



Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

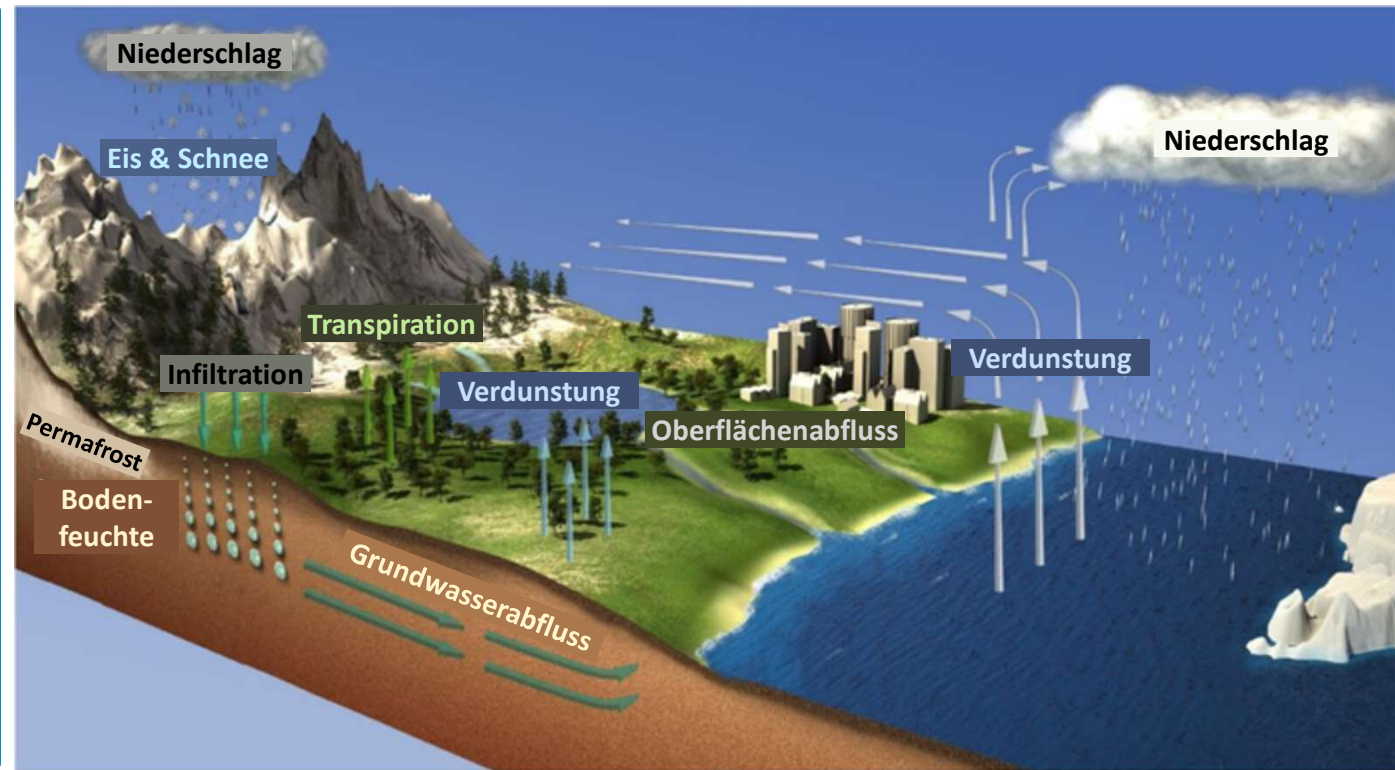
Überflutungen und Wasserknappheit im Kontext des Klimawandels

Theresa Henning - Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz,
Stellv. Leiterin Stabsstelle Klima

Klima

- Klima ist der vieljährige mittlere Zustand der Atmosphäre
- nach WMO mindestens Perioden von 30 Jahren
- repräsentiert durch statistische Größen (Mittelwerte, Extremwerte, Andauerwerte, Häufigkeiten)
- beeinflusst maßgeblich den Wasserkreislauf

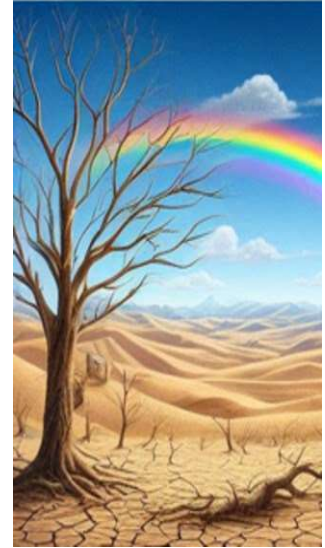
(DWD, 2024)



Der Wasserkreislauf (verändert nach ESA, 2020).

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

Welche Extrema werden auf uns zukommen?



„Klimazwilling“



Quelle Hintergrundkarte Europa: Pixabay

„Klimazwilling“

Erfurt 2071–2100
(RCP 8.5)

≈

Toulouse 1961–1990

Mehr als sieben
Breitengrade südlicher!



Quelle Hintergrundkarte Europa: Pixabay

Landnutzung Südfrankreich vs. Mitteldeutschland

Südfrankreich:



Provence - Urlaubsguru.de

Mitteldeutschland:



Helmsdorf - sunrise.maplogs.com

Landnutzung Südfrankreich vs. Mitteldeutschland

Südfrankreich:



Le Baux, Provence - [fotocommunity.de](https://www.fotocommunity.de)

Mitteldeutschland:



Mitteldeutschland - [fotocommunity.de](https://www.fotocommunity.de)



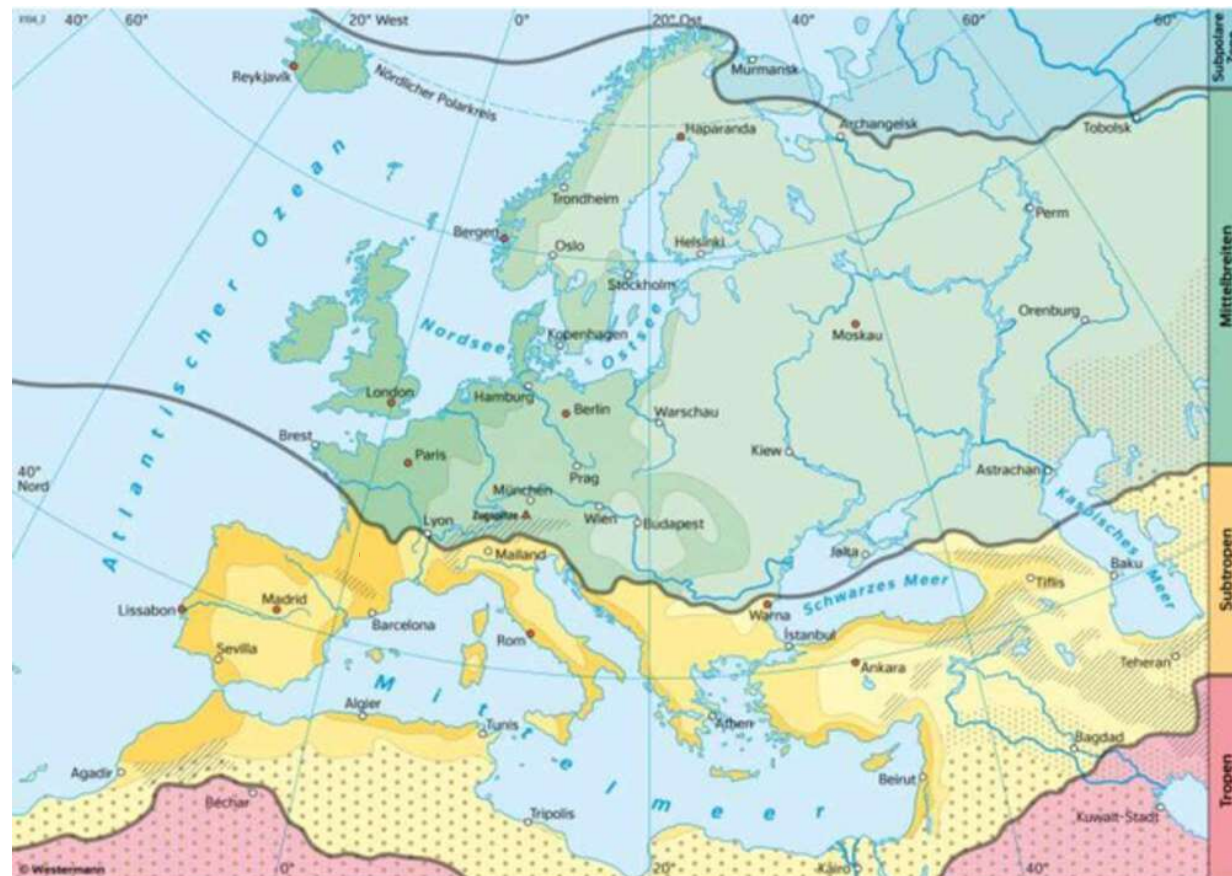
„Klimazwilling“

Mehr als sieben
Breitengrade südlicher!

Klimazonen:

Mittlere Breiten

Subtropen



Quelle <https://diercke.de/content/europa-klimazonen-nach-ihren-merkmalen-978-3-14-100382-6-75-5-1>

Agrarlandschaft Südfrankreich vs. Mitteldeutschland

Südfrankreich: Mediterranes Klima mit heißen, trockenen Sommern und milden Wintern.

- Primäre Anbauarten: Wein, Oliven, Obst (Tomaten, Aprikosen, Melonen) und Lavendel. Bewässerung ist oft notwendig.
- Landwirtschaft ist stark exportorientiert, besonders bei Wein, Olivenöl und Spezialitäten.

Mitteldeutschland: Gemäßigtes Klima mit kühlen Wintern und mäßig warmen Sommern.

- Primäre Anbauarten: Getreide, Kartoffeln, Raps, Zuckerrüben
- Landwirtschaft spielt eine große Rolle für die nationale Lebensmittelversorgung, besonders bei Getreide, Kartoffeln und Milchprodukten.

4 Grad Erderwärmung

Frankreich stellt sich auf das Worst-Case Szenario ein



<https://www.rnd.de/wissen/vier-grad-erderwaermung-frankreich-stellt-sich-auf-das-worst-case-szenario-ein-7ERREDV5ONG5LFK4MCSH5B35A4.html>

Frankreich: Der Kampf um knappes Wasser beginnt

Frankreich stellt sich auf das Worst-Case Szenario ein



Die anhaltende Trockenheit hinterlässt ihre Spuren - in Frankreich wird das Wasser knapp.



Die Loire in Saint-Georges-sur-Loire, Westfrankreich: Im August war das Flussbett ausgetrocknet.
(Foto: Damien Meyer/AFP/dpa)

<https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimakrise-frankreich-der-kampf-um-knappes-wasser-beginnt-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-230926-99-334691>

Alarmstufe Rot in Südfrankreich (2023)

Frankreich stellt sich auf das Worst-Case Szenario ein



<https://www.tagesschau.de/ausland/europa/trockenheit-suedfrankreich-100.html>

Unwetterwarnungen und riesige Regenmengen in Frankreich

In der Nacht zum Donnerstag ging es schon los mit Unwettern, Sturm und großen Regenmengen in Frankreich und Spanien. Besonders betroffen von dem Starkregen in Frankreich war zuerst das Département de la Haute-Loire und dann das Département Ardèche. "An einigen Orten in der Ardèche sind bis zu 700 Millimeter Wasser in 48 Stunden gefallen", sagte die Ministerin für ökologischen Wandel Agnès Pannier-Runacher im Sender "BFMTV". "Das ist mehr als der jährliche Niederschlag in Paris."

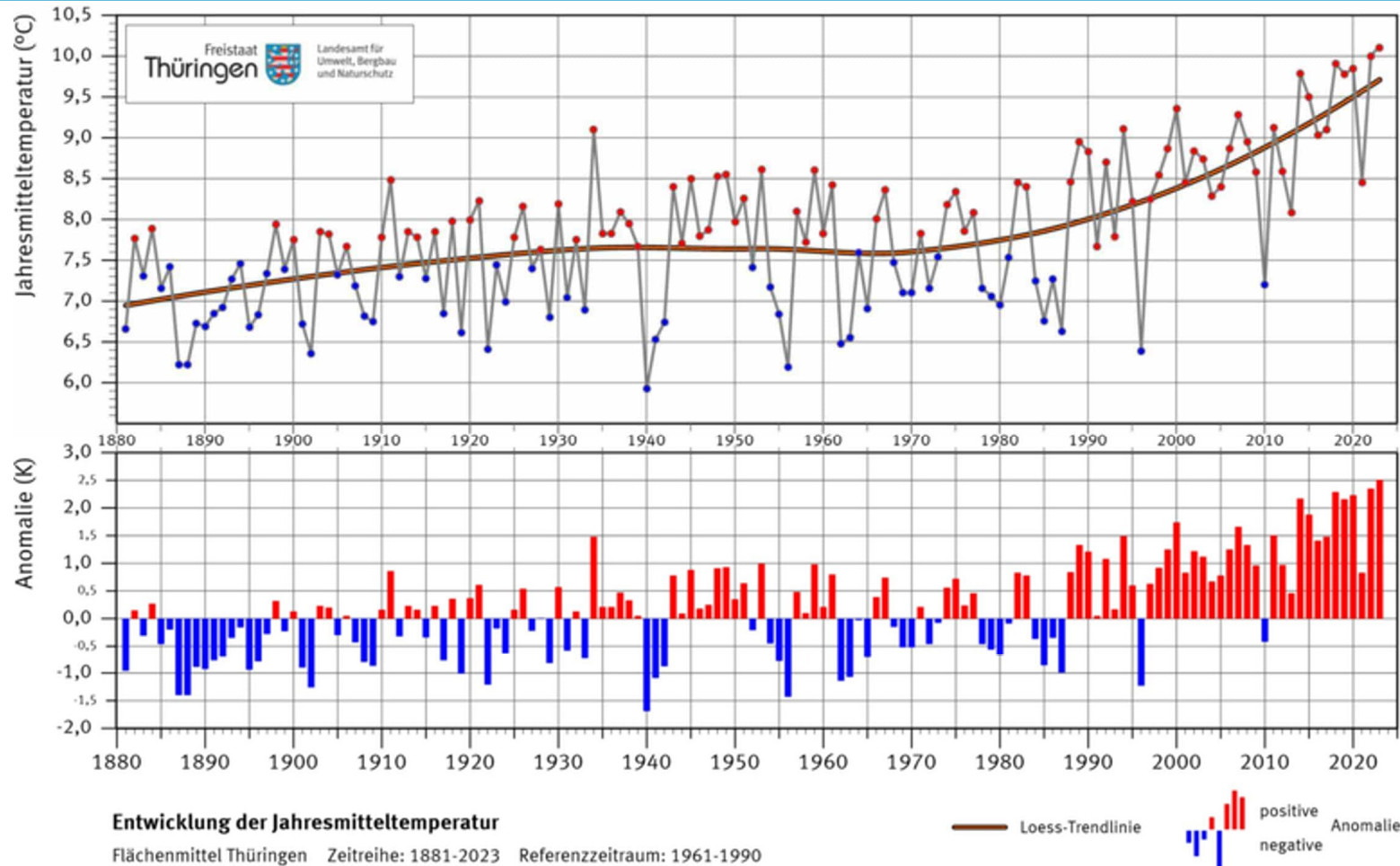


Katastrophale Überschwemmungen im Süden Frankreichs

Veröffentlicht: Fr 18.10.2024 | 00:48 min

Für insgesamt sechs Départements in der Südhälfte des Landes erließ der Wetterdienst Météo France zunächst die höchste Warnstufe Rot, in 34 Départements wurde die Warnstufe Orange ausgerufen. Rot galt am Freitagmorgen, 11 Uhr, jedoch nirgendwo mehr.

Klimaentwicklung in Thüringen



In letzten sechs Jahren:

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

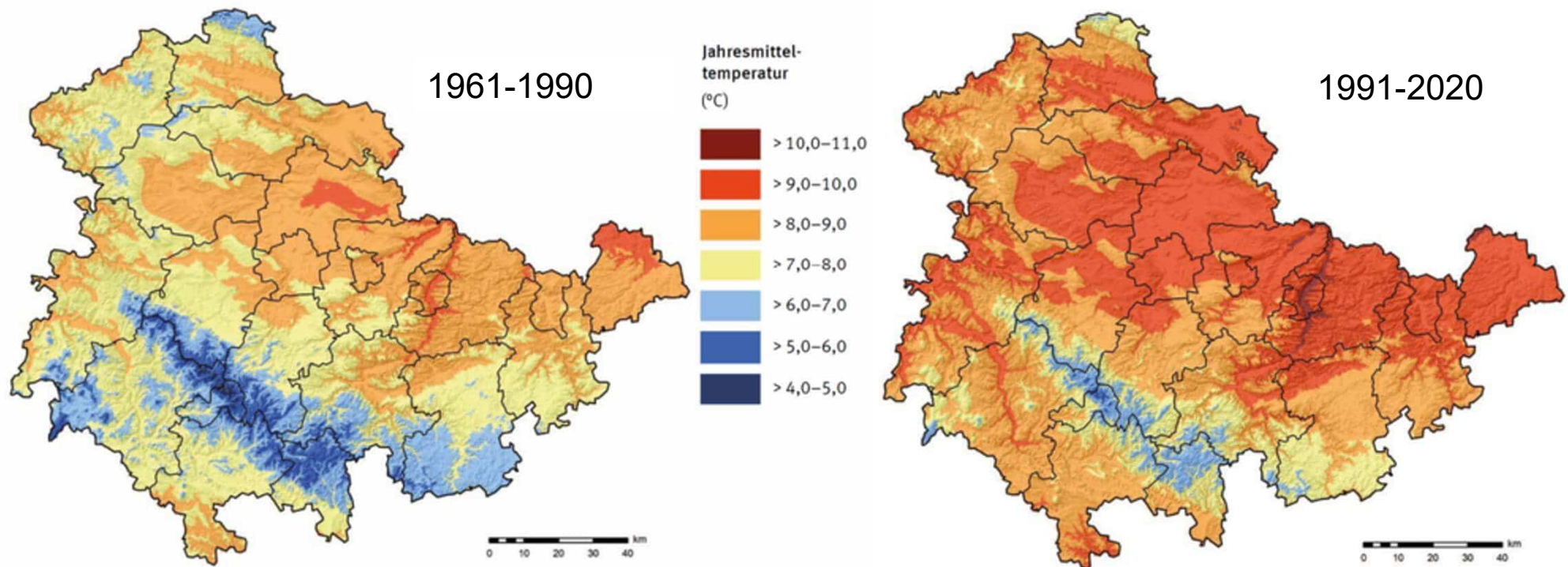
akt. Klimaperiode
(1994-2023: 8,9 °C)

1,3 Grad

vs. WMO-Referenz
(1961-1990: 7,6 °C)

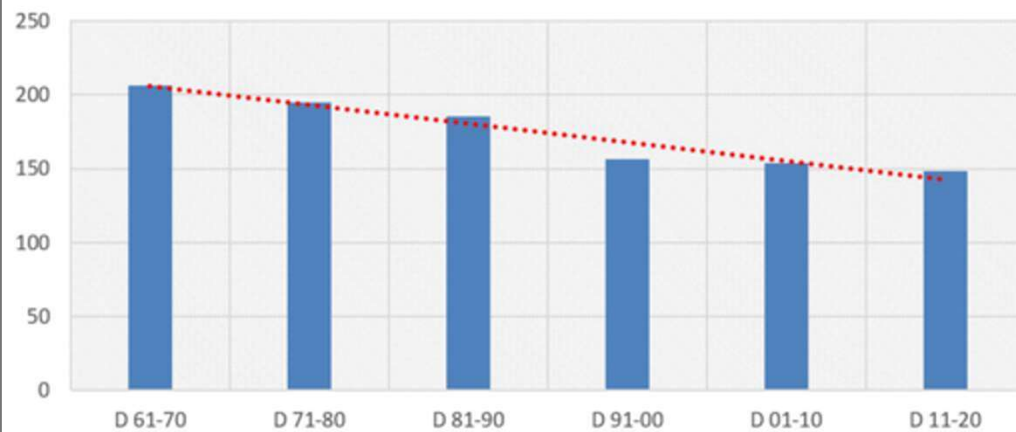
Klimaentwicklung in Thüringen

Jahresmitteltemperatur



Veränderung des Niederschlagsregimes

Niederschlag (mm) – April bis Juni

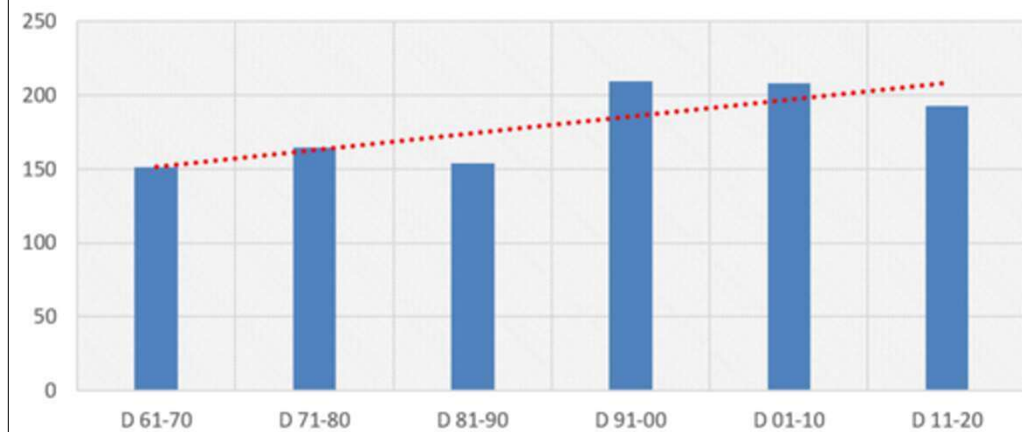


1961-1990
196 mm

-22 %

1991-2020
153 mm

Niederschlag (mm) – Juli bis September



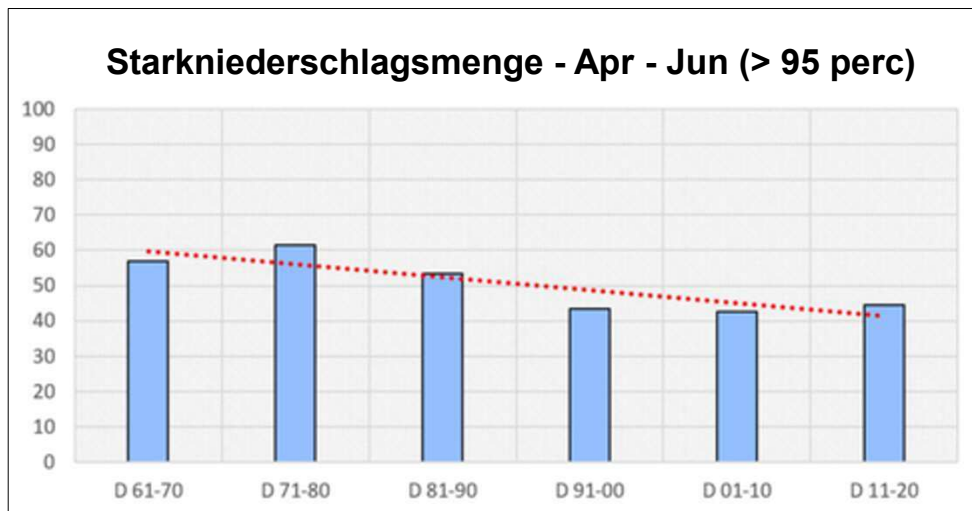
1961-1990
157 mm

+29 %

1991-2020
203 mm

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

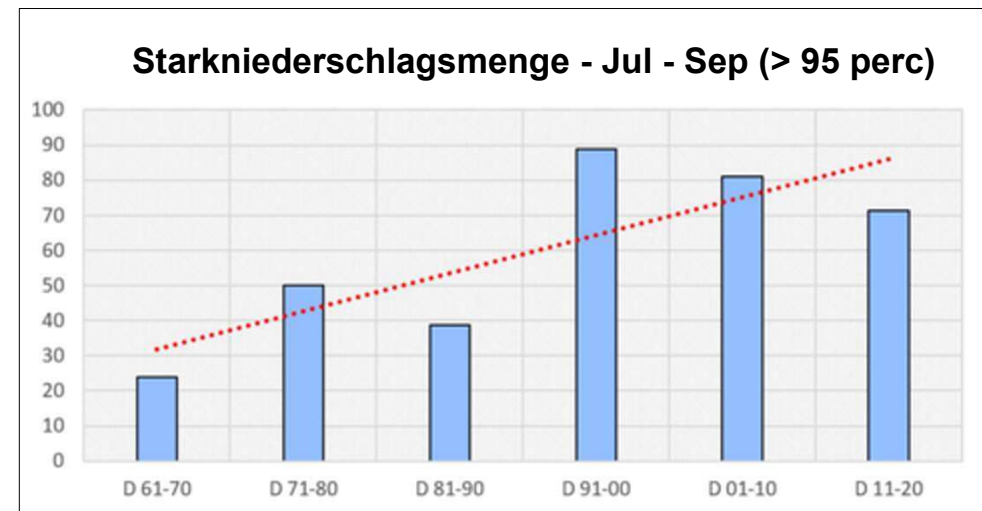
Veränderung der Starkniederschlagsmenge



1961-1990
57 mm

-22 %

1991-2020
44 mm



1961-1990
38 mm

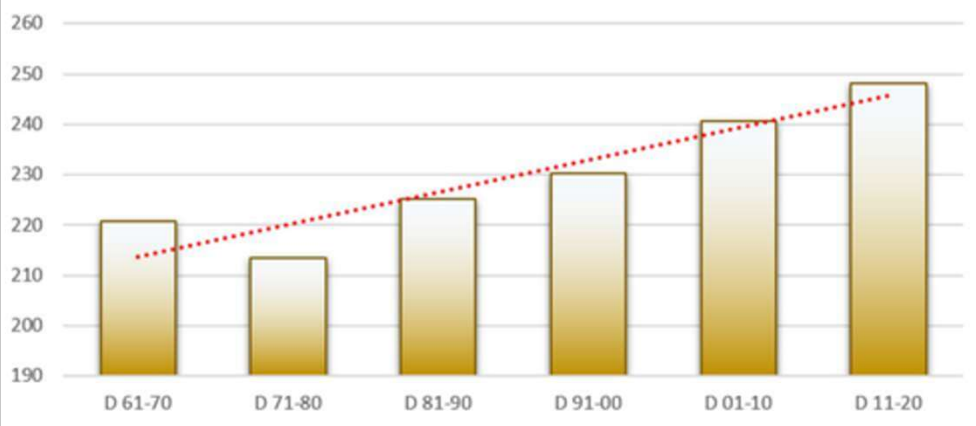
+ 111 %

1991-2020
80 mm

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

Veränderung der potentiellen Verdunstung

Potentielle Verdunstung (mm) – Apr - Jun

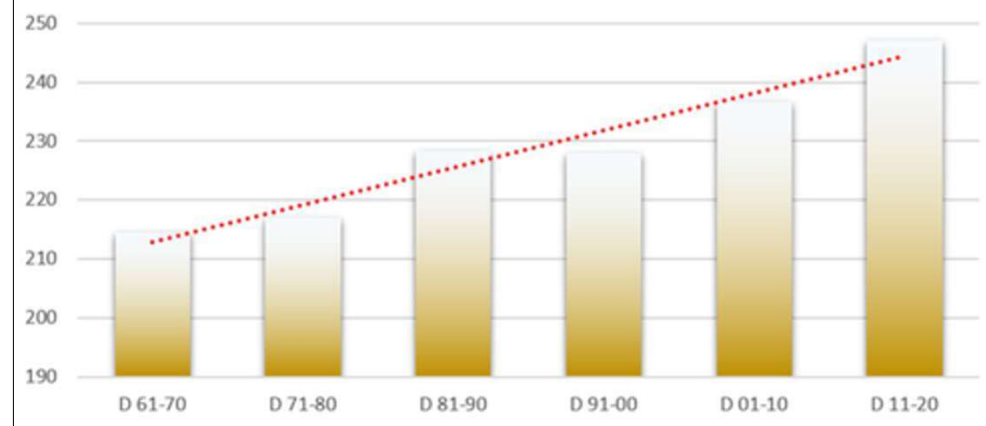


1961-1990
220 mm

+ 9 %

1991-2020
240 mm

Potentielle Verdunstung (mm) – Jul - Sep



1961-1990
220 mm

+ 8 %

1991-2020
237 mm

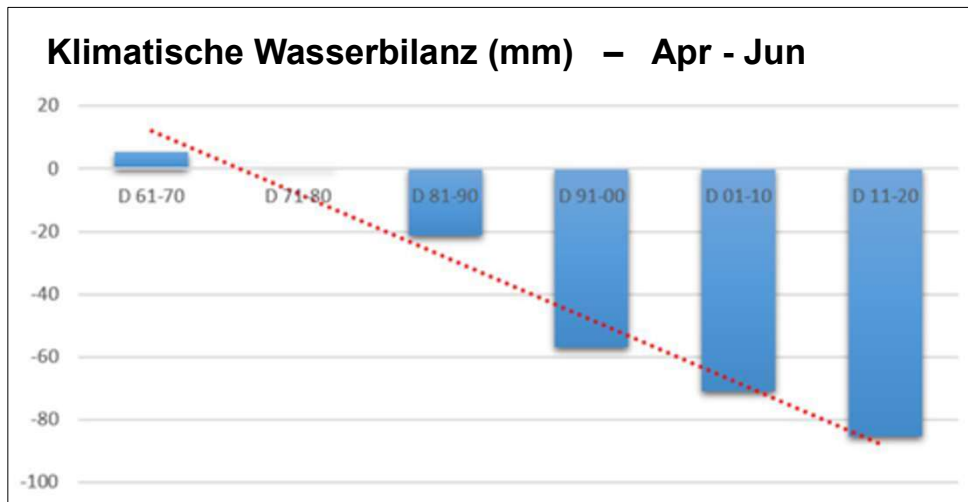
Veränderung der klimatischen Wasserbilanz

Klimatische Wasserbilanz

- Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Verdunstung
- auch potenzielles Wasserdargebot

(DWD, 2024)

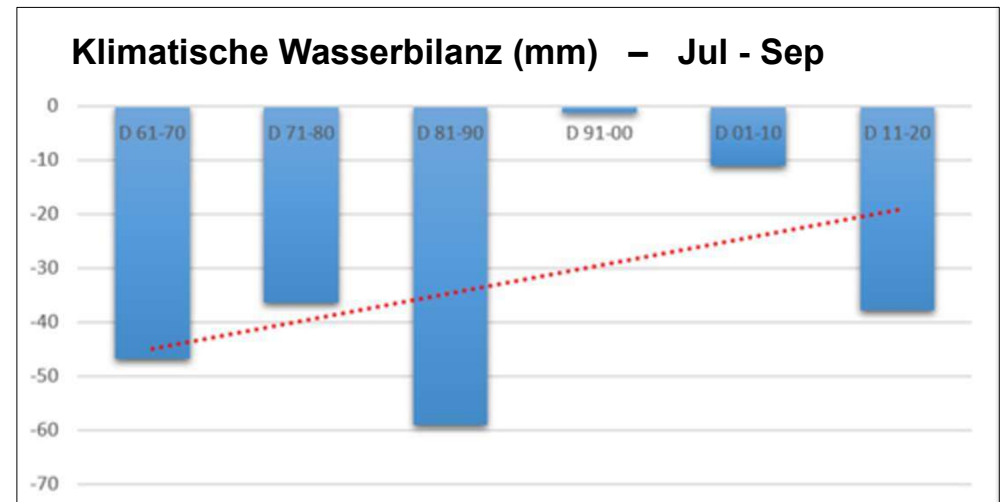
Veränderung der klimatischen Wasserbilanz



1961-1990
-5 mm

- 66 mm

1991-2020
-71 mm



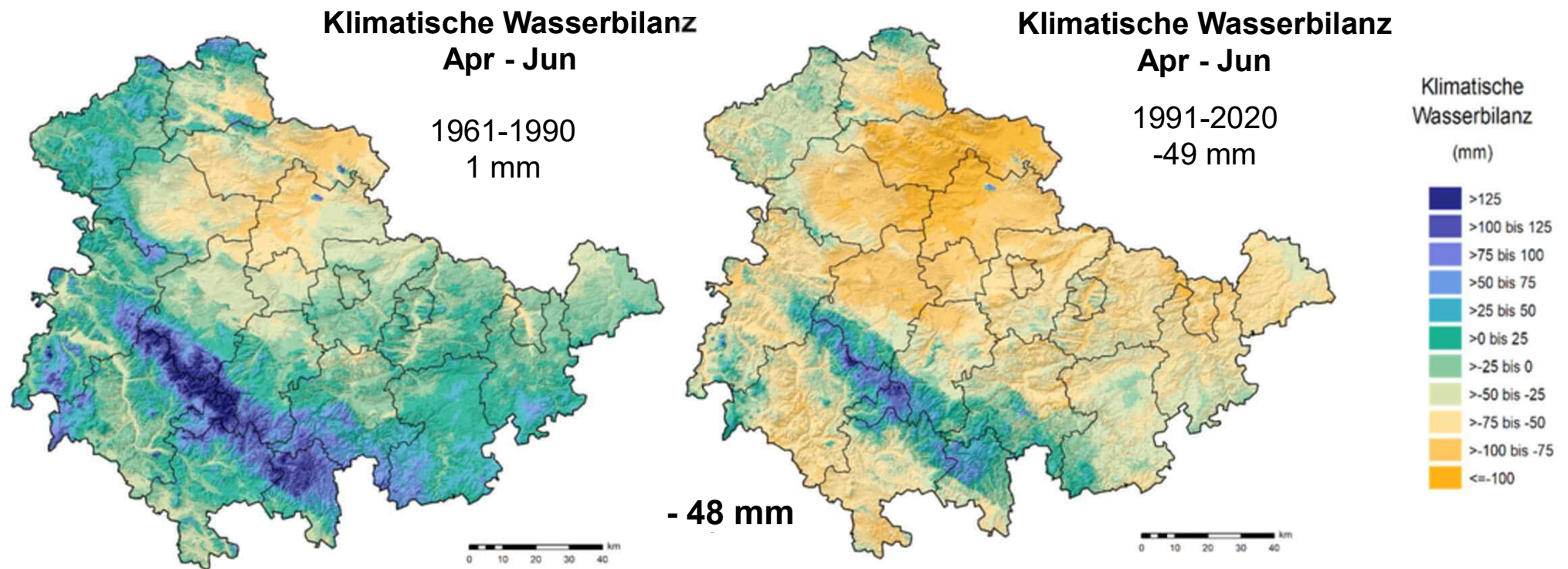
1961-1990
-47 mm

+ 30 mm

1991-2020
-17 mm

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

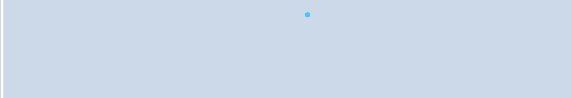
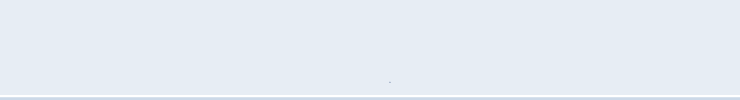
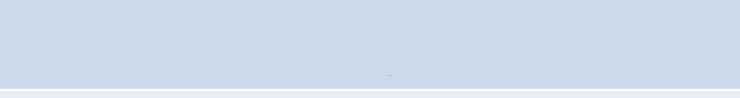
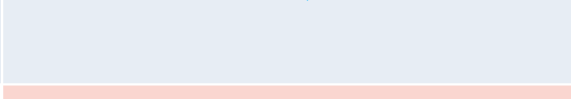
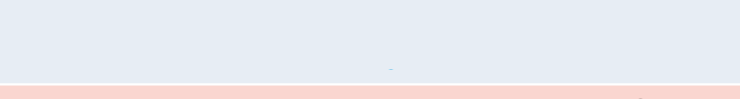
Klimaentwicklung in Thüringen



Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

Klimaentwicklung in Thüringen

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

Klimaentwicklung	April bis Juni	Juli bis September
Niederschlagsmenge		
Starkregenereignisse und –menge		
Potentielle Verdunstung		
Klimatische Wasserbilanz		
	Trockenheit durch Rückgang an Niederschlag und Zunahme der Verdunstung	Trockenheit durch Zunahme an Starkregen, der oberflächennah abfließt und somit für die Durchfeuchtung des Bodens und die Grundwasserneubildung wenig bis gar nicht wirksam wird

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

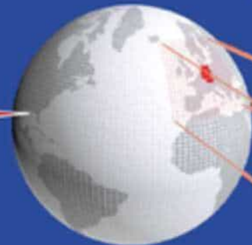
Klimaprojektionen

Klimaprojektionen

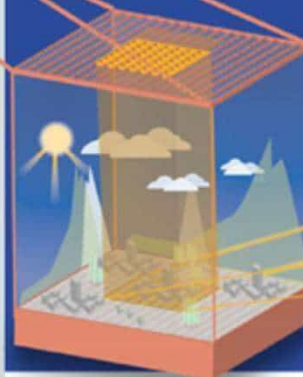
Globale
Zukunftsszenarien



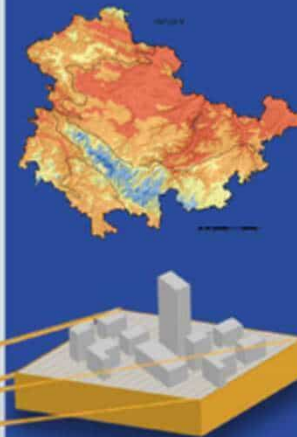
Globale
Klimamodelle



Regionale
Klimamodelle



Wirkmodelle



Räumliche Auflösung

100 km x 100 km

12 km x 12 km

100 m x 100 m

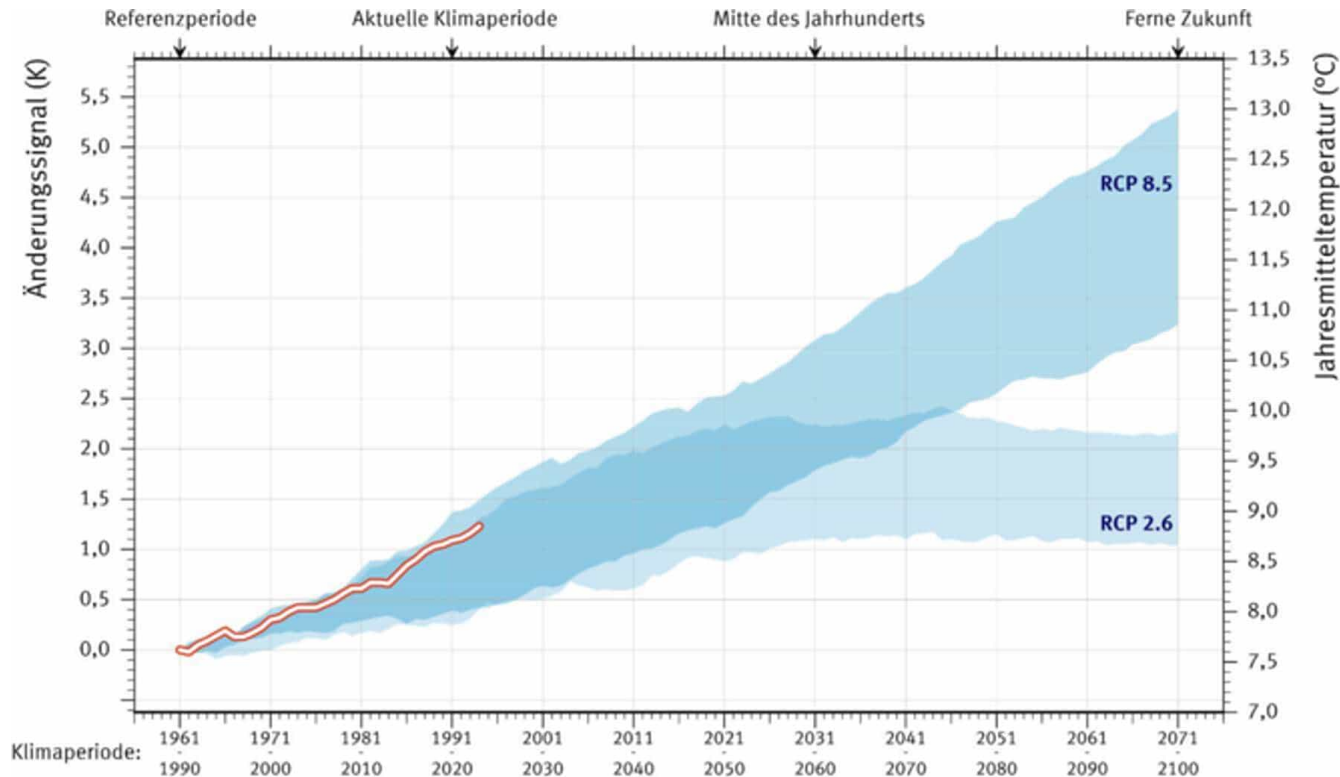


Berechnungen
im
Kompetenz-
zentrum Klima
am TLUBN

Verändert nach DWD,
2020.

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

Klimaprojektionen



Gemessene und projizierte Entwicklung der Jahresmitteltemperatur

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

Flächenmittel Thüringen



**Beobachtete und
projizierte zukünftige
Entwicklung der
Jahresmitteltemperatur
für Thüringen**

Gebiet Kaulsdorf

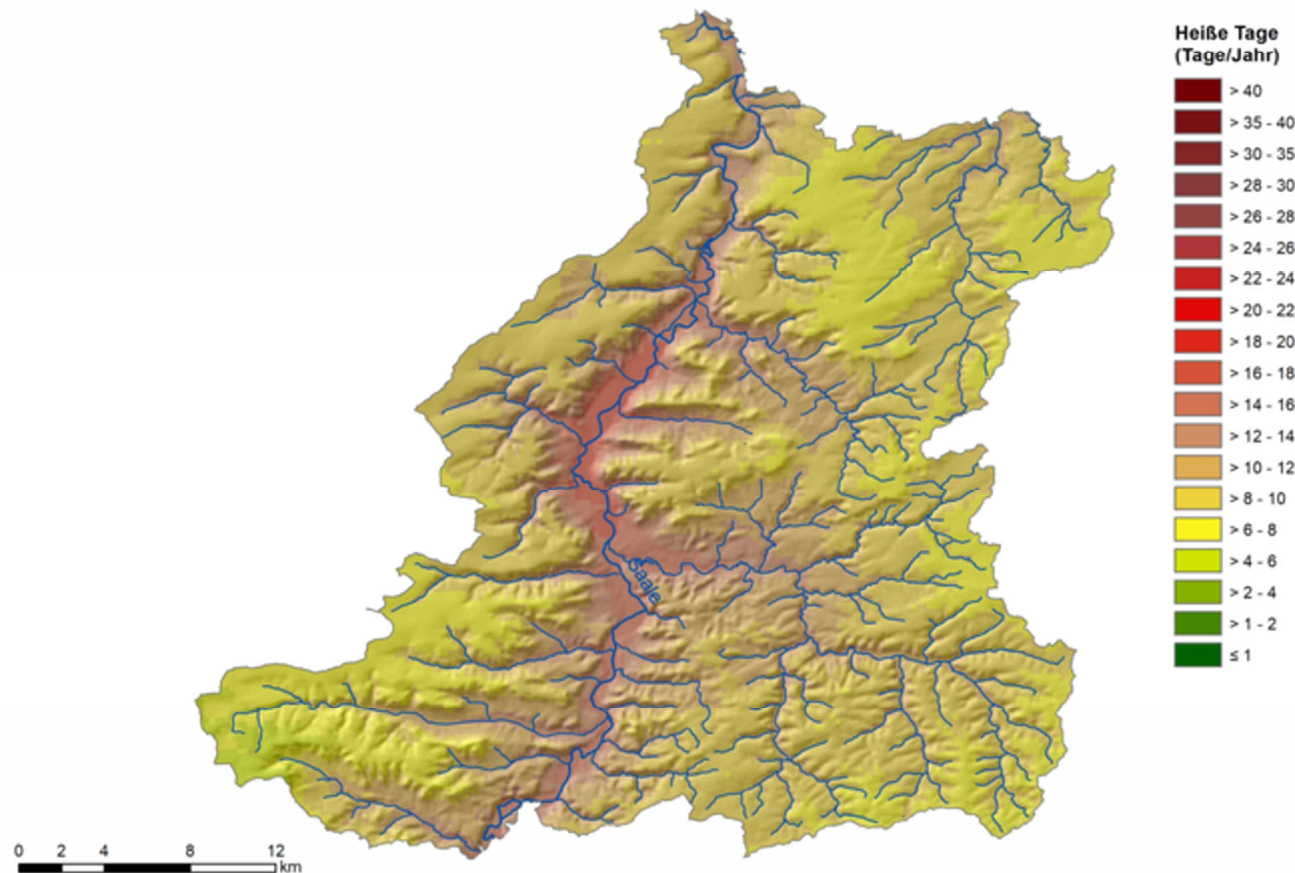
Klimaparameter	1961-1990	1991-2020	2021-2050 (RCP 8.5)	2071-2100 (RCP 8.5)
Temperatur (°C)	7,6	8,5	9,6	12,2
Sommertage ($t_{\max} \geq 25$ °C)	25	33	48	83
Heiße Tage ($t_{\max} \geq 30$ °C)	2	5	9	30
Frosttage ($t_{\min} < 0$ °C)	111	97	83	47
Eistage ($t_{\max} < 0$ °C)	28	22	12	0
Niederschlag (mm/a)	703	704	703	702
Starkregentage (> 90%)	36	37	38	38

Wasserwirtschaftliche Extremereignisse

Klimaprojektionen

Heiße Tage Bsp. GUV Untere Saale/Roda

**Heiße Tage
(Tage/Jahr)
1991-2020
beobachtet**



Klimaprojektionen

Heiße Tage GUV Untere Saale/Roda

**Heiße Tage
(Tage/Jahr)
MDK RCP 8.5
2071-2100**



Klimaprojektionen

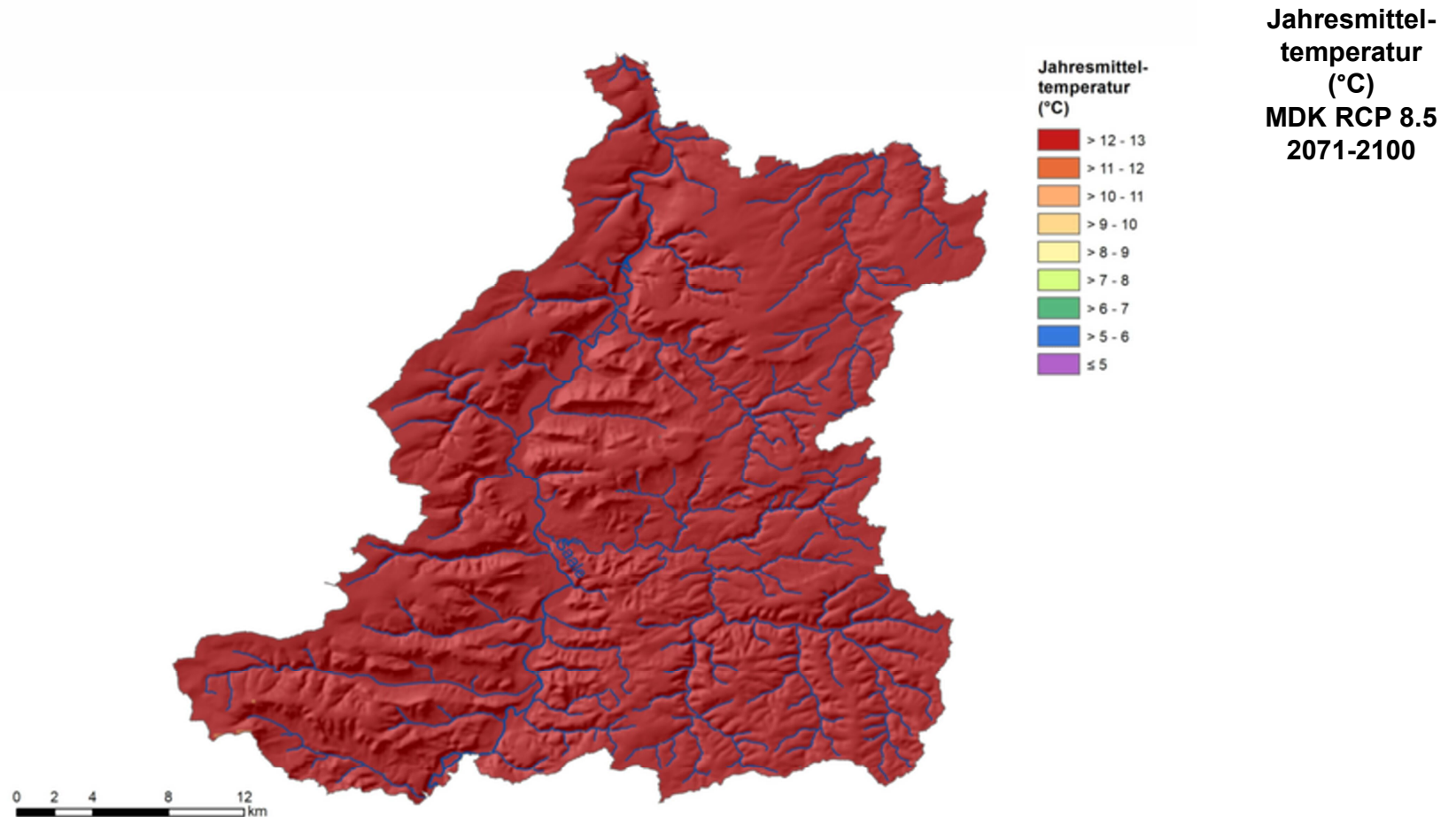
Jahresmitteltemperatur GUV Untere Saale/Roda

**Jahresmittel-
temperatur
(°C)
1991-2020
beobachtet**



Klimaprojektionen

Jahresmitteltemperatur GUV Untere Saale/Roda



Klimaprojektionen

Jahresniederschlag GUV Untere Saale/Roda

**Jahres-
niederschlag
(mm)
1991-2020
beobachtet**



Klimaprojektionen

Jahresniederschlag GUV Untere Saale/Roda

**Jahres-
niederschlag
(mm)
MDK RCP 8.5
2071-2100**



Klimaprojektionen

Mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz GUV Untere Saale/Roda

**Jährliche
Klimatische
Wasserbilanz
(mm/a)
1991-2020
beobachtet**



Klimaprojektionen

Mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz GUV Untere Saale/Roda

Freistaat
Thüringen



Landesamt für
Umwelt, Bergbau
und Naturschutz

**Jährliche
Klimatische
Wasserbilanz
(mm/a)
MDK RCP 8.5
2071-2100**





Foto: Kai Pfannschmidt



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



Starkregen in Jena (Foto: Kai Pfannschmidt)



Gewitterzelle mit Starkregen in Südthüringen (Foto: Frank Heyner)

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

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

DWD (Deutscher Wetterdienst) (2024): Wetter- und Klimalexikon. https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html

ESA (European Space Agency) (2020): Der Wasserkreislauf.
https://climate.esa.int/media/documents/ESA_CCI_Bildungsressourcenpaket_Der_Wasserkreislauf.odf.pdf

Smakhtin, V. U. (2001). Low flow hydrology: A review. Journal of Hydrology, 240, 147–186.
[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00340-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00340-1)

UBA (Umweltbundesamt) (2021): Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien. Abschlussbericht. 174.

UBA (Umweltbundesamt) (2022): Niedrigwasser. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/hoch-niedrigwasser/niedrigwasser>

UBA (Umweltbundesamt) (2022): Hochwasser – wie sie entstehen und wie der Mensch sie beeinflusst.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/hochwasser#hochwasser-sind-natuerliche-ereignisse>

Extrem: Wasserknappheit

Die Begriffe Dürre und Niedrigwasser beschreiben unterschiedliche Formen von Trockenheit, Wasserknappheit oder auch Wassermangel (UBA, 2021).

Trockenperiode

- Eine Trockenperiode ist ein mehr oder weniger langer Zeitraum mit ausgeprägter trockener Witterung
- existieren keine einheitlichen Festlegungen, ab wie vielen Tagen ohne (oder mit nur sehr geringen) Niederschlägen man von einer Trockenperiode spricht

(DWD, 2024)

Dürre

- Mangel an Wasser, der durch weniger Niederschlag und/oder eine höhere Verdunstung durch erhöhte Temperatur (oder Wind) als üblich verursacht wird
- beschreibt unterschiedliche Formen von extremer Trockenheit und Wasserknappheit mit messbaren Auswirkungen

Je nach Andauer der Dürre wird diese entsprechend ihren Auswirkungen als:

- meteorologische Dürre (ein bis zwei Monate trockener als üblich),
- landwirtschaftliche Dürre (zwei Monate und länger trocken, Ernteeinbußen),
- hydrologische Dürre (ab vier Monate, Grundwasser und Pegel betroffen)
- sozio-ökonomische Dürre (ab einem Jahr, Wassermangel bremst produzierende Wirtschaft)

(DWD, 2024)

Extrem: Wasserknappheit

Niedrigwasser

- ist ein natürliches Ereignis im Jahresgang von Flüssen
- tritt auf, wenn die Wasserführung in Flüssen und Bächen deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt liegt
- Ursache ist häufig das Fehlen von Niederschlägen in Verbindung mit hoher Verdunstung (z.B. durch sommerliche Hitze), aber auch die Speicherung von Regen als Schnee oder Eis führt dazu, dass kein Abfluss stattfindet

(UBA, 2024; Smakhtin, 2001)

Extrem: Überflutungen

Hochwasser

- Hochwasser sind natürliche Ereignisse, sie treten regelmäßig auf und sind fester Bestandteil des Abflussgeschehens
- die Entstehung hängt von der Stärke der Niederschläge, den Eigenschaften des Einzugsgebietes und vom Fluss ab
- entstehen in Folge langanhaltender und großräumiger Niederschläge, kurzzeitigem und lokal begrenztem Starkregen oder im Winter und Frühjahr durch die Schneeschmelze

(UBA, 2022)

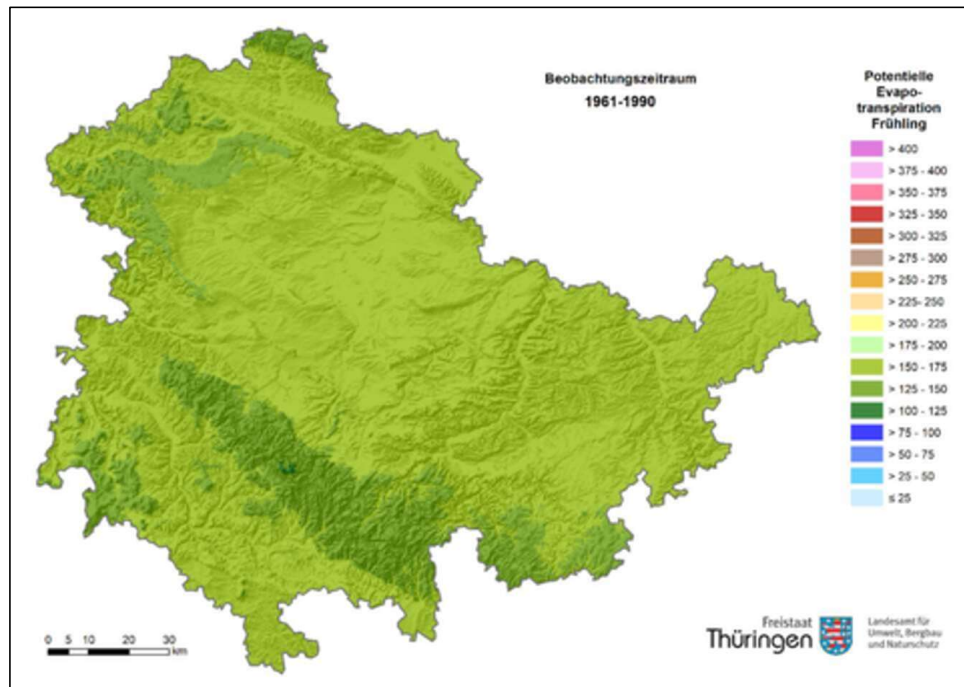
Starkregen

- große Niederschlagsmengen je Zeiteinheit
- kann überall auftreten und zu sehr schnell stark ansteigenden Wasserständen und/oder zu Überschwemmungen führen
- häufig verbunden mit Bodenerosion (Schlammlawinen)

(DWD, 2024)

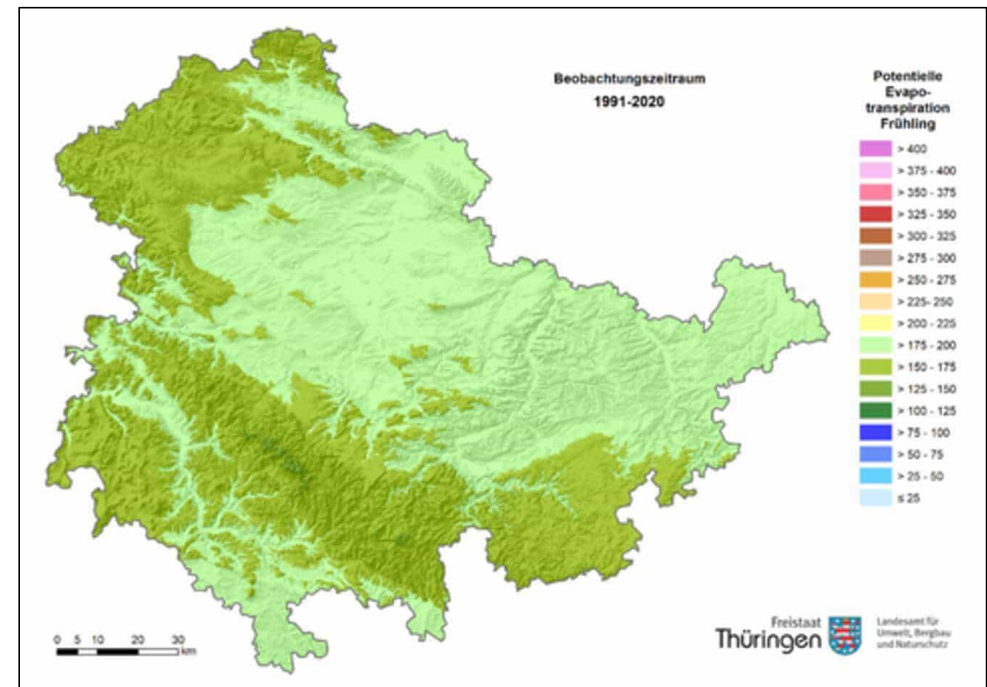
Potenzielle Verdunstung – meteorol. Frühjahr

1961 - 1990



158 mm

1991 - 2020

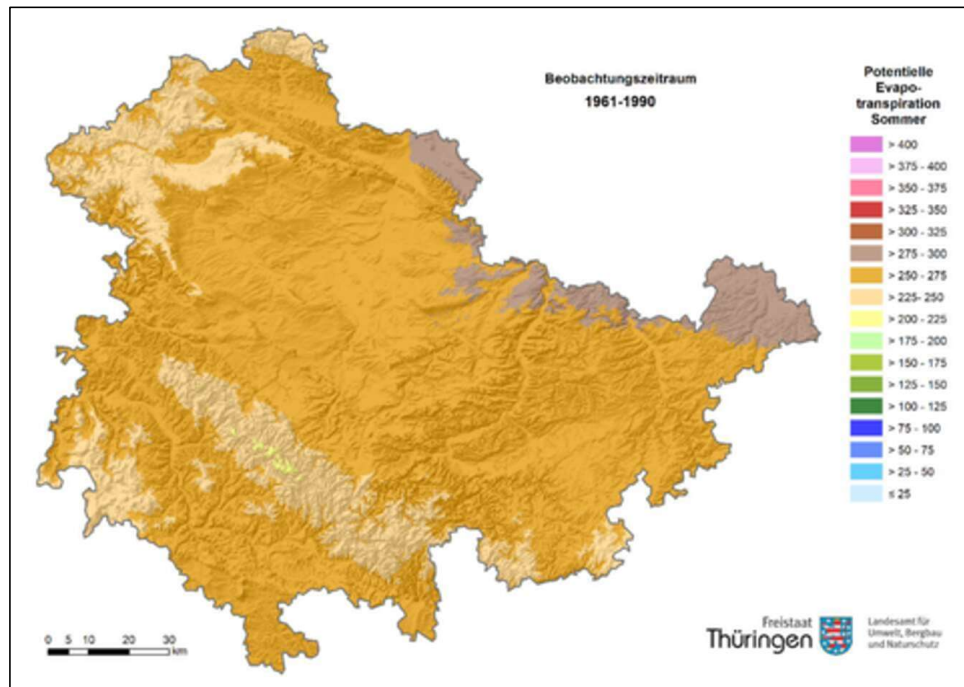


175 mm

+11 %

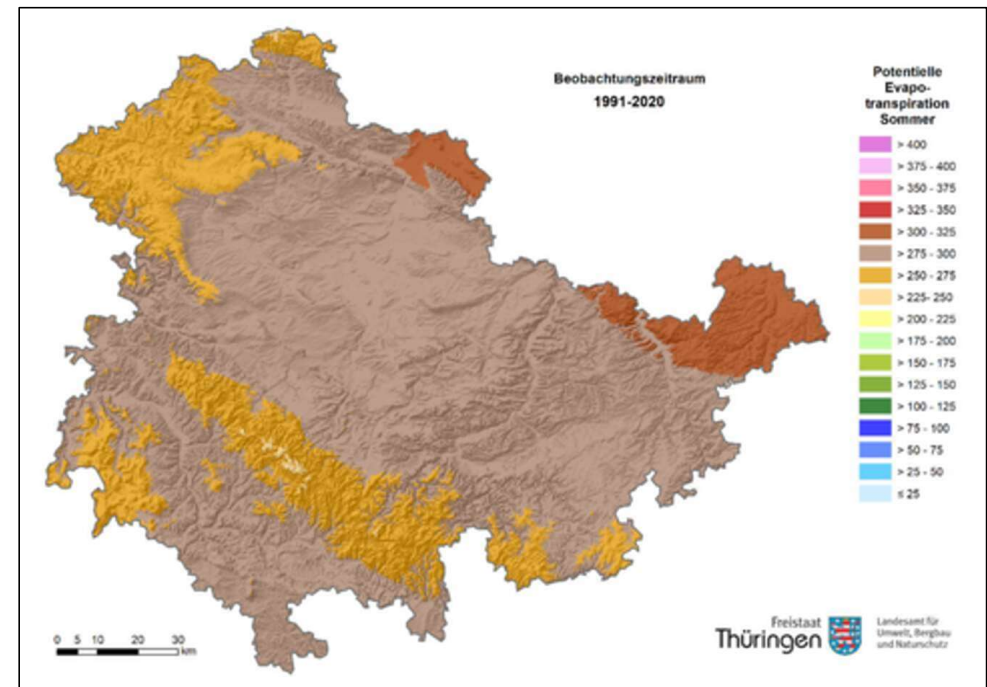
Potentielle Verdunstung – meteorol. Sommer

1961 - 1990



261 mm

1991 - 2020



284 mm

+9 %