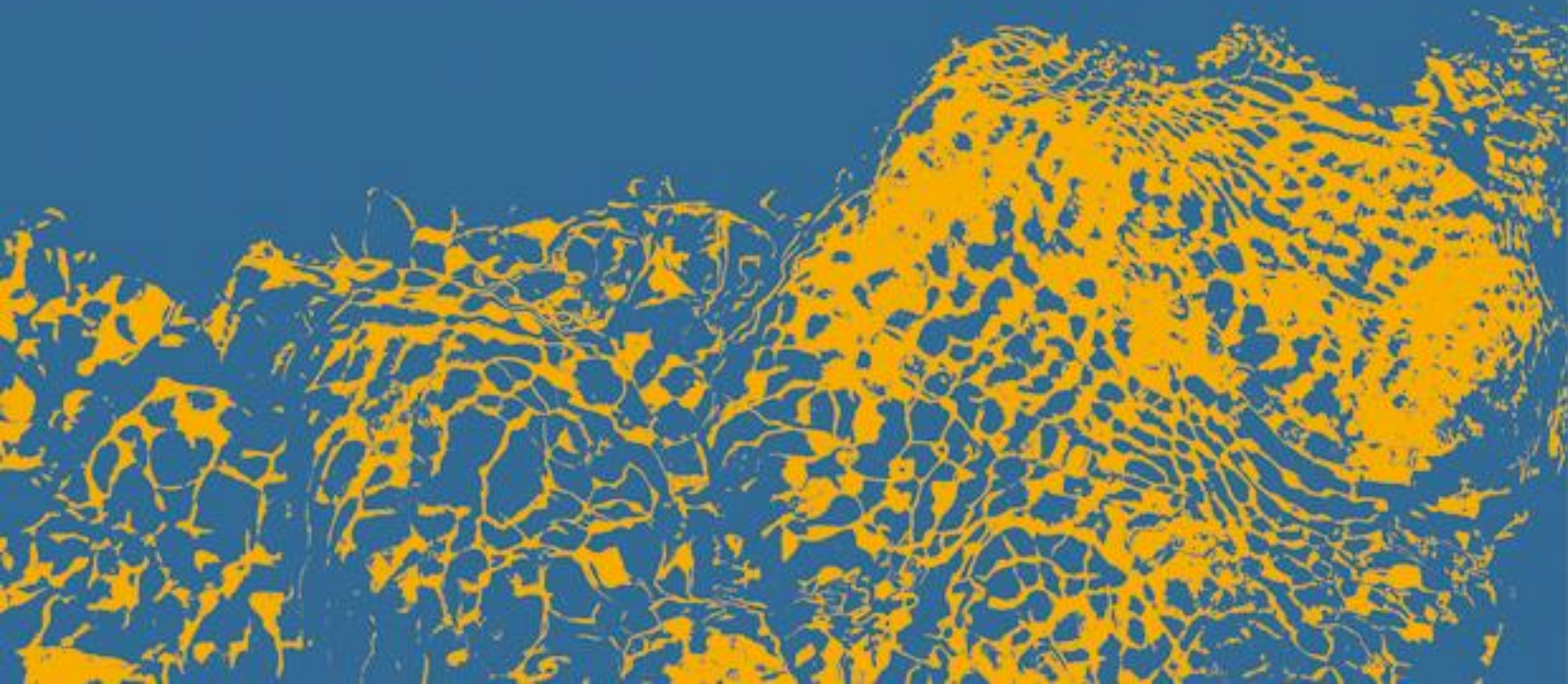
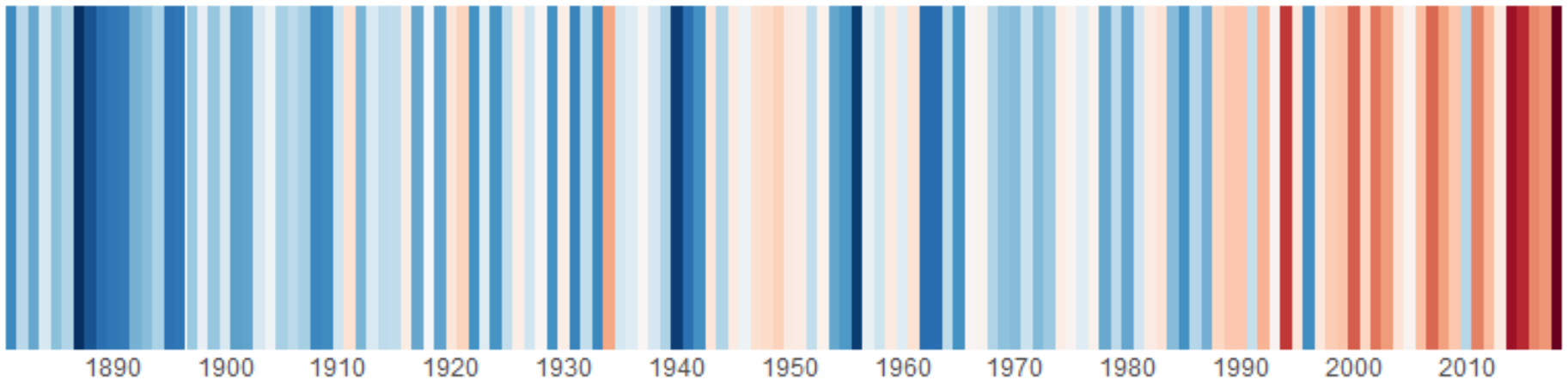


Klimawandel Veränderungen in Niederbayern

für das LfU: Manuel Wifling / Referat 81



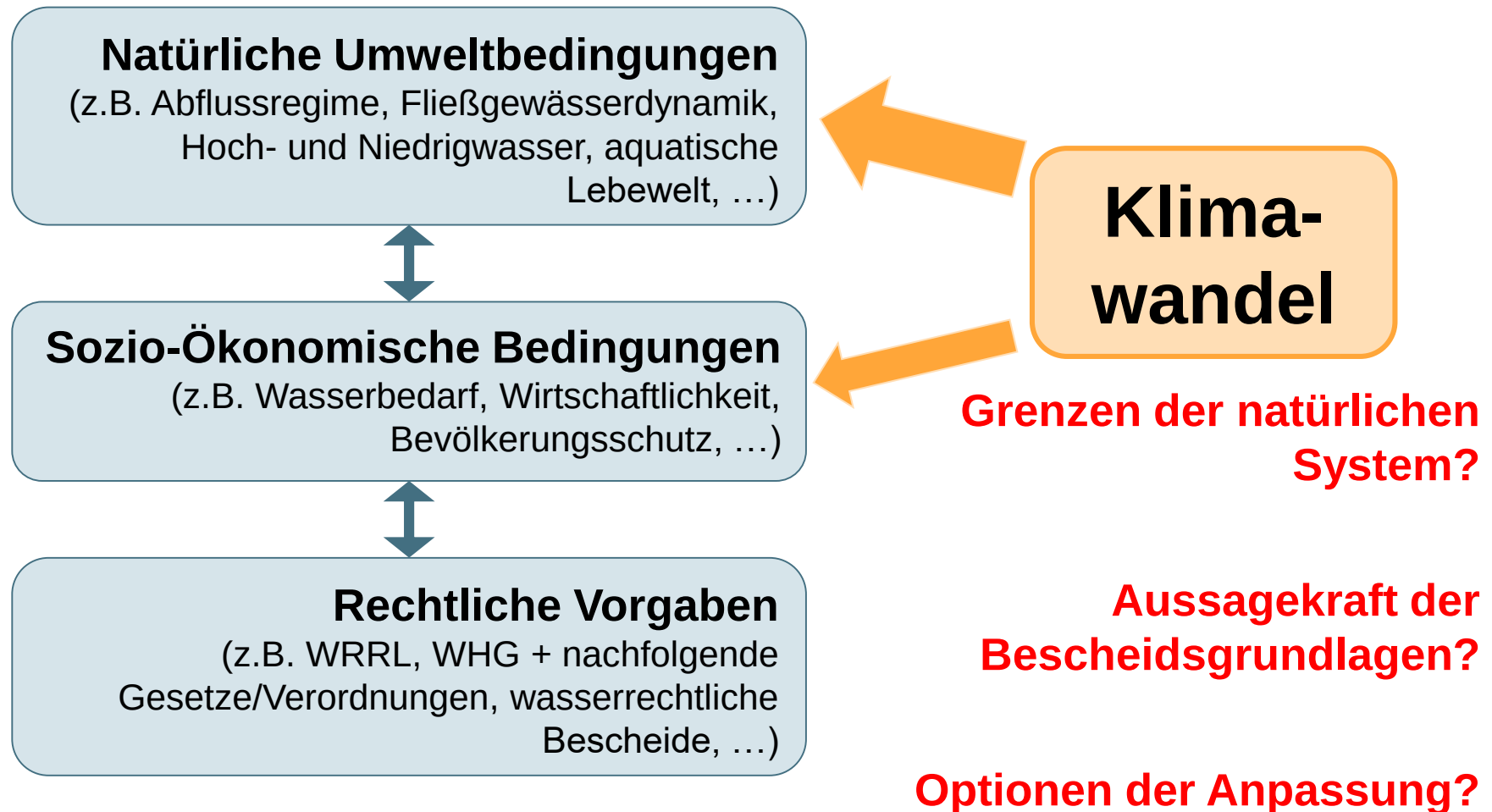
Jährliche Temperaturen in Bayern 1881-2018



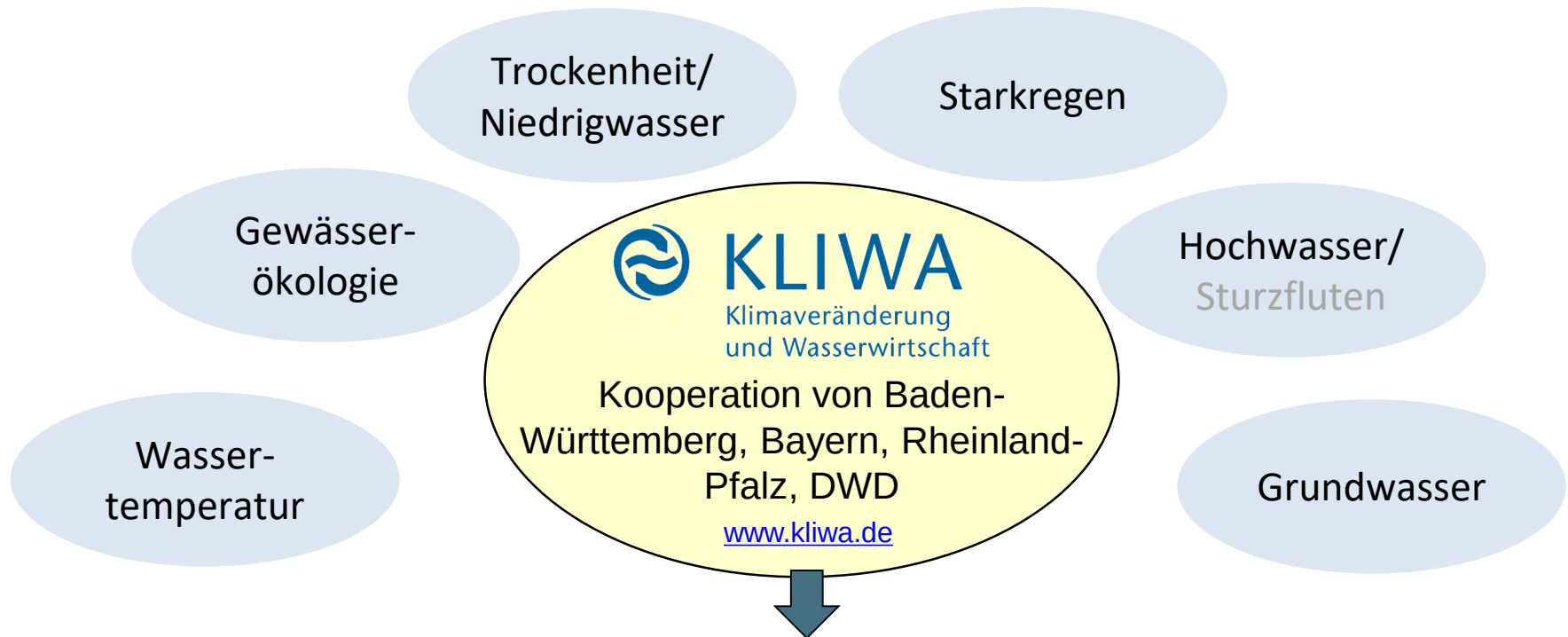
Farbskala von sehr kühl (dunkelblau) bis sehr warm (dunkelrot)

Erstellt nach: <http://www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-strips/#more-5516>

KLIWA – Warum beschäftigt sich die Wasserwirtschaft mit dem Klimawandel?



Klimaänderung → Auswirkung auf:



Ausmaß, Auswirkungen, Anpassung?

- Handlungsauftrag: Bearbeitung und Kommunikation
- Fokussierung Aussagen auf BY: Zuarbeit WRRL/HWMRL, BayKLAS/Indikatoren

Klimawandel in Bayern

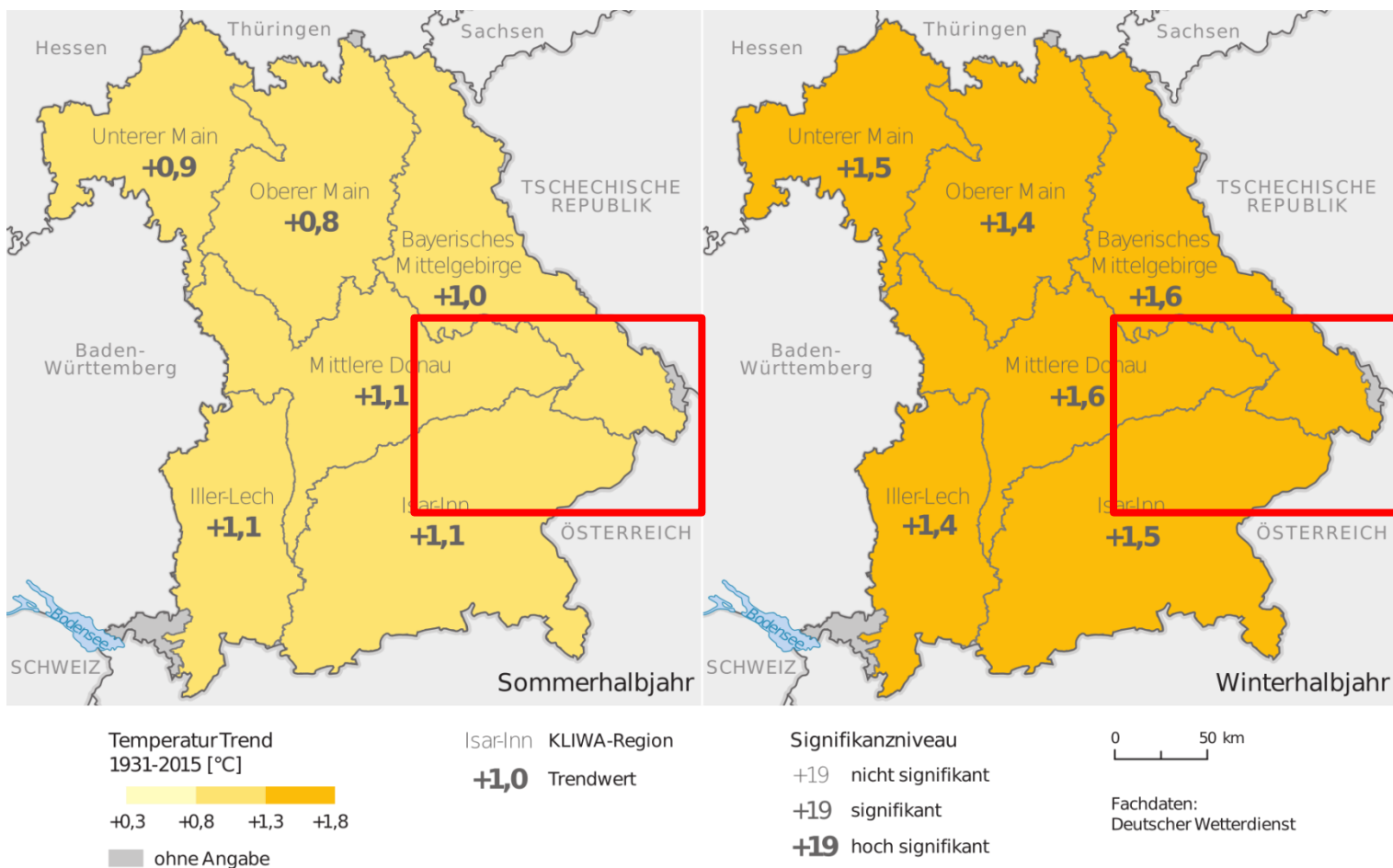
- Welche Veränderungen messen wir bereits?

- Temperatur, Niederschlag
- Wassertemperatur
- Wasserhaushalt



©Palzer / Nationalpark Berchtesgaden

Was hat sich geändert? – Temperatur in Bayern



Seit 1951:
+8 Hitzetage (5)

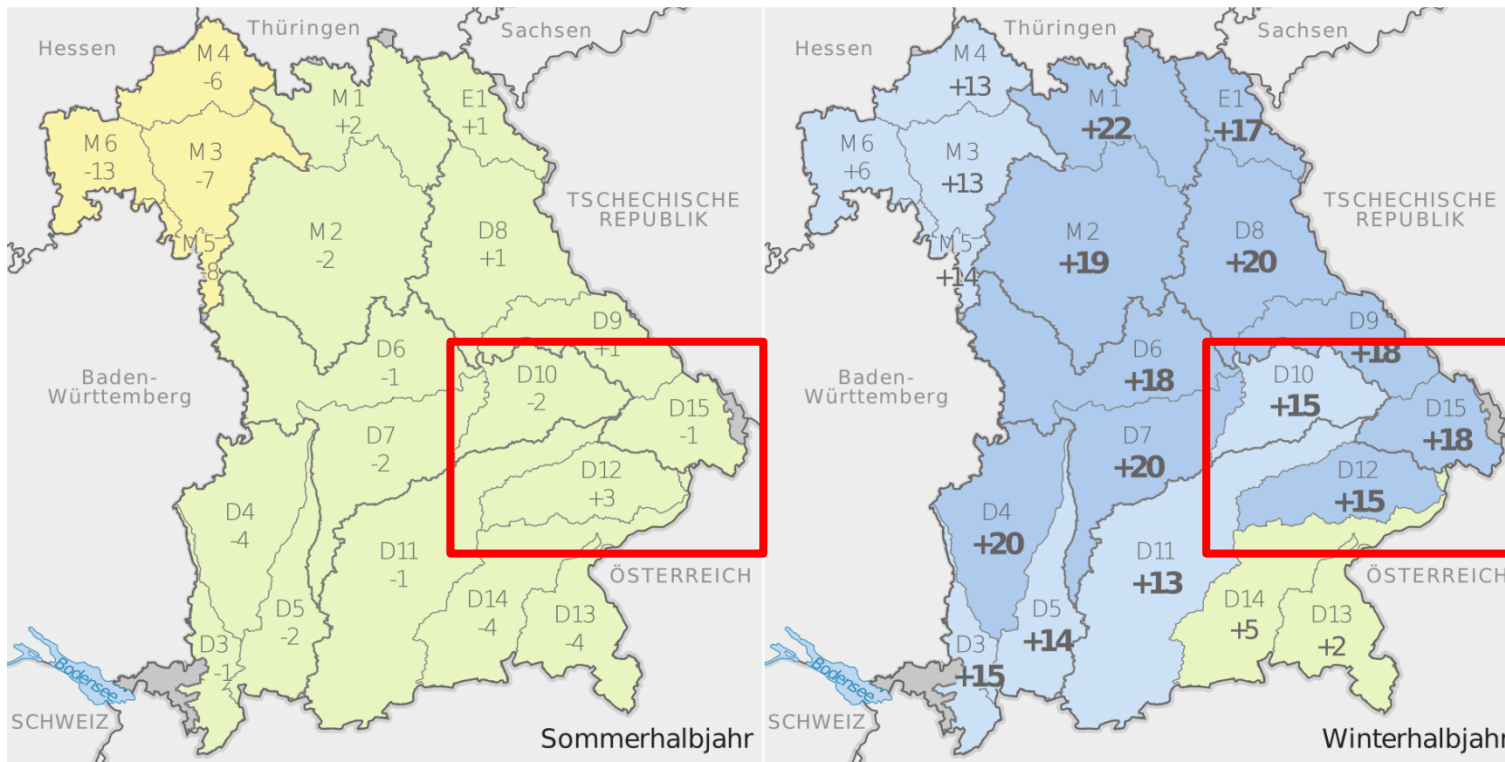
**+20 Sommer-
tage (32)**

**-28 Frosttage
(111)**

**-14 Eistage
(35)**

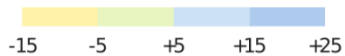
**-22 Schneetage
(63)**

Was hat sich geändert? – Niederschlag in Bayern



→ Aber nach
2000 eher
trockene
Winter, Trend
wurde
abgemildert

Niederschlag Trend
1931-2015 [%]



ohne Angabe

D11 KLIWA-Unter-
suchungsgebiet
+19 Trendwert

Signifikanzniveau

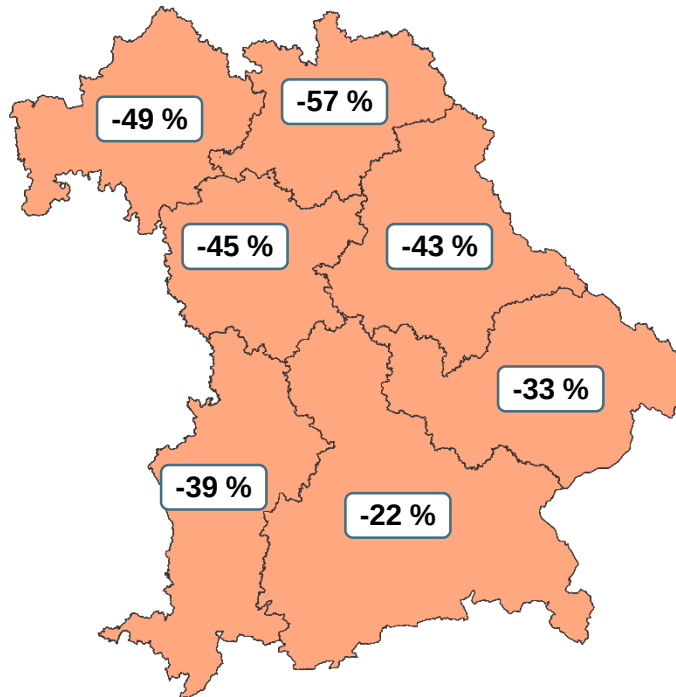
+19 nicht signifikant
+19 signifikant
+19 hoch signifikant

0 50 km

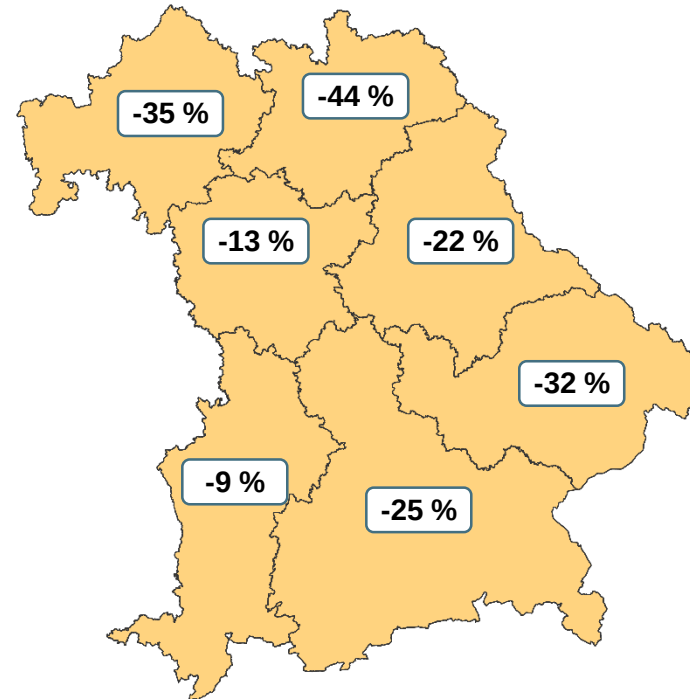
Fachdaten:
Deutscher Wetterdienst

Niederschlagsdefizit im Sommerquartal

2018



2019



(Defizit im Vergleich zu 1971-2000)

→ Wie häufig treten solche Extreme in Zukunft auf?

Extreme – Trockenheit und Starkregen

Seltenheit von Extremereignissen erschwert es, belastbare Aussagen zu treffen. Doch zu einigen Aspekten sind wir bereits aussagefähig

- Trockene Wetterlagen haben zugenommen
- Starkregen in Bayern: auf Bayern bezogene Trendauswertungen meist wenig belastbar, aber...

... wir wissen:

- Je wärmer die Luft, umso mehr Wasser kann die Atmosphäre aufnehmen.
- Extreme Niederschläge mit kurzer Dauer scheinen im europ. Festland zugenommen zu haben.
- Tendenziell auch ein ähnliches Bild für die Zukunft.

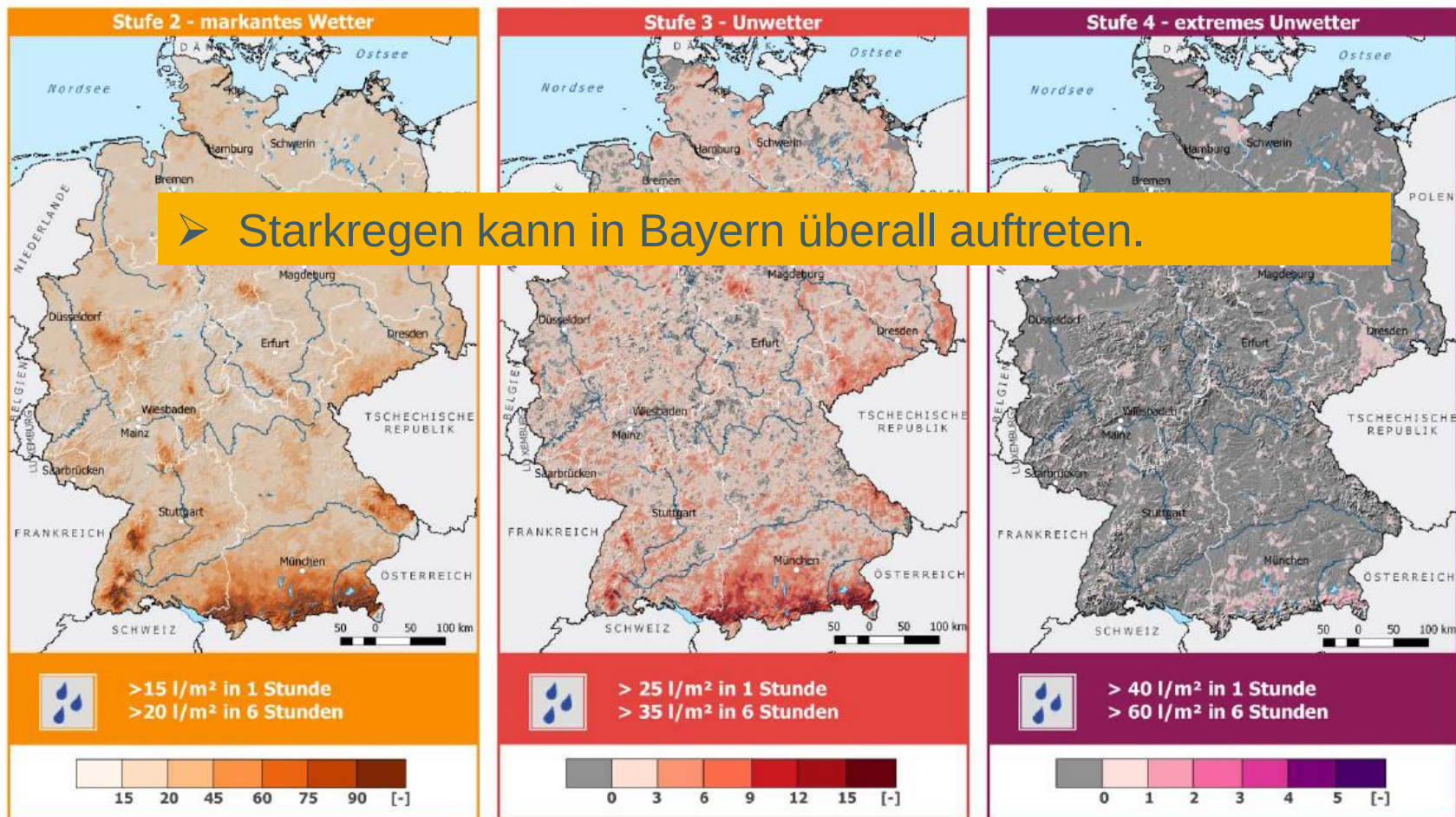


Extreme – Trockenheit und Starkregen

Gesamtanzahl der Niederschlagsereignisse im Zeitraum 2001-2016 mit Überschreitung der Warnschwellen

STARKREGEN

Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014 Klimadaten und Darstellung: © DWD 2017 (Radarklimatologie V2017.002)



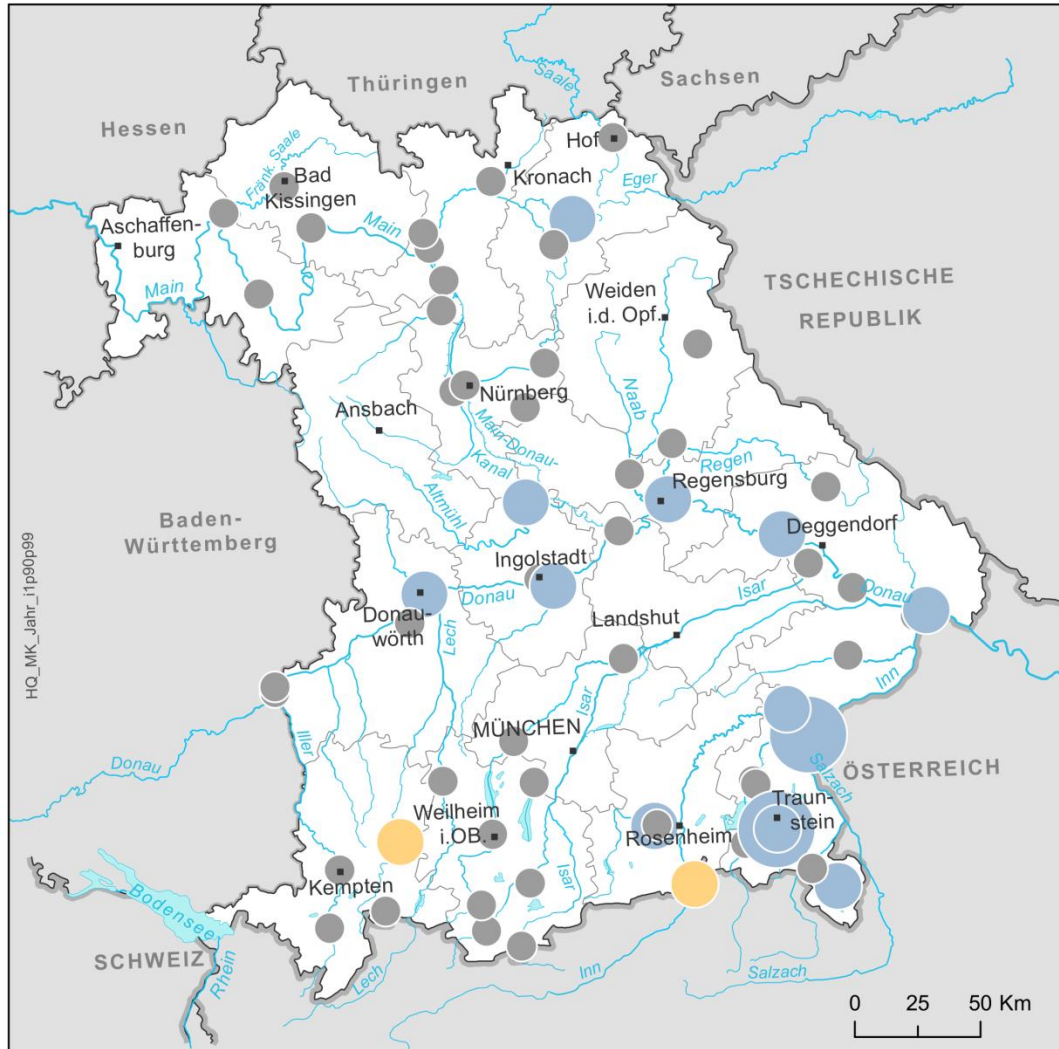
Was hat sich im Wasserhaushalt getan?



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)**

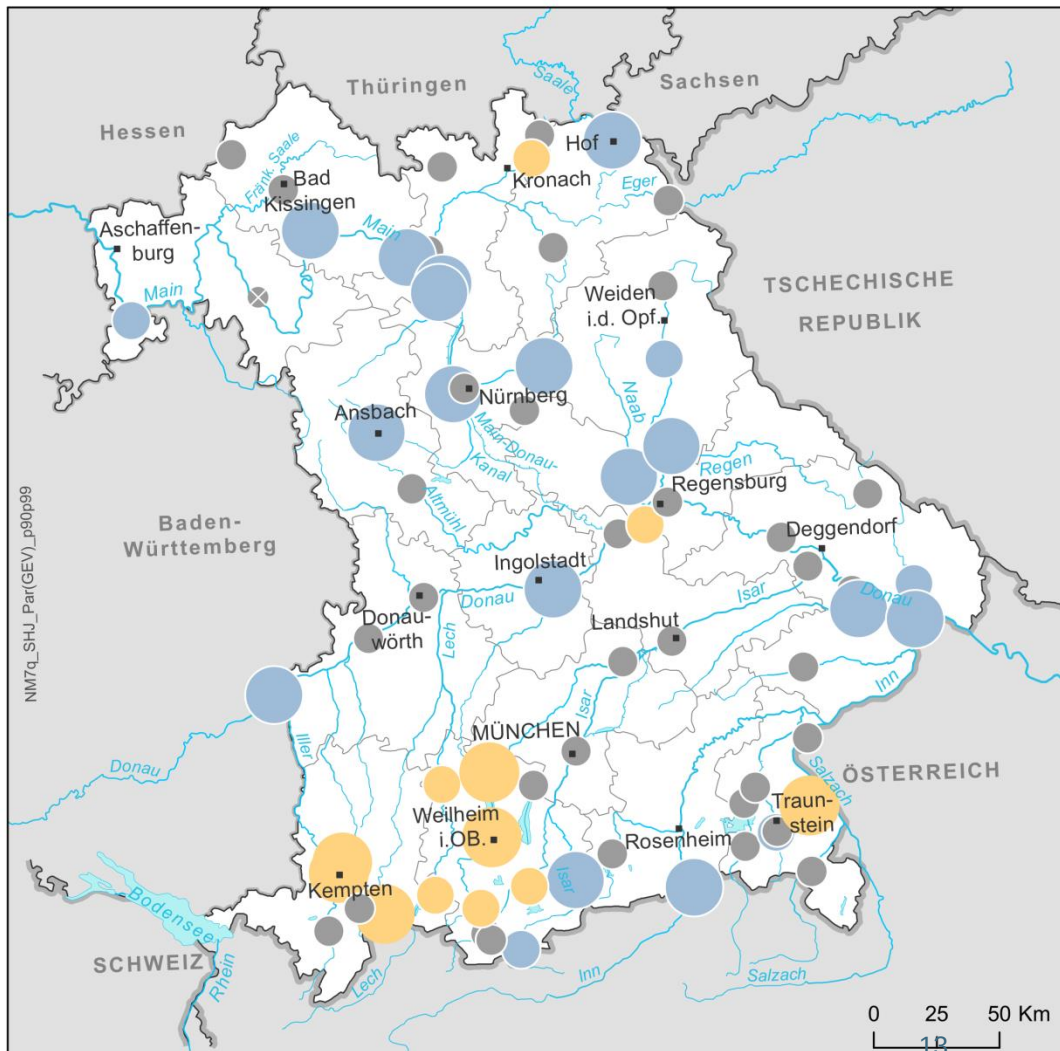


Trendanalyse: Mann-Kendall
bei 90/99 % Signifikanz

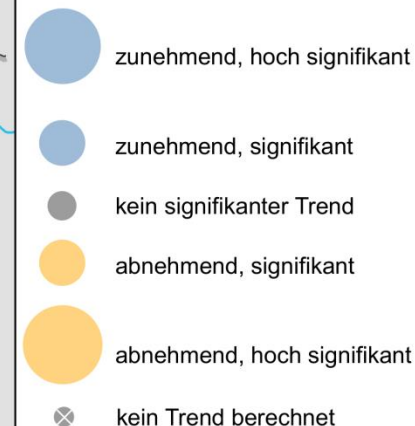
Abfluss in der Vergangenheit – Niedrigwasser

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

**→ Überwiegend Zunahme
von NM7Q -> WaWi-
Beeinflussung**



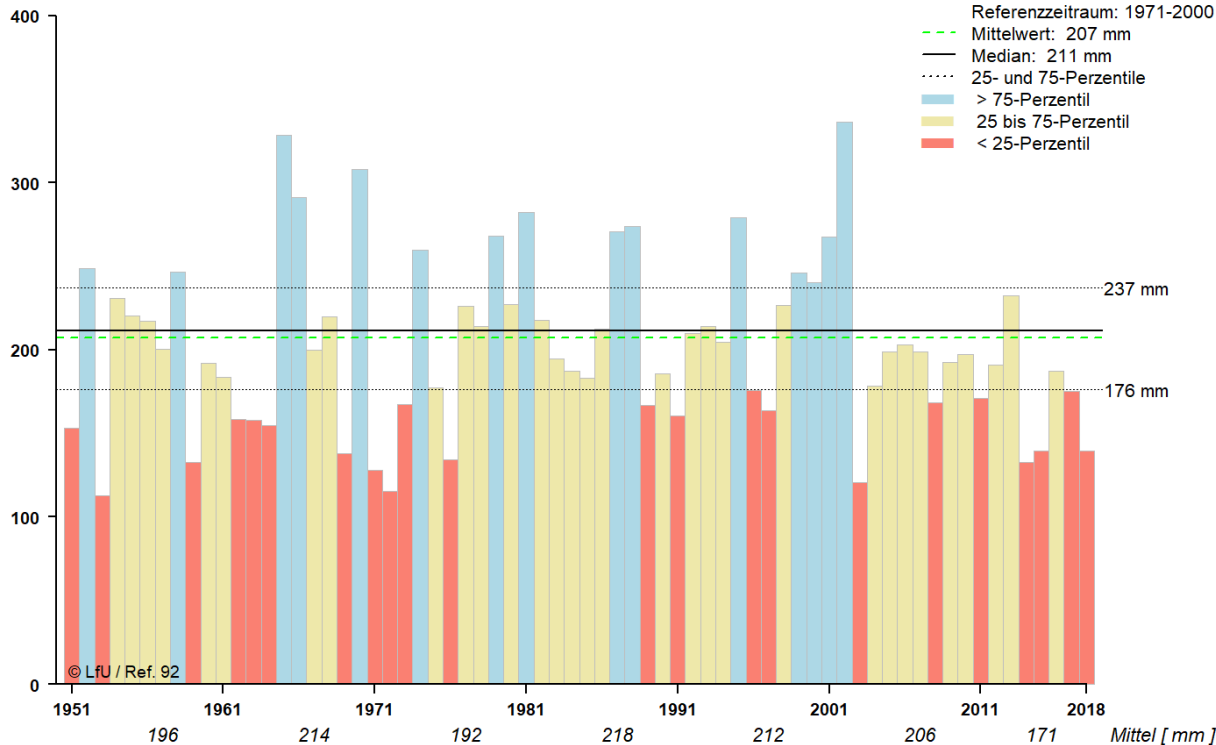
**Trend Niedrigwasserabfluss NM7Q
im WHH-Sommerhalbjahr (Apr-Sep)**



Trendanalyse: Weibull-Verteilung
bei 90/99 % Signifikanz

Entwicklung der Grundwasserneubildung seit 1951

Grundwasserneubildung [mm]
Bayern, Kalenderjahr



Datenquelle: Berechnung mit dem Modell GWN-BW auf Grundlage der REGNIE Daten (DWD), der CORINE 2000 Landnutzung und der BÜK1000

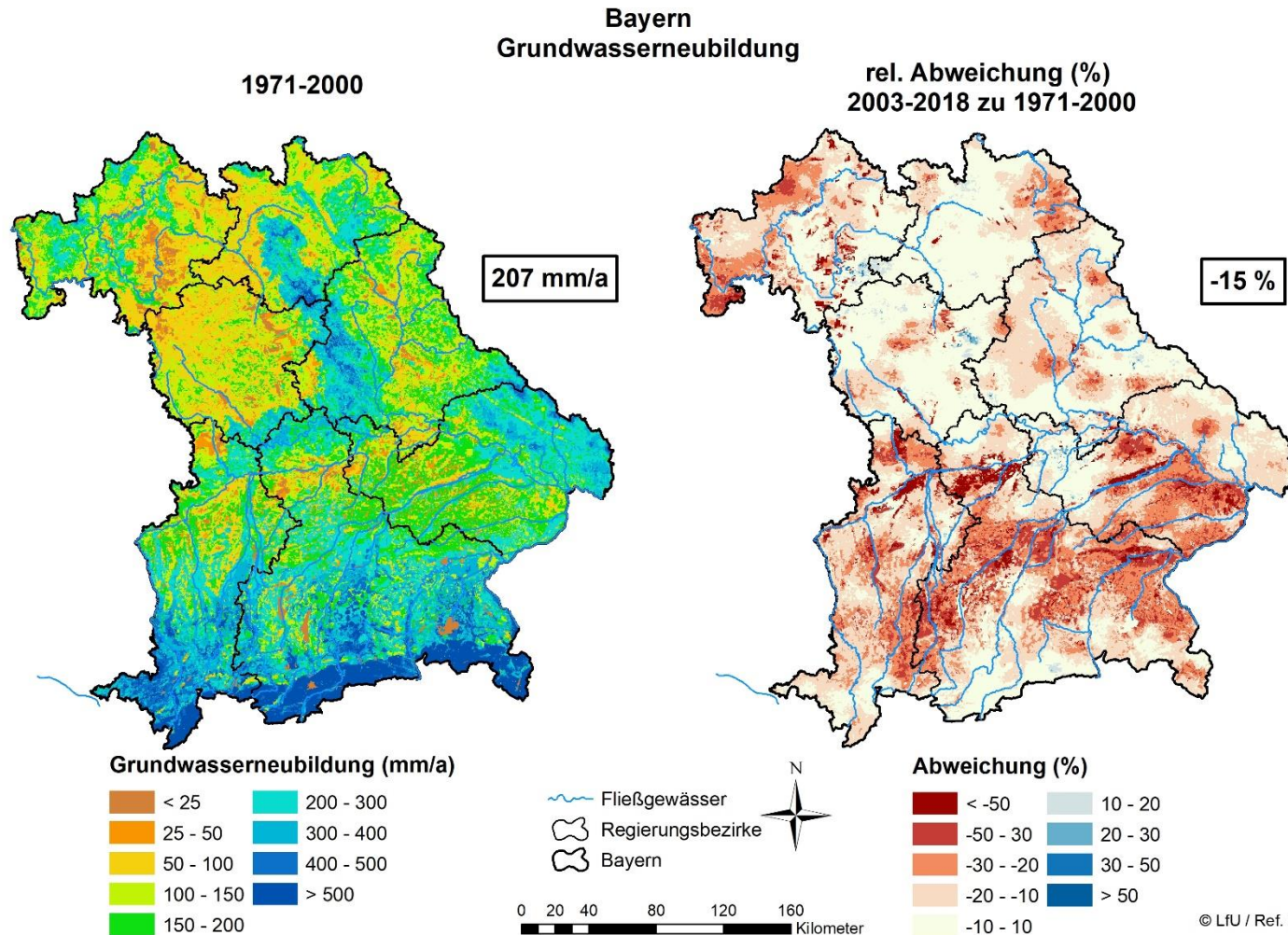
Historie

Seit 2003 nur ein Jahr mit deutlichem Überschuss, ansonsten z.T. deutliche Defizite:

- 2003-18: -15 %
- 2014: -36%
- 2015: -32%
- 2018: -33%
- 2019: ???

$$\text{GWN} = \text{Niederschlag} - \text{Verdunstung} - \text{Oberflächenabfluss}$$

Entwicklung der letzten Jahre - Grundwasserneubildung



Und was zeigen die Messdaten? Langfristige Trends?

Langzeitverhalten – Grundwasserstände & Quellschüttungen

Statistische Untersuchungen an 65 Messstellen in Bayern

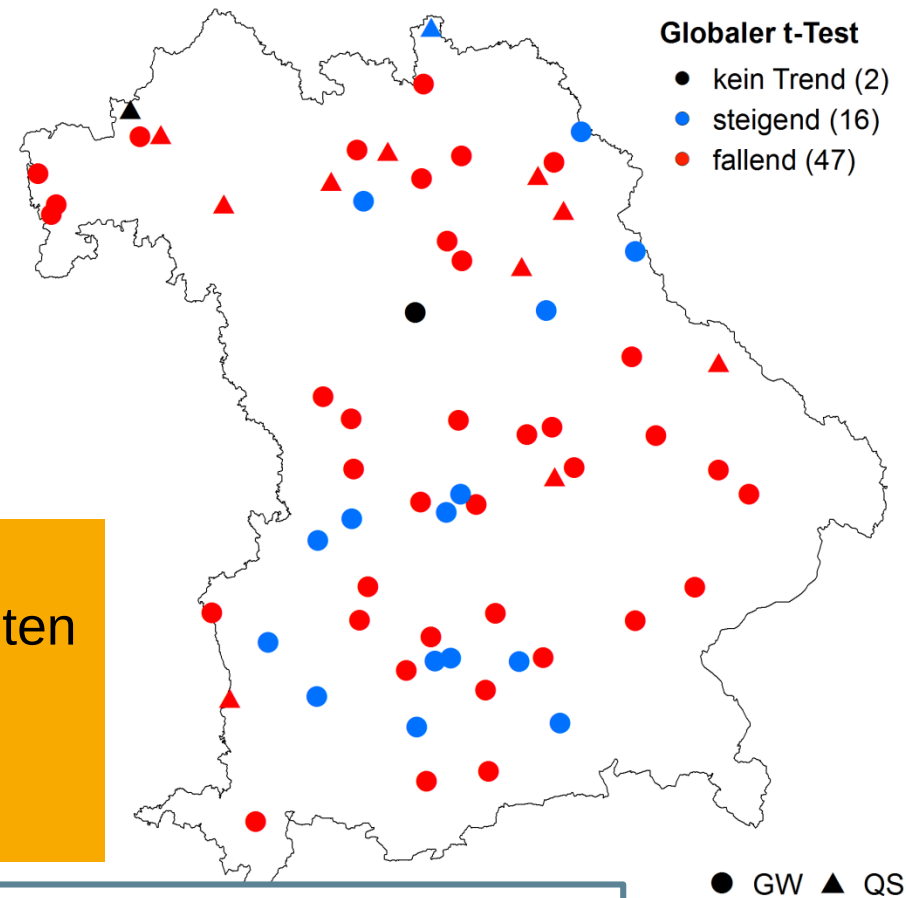
Ausgewählte Ergebnisse:

Mittleres Verhalten:

Knapp 75% der Messstellen mit
(langfristiger) Entwicklung zu
niedrigeren Werten.

Saisonalität:

Mehrheitlich Trend zu früherem Auftreten
des Maximums um etwa 0,8 d/a.
Verstärkung der Amplitude.
→ Verlängerung der NW-Perioden



**Statistisch nachweisbare Veränderung von
Grundwasserständen und Quellschüttungen**

WASSERTEMPERATUR – Was haben wir bisher schon gemessen?



Was hat sich geändert? – Wassertemperaturen in Bayern

Beispiel: Mittlere jährliche Wassertemperatur

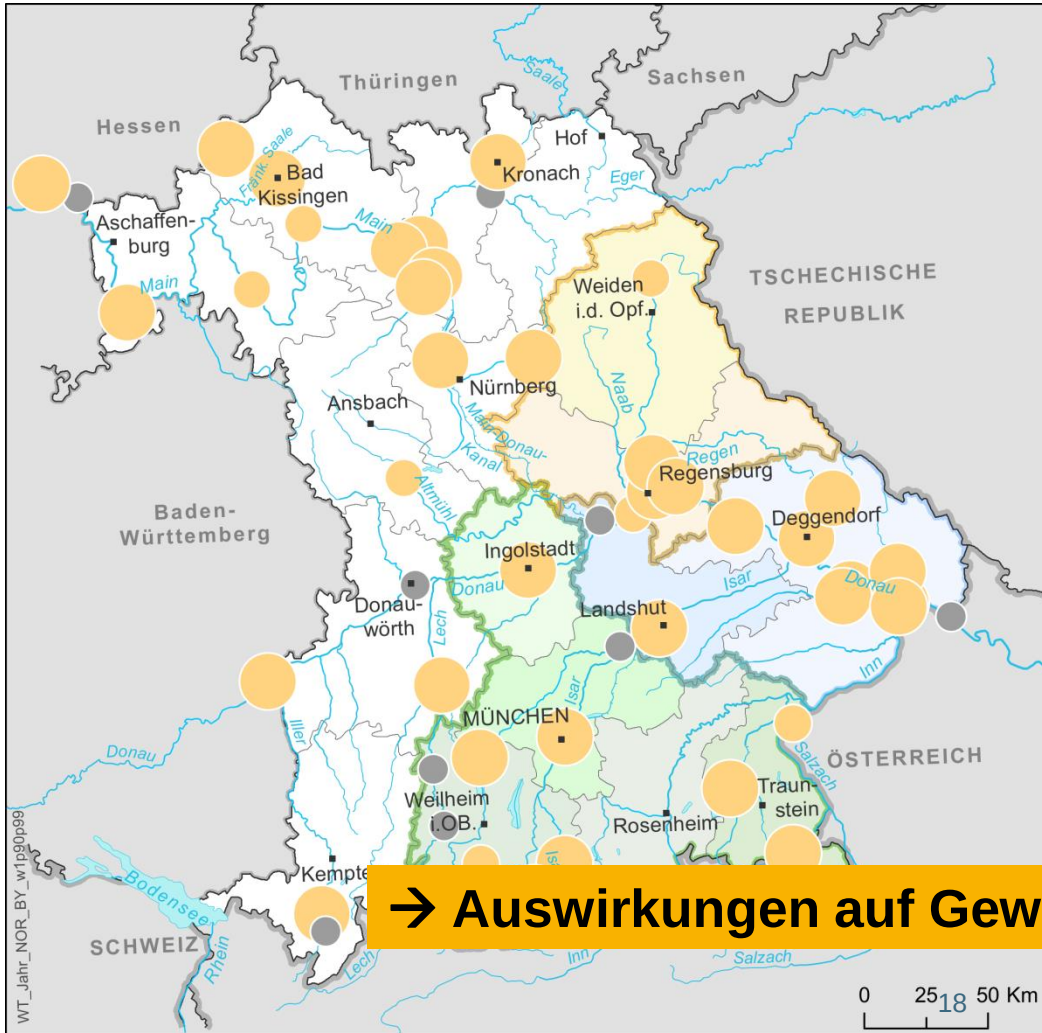
→ Die Gewässer sind
wärmer geworden

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

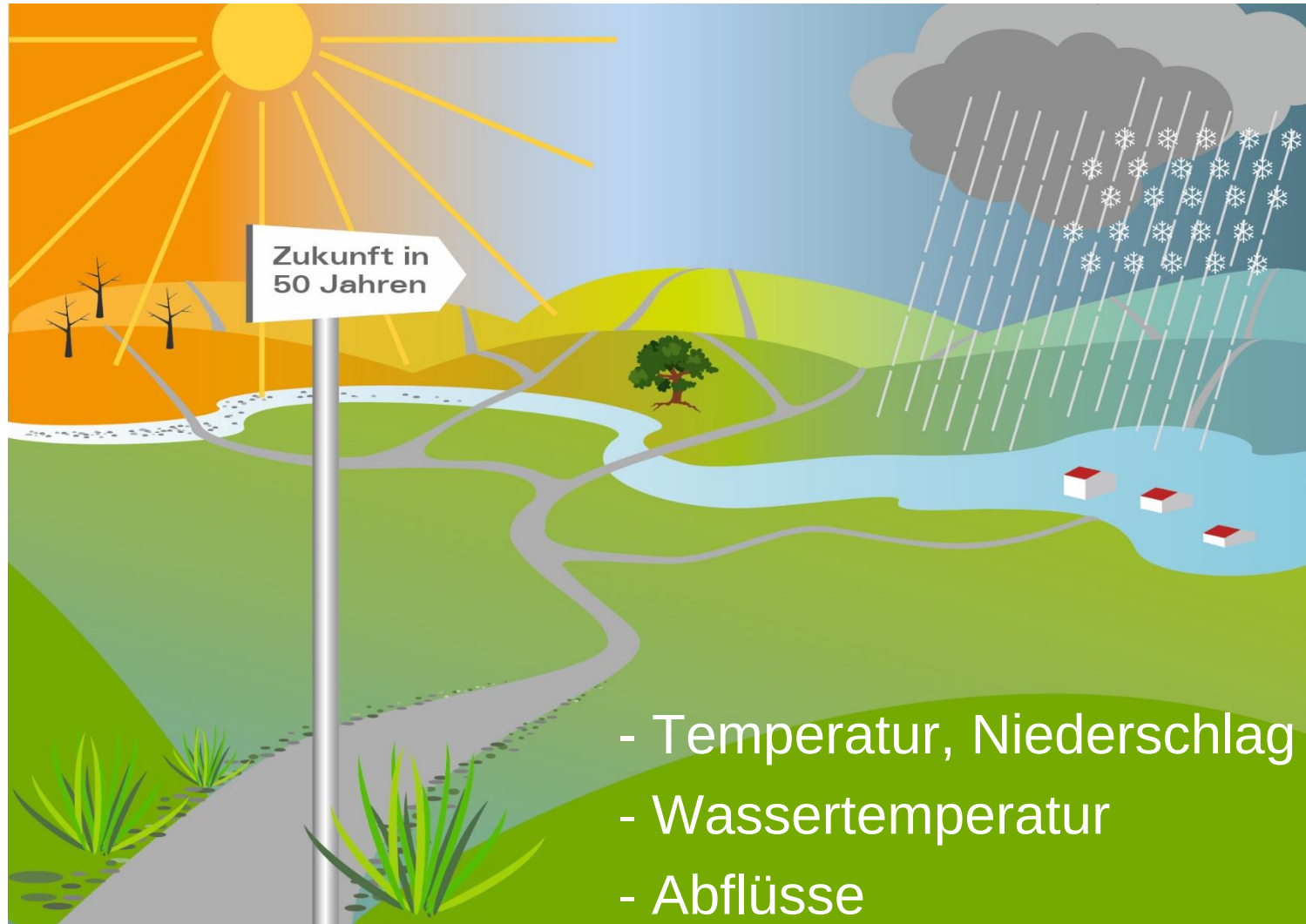
→ Auswirkungen auf Gewässerökologie!?



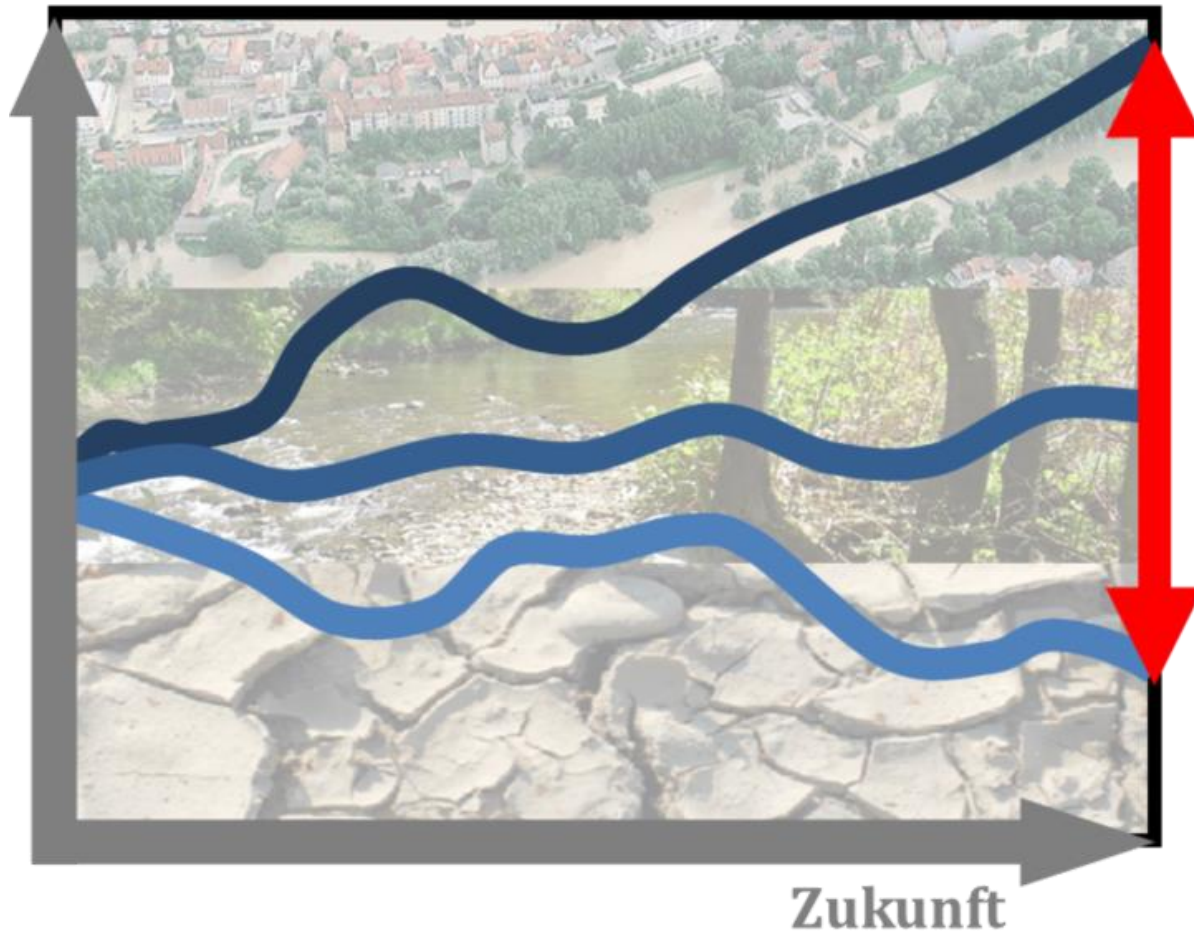
Zusammenfassung Trends in der Vergangenheit / Niederbayern

- Es ist bereits wärmer geworden, deutlich weniger Frostage, mehr Hitzetage
- Winter niederschlagsreicher; Sommer keine signifikante Änderung des Niederschlags
- Gewässer sind auch wärmer geworden (Nutzung & Klimawandel)
- Hochwasserabflüsse oft keine klaren Veränderungen (Donau Zunahmen)
- Niedrigwasserabflüsse, klare Zunahmen oder keine Veränderung (Nutzung & Klimawandel)
- Reduzierte Grundwasserneubildung seit 2003
- Grundwasserstände und Quellschüttungen zeigen (langfristige) Entwicklung zu niedrigeren Werten

Klima und Wasser – Wie wird die Zukunft?



Klimamodelle – Ensembleauswertung, Min, Max, Median

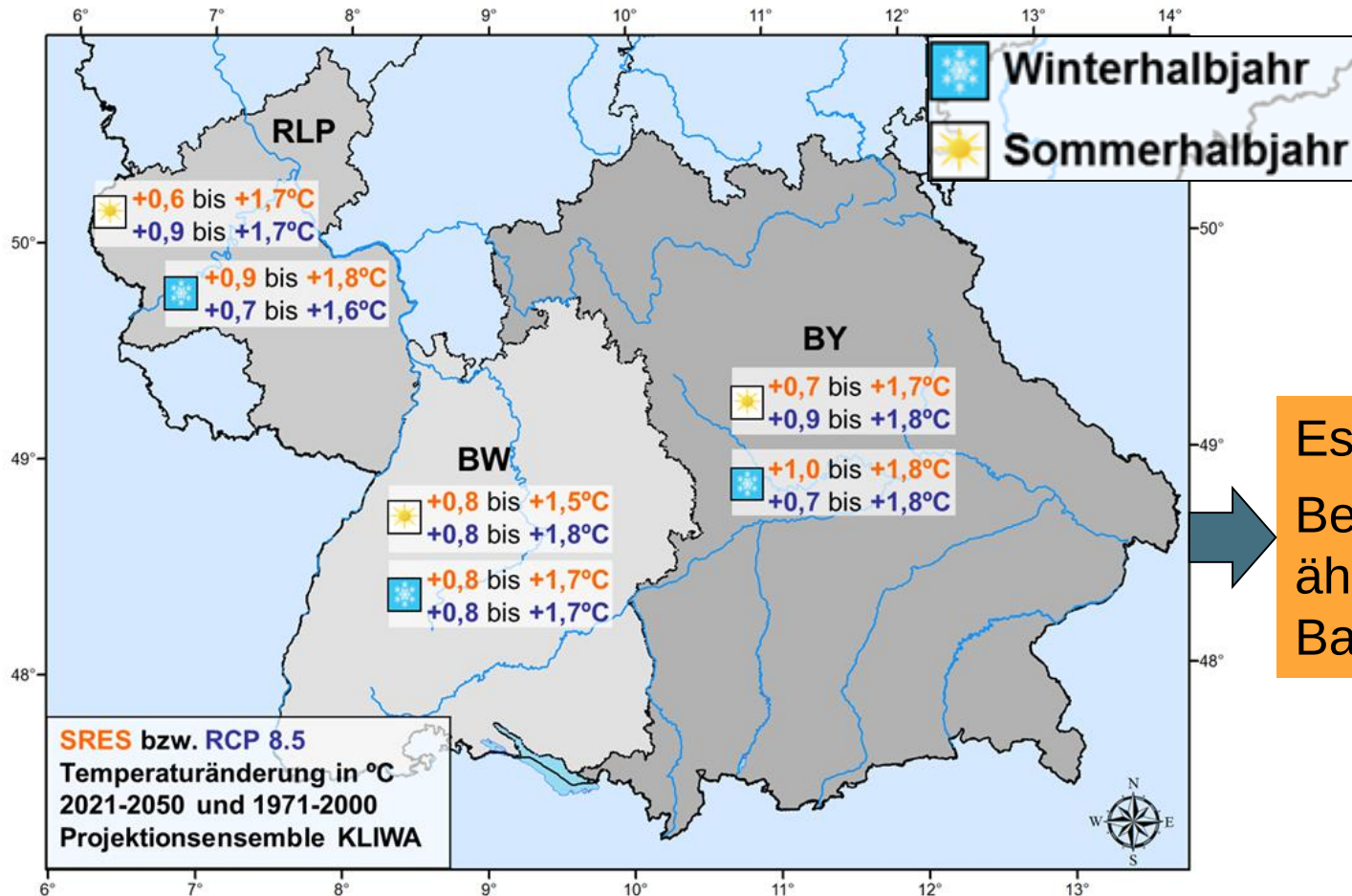


?

Aussagen zu:

- Niederschlag
- Temperatur
- Abflusskennwerten
- Verdunstung
- Schnee
- ...

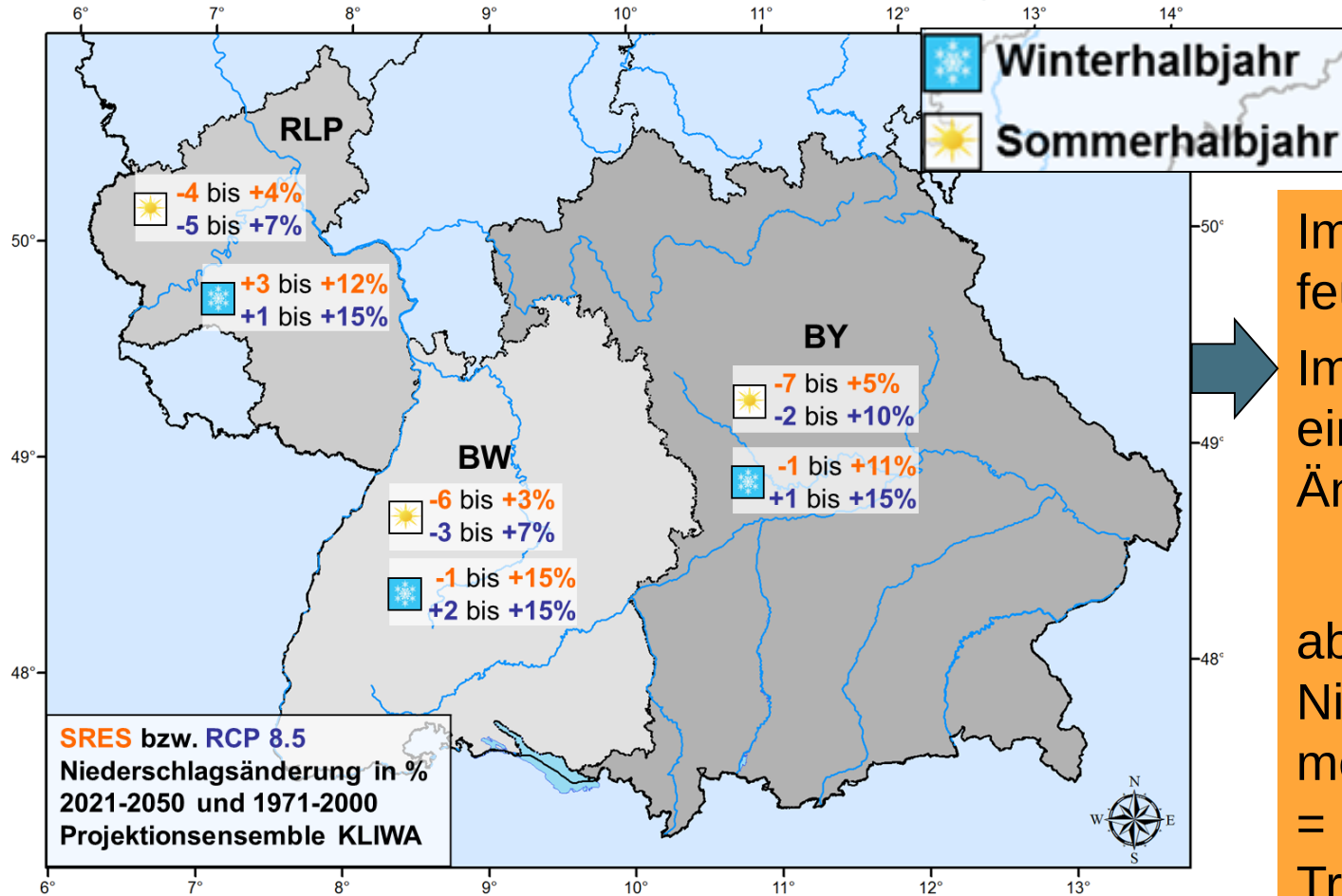
Wie wird die Zukunft? - Lufttemperatur



Es wird wärmer
Beide Halbjahre
ähnliche
Bandbreite

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

Wie wird die Zukunft? - Niederschlag



Im **Winter** eher
feuchter
Im **Sommer** keine
eindeutige
Änderung

aber: konstante
Niederschläge +
mehr Verdunstung
= mehr
Trockenheit.

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

Zukünftige Klimaentwicklung BY

bis 2021-2050

- **Winter niederschlagsreicher**
- **Sommer trockener** (gleichbleibender Niederschlag bei höherer Temperatur)
- deutlich **weniger Frostage**
- **mehr Hitzetage**
- **längere Trockenperioden und mehr Starkregen**
- Verlängerung frostfreier Vegetationsperiode
- vermehrt heftige Gewitter, Platzregen, Stürme und Dürre

 **Auswirkung auf Wasserhaushalt?**

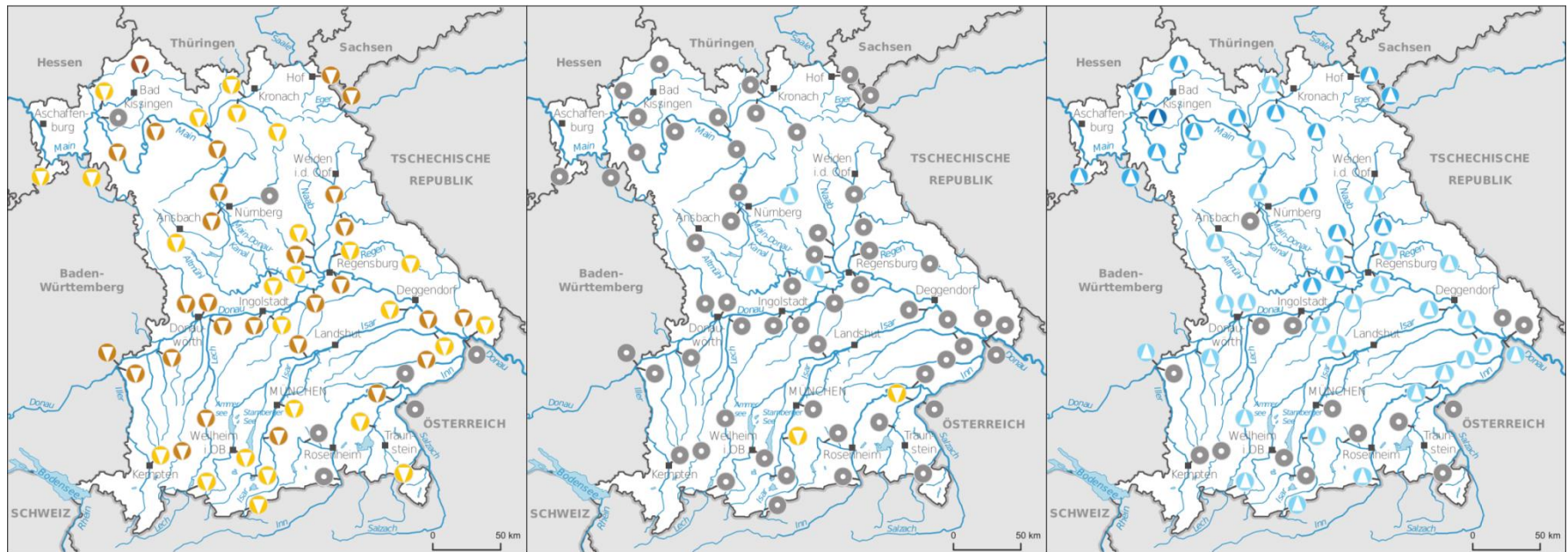
Abfluss in der Zukunft – BY / Niedrigwasserabflüsse

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

im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Apr. - Sep.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

→unklar

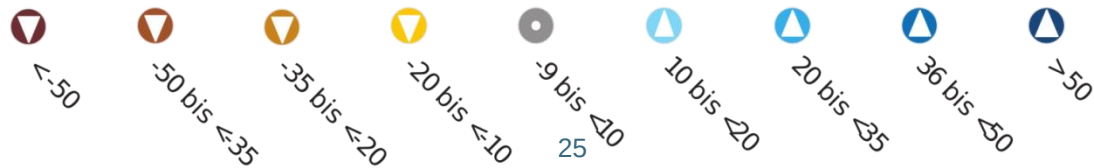


Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %



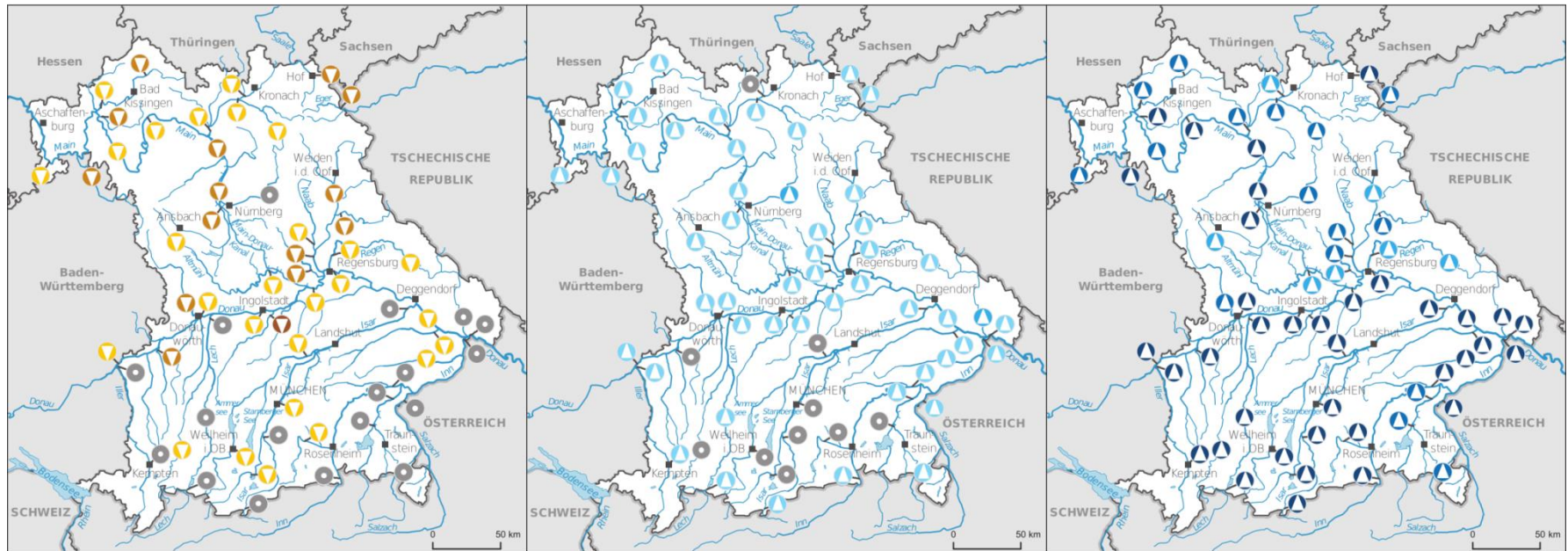
Abfluss in der Zukunft – BY / Hochwasserabflüsse

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 %

▼
<-50

▼
-50 bis <-35

▼
-35 bis <-20

▼
-20 bis <-10

●
-9 bis <0
26

▲
10 bis <20

▲
20 bis <35

▲
36 bis <50

▲
>50

Zukünftige Entwicklung der Abflüsse in BY

bis 2021-2050

- **MQ, MHQ**

- **Niederbayern** tendenziell
Zunahmen im hydrologischen
Winter, insbes. nördlich der
Donau auch im hydrol. Sommer!

- **MNQ**

- **Niederbayern** tendenziell
Zunahmen im Winterhalbjahr, im
Sommer unklar

Ausblick 2050-2100: Große Abhängigkeit der Veränderungen des Klimawandels von den globalen Klimaschutzmaßnahmen (Übereinkommen von Paris)
Aber: worst case der Modelle macht – ohne Klimaschutz – bei MHQ und MNQ zusätzliche Probleme.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

**Danke auch an die
Kollegen am LfU im
Projekt KLIWA!**



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