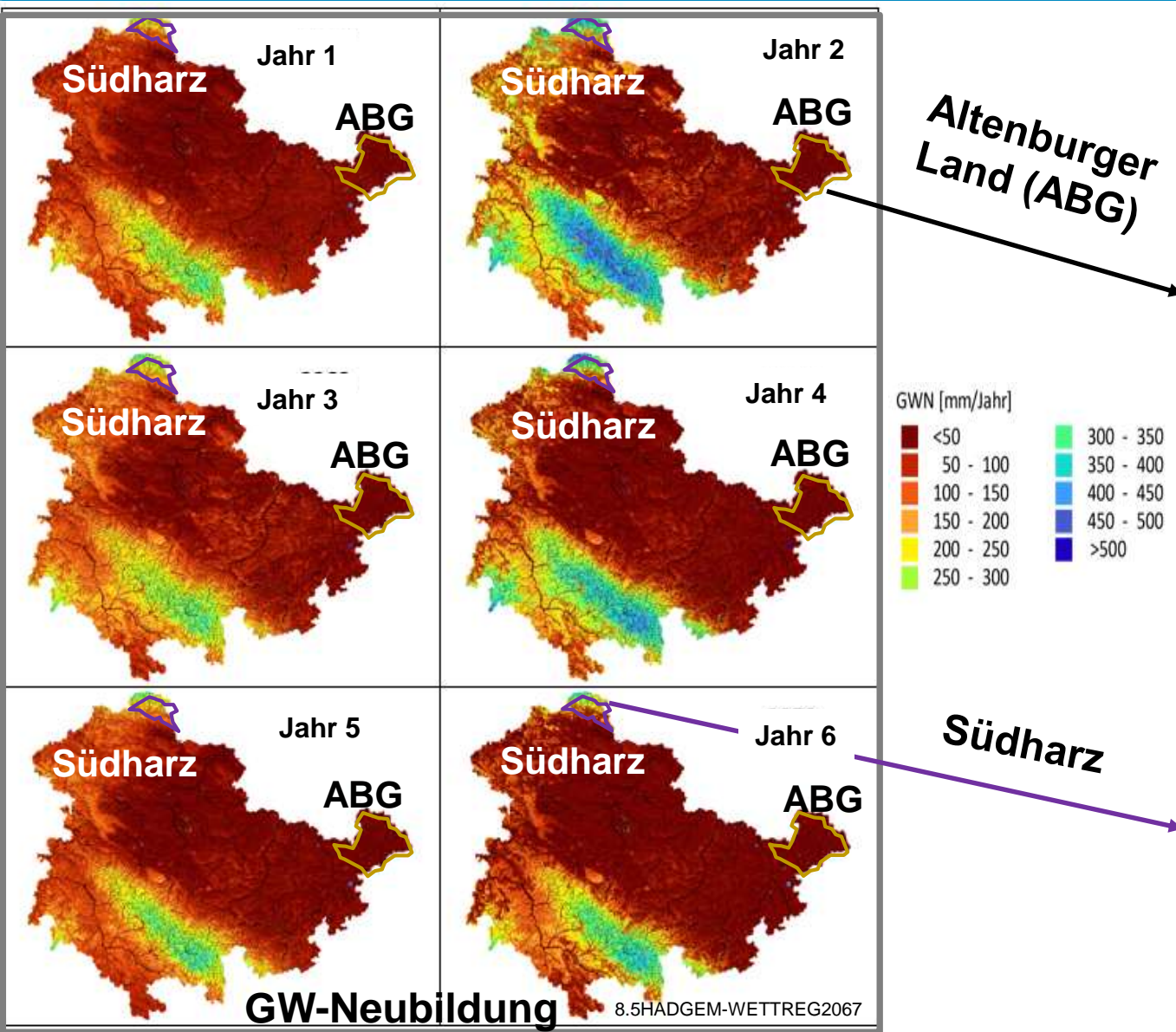
- Zur Sicherstellung der **öffentlichen Wasserversorgung** spielt das **Vorsorgeprinzip** die entscheidende Rolle, insbesondere bei **unvollständigem oder unsicherem Wissen**
- **Versorgungssicherheit** auch im Falle der für die Wasserversorgung **ungünstigen Klimawandelfolgen**
- Vorbereitung der Wasserversorgung auf **Szenarien**, welche in denen sich Wasserhaushaltsgrößen so verhalten, dass die **Wasserdargebote gefährdet** sind.

Ermittlung Trockenstressphasen aus Klimamodellldaten: Projizierte Grundwasserneubildung



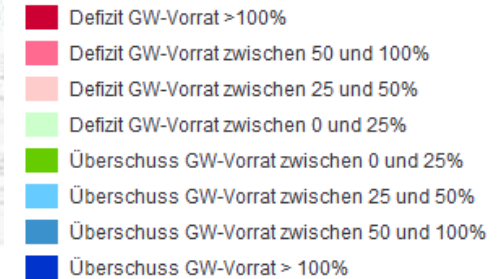
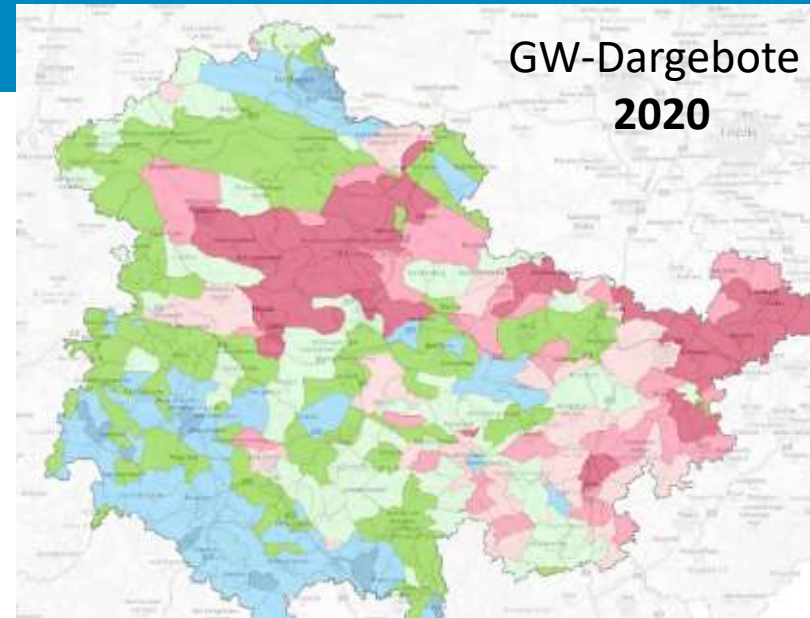
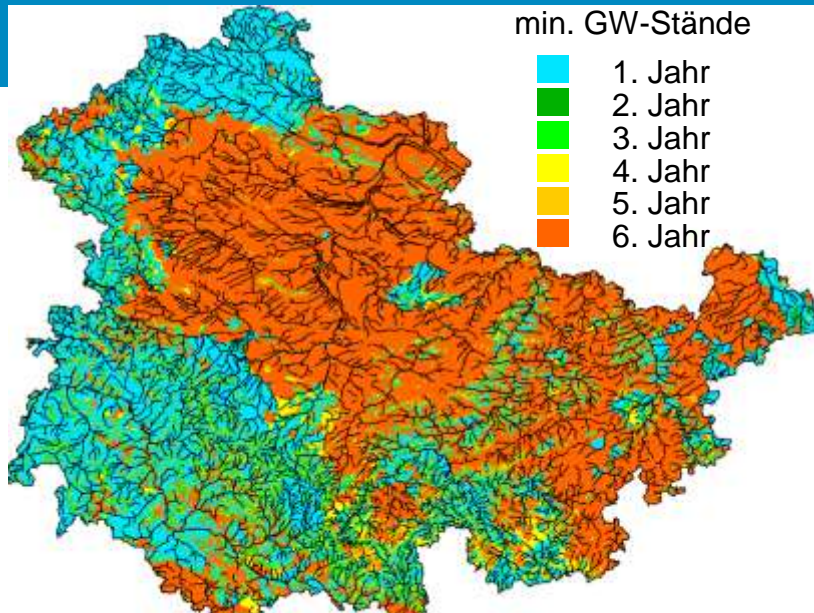
Beispiel Stresstest (GW-Stände)

Auswertung Naturräume



GW-Neubildung 8.5HADGEM-WETTREG2067

Welche Ergebnisse werden angestrebt?



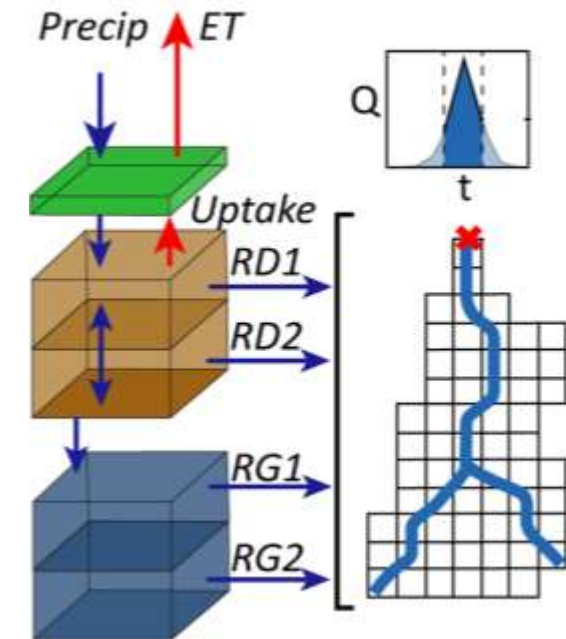
- **Verhältnis verfügbaren, erneuerbaren Grundwasservorräten zu Gesamt-Grundwasserentnahme**
- **Vergleich reale Entnahmen mit langjährig verfügbaren GW-Dargebot (Bilanzgebiete) (projiziert)**
- Auswirkung Klimaänderung auf Wasserversorgung / pot. Entnahmemengen (TW, Brauchwasser z.B. Landw.)
- Aussagen zu fallenden GW-Ständen bei Trockenstress auf Bilanzgebietsebene
- Aussagen zu schnell reagierenden GW-Leitern/Regenerierung
- Ausweisung von Gebieten anhand des Risikos des Trockenfallens von Quellen
- Wasserstress in GW-abhängigen Ökosystemen...
- Σ Methodik zur Ausweisung von **Bilanzrisikogebieten und Wassermangelgebieten wird entwickelt**

Durch den Klimawandel sinken die Grundwasserspeicher.

Fließgewässer weisen häufiger und länger anhaltende Niedrigwasserphasen auf.

➔ Auswirkung Gewässerqualität und -ökologie, Trinkwasserverfügbarkeit

Modellierung hydrologischer Prozesse und Analyse von beobachteten und projizierten Niedrigwasser-situationen an Thüringer Fließgewässern



Vereinfachte Modelldarstellung nach Krause (2001)

Legende

RD1: Oberflächenabfluss

RD2: Interflow Bodenzone

RG1: Interflow Gesteinszone

RG2: Basisabfluss

Vielen Dank für Ihre geschätzte
Aufmerksamkeit!