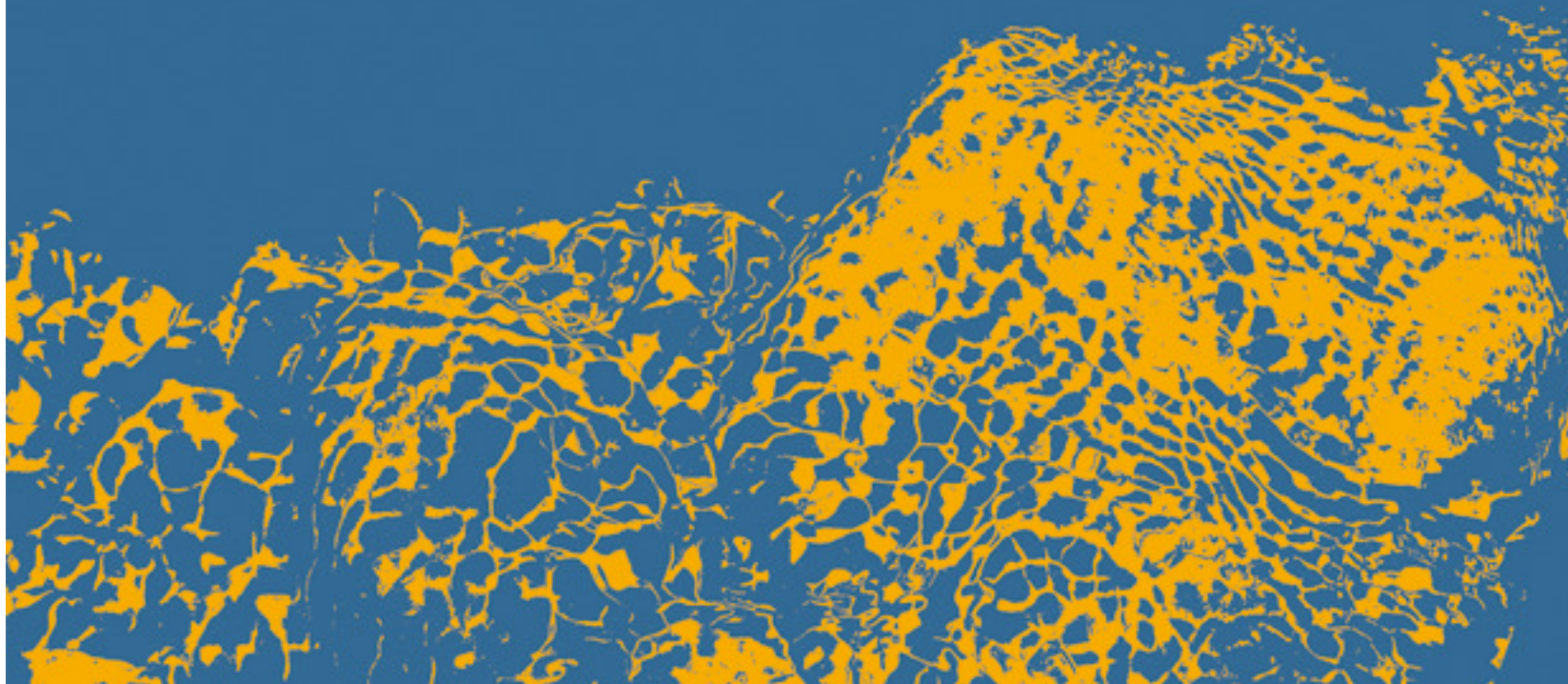




# Klimawandel in Bayern: Messbare und zukünftige Veränderungen in der Oberpfalz

H. Komischke / Referat 81



# KLIWA – Warum beschäftigt sich die Wasserwirtschaft mit dem Klimawandel?

„normaler“ März/ April 1971-2000

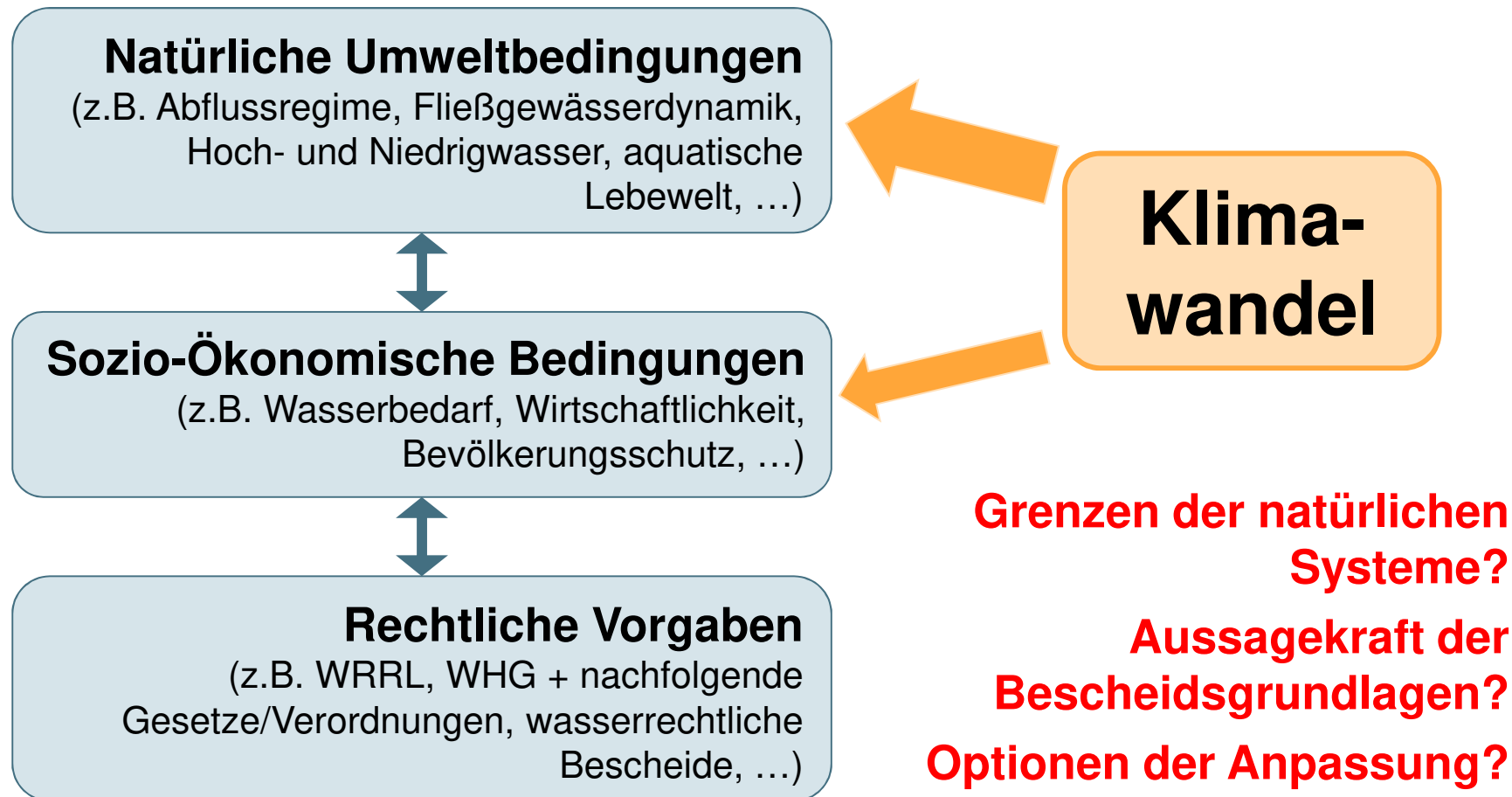


„normaler“ März/ April nach 2000

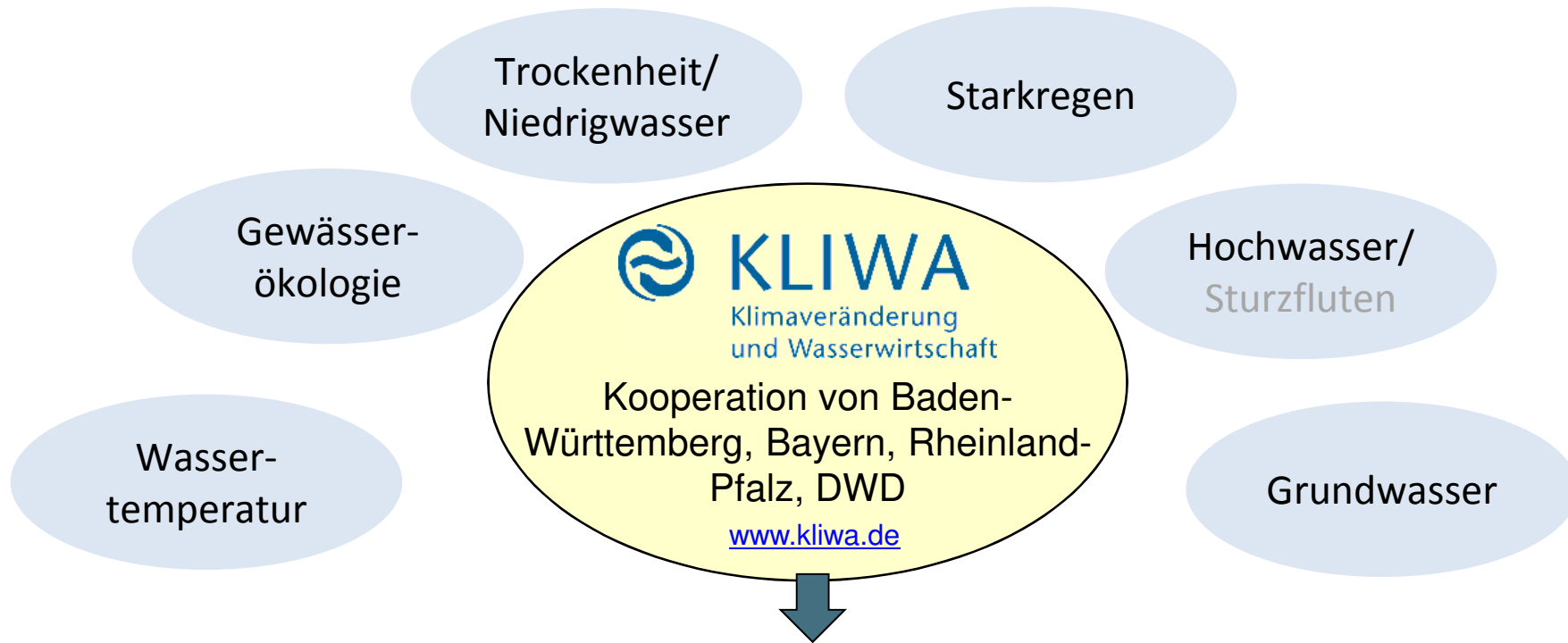


## Die Wasserwirtschaft passt sich seit jeher beständig an

Warum muss sie sich mit dem KW gesondert beschäftigen?



## Klimaänderung → Auswirkung auf:



## Ausmaß, Auswirkungen, Anpassung?

→ Handlungsauftrag: Bearbeitung und Kommunikation  
→ Fokussierung Aussagen auf BY: Ergebnisse von Projekten,  
Länderabstimmungen, Zuarbeit WRRL/HWMRL, BayKLAS/Indikatoren

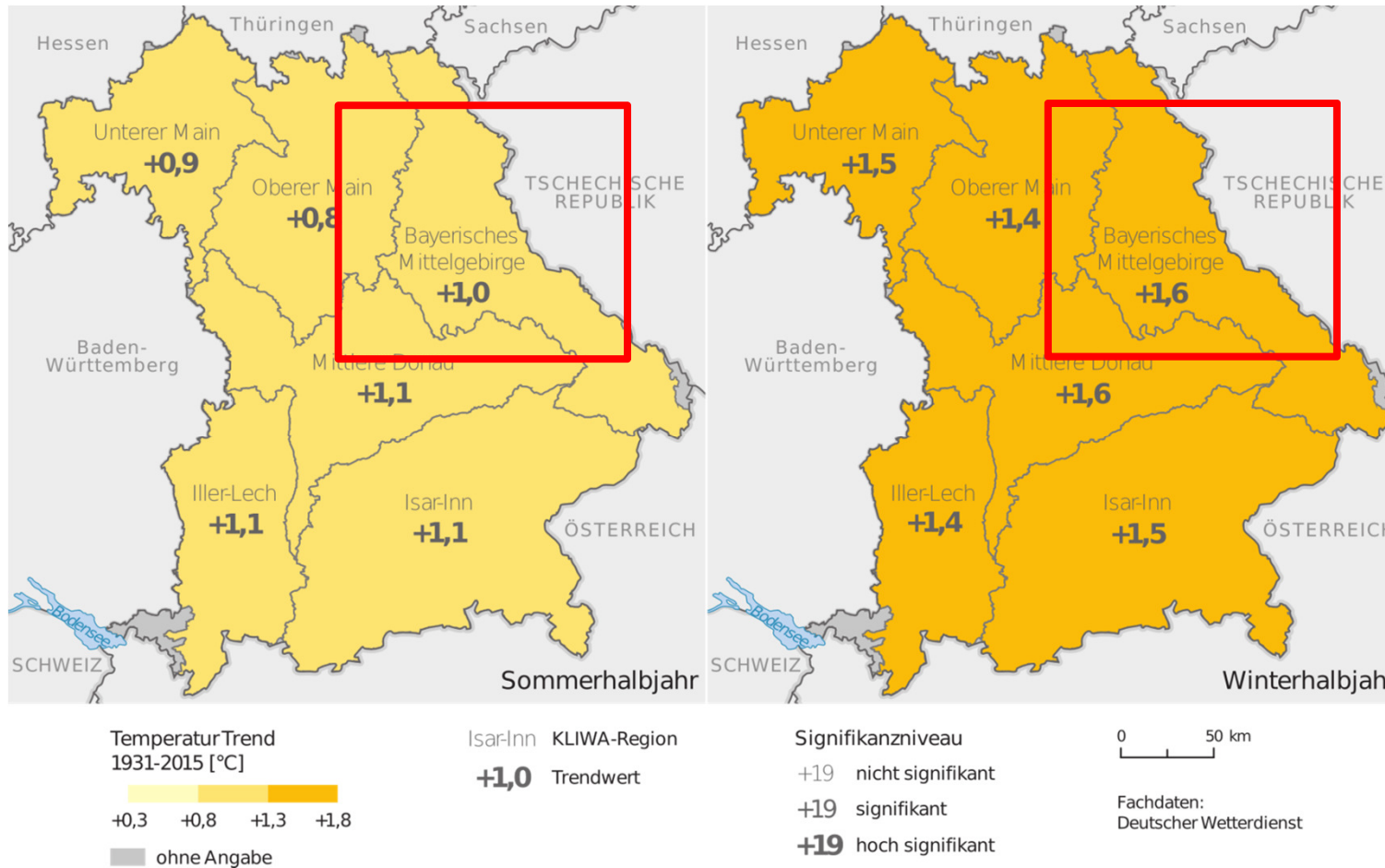
## Klimawandel in Bayern

### - Welche Veränderungen messen wir bereits?

- Temperatur, Niederschlag
- Wassertemperatur
- Abflüsse



## Was hat sich geändert? – Temperatur in Bayern



**Seit 1951:**  
**+8 Hitzetage (5)**

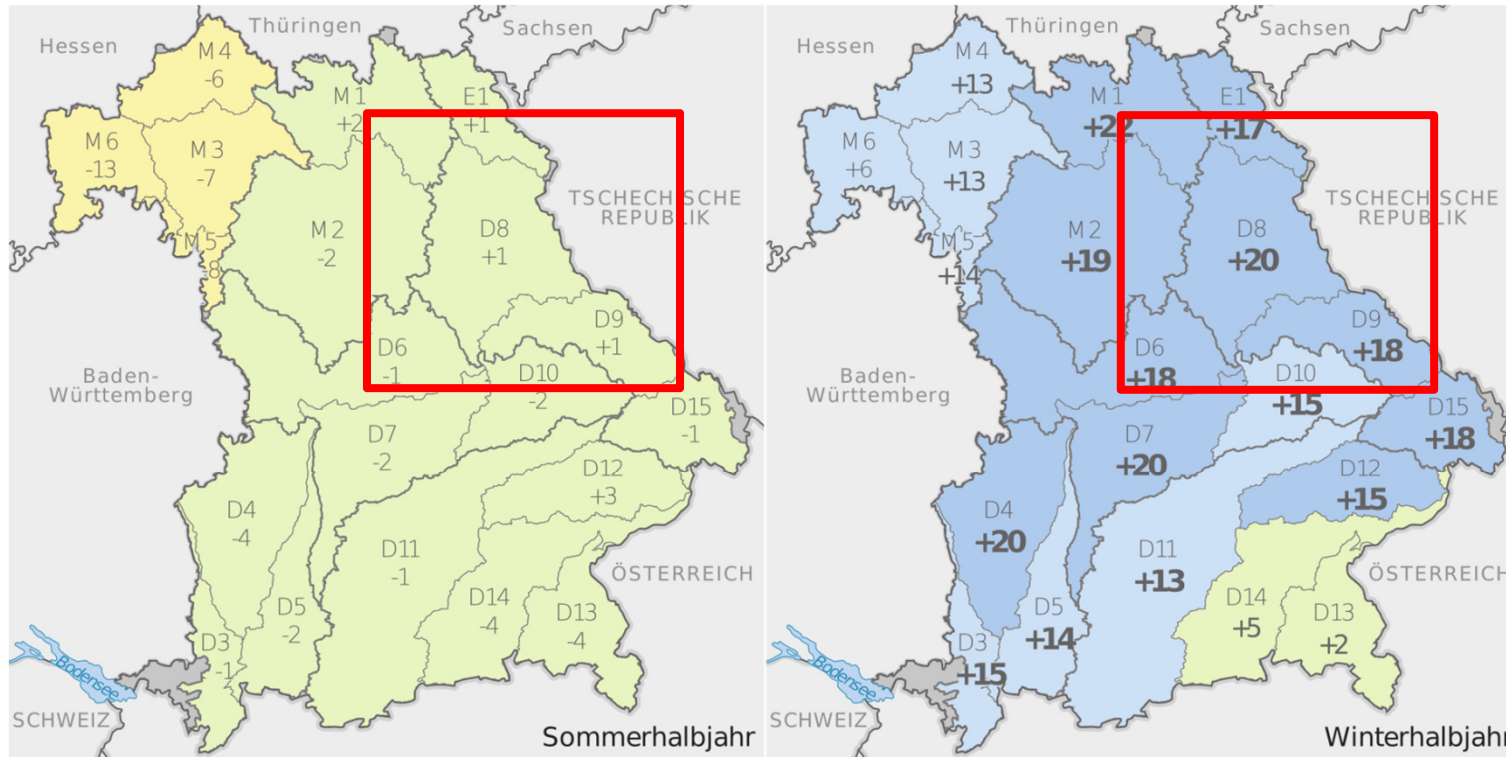
**+20 Sommer-  
tage (32)**

**-28 Frosttage  
(111)**

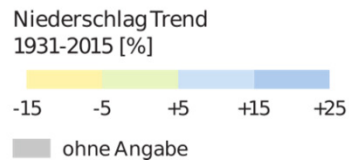
**-14 Eistage  
(35)**

**-22 Schneetage  
(63)**

## Was hat sich geändert? – Niederschlag in Bayern



→ Aber nach 2000 eher trockene Winter, Trend bereits reduziert

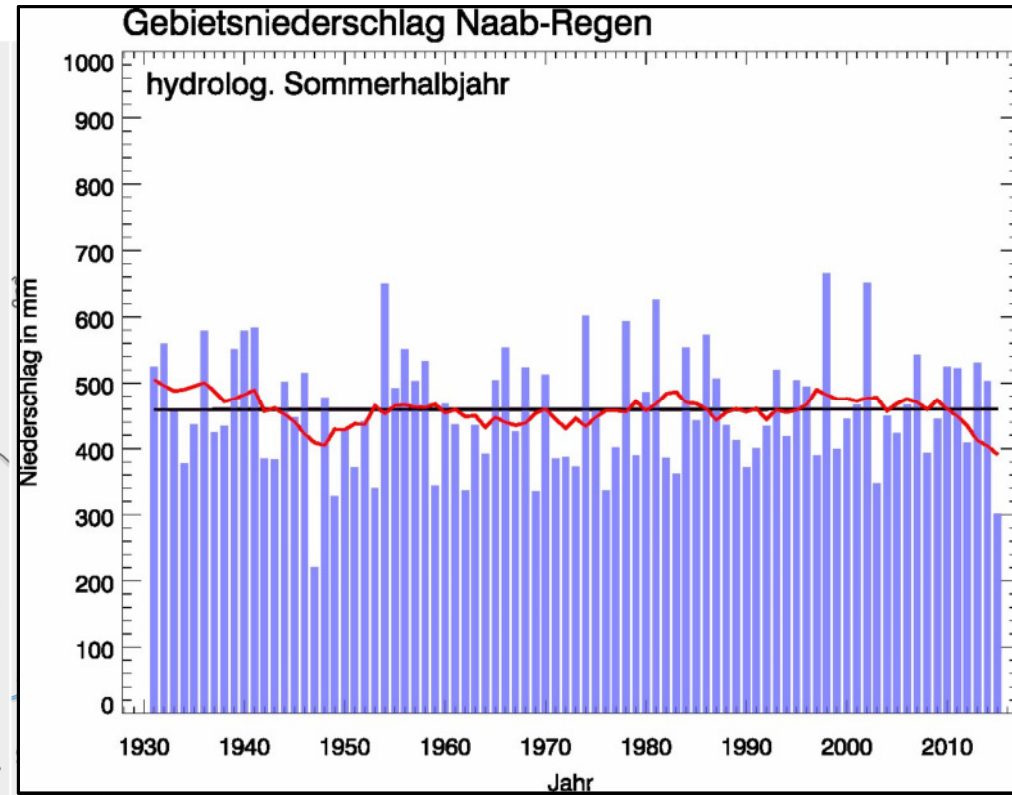
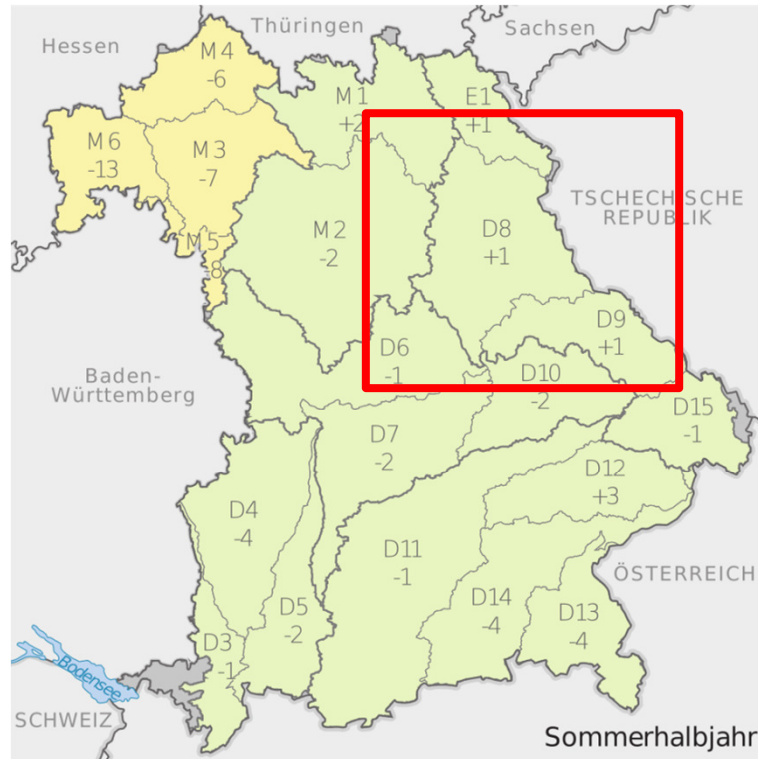


D11 KLIWA-Untersuchungsgebiet  
+19 Trendwert

Signifikanzniveau  
+19 nicht signifikant  
+19 signifikant  
**+19** hoch signifikant

0 50 km  
Fachdaten:  
Deutscher Wetterdienst

# Was hat sich geändert? – Niederschlag in Bayern



Niederschlag Trend  
1931-2015 [%]

-15   -5   +5   +15   +25

ohne Angabe

D11 KLIWA-Unter-  
suchungsgebiet  
+19 Trendwert

Signifikanzniveau

+19 nicht signifikant

+19 signifikant

**+19** hoch signifikant

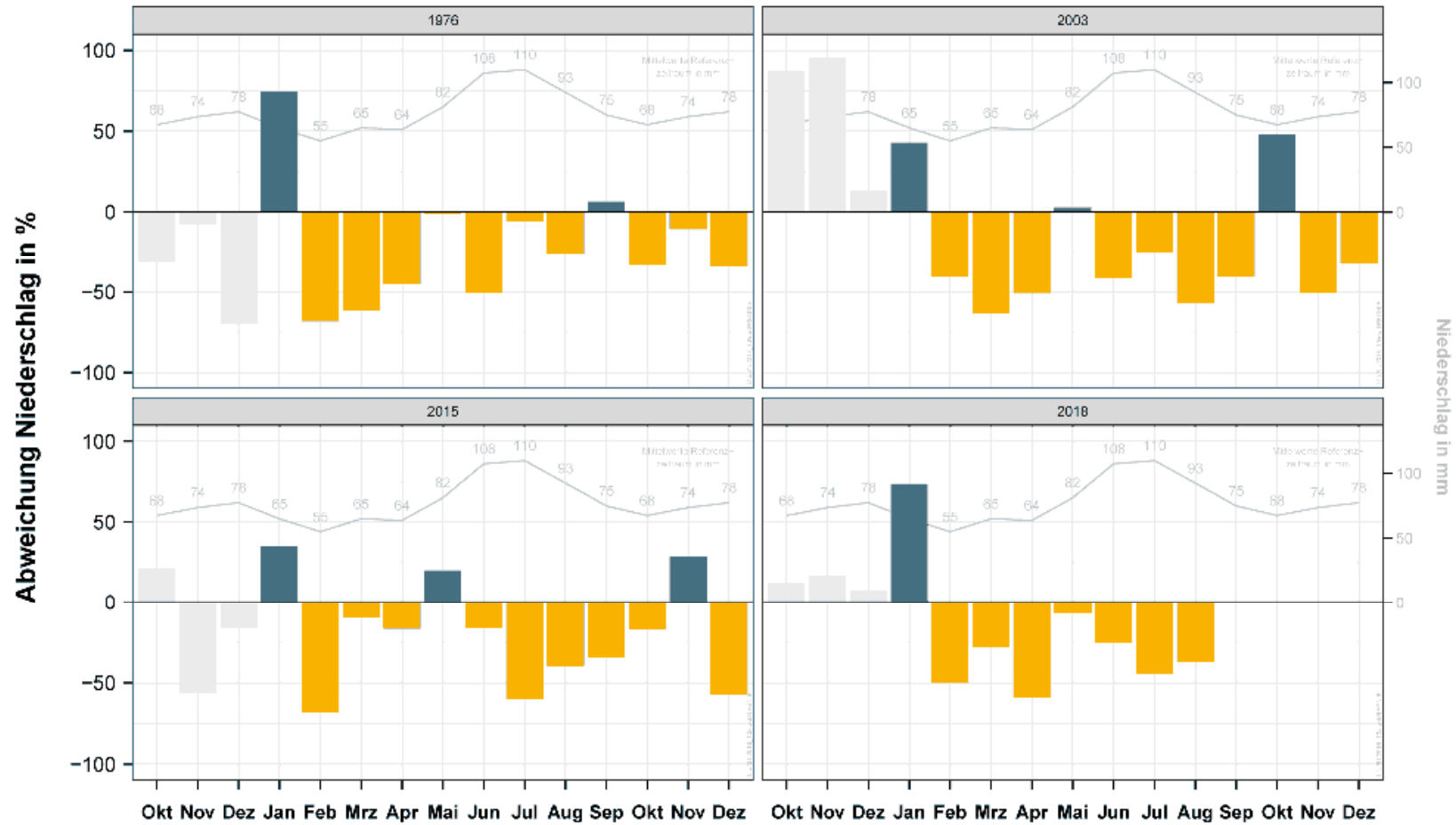
0   50 km

Fachdaten:  
Deutscher Wetterdienst



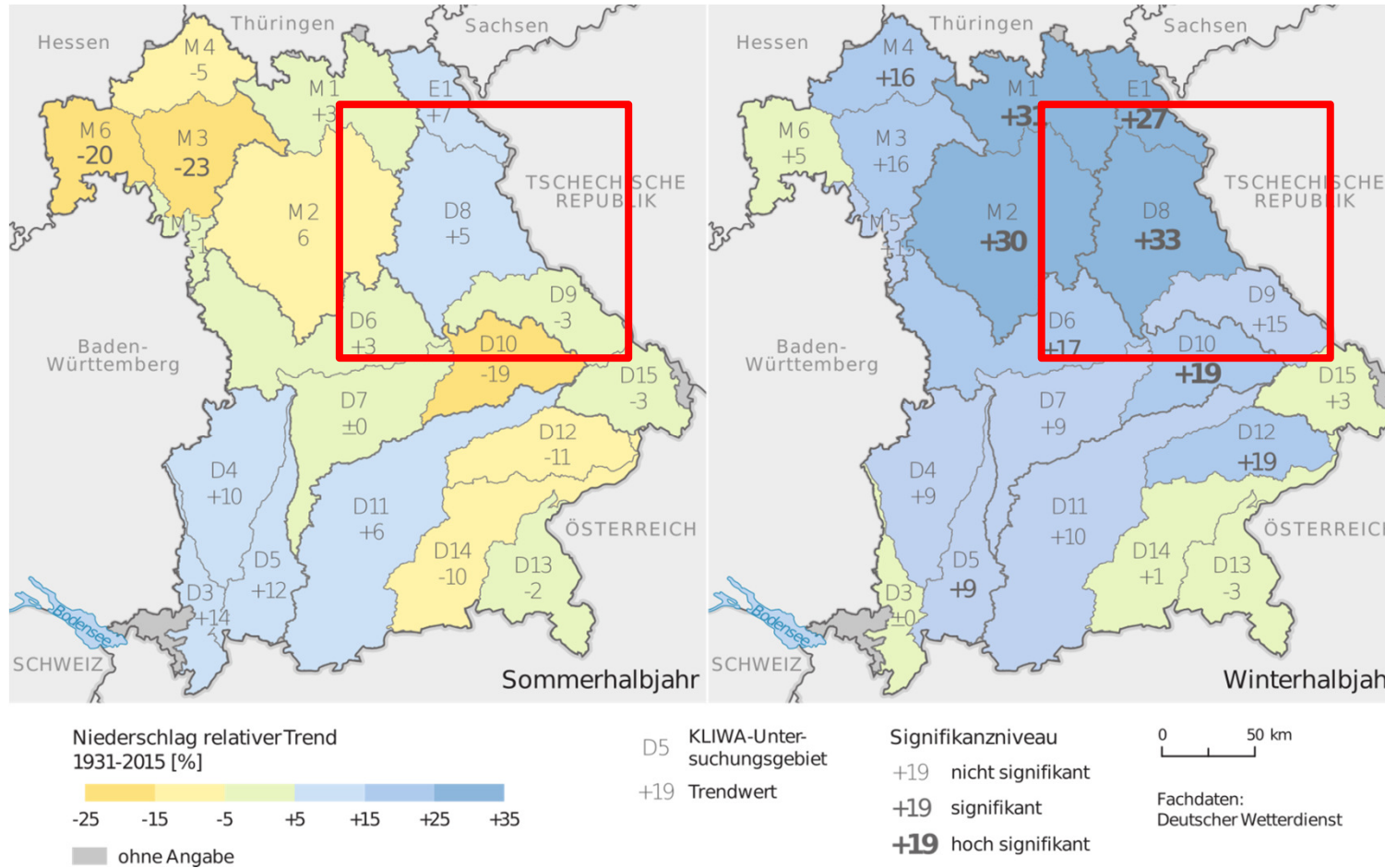
# Niederschlag 2018 in Bayern (Oberpfalz i.V.)

Relative Abweichung der Monatssummen  
zum Referenzzeitraum (1971–2000)



Niederschlag ■ Vorjahr ■ überdurchschnittlich ■ unterdurchschnittlich

## Was hat sich geändert? – Dauerregen (24h) in Bayern

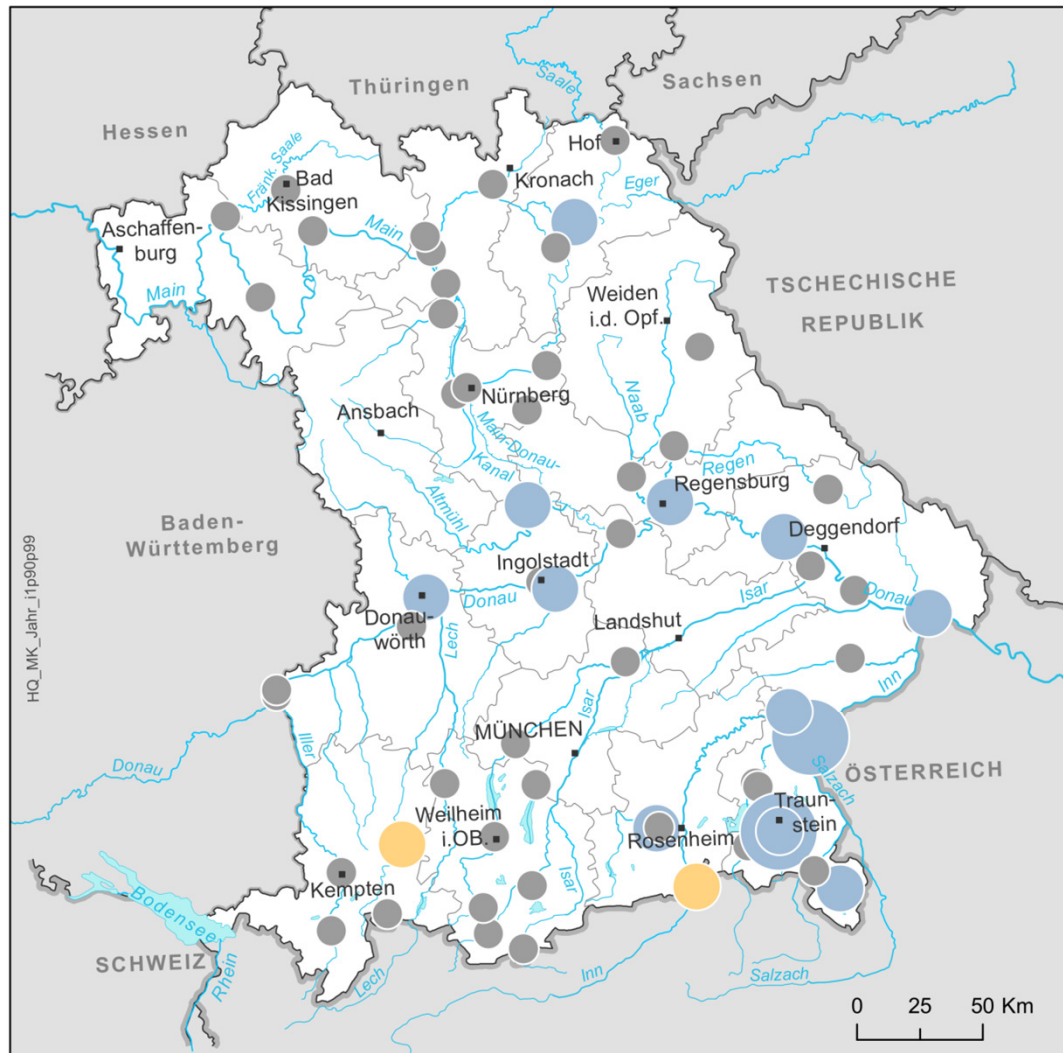


Ergebnisse aufbereitet in Bericht: [Sturzfluten und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016](#)

## Was hat sich im Wasserhaushalt getan?



## Abflüsse in der Vergangenheit – Hochwasser



**Beispiel:** Trend des **HQ** im hydrologischen Jahr 1931-2015

**→ Tendenzielle Zunahme der Hochwasserabflüsse**

**Trend Hochwasserabfluss HQ im hydr. Jahr (Nov-Okt)**

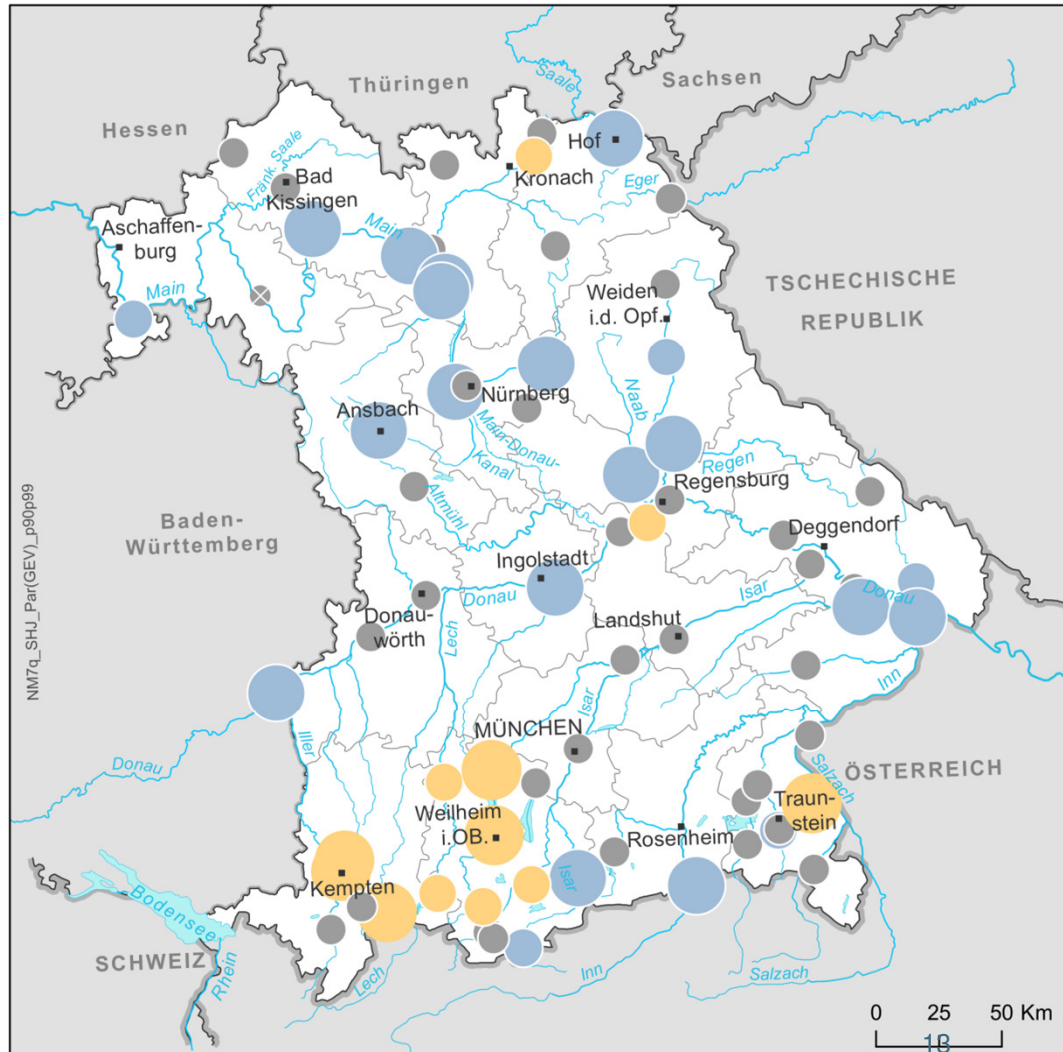
-  zunehmend, hoch signifikant
-  zunehmend, signifikant
-  kein signifikanter Trend
-  abnehmend, signifikant
-  abnehmend, hoch signifikant

Trendanalyse: Mann-Kendall  
bei 90/99 % Signifikanz



## Abfluss in der Vergangenheit – Niedrigwasser

Beispiel: Trend des **NM7Q** im  
hydrologischen SHJ  
Messbeginn - 2015

→ Überwiegend Zunahme  
von NM7Q -> WaWi-  
Beeinflussung



Trend Niedrigwasserabfluss NM7Q  
im WHH-Sommerhalbjahr (Apr-Sep)

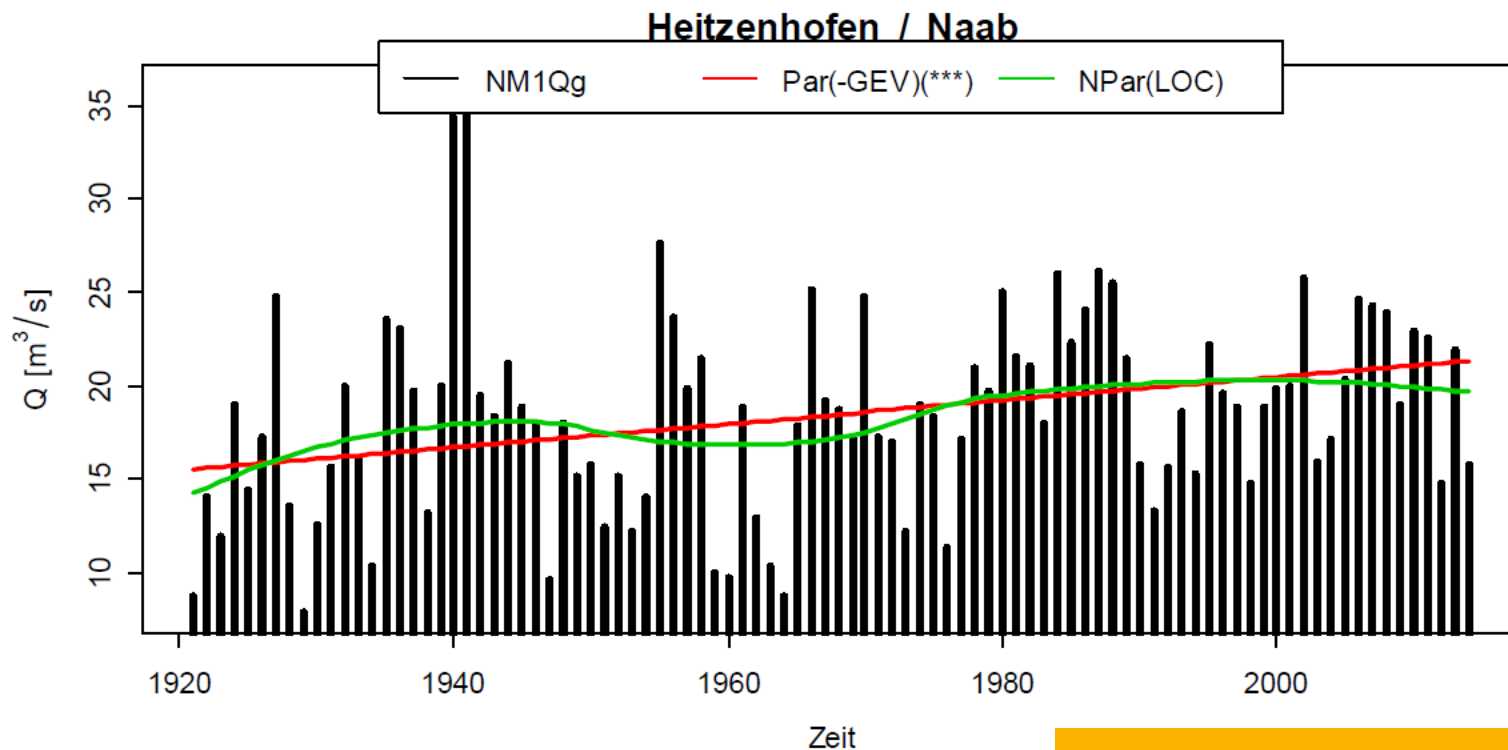
-  zunehmend, hoch signifikant
-  zunehmend, signifikant
-  kein signifikanter Trend
-  abnehmend, signifikant
-  abnehmend, hoch signifikant
-  kein Trend berechnet

Trendanalyse: Weibull-Verteilung  
bei 90/99 % Signifikanz

## Abfluss in der Vergangenheit – lokal / Niedrigwassertrend

### Pegel Heitzenhofen/Naab (Nr. 1400800)

Jährlicher Niedrigwasserabfluss NQ(J) – Wasserhaushaltsjahr April bis März bis 2015



Signifikant zunehmend:  
 $\sim +0,46 \text{ m}^3/\text{s}$  pro Dekade

**Achtung:**  
**Wasserwirtschaftliche**  
**Beeinflussung!**

## WASSERTEMPERATUR – Was haben wir bisher schon gemessen?



# Was hat sich geändert? – Wassertemperaturen in Bayern





## Beispiel: Mittlere jährliche Wassertemperatur



**→ Die Gewässer sind wärmer geworden**

Ursachen: menschl. Nutzung **und** Klimawandel

**Trend der mittleren jährlichen Wassertemperatur 1951-2015**

-  zunehmend, hoch signifikant
-  zunehmend, signifikant
-  kein signifikanter Trend
-  abnehmend, signifikant
-  abnehmend, hoch signifikant

**→ Auswirkungen auf Gewässerökologie!?**

-  Oberpfalz
-  Oberfranken



## Zusammenfassung Trends in der Vergangenheit / Oberpfalz

- Es ist bereits wärmer geworden, deutlich weniger Frosttage, mehr Hitzetage
- Winter niederschlagsreicher; Sommer nicht eindeutig
- Gewässer sind auch wärmer geworden (Nutzung & Klimawandel)
- Mittlerer Abfluss nur gering verändert
- Hochwasserabflüsse keine klaren Veränderungen
- Niedrigwasserabflüsse, klare Zunahmen oder keine Veränderung (Nutzung & Klimawandel)

## Beispiel: Niedrigwasser Pilotstudien in Bayern



## Wieso Fallstudien?



Materialsammlung zu Auswirkungen des Klimawandels in BY vorhanden, doch Fallstudien bieten:

- Beantwortung lokaler Fragestellungen
- Auswirkungen Klimawandel auf ausgewählte Nutzungen
- Sensitivität
- Grundlage für Handlungsoptionen
- Methodentest

Ergebnisse für BY → lokale Aussagen/Ergebnisse

## Pilotstudie Niedrigwasser Sächsische Saale und Naab



Veröffentlichung in  
Vorbereitung Ende  
2018

Welche Auswirkungen hat zukünftiges/  
extremes Niedrigwasser auf:

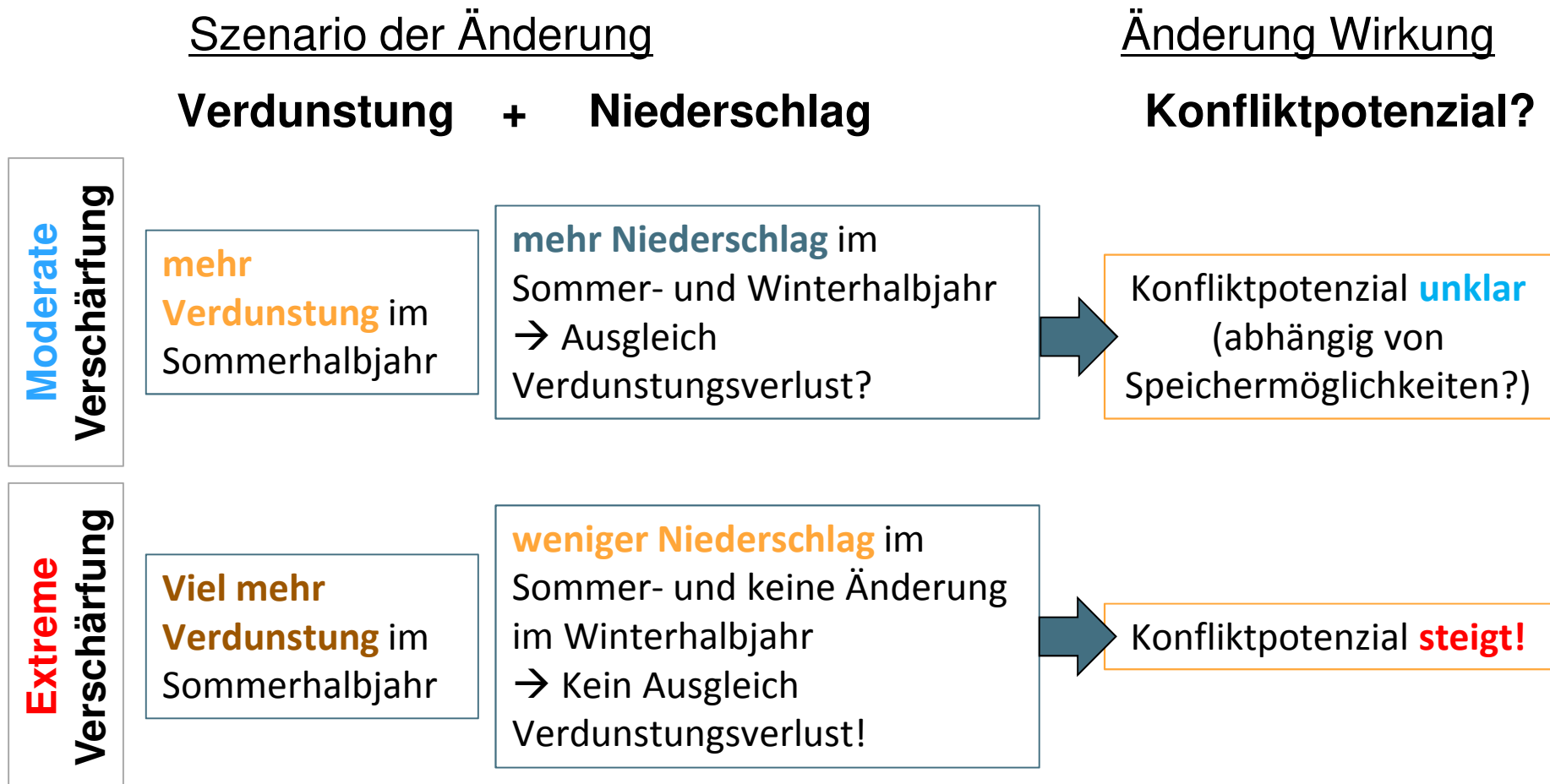
- Abflussgeschehen,
- Speicherbewirtschaftung,
- Gewässerökologie/ Flussperlmuschel,
- Teichwirtschaft,
- Wasserkraft,
- Abwassereinleitung?

**Zusammenarbeit mit WWA HO und WEN**

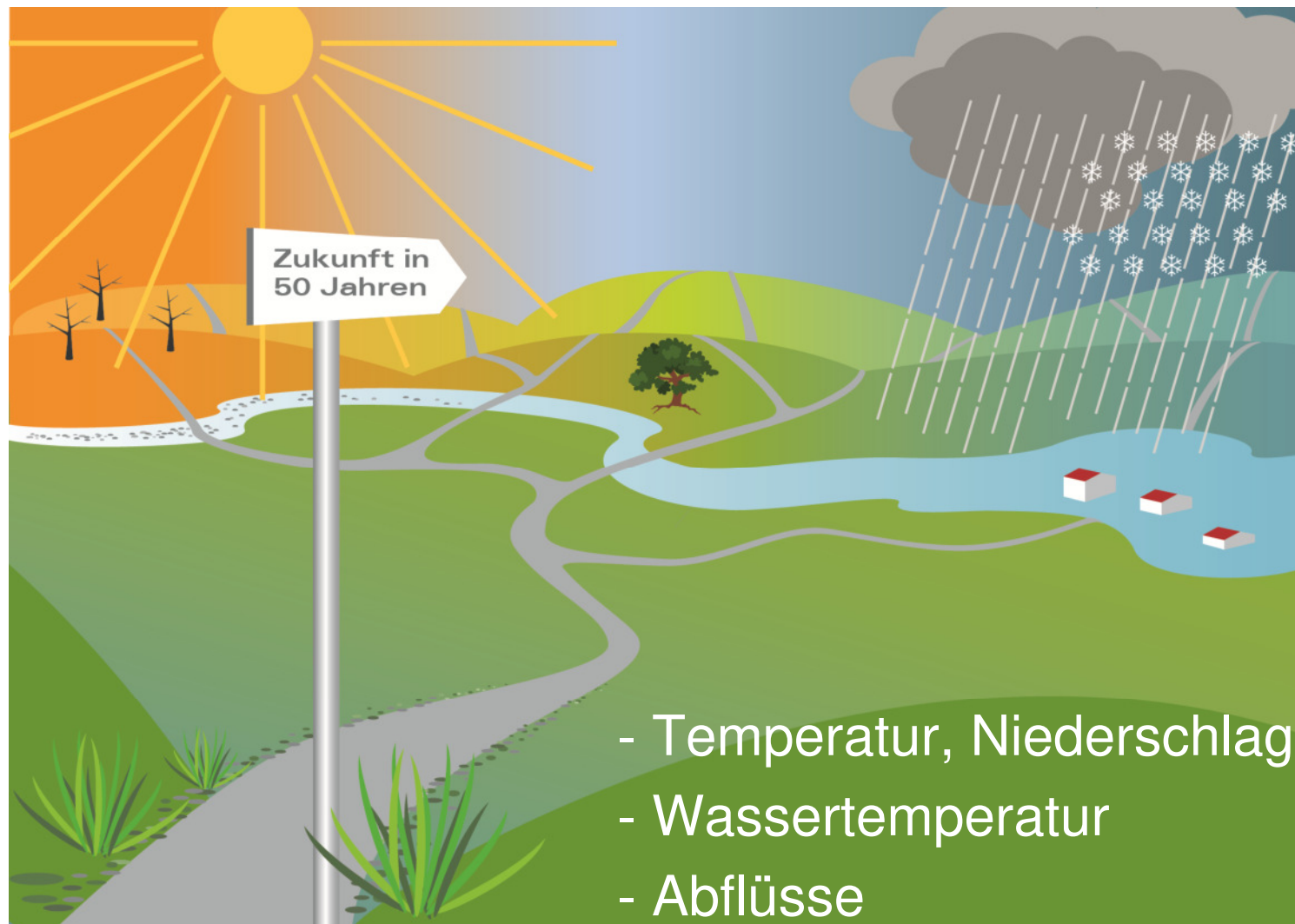
- **Ausgewählte Niedrigwasserszenarien und Stresstest**
- **Workshops und Handlungsoptionen**

## Beispielerggebnis: Konfliktpotenzial in der Teichwirtschaft

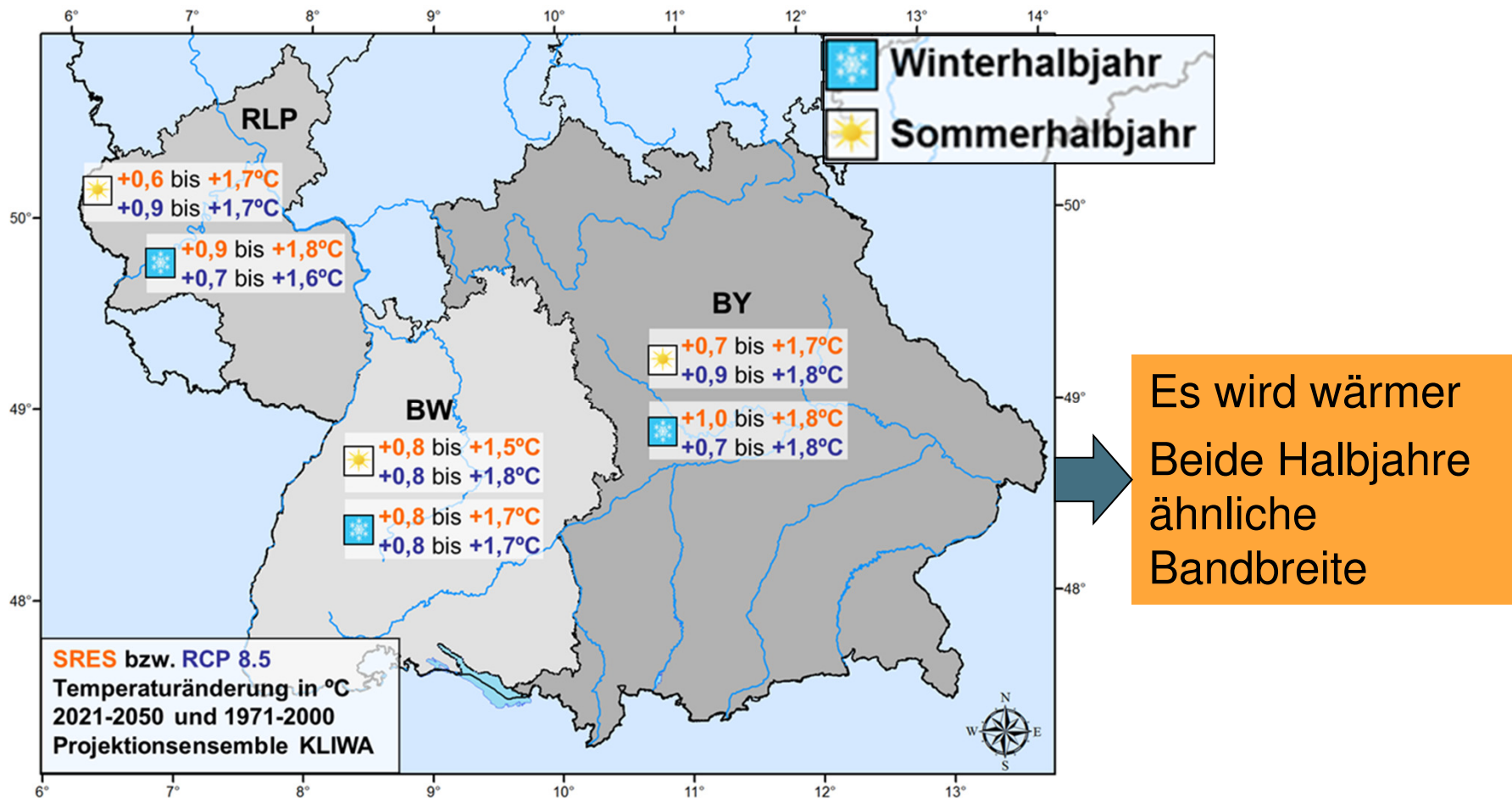
Auswirkung ausgewählter Niedrigwasserszenarien auf **Wasserbilanz**



## Klima und Wasser – Wie wird die Zukunft?

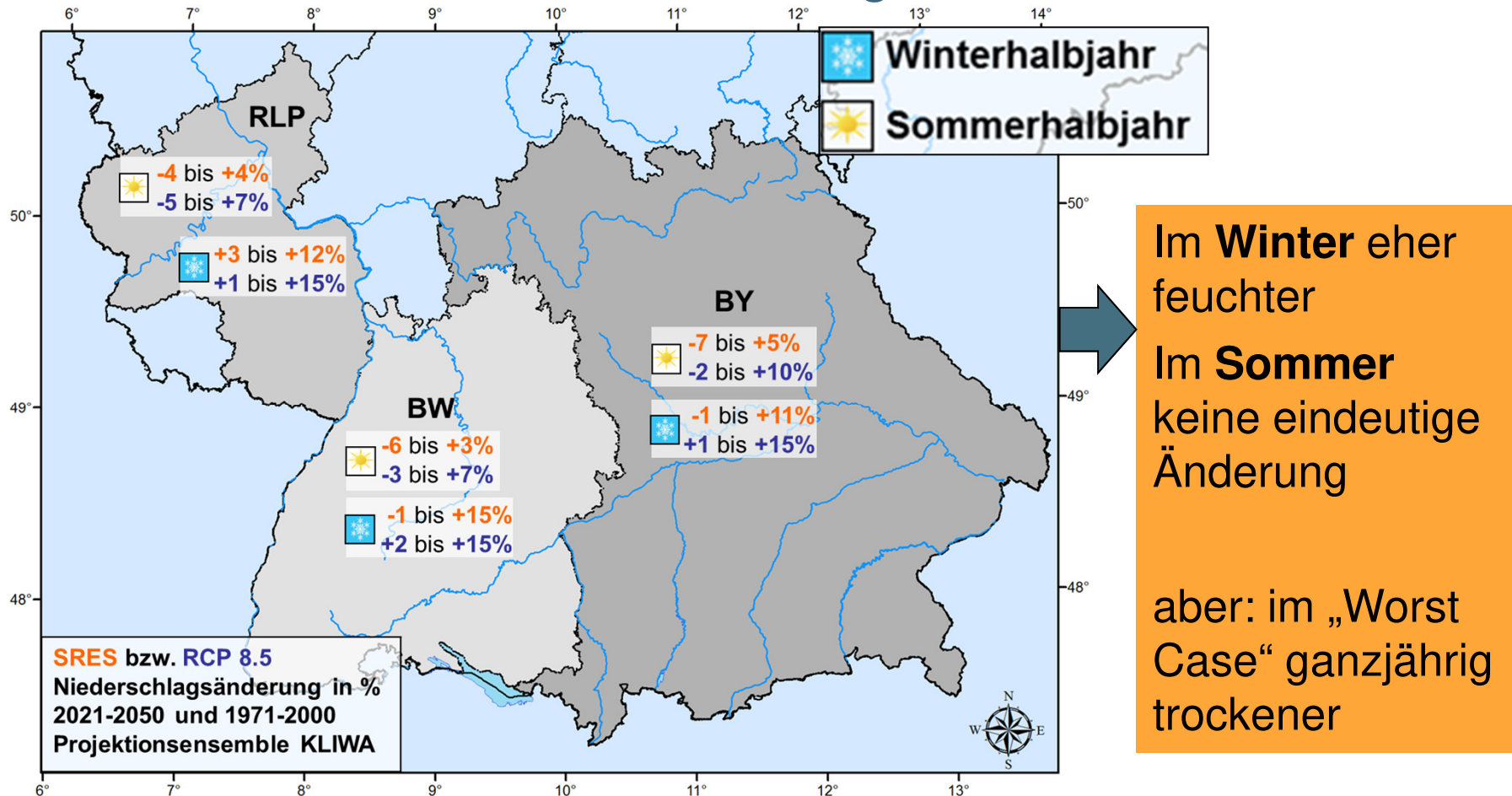


## Wie wird die Zukunft? - Lufttemperatur



Entwicklung der Lufttemperatur im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr (2021-2050 vs. 1971-2000), für 2 Generationen von Klimaprojektionen

## Wie wird die Zukunft? - Niederschlag



Entwicklung der Gebietsniederschläge im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr (2021-2050 vs. 1971-2000), für 2 Generationen von Klimaprojektionen



## Was bedeutet dies für die Verdunstung?

Beispiel für Oberpfalz:

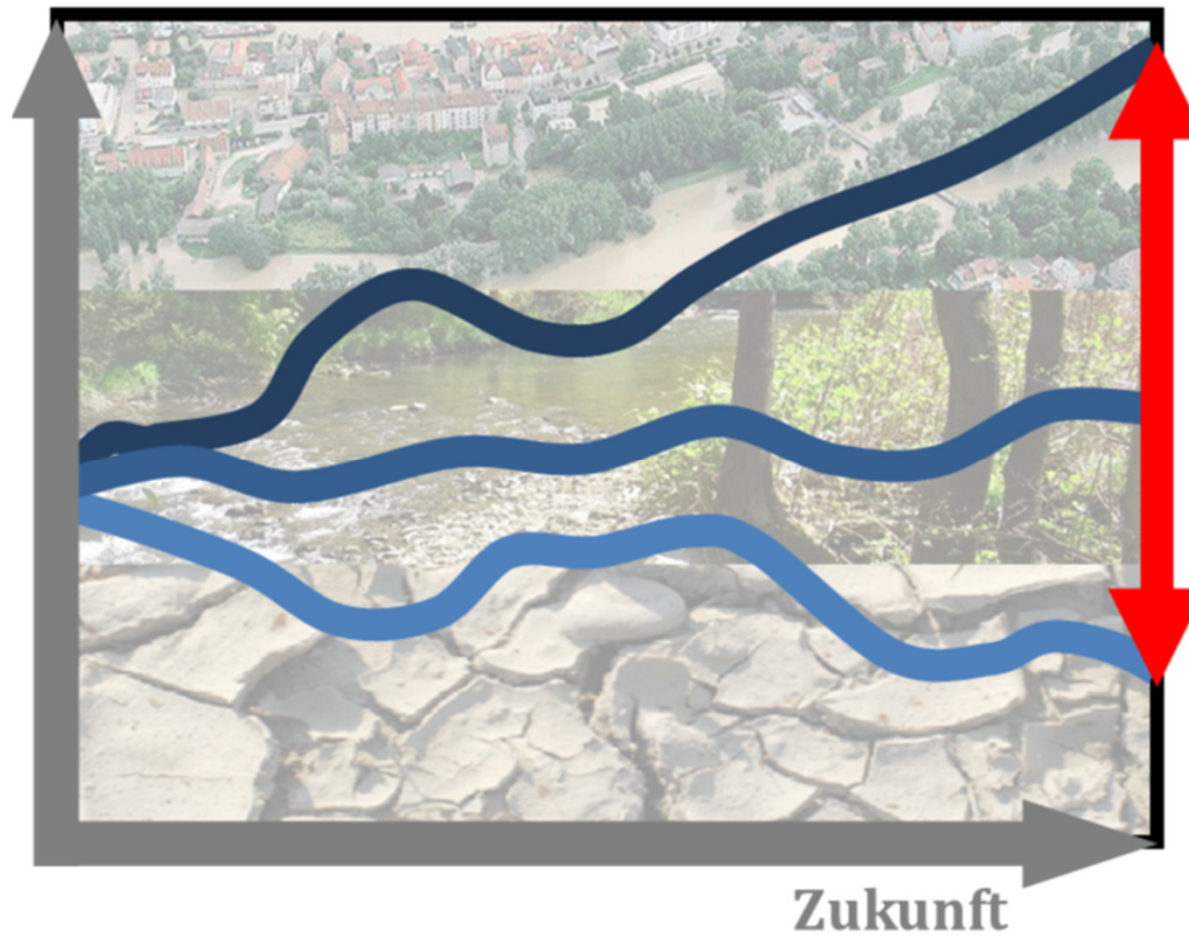
Veränderung der Jahresverdunstung gegenüber 1971-2000

	2021-2050	2071-2100
Min.	+1 %	+9 %
Median	+6 %	+16 %
Max.	+11 %	+ 22%

9RCP8.5

**→ Klare Zunahme der Verdunstungssummen**

## Vom Klima zum Abfluss – Hochwasser oder Trockenheit?



?

Aussagen zu:

- Abflusskennwerten
- Verdunstung
- Schnee
- ...

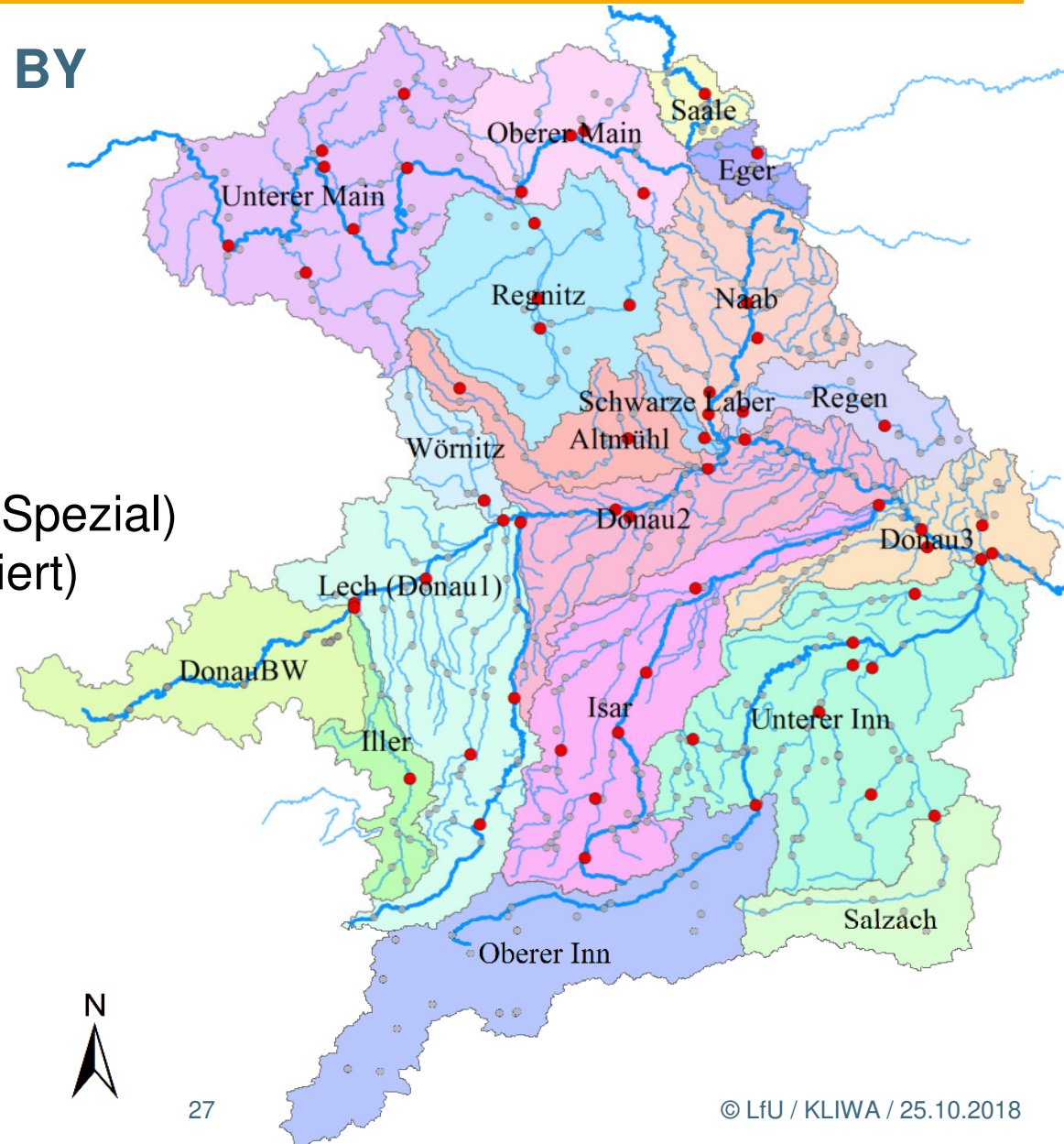
## Abfluss in der Zukunft - BY

Klimaprojektionen ->  
18 Wasserhaushaltsmodelle  
(WaSiM; 1d/1x1km)

**Rot:** 60 Auswertepiegel (LfU-Spezial)  
**Grau:** ca. 400 Pegel (modelliert)

### Auswertezeiträume

- 2021-2050 vs. 1971-2000
- 2041-2070 vs. 1971-2000
- 2071-2100 vs. 1971-2000
- 1971-2100 vs. 1971-2000



# Abfluss in der Zukunft – BY / Niedrigwasserabflüsse

Projizierte Veränderung des MNQ in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000

im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Apr. - Sep.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

→ unklar

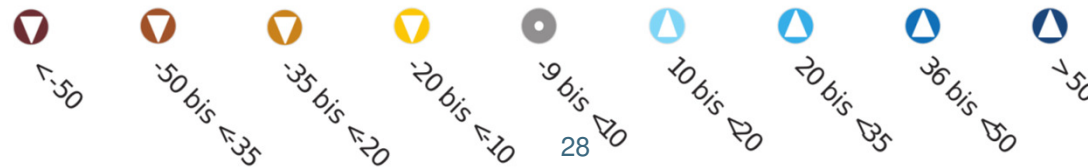


Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %



# Abfluss in der Zukunft – BY / Hochwasserabflüsse

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000

im Winterhalbjahr des hydrologischen Jahres (Nov. - Apr.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

**→ eher Zunahmen**

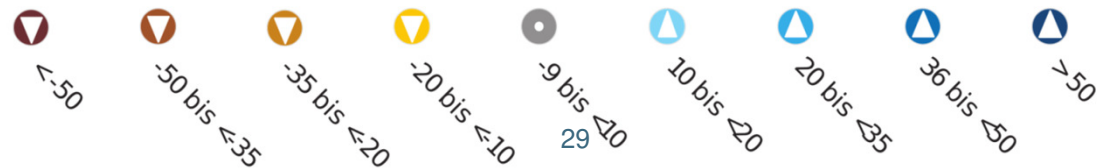


Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %



## Zukünftige Klimaentwicklung BY

**bis 2021-2050**

- **Winter niederschlagsreicher**
- **Sommer trockener** (gleichbleibender Niederschlag bei höherer Temperatur)
- deutlich **weniger Frosttage**
- **mehr Hitzetage**
- **längere Trockenperioden**
- Verlängerung frostfreier Vegetationsperiode
- vermehrt heftige Gewitter, Platzregen, Dürren und Stürme
- Fortsetzung / Verstärkung bis Ende des Jahrhunderts

 **Auswirkung auf Wasserhaushalt?**

## Zukünftige Entwicklung der Abflüsse in BY

**bis 2021-2050**

- **MQ, MHQ**

- Überwiegend Zunahmen im hydrologischen Jahr und Winterhalbjahr
- Nördlich der Donau überwiegend Zunahmen, südlich der Donau tendenziell Abnahmen im hydrologischen Sommerhalbjahr
- **Oberpfalz** ebenfalls Zunahmen im Winter und auch im Sommer!

- **MNQ**

- Tendenziell Zunahmen im Wasserhaushaltsjahr und Winterhalbjahr
- Abnahmen südlich und entlang der Donau im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres, sonst tendenziell Zunahmen
- **Oberpfalz** auch Zunahmen im Winter, im Sommer unklar

**Ausblick bis 2100: Tendenzen schwächen sich ab, besonders Abnahmen im Sommer bei MQ / MNQ!  
Aber: worst case -> generell Abnahmen!**

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**



- Weitere Informationen / Abbildungen / Auswertungen und Publikationen unter:
  - [www.kliwa.de](http://www.kliwa.de)
  - [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de) -> Wasser -> Wasserhaushalt und Klimawandel