

# Auswirkungen des Klimawandel auf die Wasserverfügbarkeit in Thüringen

Dr. Kai Pfannschmidt

Dr. J. Geletneky

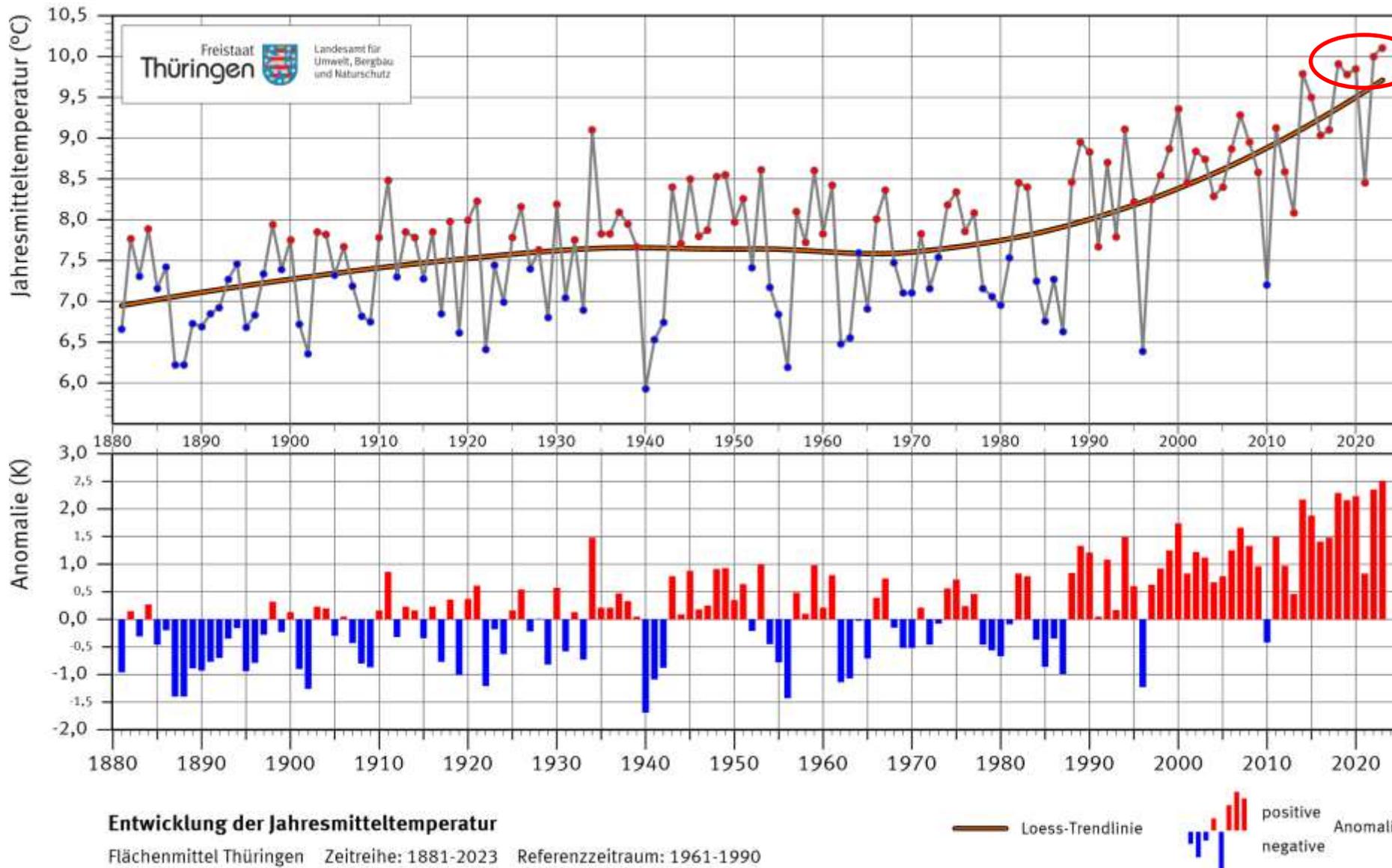
Thüringer Landesamt für Umwelt,  
Bergbau und Naturschutz

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



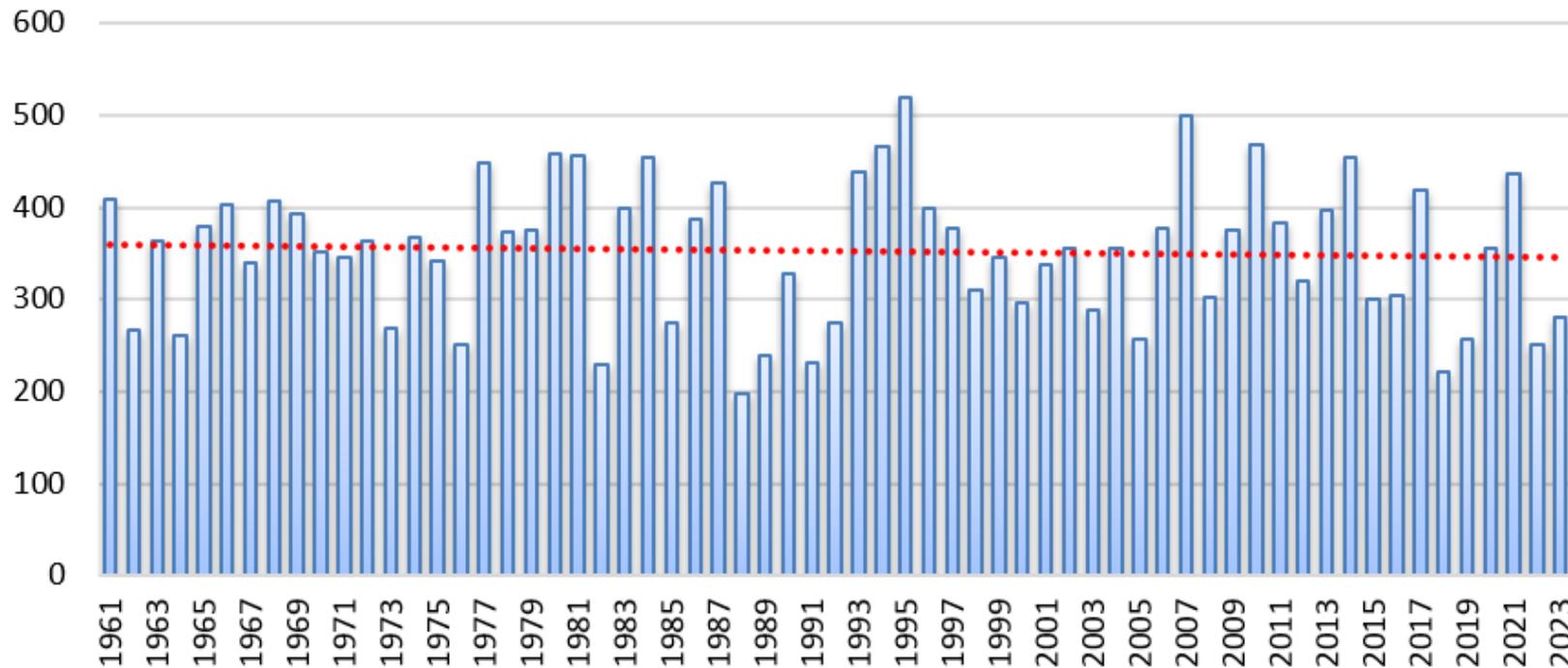
1994-2023

# KWB = Niederschlag - pot. Verdunstung



Foto: Kai Pfannschmidt

## Niederschlag (mm) - VP 1+2



Vegetationsperiode:  
April bis September

1961-1990: 352 mm

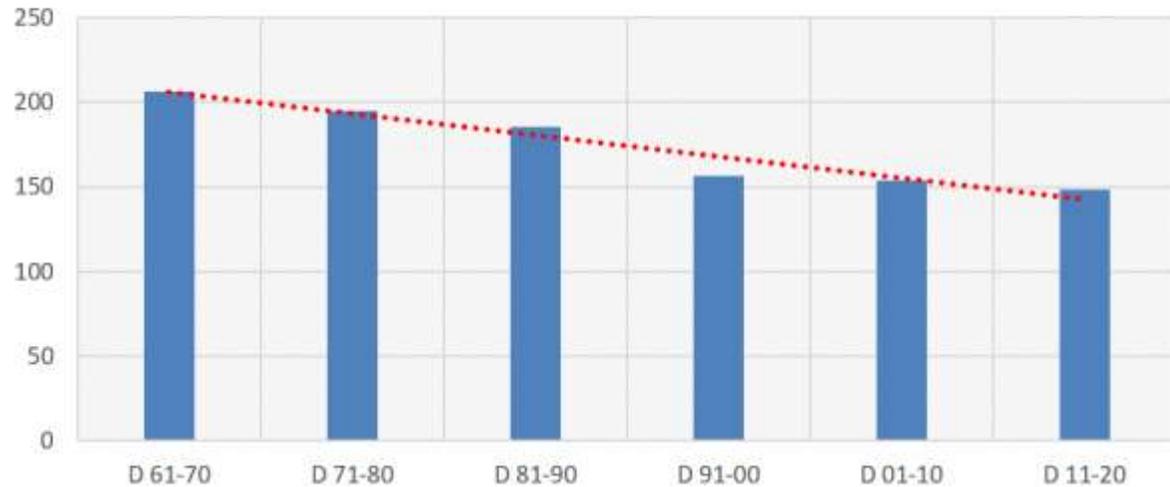
1991-2020: 356 mm



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

# Veränderung des Niederschlagsregimes

## Niederschlag (mm) - VP 1



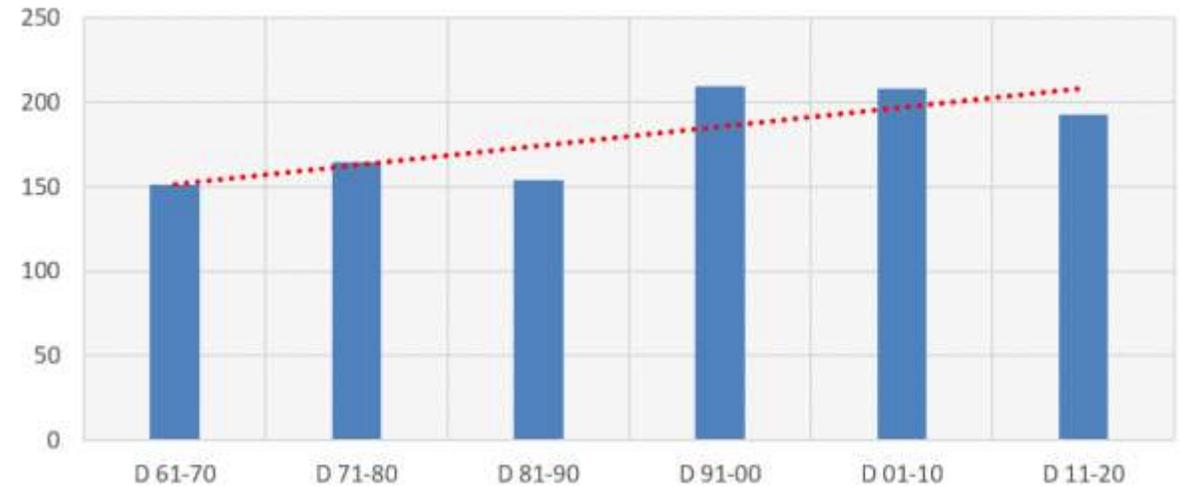
1961-1990  
196 mm



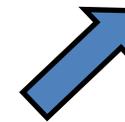
1991-2020  
153 mm

-22 %

## Niederschlag (mm) - VP 2



1961-1990  
157 mm

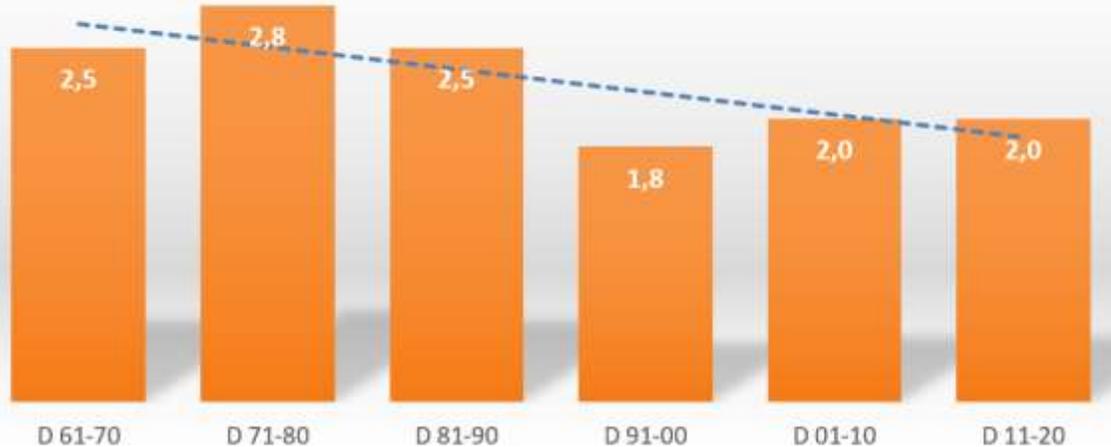


1991-2020  
203 mm

+29 %

# Entwicklung Starkregenereignisse

## Starkregenereignisse > 95perc - VP 1



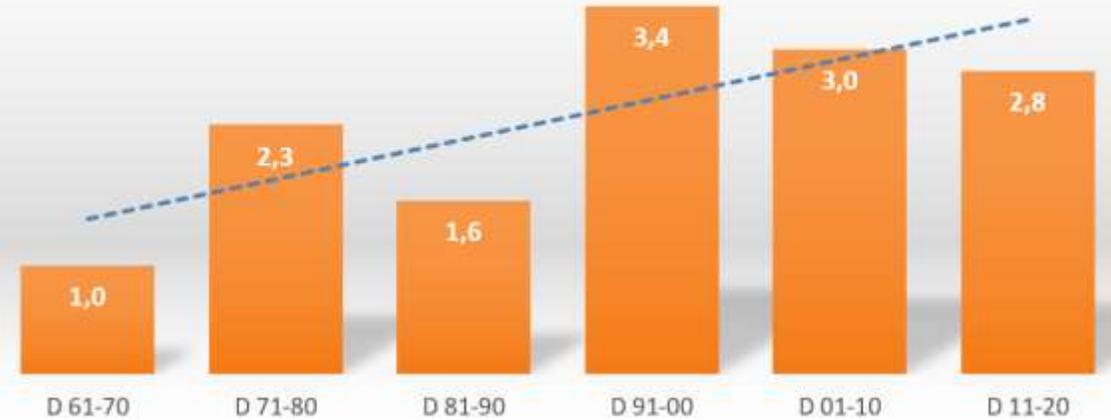
1961-1990  
2,6 Ereignisse



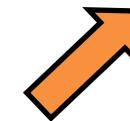
1991-2020  
1,9 Ereignisse

-27 %

## Starkregenereignisse > 95perc - VP 2



1961-1990  
1,6 Ereignisse

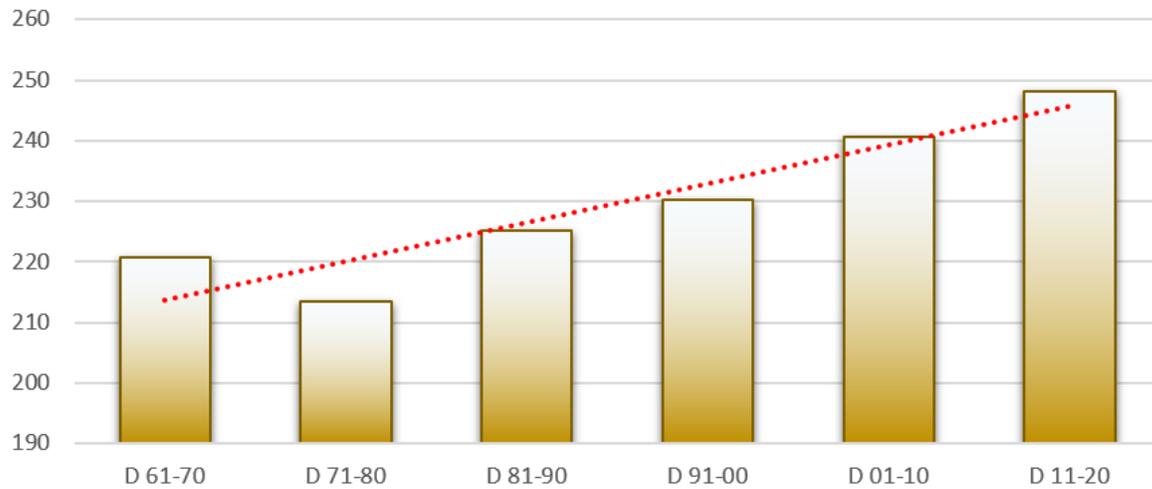


1991-2020  
3,1 Ereignisse

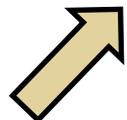
+94 %

# Potenziellen Verdunstung

potenzielle Verdunstung (mm) - VP 1

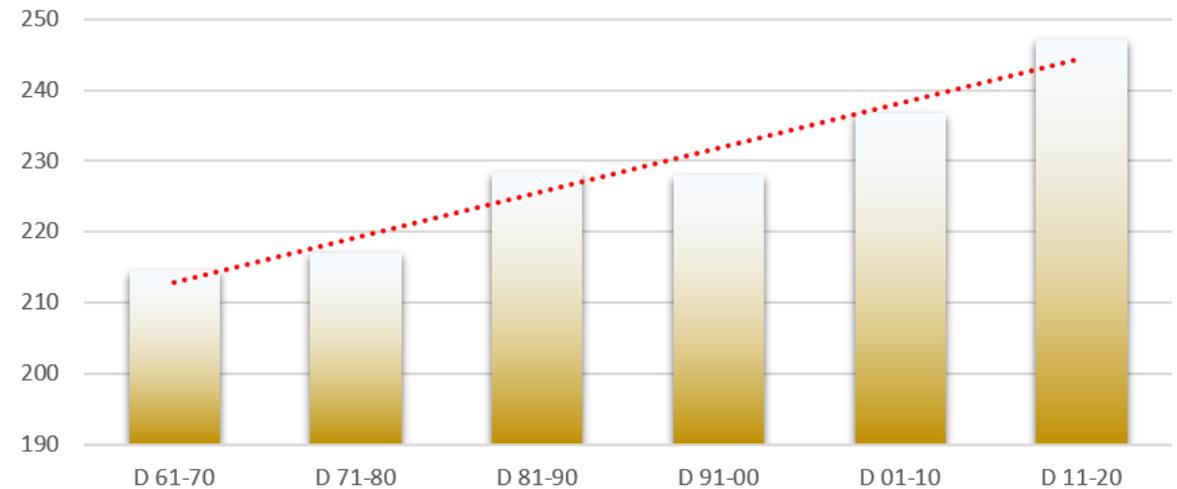


1961-1990  
220 mm

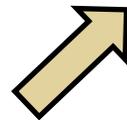
  
+9 %

1991-2020  
240 mm

potenzielle Verdunstung (mm) - VP 2



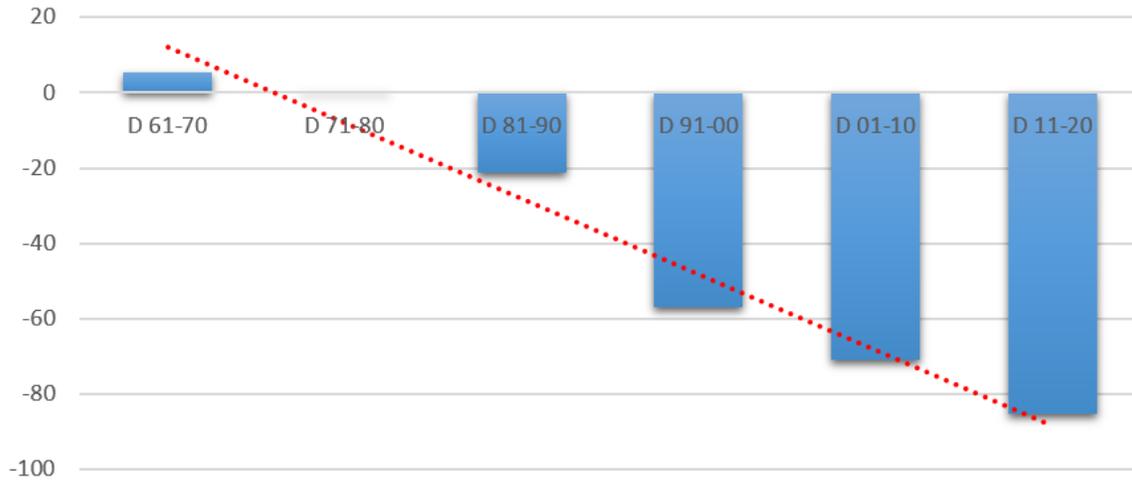
1961-1990  
220 mm

  
+8 %

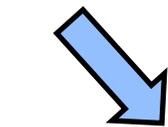
1991-2020  
237 mm

# Klimatische Wasserbilanz

## Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 1



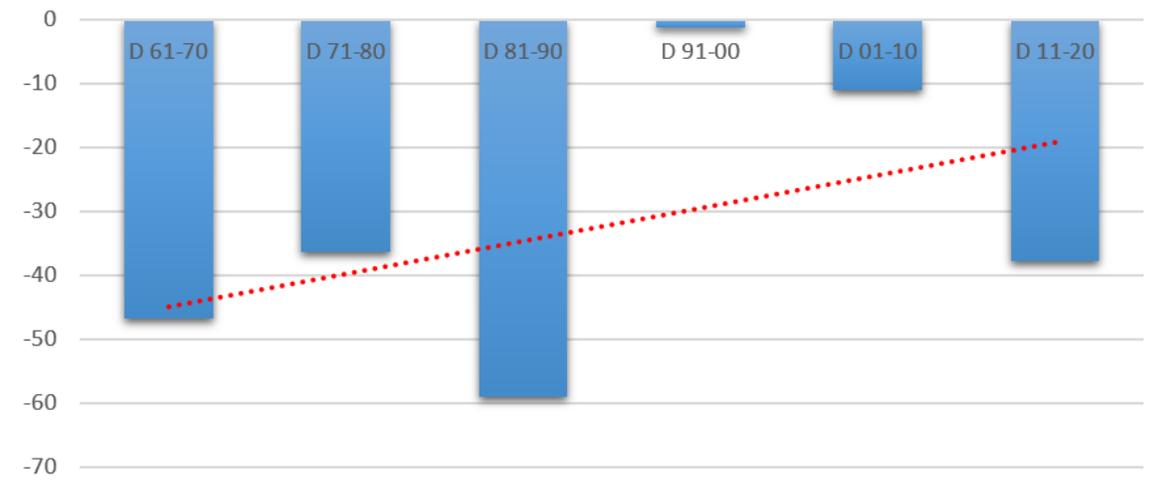
1961-1990  
-5 mm



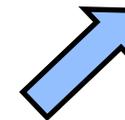
1991-2020  
-71 mm

**-66 mm**

## Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 2



1961-1990  
-47 mm



1991-2020  
-17 mm

**+30 mm**

## Klimatische Wasserbilanz (mm) - VP 1



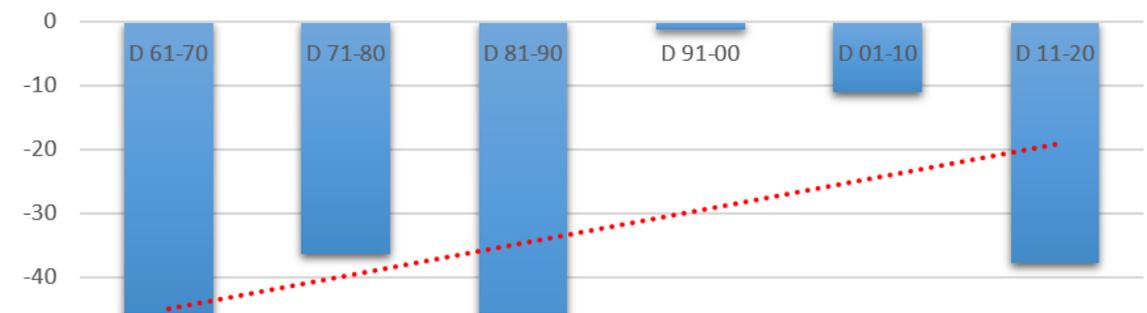
Es zeichnen sich **zwei Arten** von **Trockenheit** ab.

### 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

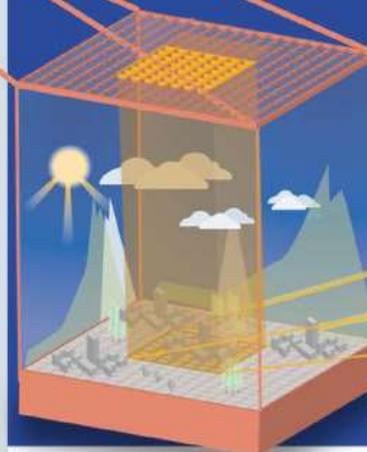
Globale  
Zukunftsszenarien



Globale  
Klimamodelle



Regionale  
Klimamodelle



Wirkmodelle



Berechnungen  
im  
Kompetenz-  
zentrum Klima  
am TLUBN

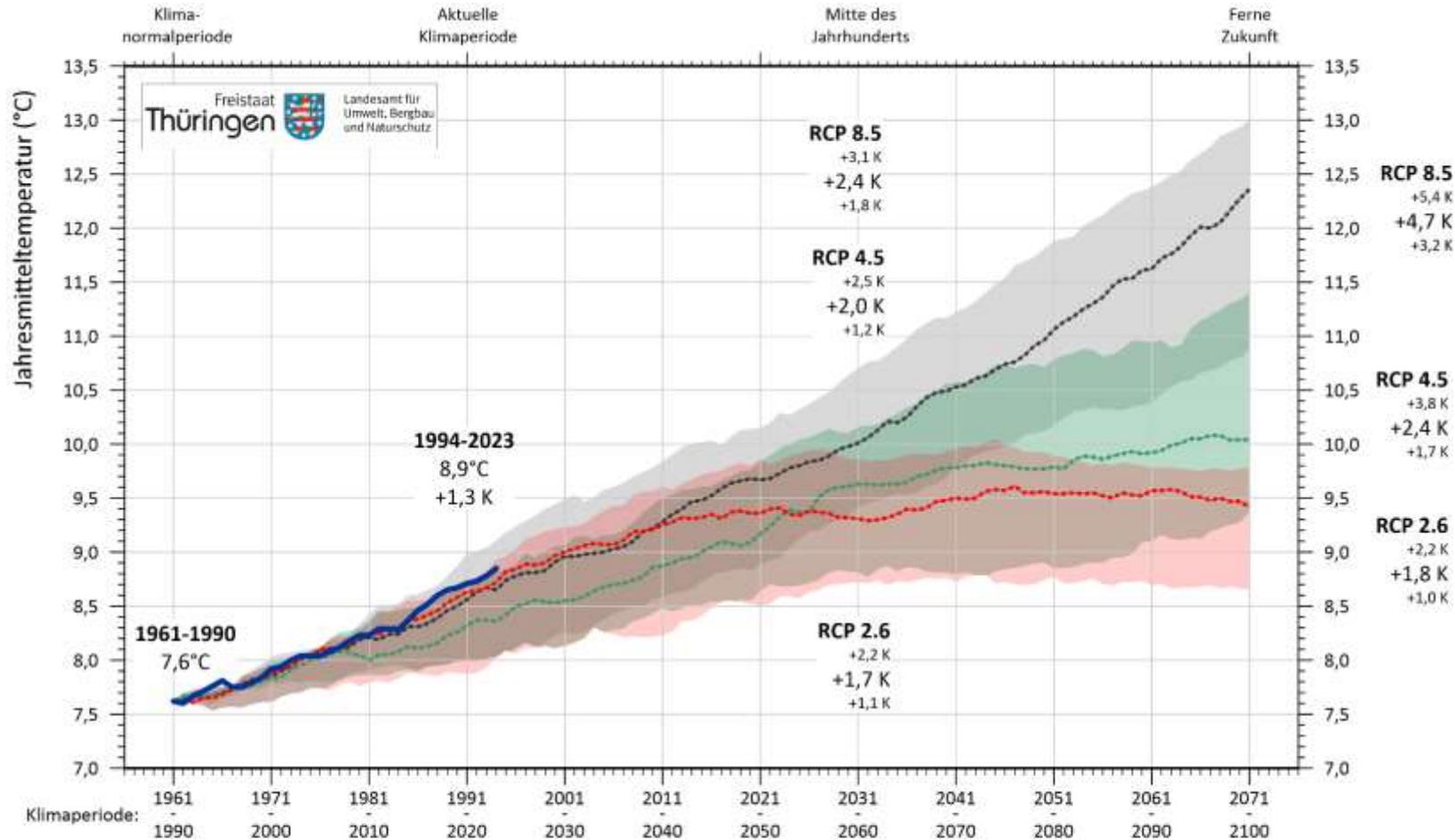
Räumliche Auflösung

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!



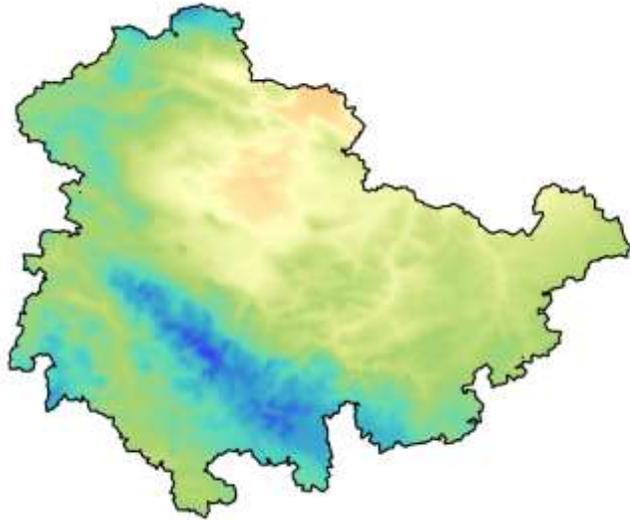
Quelle Hintergrundkarte Europa: Pixabay

- 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

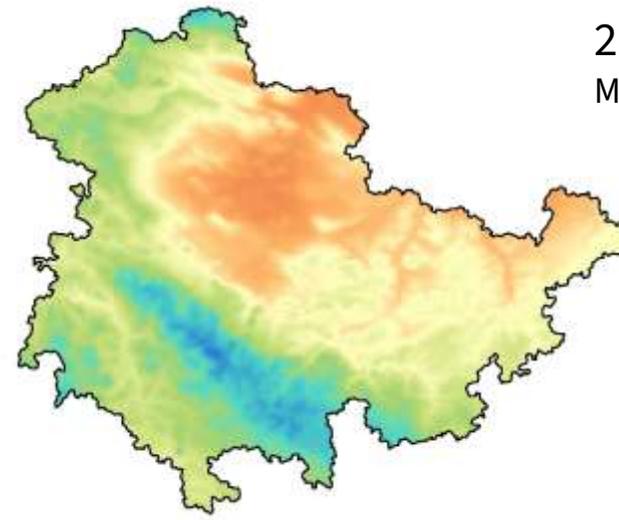


Beobachtet

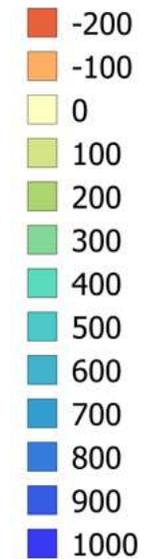
2021-2050

MDK RCP 8.5 Median

831 mm  
98 mm  
-145 mm

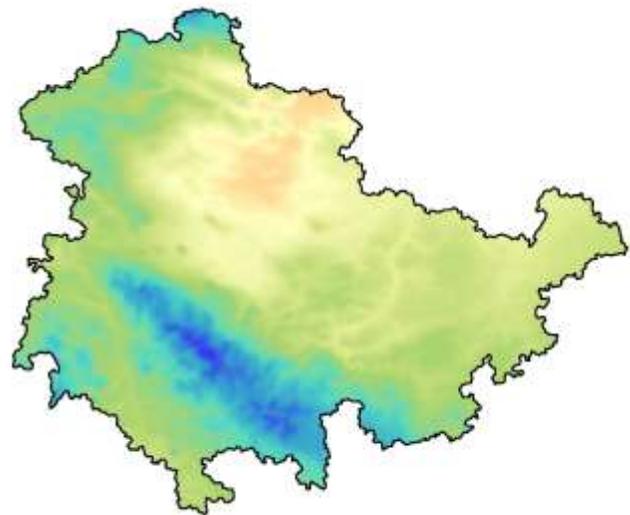


Klimatische Wasserbilanz  
(mm/a)

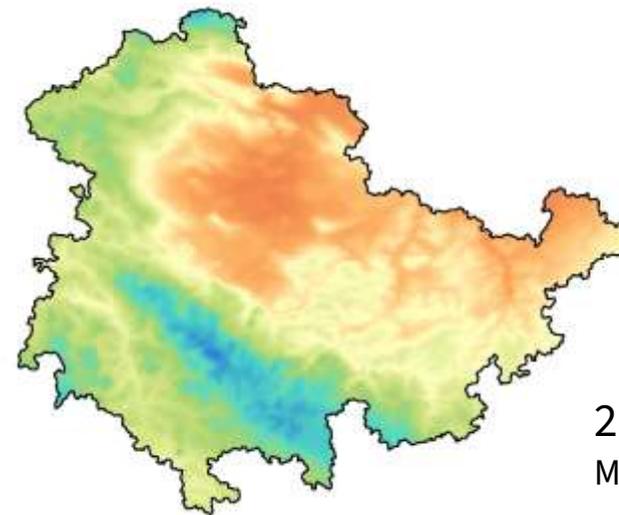


1991-2020

1.009 mm  
209 mm  
-53 mm



812 mm  
80 mm  
-157 mm



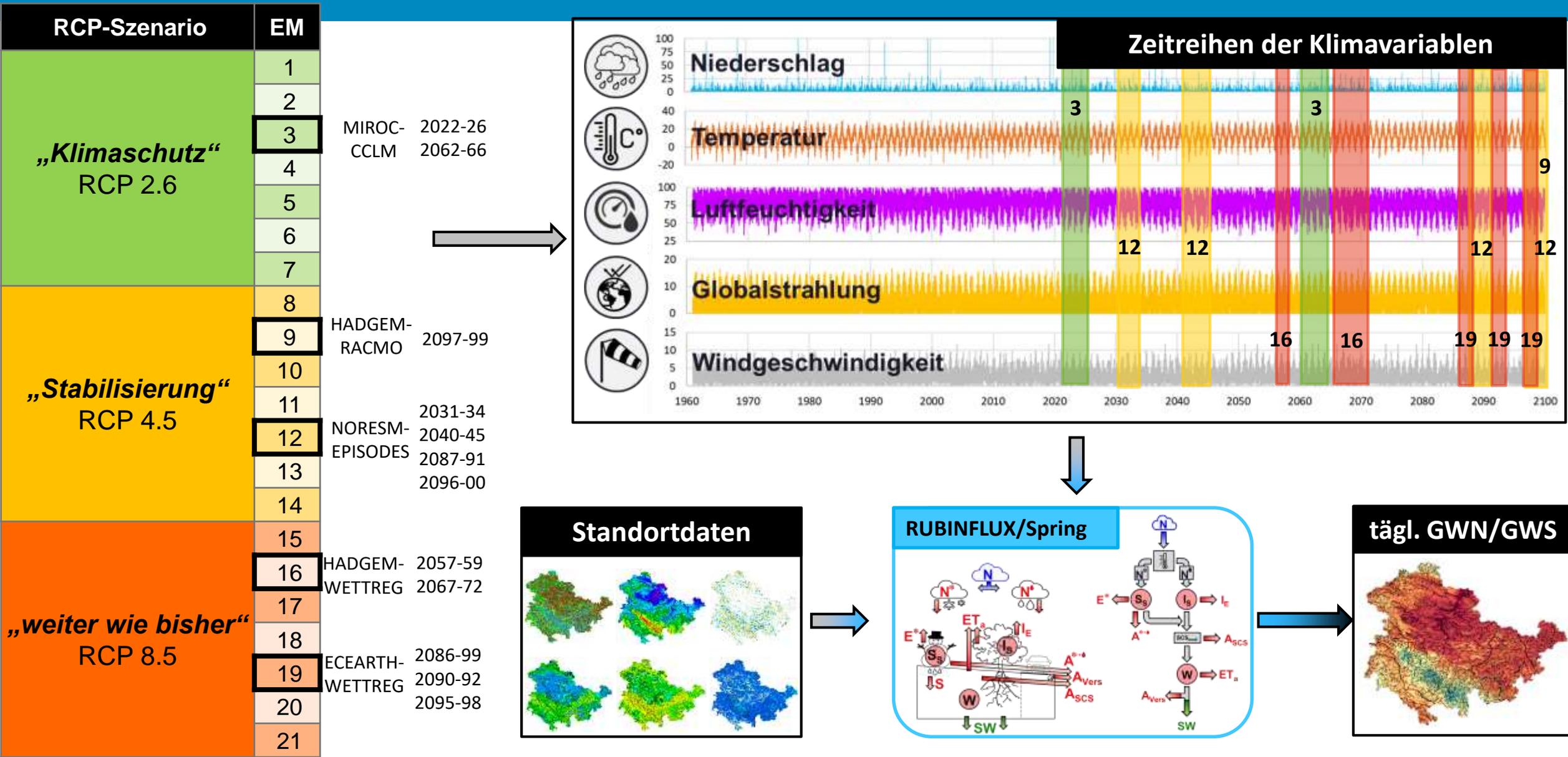
2071-2100

MDK RCP 8.5 Median

## Fokus auf **Trockenstressphasen**

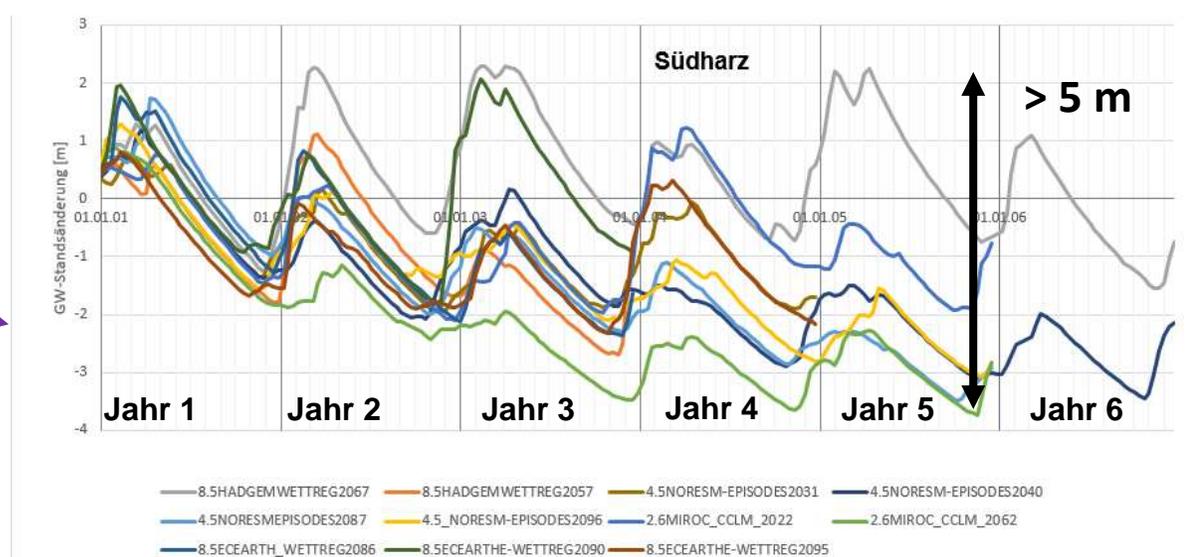
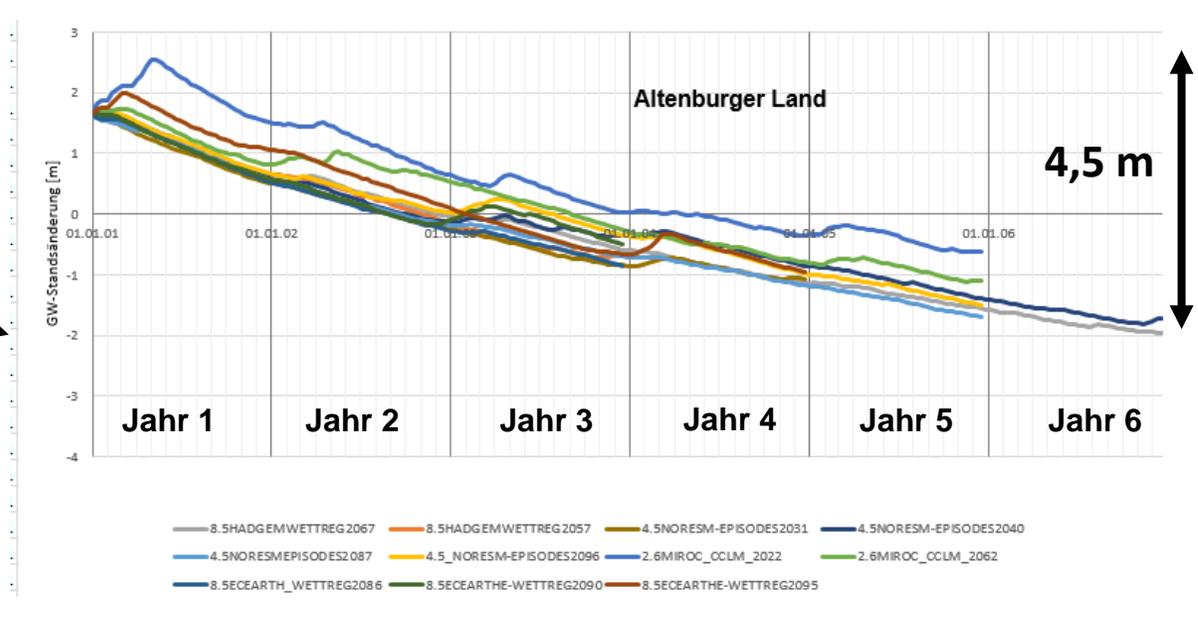
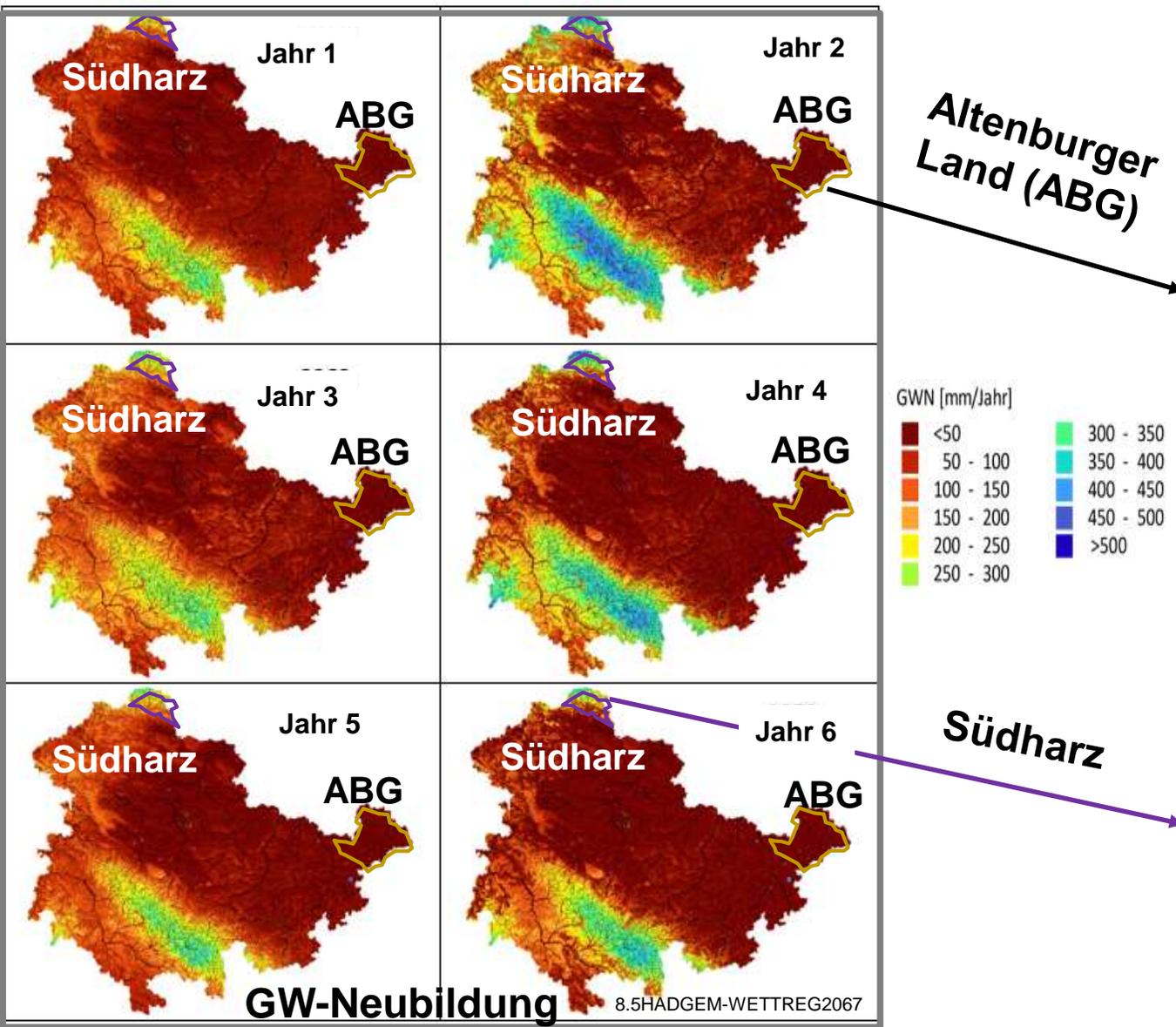
- Zur Sicherstellung der **öffentlichen Wasserversorgung** spielt das **Vorsorgeprinzip** die entscheidende Rolle, insbesondere bei **unvollständigem oder unsicherem Wissen**
- **Versorgungssicherheit** auch im Falle der für die Wasserversorgung **ungünstigen Klimawandelfolgen**
- Vorbereitung der Wasserversorgung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

# Ermittlung Trockenstressphasen aus Klimamodellldaten: Projizierte Grundwasserneubildung



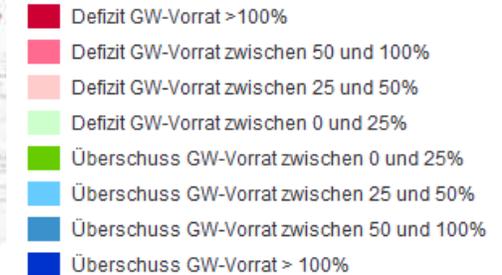
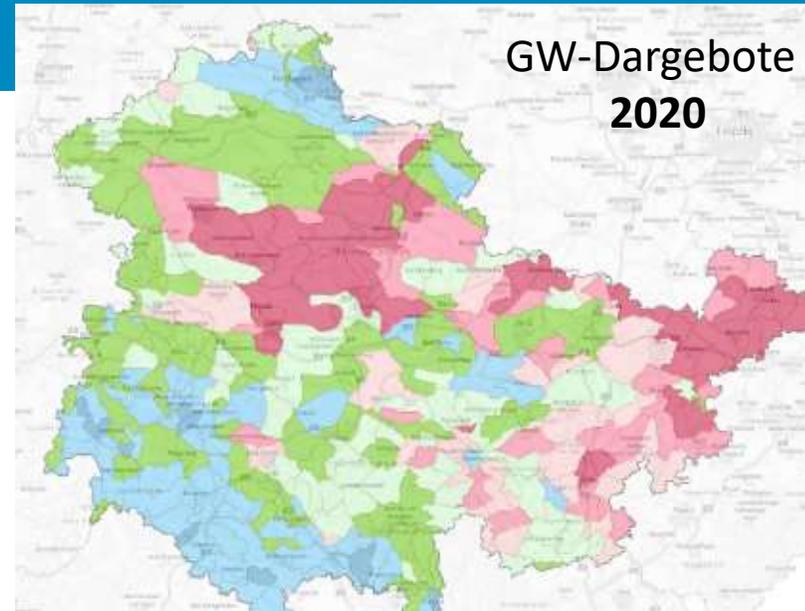
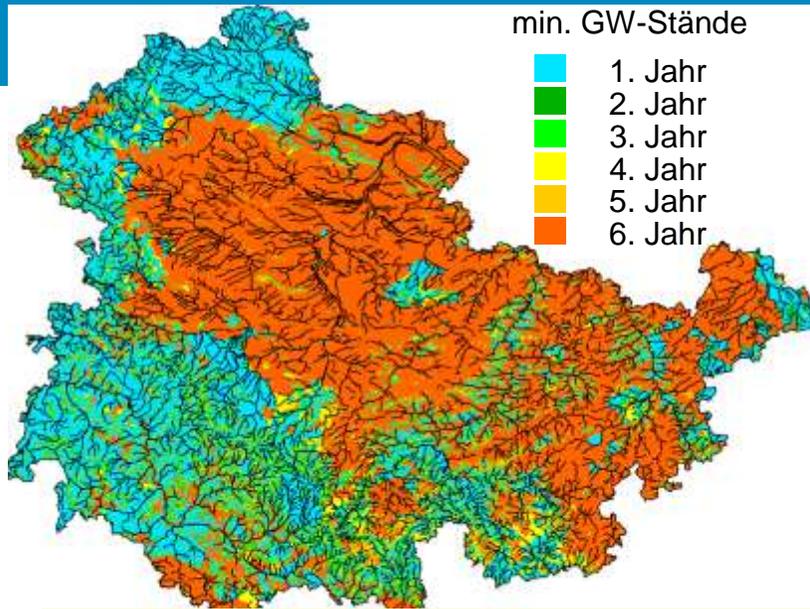
# Beispiel Stresstest (GW-Stände)

## Auswertung Naturräume



**GW-Neubildung** 8.5HADGEM-WETTREG2067

# Welche Ergebnisse werden angestrebt?



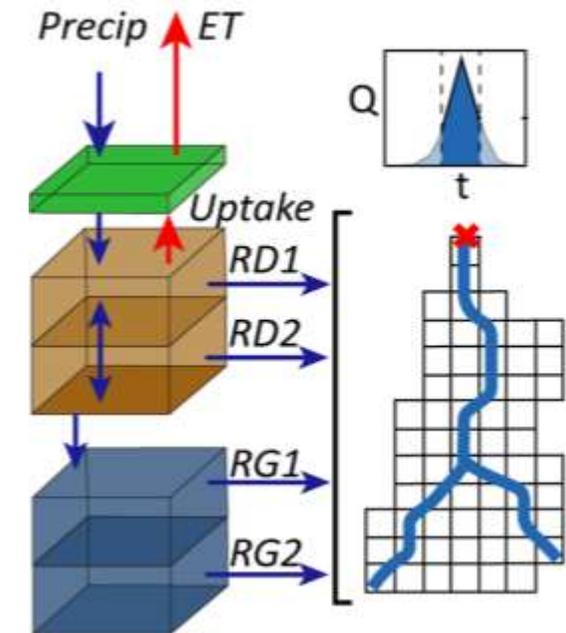
- **Verhältnis verfügbaren, erneuerbaren Grundwasservorräten zu Gesamt-Grundwasserentnahme**
- **Vergleich reale Entnahmen mit langjährig verfügbaren GW-Dargebot (Bilanzgebiete) (projiziert)**
- Auswirkung Klimaänderung auf Wasserversorgung / pot. Entnahmemengen (TW, Brauchwasser z.B. Landw.)
- Aussagen 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...
- $\Sigma$  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!