



Niederbayerns Grundwasser im Klimawandel

Aktuelle Situation und Ausblick für die
Wasserversorgung

Regionales Wasserforum Niederbayern
Ergolding, 28.11.2023

Dr. Benjamin Kopp
Referat 92 – Grundwassermonitoring

Trockenheit und Grundwasser – Wahrnehmung in der Öffentlichkeit (aktuell 2023)

niederbayern
Mediathek Programm Kontakt Karriere Werbung Magazin mehr

Wie wirkt sich die Trockenheit auf die diesjährige Ernte aus? (Straubing)

20. Juli 2023 - 03:52

Der Klimawandel macht sich bemerkbar: Immer mehr Wetterextreme und eine sommerliche Trockenheit zeichnen die momentane Wetterlage. Das wirkt sich aber nicht nur auf uns Menschen selbst aus, sondern auch auf Tiere und Pflanzen. Dementsprechend stark ist auch die Landwirtschaft von diesen Veränderungen betroffen. Am Donnerstag haben Vertreter der niederbayerischen Bauern bei einem Erntepressegespräch



Wasserversorgung PLUS+

Verteilungskampf um Bayerns Grundwasser hat begonnen

22.03.2023 | Stand 17.09.2023, 0:40 Uhr

Alexander Kain
Stellvertretender Chefredakteur PNP

Klimakrise

Künstliche Grundwasseranreicherung Lösung bei Dürre?

25.07.2023 | Stand 29.07.2023, 7:25 Uhr

Grundwasser sinkt stark

Erste Kommunen limitieren Wasser: Das Ende der Gartenpools?

02.07.2023 | Stand 14.09.2023, 22:14 Uhr

Isolde Stöcker-Gietl
Chefredakteurin

Grundwasserstände in Niederbayern sind extrem niedrig

08.2019 | Stand 04.08.2023, 6:03 Uhr

ZfK Zeitung für kommunale Wirtschaft

ERNEHMEN DIGITALISIERUNG KARRIERE ENERGIE **WASSER & ABWASSER** ENTSORGUNG MOBILITÄT SERVICES

Kaum Schnee, zu wenig Regen - was ist mit Bayerns Grundwasser?

Immer weniger Regen, kaum Schnee in den Alpen. Für den kommenden Sommer droht in Bayern wieder eine Dürre. Es ist die Konsequenz eines Trends, der sich schon seit Jahren zeigt: Deutschland wird immer trockener.

Wasser

Fernwasserleitungen vom Bodensee bis Niederbayern

Bayern hat seine Strategie gegen Wasserknappheit vorgestellt. Seit Wochen ist Regen auch hier echte Mangelware. Die Staatsregierung setzt

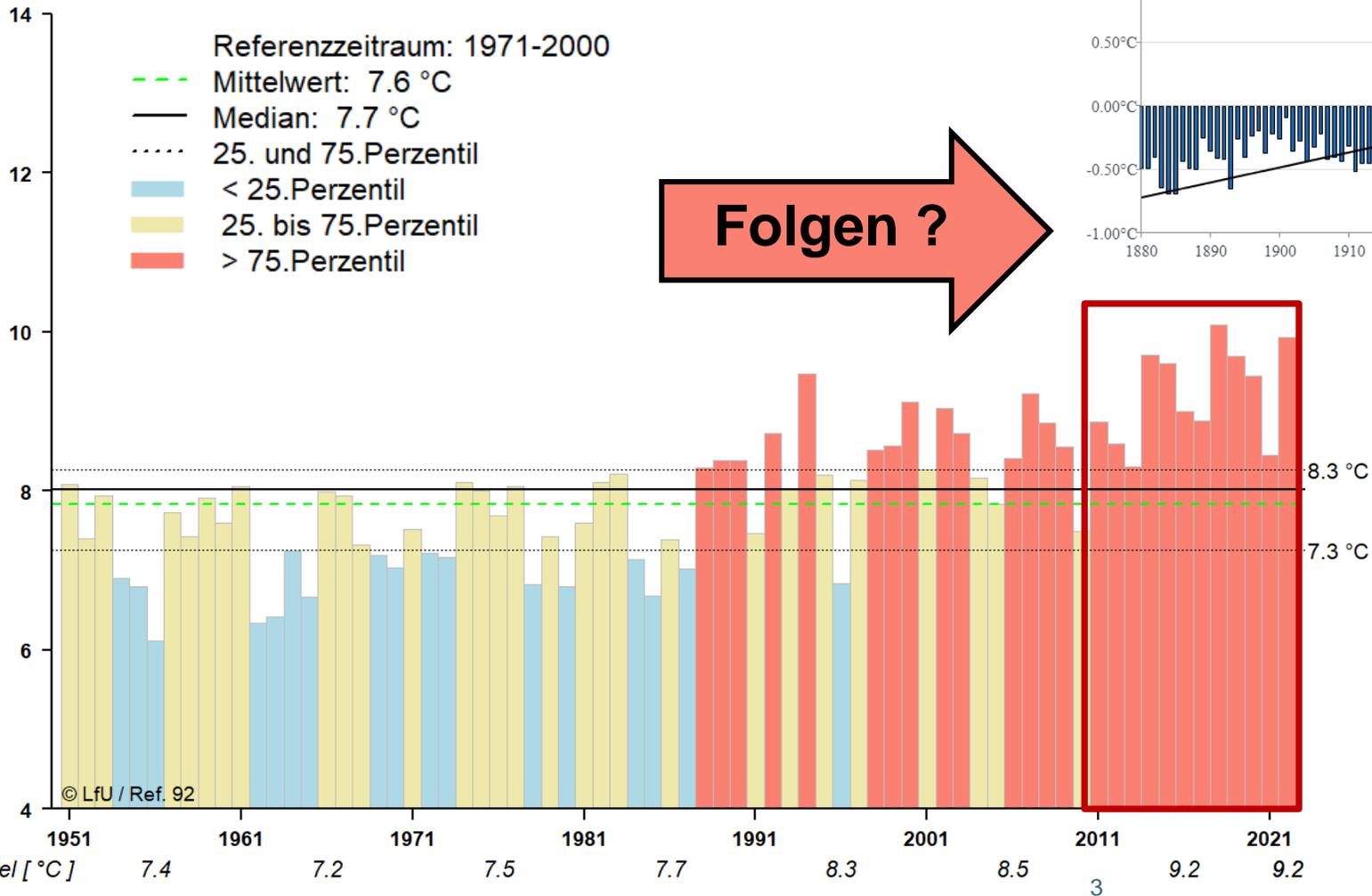
➔ **Übergeordneter Kontext: Klimawandel !**

Quelle: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

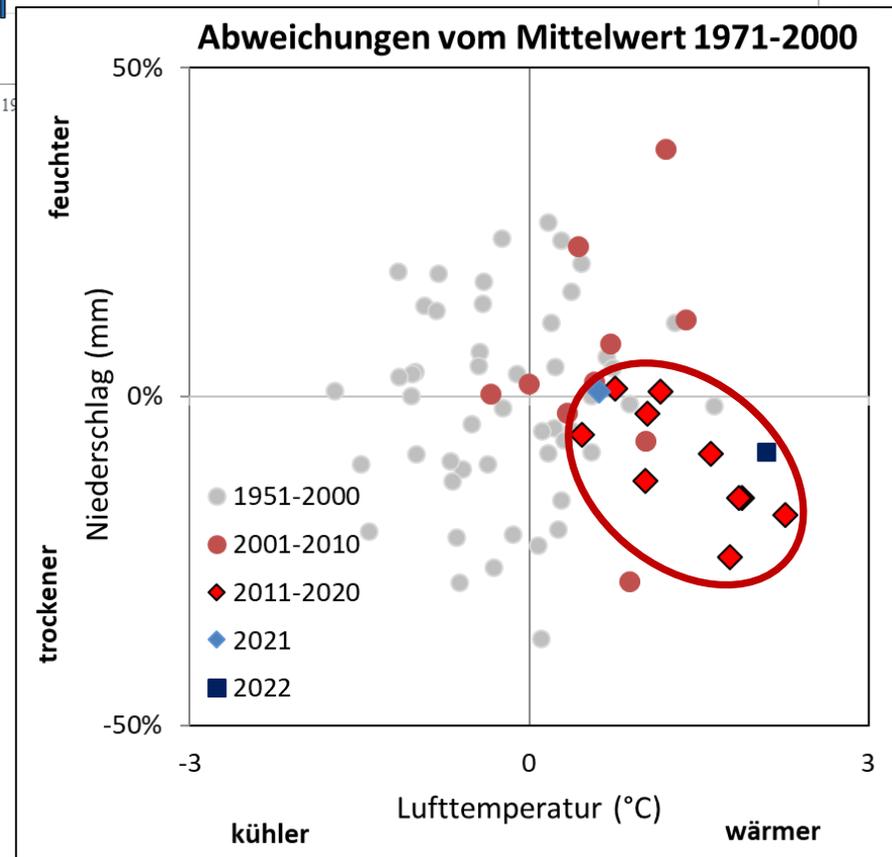
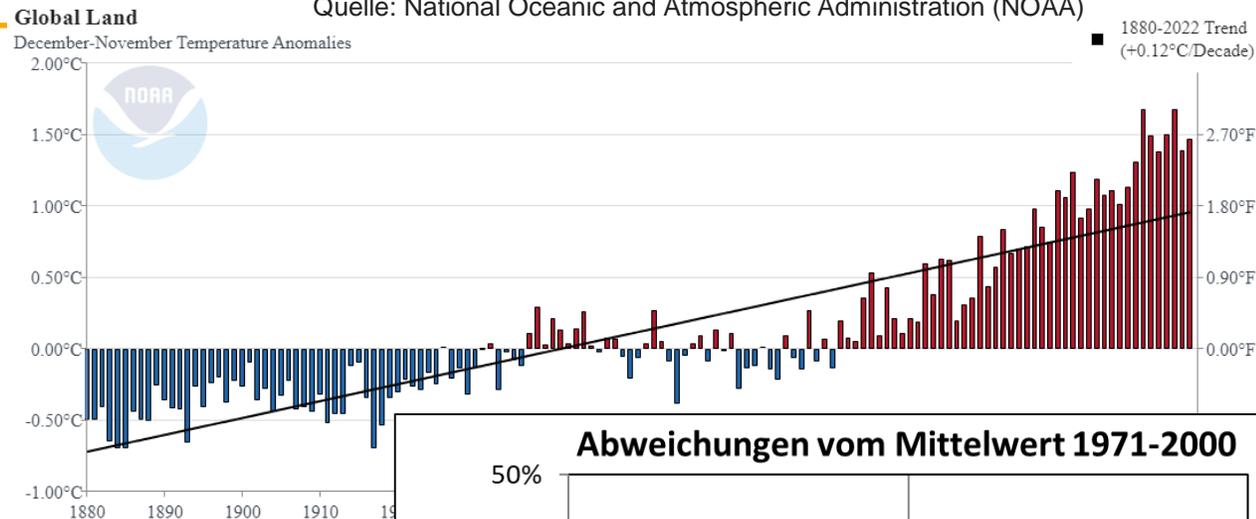
1880-2022 Trend
(+0.12°C/Decade)

Klimawandel: Entwicklung

Temperatur [°C]
Niederbayern, Kalenderjahr

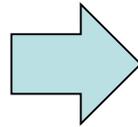


Folgen ?

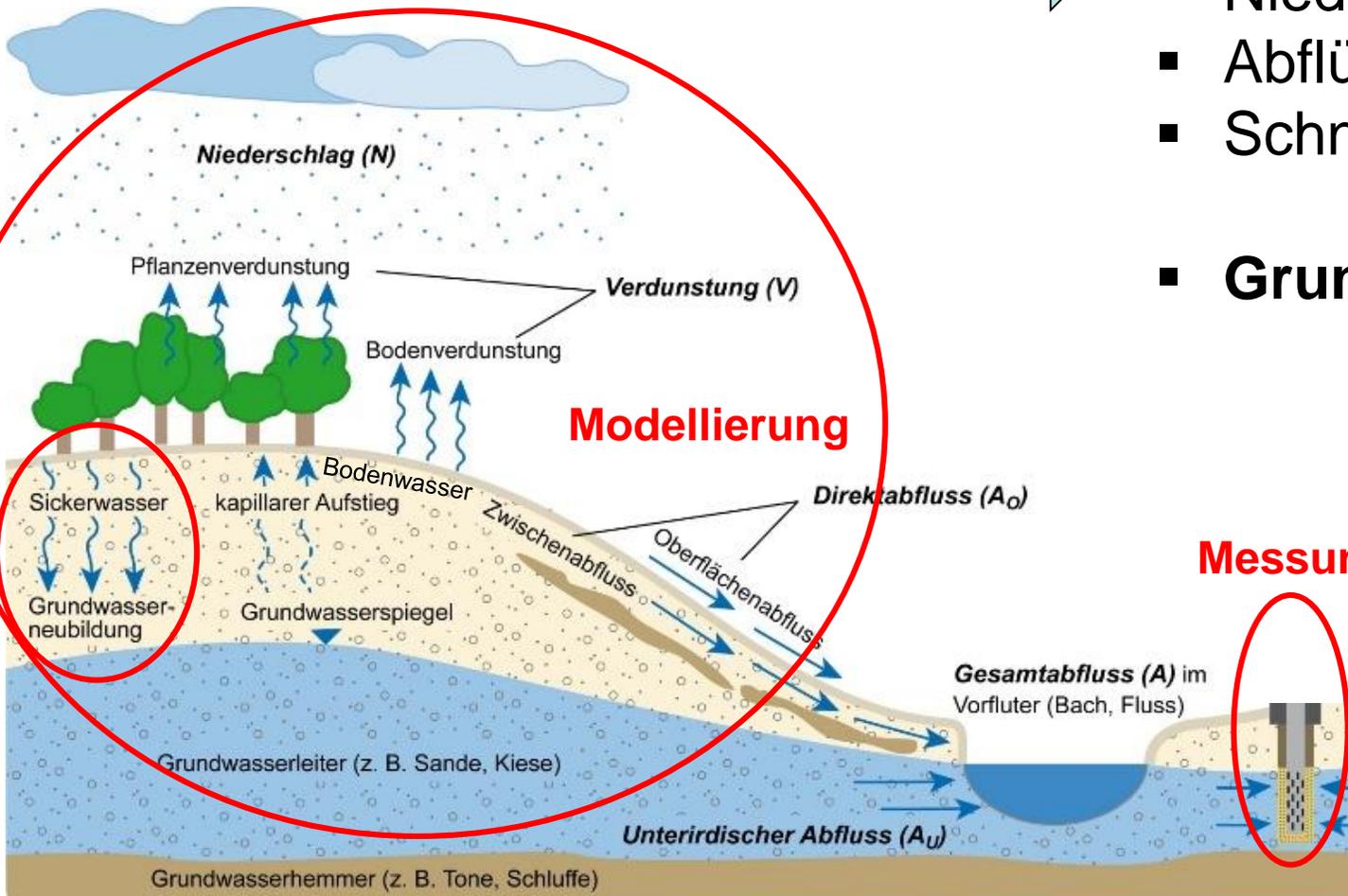


Weitere Entwicklung – Klimawandel und Wasserhaushalt

Temperaturanstieg →



- Verdunstung
 - Niederschlag
 - Abflüsse
 - Schneentwicklung
- } mehr Extremereignisse →
- **Grundwasserneubildung** →



**Auswirkungen auf
den gesamten
Wasserhaushalt
und seine Nutzungen !**

Einfluss weiterer Faktoren auf Wasserhaushalt und Grundwasservorkommen

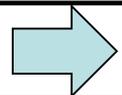
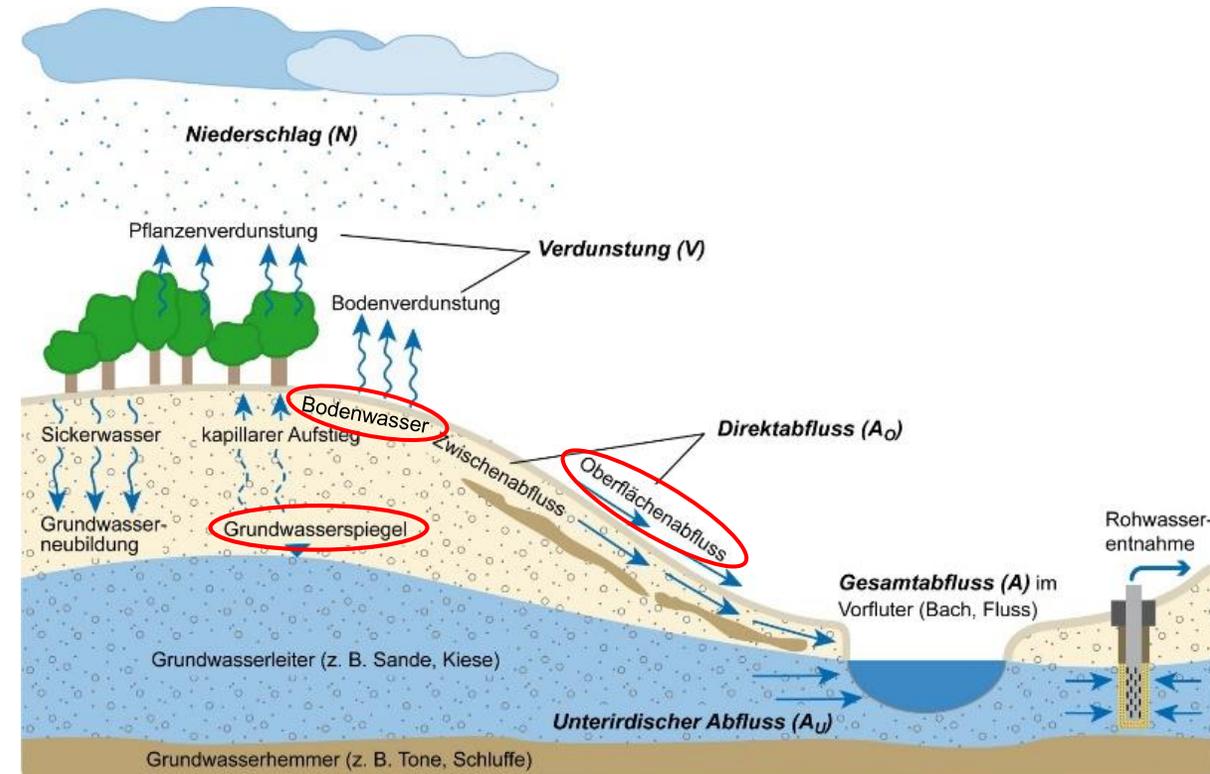
Negative Auswirkungen

- Flächenversiegelung
- Bodenverdichtung
- intensive Bewirtschaftung
- Gräben / Drainagen
- Grundwasserentnahmen

Oberflächen-
abfluss 

Bodenwasser 

Grundwasser 



Auf regionaler Skala: Klimawandel hat dominanten Einfluss!

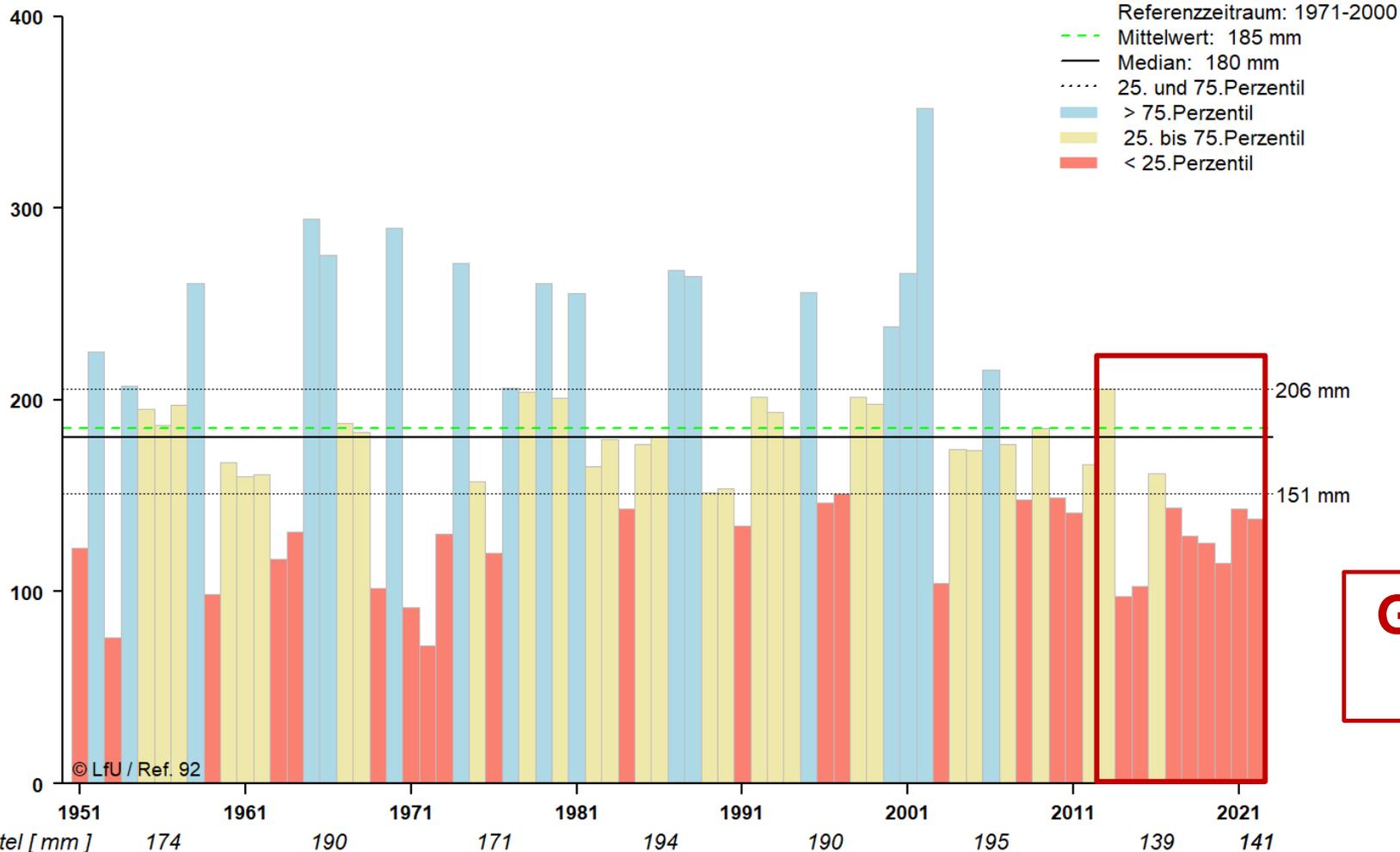
Datengrundlagen am LfU – Grundwassermonitoring

- Behördliche Messnetze für unterschiedliche Fragestellungen (Menge, Chemie)
- Aktuelle Messdaten (Grundwasserstände und Quellschüttungen)
- Lange Zeitreihen, z.T. bis zu 100 Jahre Messdauer
- Statistische Auswertungen zum Langzeitverhalten
- Modellierung des flächendeckenden Bodenwasserhaushalts (inkl. Grundwasserneubildung) ab 1951
- Szenariosimulationen / Regionale Klimaprojektionen bis 2100



Langfristige Entwicklung – Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Grundwasserneubildung [mm]
Niederbayern, Kalenderjahr

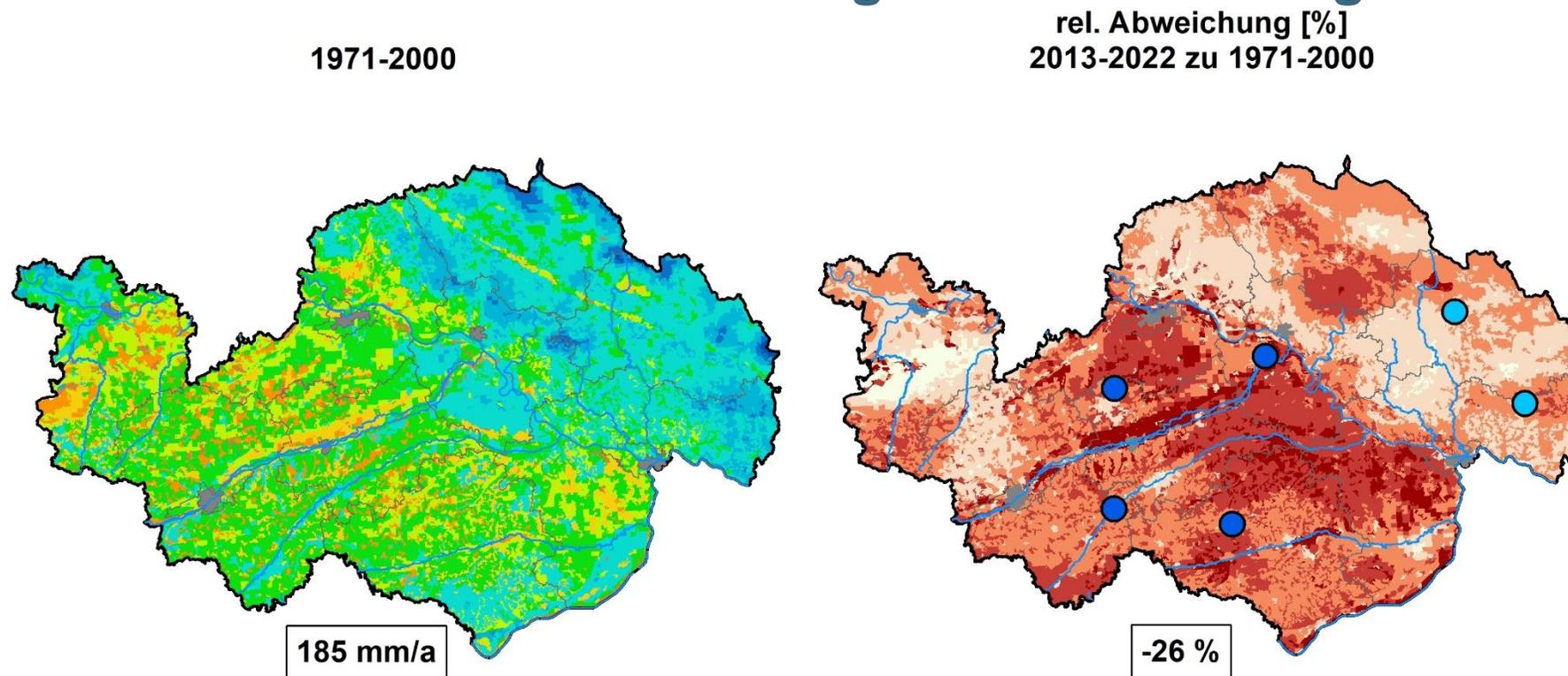


Grundwasserneubildung
2013-2022: -26 %
 (gegenüber 1971-2000)

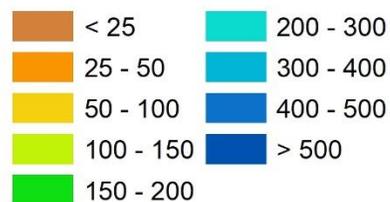
2014:	-47 %
2015:	-44 %
2018:	-30 %
2020:	-38 %
2022:	-25 %

Gesamtdefizit in 10 Jahren
rd. 490 Liter/m²!

2013 bis 2022 – Grundwasserneubildung aus Niederschlag



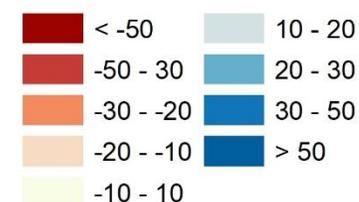
Grundwasserneubildung [mm/a]



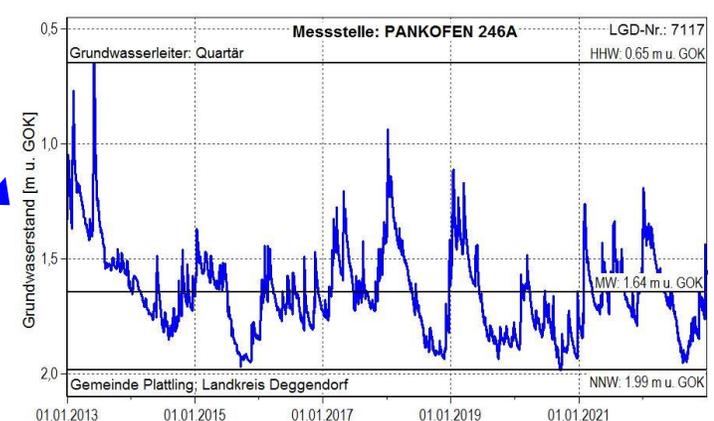
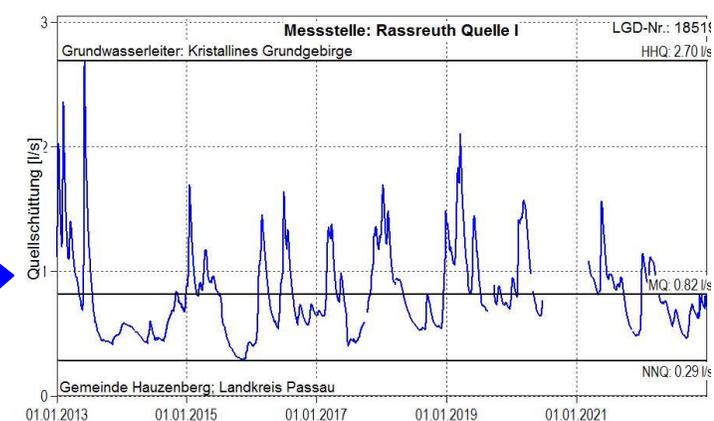
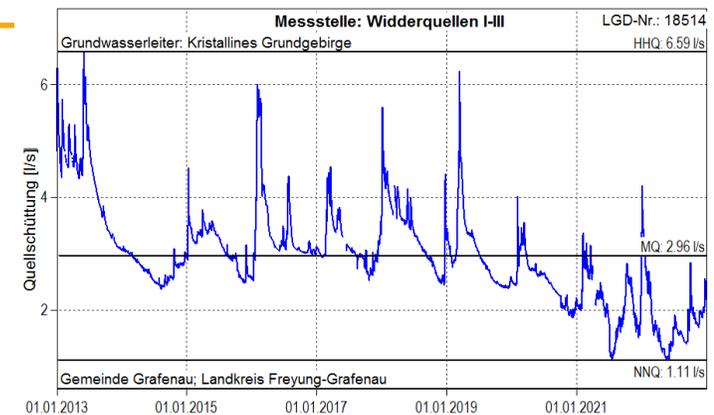
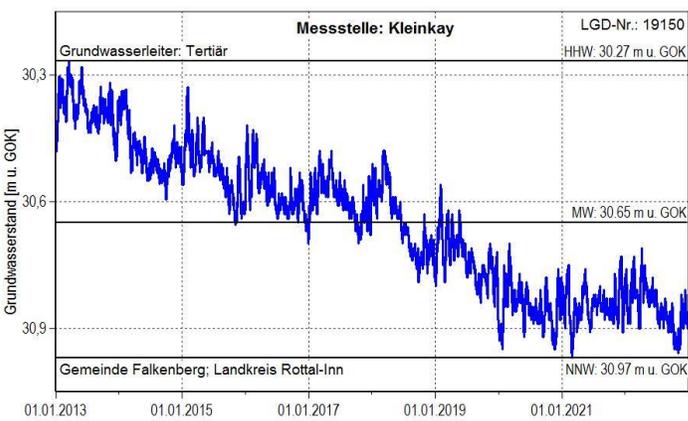
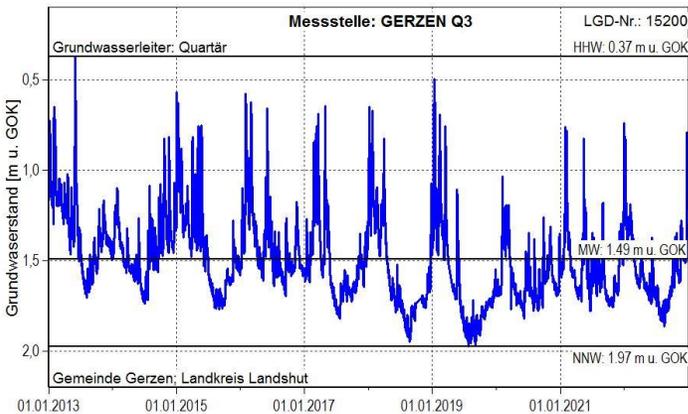
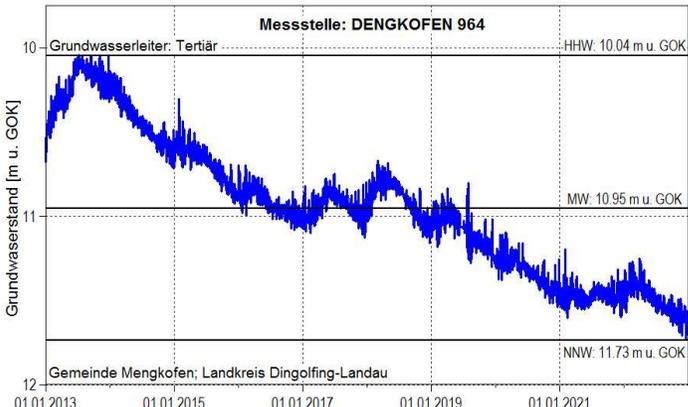
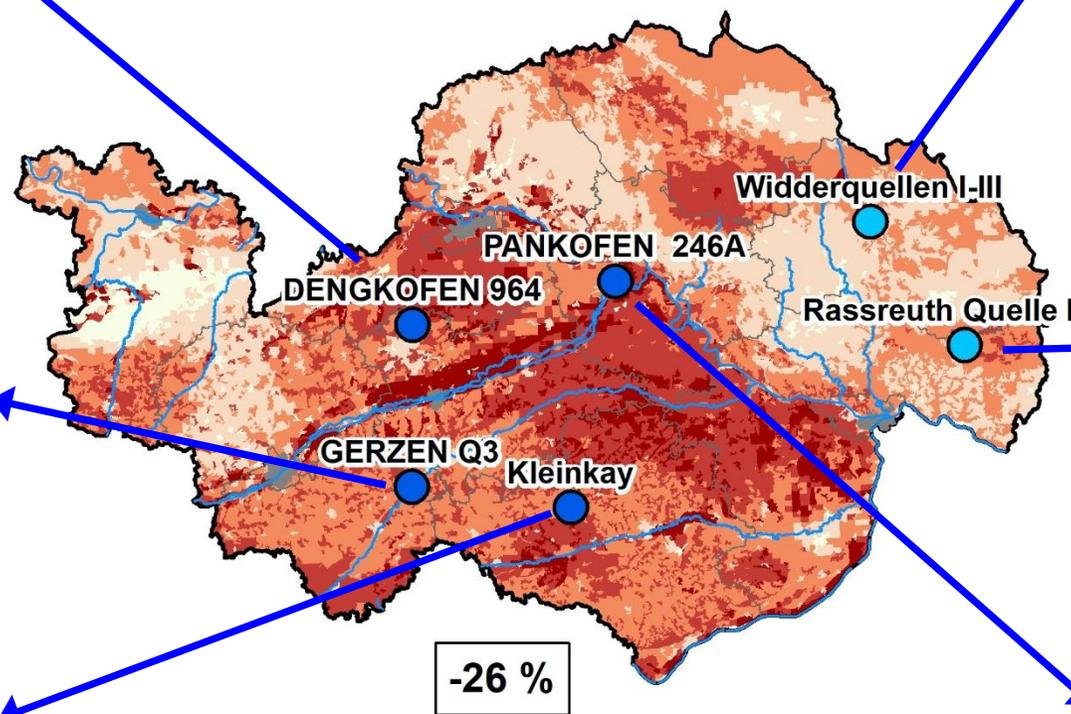
-  Quellmessstelle
-  Grundwassermessstelle
-  Fließgewässer
-  Stadt
-  Landkreis



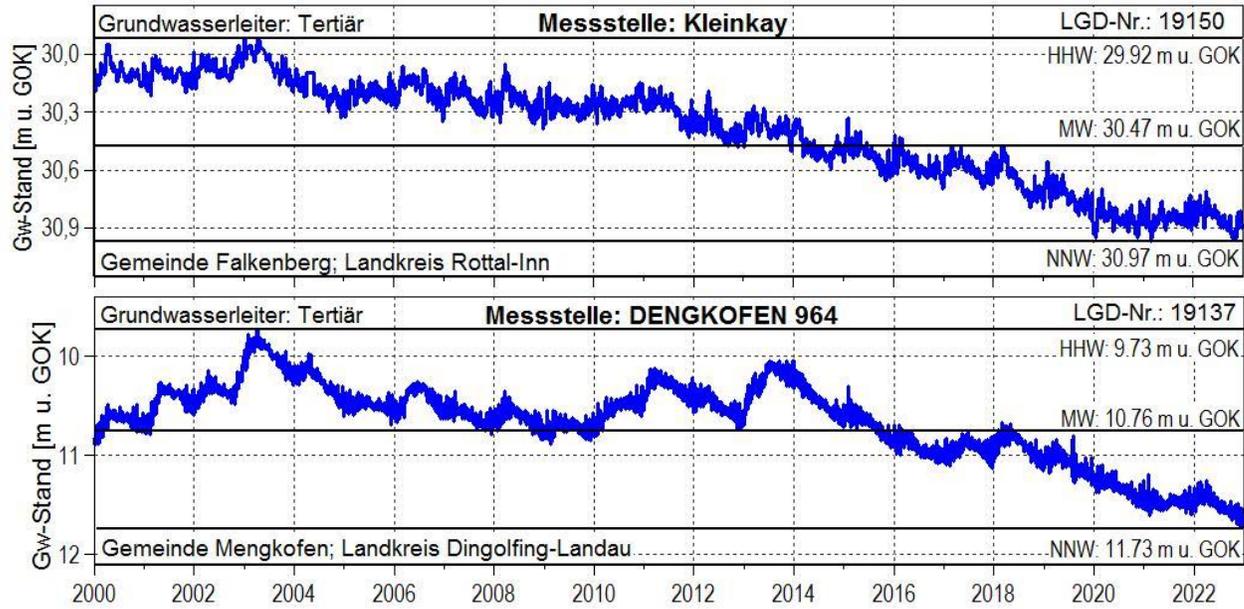
Abweichung [%]



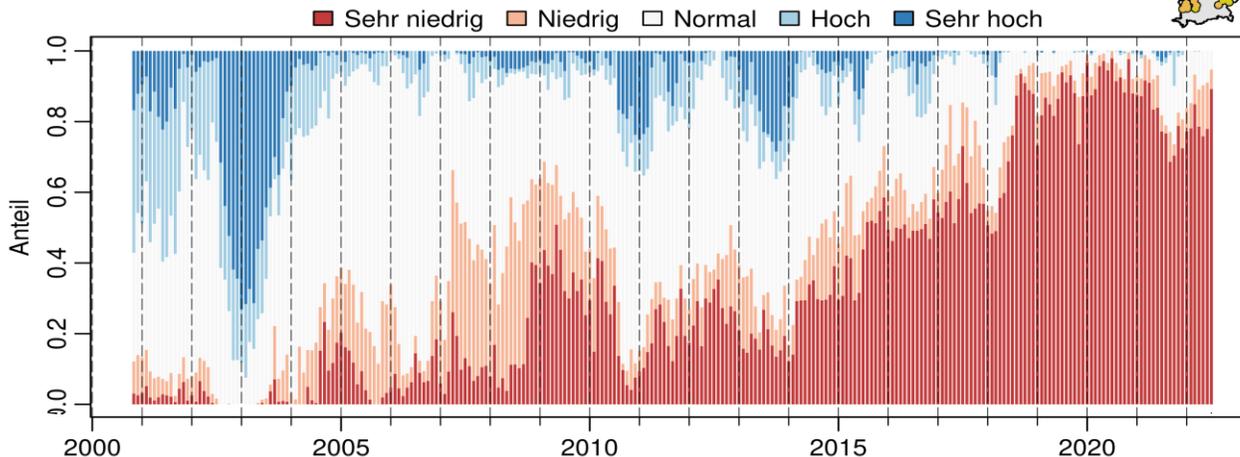
2013 bis 2022 – Messdaten



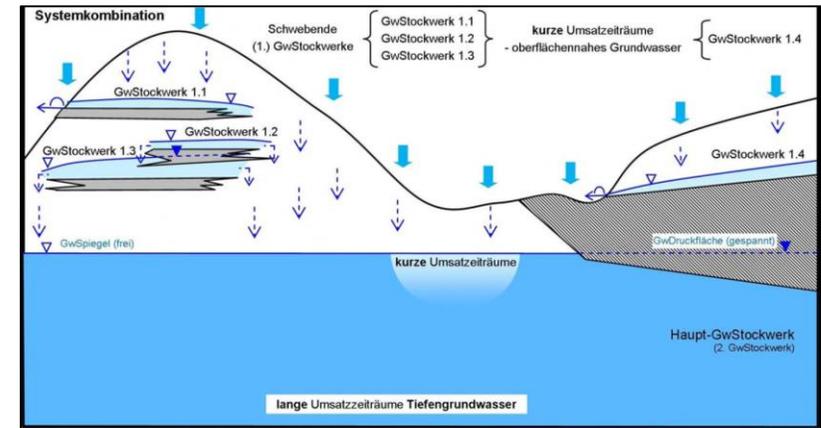
Tertiärhügelland: Entwicklung der Grundwassersituation 2000 – 2022



Tertiär (alle) (17)



Tertiärhügelland:
Hydrogeologische Modellvorstellung vgl. Folie 24

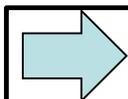
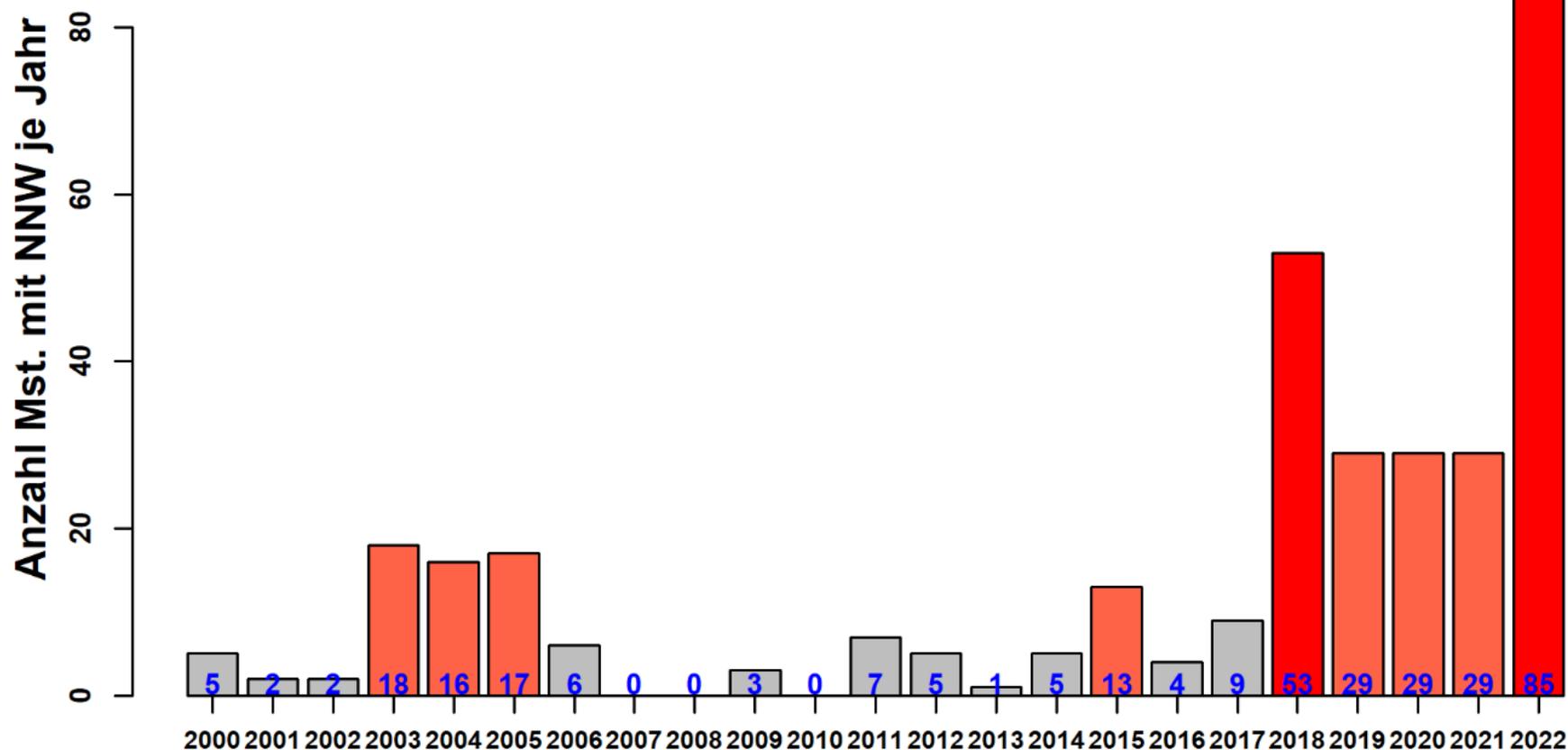


Zeitliches Auftreten von Niedrigstwerten seit 2000 (Bayern)

Stand: 31.12.2022

Datengrundlage:

338 Messstellen des Landesgrundwasserdienst-quantitativ (Grundnetz)



2023: erneut viele neue Niedrigstwerte erwartet

Entwicklung in der Vergangenheit – Langzeitverhalten (Süddeutschland)

Statistische Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Grundwasserständen und Quellschüttungen

Datengrundlage:

Ca. 170 Grundwassermessstellen und
Quellen in Süddeutschland mit möglichst
langen und wenig beeinflussten Zeitreihen



Entwicklung in der Vergangenheit – Langzeitverhalten

Datengrundlage:

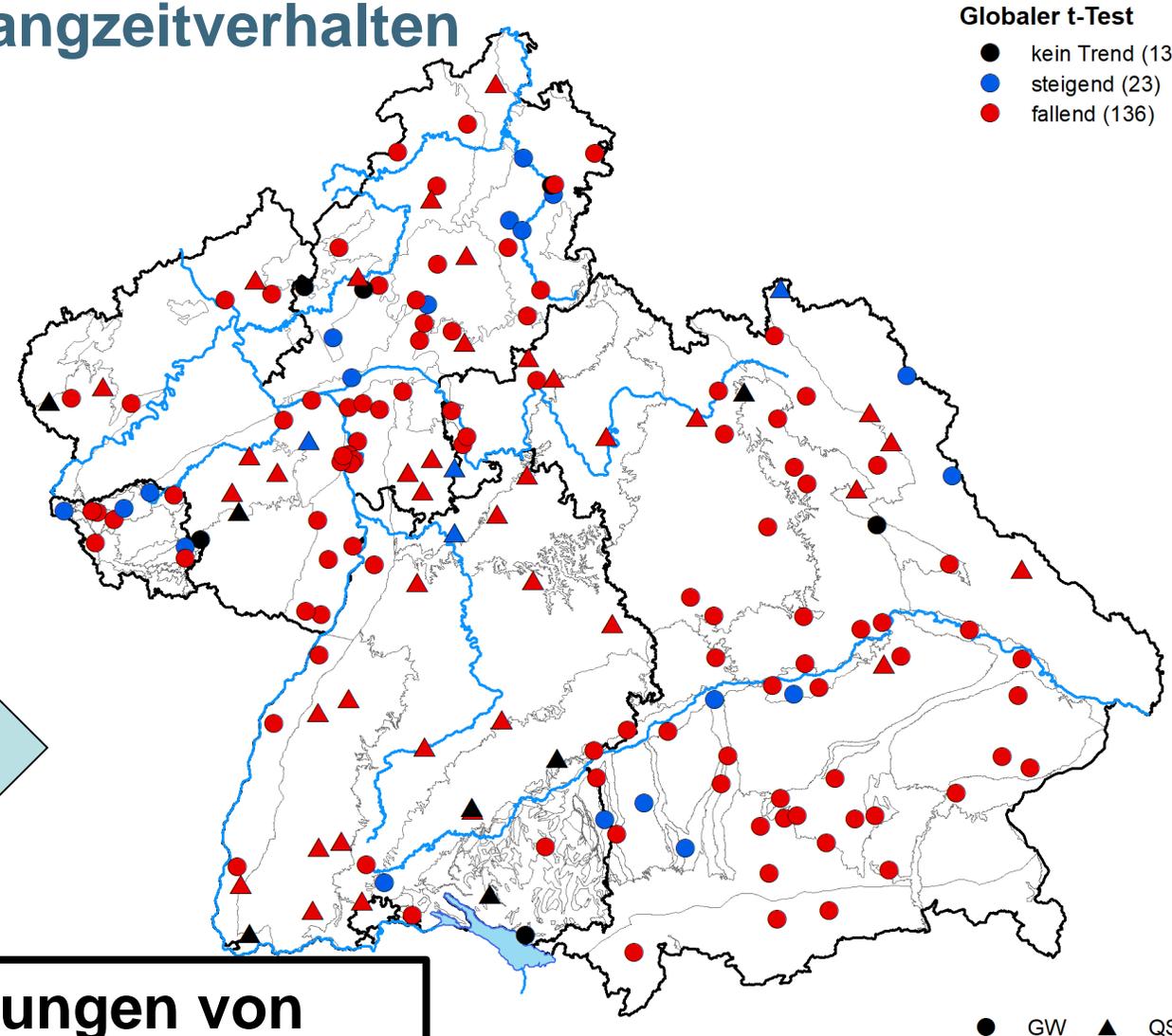
Ca. 170 Grundwassermessstellen
und Quellen in Süddeutschland mit
möglichst langen und wenig
beeinflussten Zeitreihen

Mittleres Verhalten:

Rund 80% der Messstellen mit
(langfristiger) Entwicklung zu
niedrigeren Werten (Bayern: 86%)

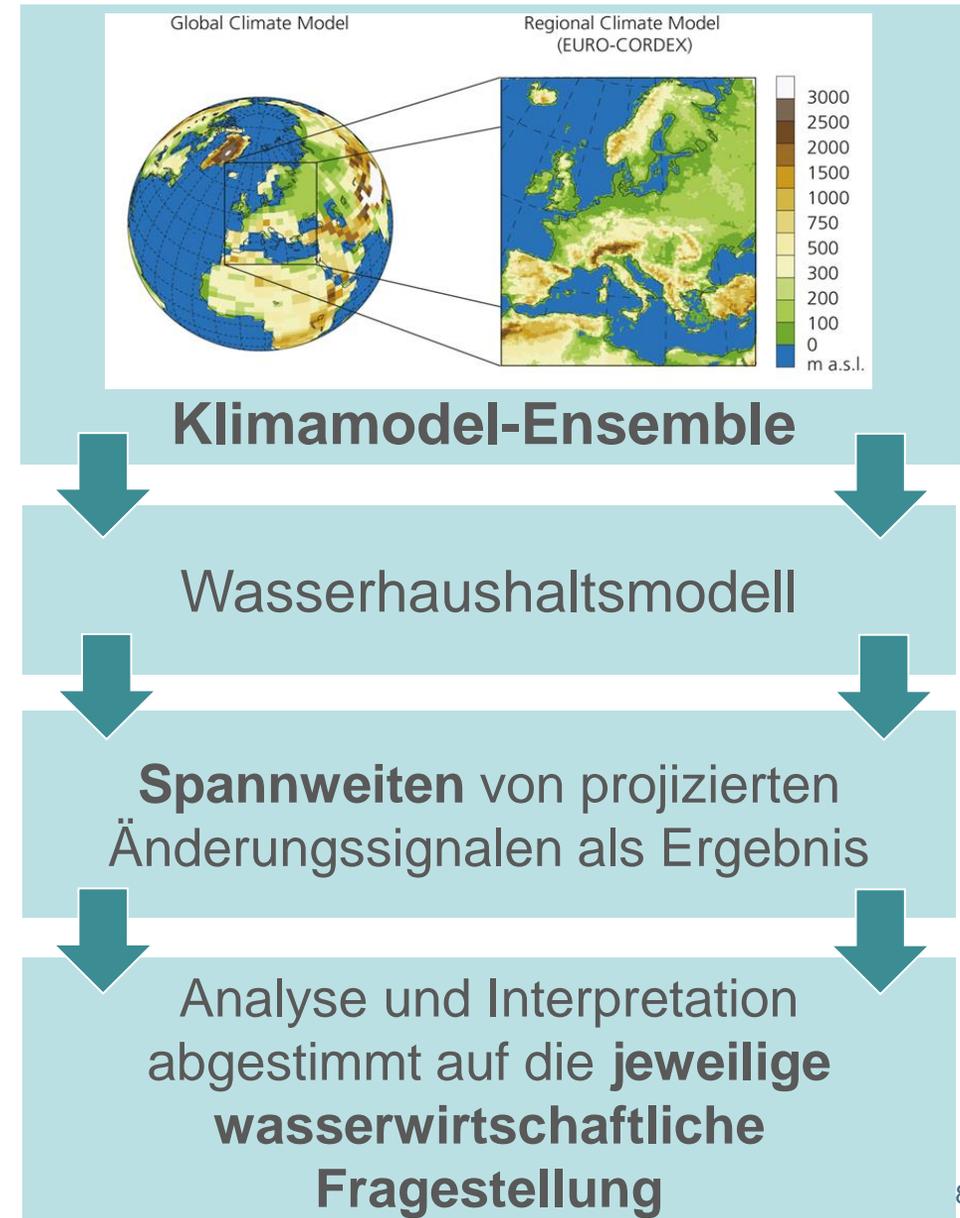


**Statistisch nachweisbare Veränderungen von
Grundwasserständen und Quellschüttungen !**



Ausblick in die Zukunft

- KLIWA-Ensemble: Verwendung von 13 regionalen Projektionen für Süddeutschland
- Auswahl auf Grundlage eines detaillierten Audits (DWD)
- Emissionsszenario RCP 8.5
- Transiente Läufe bis 2100
- Impactmodellierung mit GWN-BW und anderen Wasserhaushaltsmodellen
- Ergebnisse für relevante Größen wie Grundwasserneubildung, Quellschüttungen, etc.

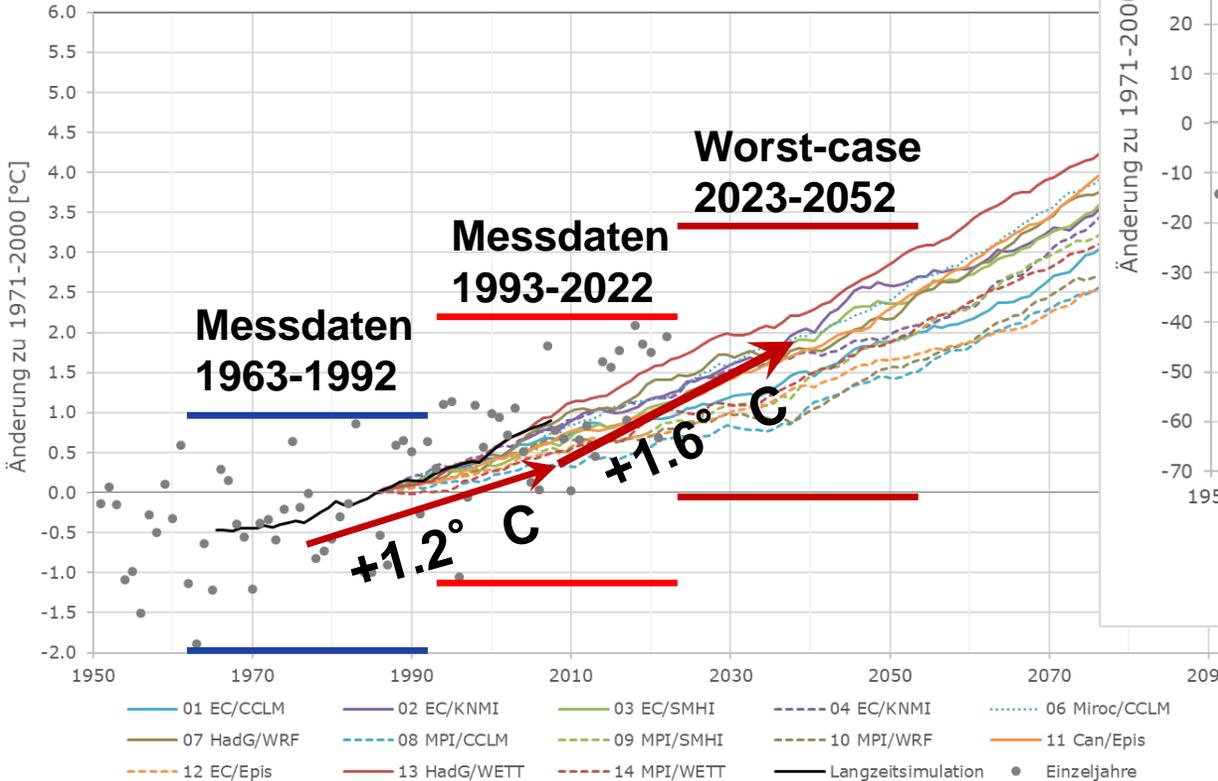
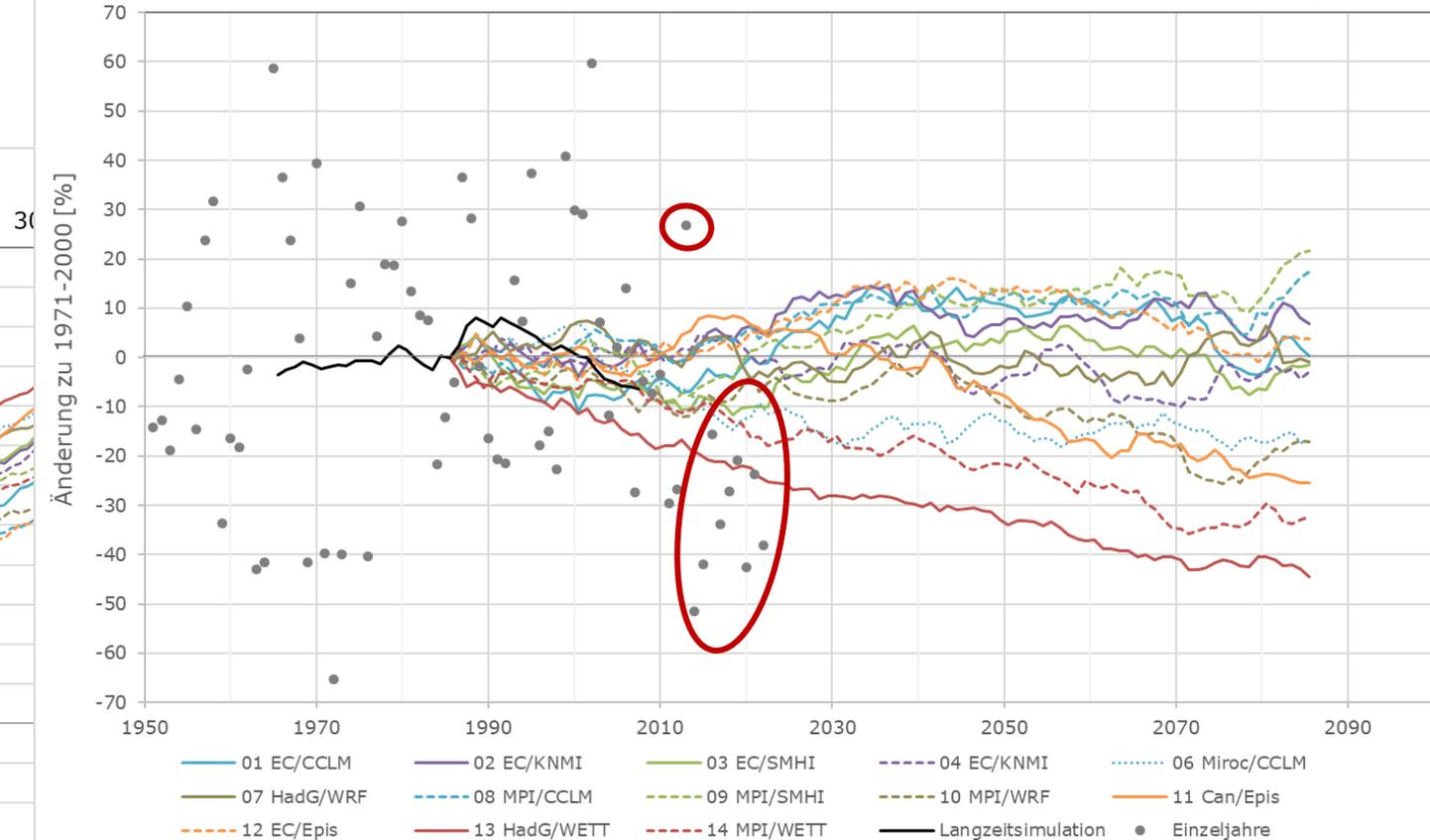


KLIWA-Ensemble: Zukünftige Ent

Grundwasserneubildung
Niederbayern

30-jähriges Mittel

Lufttemperatur
Niederbayern

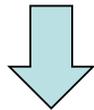


- 30-jähriges Mittel: aktuelles Änderungssignal im unteren Bereich des KLIWA- Ensembles
- 10-jähriges Mittel: aktuelles Änderungssignal im Bereich der Worst-Case Projektion

KLIWA-Ensemble: Zukünftige Entwicklung

Ergebnisse

- Große Bandbreite (Wasserhaushalt)
- Hohe Unsicherheiten
- Wahrscheinlichkeit für häufigere und intensivere und längere Trockenperioden steigt
- **Aktuelle Entwicklung (Messdaten) am „unteren Rand“ des Ensembles**

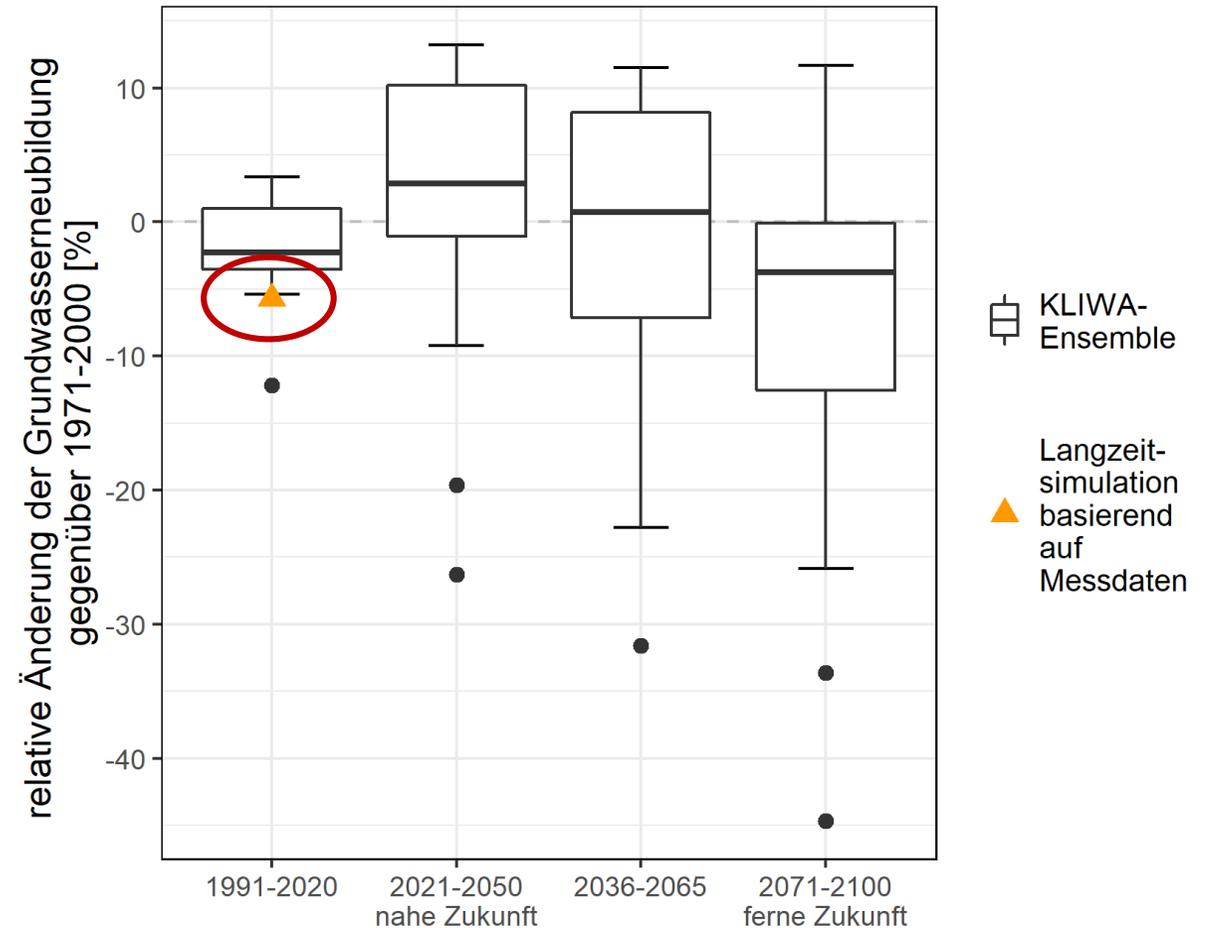


Schlussfolgerung:

**Aus Vorsorgegründen Fokus
auf Trockenextreme richten**

Weitere Informationen: [KLIWA Positionspapier](#)

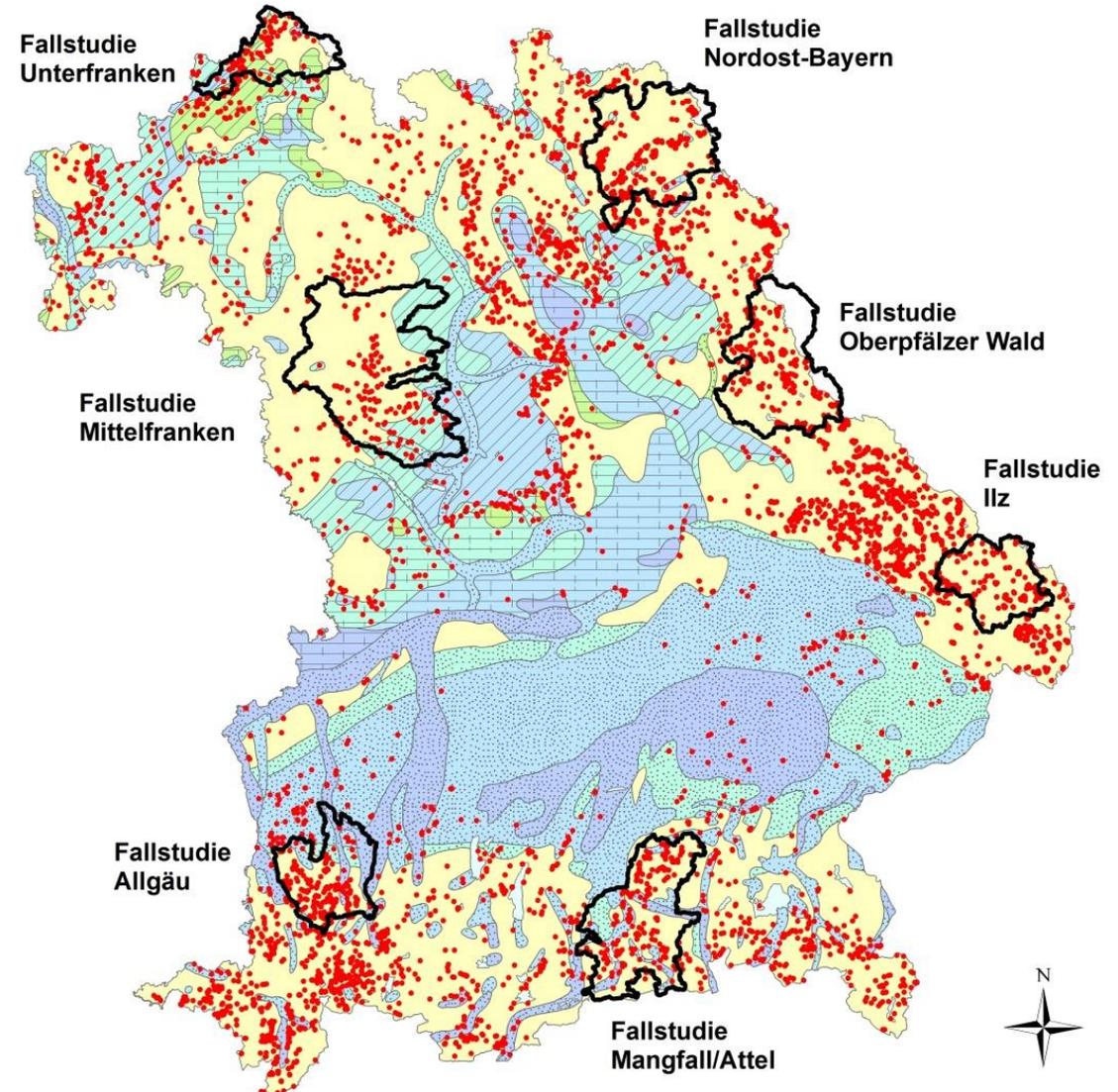
Grundwasserneubildung
Spannweiten der Entwicklungen in Bayern





Fallstudien zur Untersuchung der zukünftigen Entwicklung von Quellschüttungen

- potentielle „**Problembereiche**“
➔ **Fallstudien** zur Abschätzung regionaler Klimafolgen
- **Wasserhaushaltsmodellierung**
➔ NW-Abflüsse in Quellgebieten
- **Szenariosimulationen**
➔ **Grundlage: KLIWA Ensemble**
 - Best-Case Projektion
 - Worst-Case Projektion
- **Anpassungsmaßnahmen**
LfU-Projekt: „**Erhebung und Bewertung der öffentlichen Wasserversorgung**“
- **Stresstestuntersuchungen**





Fallstudie Ilz

**WETTREG2018: relative Änderung der Quellschüttung von Juli bis Oktober
- 2036-2065 gegenüber Referenzperiode 1991-2020 -**

- Staatsgrenze
- Ortschaft
- Pegel
- Fließgewässer
- Kontrollpunkte (modellierte Quellen)

Objekte der öffentlichen Wasserversorgung

- Brunnenfassungen
- Quelfassungen

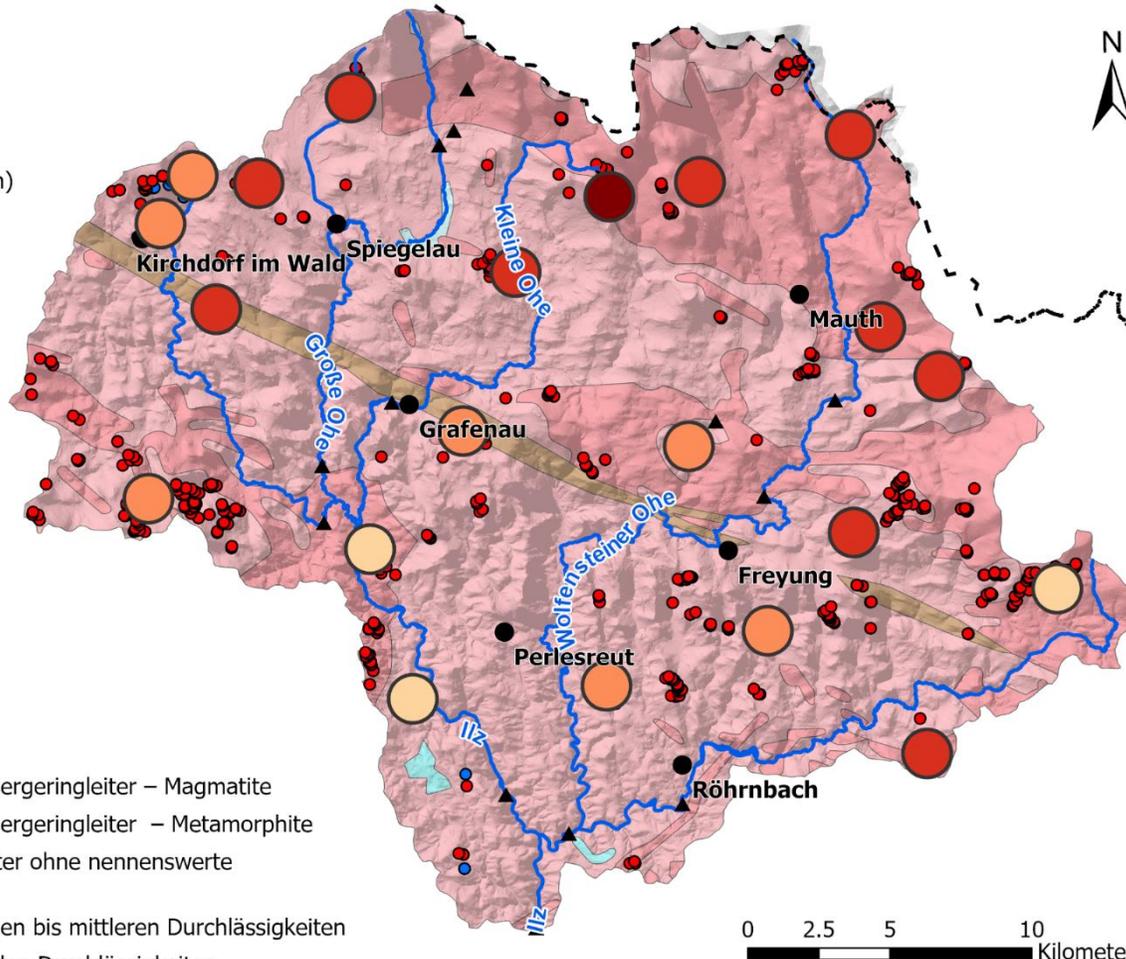
**Quellschüttung (MoMNQ)
von Juli bis Oktober**

relative Änderung in %

- 60 - -50
- > -50 - -40
- > -40 - -30
- > -30 - -20

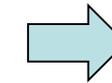
Hydrogeologische Klassifikation

- Kluft-Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter – Magmatite
- Kluft-Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter – Metamorphite
- Festgesteins-Grundwassergeringleiter ohne nennenswerte Gebirgsdurchlässigkeiten
- Poren-Grundwasserleiter mit mäßigen bis mittleren Durchlässigkeiten
- Poren-Grundwasserleiter mit variablen Durchlässigkeiten

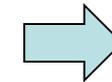


Kristallines Grundgebirge

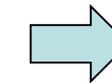
Grundwasserleiter:
Zersatzzone des Kristallin



geringes Speichervermögen

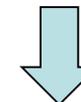


rascher Grundwasserumsatz



gering ergiebiger Grundwasserleiter

Kontrollpunkte

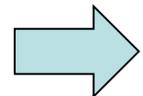
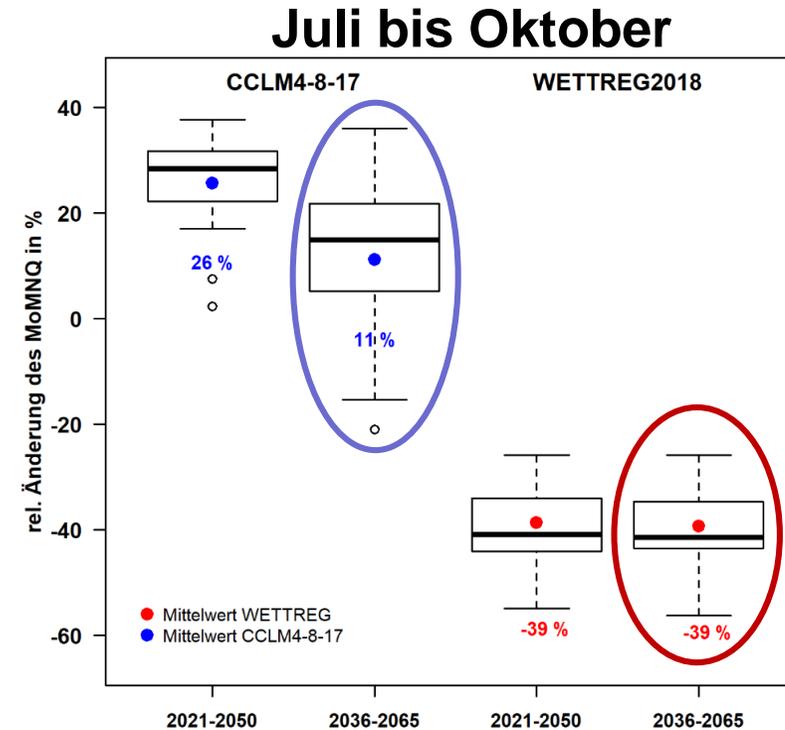


Projizierte zukünftige Entwicklung der Quellschüttungen

Fallstudie IZ – Quellschüttungsänderung 2050

Zeithorizont 2050

- Beschreibung der Bandbreite möglicher Entwicklungen mit Hilfe von „best-case“ und „worst-case“ Szenario
- **„Best-case“**: Zunahme der Quellschüttungen!
- **„Worst-case“**: Erhebliche Abnahme der Quellschüttungen:
 - Jahresmittel: **rd. -25%**
 - Juli bis Oktober: **rd. -40%**



Wasserversorgung: Anpassung an Trockenheit entscheidend !

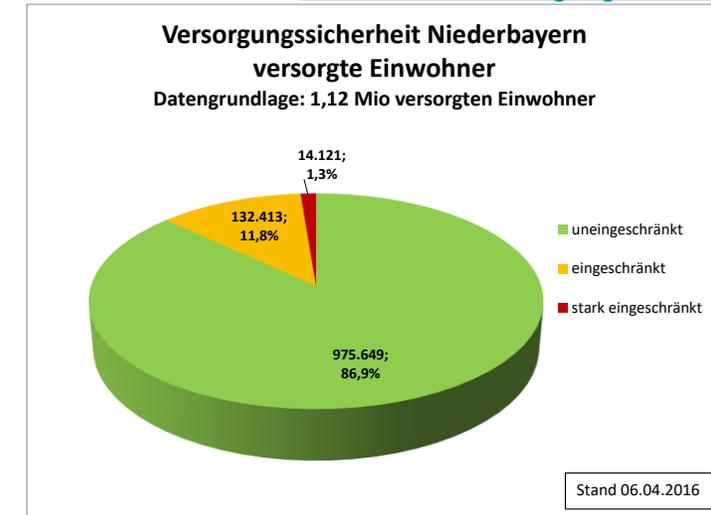
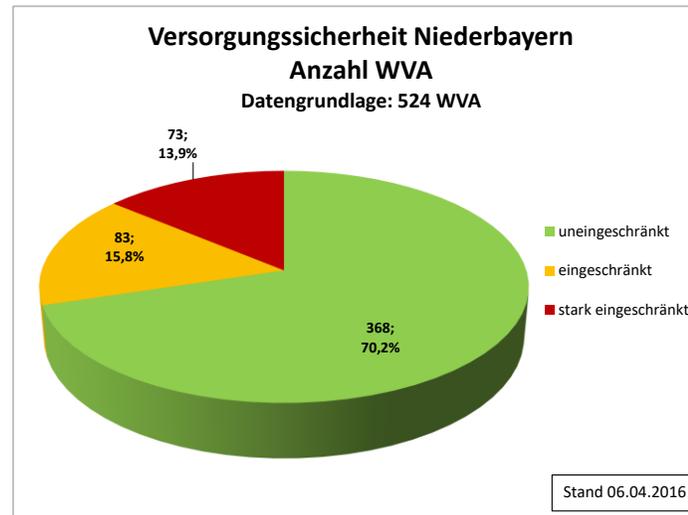
Projekt „Erhebung und Bewertung der öffentlichen Wasserversorgung in Bayern – 2. Runde“

- Einheitliche **Bewertung der Versorgungssicherheit** der regionalen Wasserversorgungsanlagen der öffentlichen Trinkwasserversorgung
 - Bewertung der Wasserbilanz (Jahres- und Tagesspitzenbedarf) unter Berücksichtigung der Schützbarkeit genutzter Wassergewinnungsanlagen
 - Bewertung der Versorgungsstruktur
- Betrachtung möglicher Auswirkungen des **Klimawandels** auf das Wasserdargebot
- Erfassen von aus wasserwirtschaftlicher Sicht notwendigen **Anpassungen** und **Handlungsempfehlungen** je Wasserversorgungsanlage



[Link: Wasserversorgungsbilanz Niederbayern 2014](#)

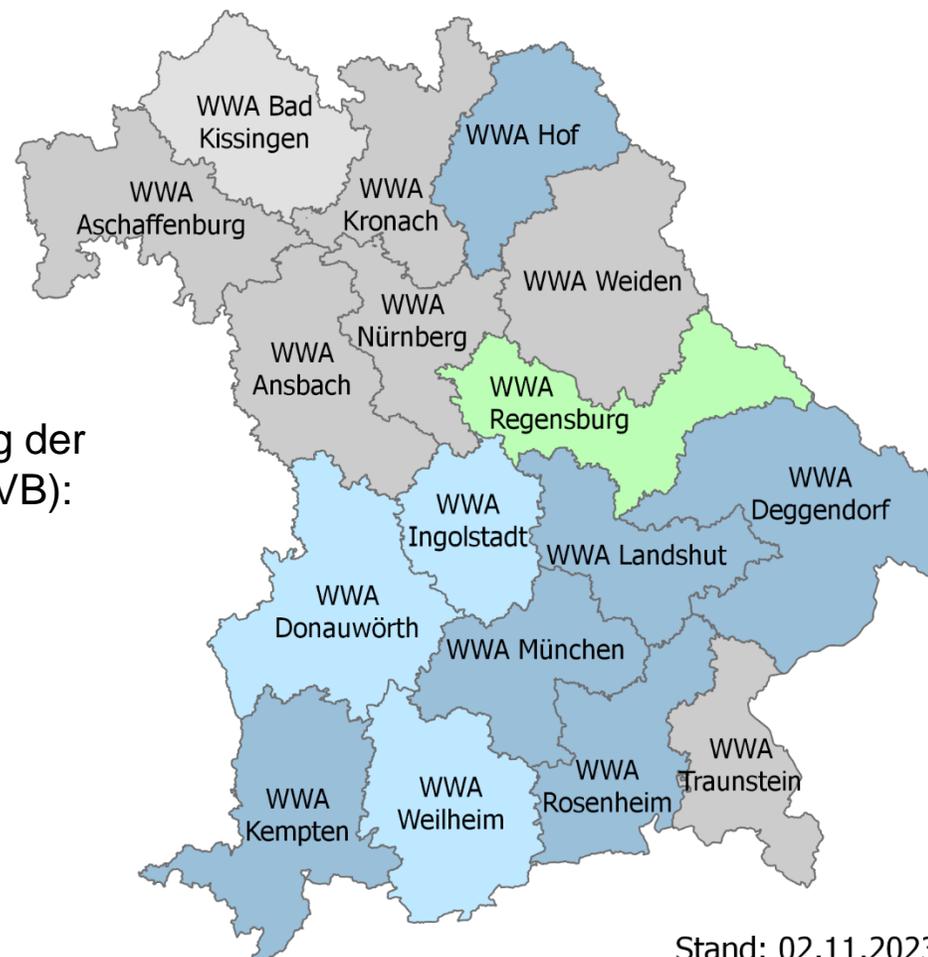
1. Runde – Ergebnisse Versorgungssicherheit



Projekt „Erhebung und Bewertung der öffentlichen Wasserversorgung in Bayern

2. Runde: Bearbeitungsstand

-  Erhebung abgeschlossen
-  Erhebung laufend
-  Erhebungsbeginn in 2023
-  Erhebungsbeginn in 2024
-  Erhebungsbeginn in 2025



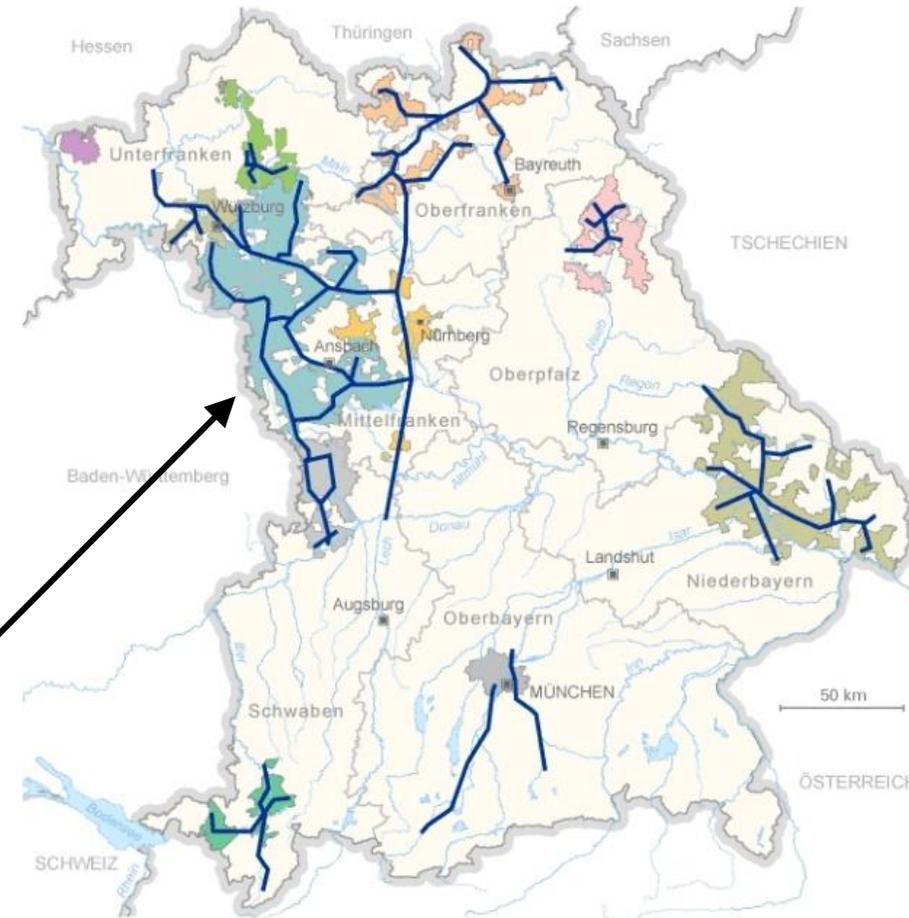
Voraussichtliche Veröffentlichung der
Wasserversorgungsbilanzen (WVB):

- 2024: Niederbayern
Schwaben
- 2025: Oberbayern
- 2026: Oberfranken
Oberpfalz
Unterfranken
Mittelfranken

Projekt SüSWasser: Sicherheit überregionaler Systeme in Bayern

11 Fernwasserversorgungsunternehmen
(Großraumversorgung LHS München wird
i. R. der Wasserversorgungsbilanzen
betrachtet)

ARGE „Ausgleich und Verbund der Wasserversorgung in Nordbayern“ (seit 2005):
7 FWVU,
verknüpfte Leitungsnetze von 6 FWVU,
Überleitung von ca. 30 Mio. m³/a
Trinkwasser aus Donaauraum nach
Nordbayern

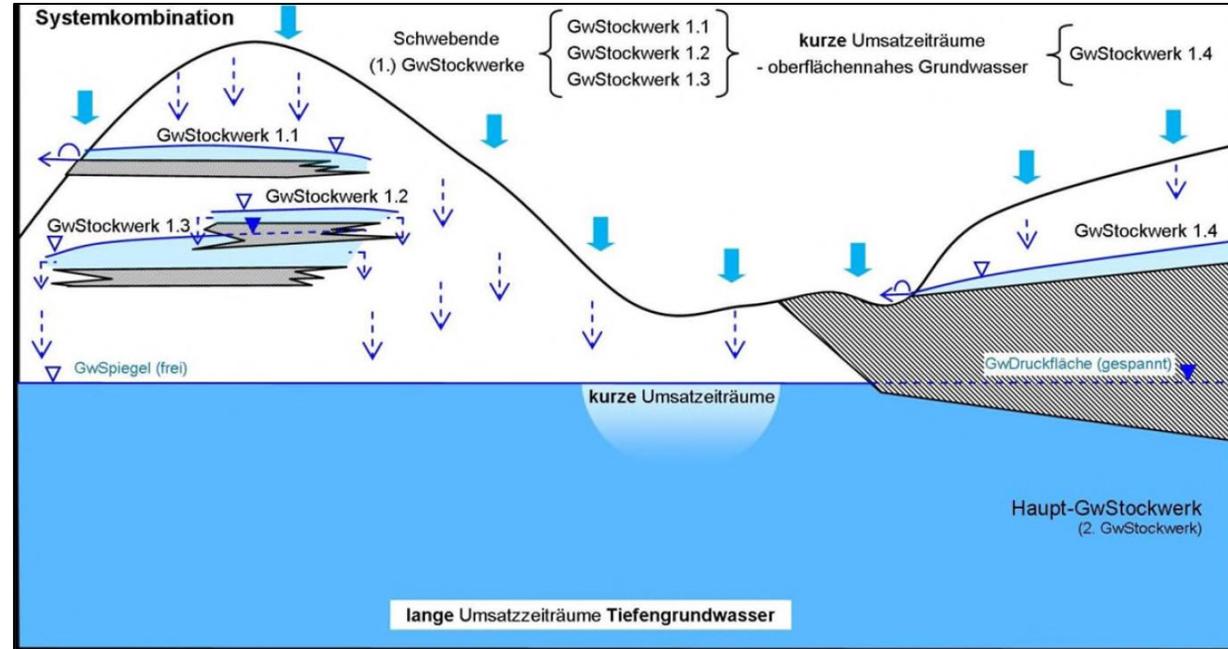


Projekt SüSWasser (2021 – 2024): Wesentliche Inhalte

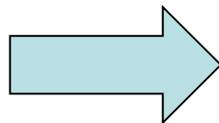
- Überprüfen der **Versorgungssicherheit der überregionalen Systeme Bayerns**
 - **aktuelle Randbedingungen** und **zukünftige Entwicklungen** (Prognosehorizont für Demografie 2035, Klimawandel Zeithorizont 2036 - 2065)
 - unter Berücksichtigung der Anforderungen an die **Redundanz**
- Zukünftig **vorrangig ortsnahe Dargebote** zu nutzen (Aufrechterhaltung der dezentralen WV-Struktur)
- Ermittlung des **Bedarfs** für zusätzliche Verbundkapazitäten, Vernetzung von Großstrukturen oder (neuen) Gewinnungsanlagen
- Ableitung von **Handlungsoptionen** (örtlich, überregional und ggf. länderübergreifend) als Entscheidungsgrundlage für Fernwasserversorger u. Wasserwirtschaftsverwaltung
- Bearbeitung in zwei Projektphasen
 - 1. Phase: 08/22 – 04/23: Jahresmengen, Wasserquantität, Ausfallaxiom → Zwischenbericht mit Grobanalyse ([SüSWasser Grobanalyse](#))
 - 2. Phase: 05/23 – 04/24: Tagesmengen, Wasserqualität, Ausfallaxiom → Schlussbericht

Grundwasser im Tertiärhügelland

- Seit vielen Jahren **abnehmende Grundwasserstände** (vgl. Folie 10)
- **Komplexes Grundwassersystem**
- Grundwasserleiter: **Obere Süßwassermolasse**
- Wichtiges **Tiefengrundwasservorkommen** in der Vorlandmolasse
- Im Hangenden z.T. **überlagert** durch **schwebende Grundwasserstockwerke**
- Oftmals auch Mischungen zwischen langsam und schnell regenerierenden Grundwasser
- Hauptsächlich genutzt für **Trinkwassergewinnung**



Bericht: Hydrogeologisches Modell – Hallertau, Jurahopfen, Ingolstädter Becken



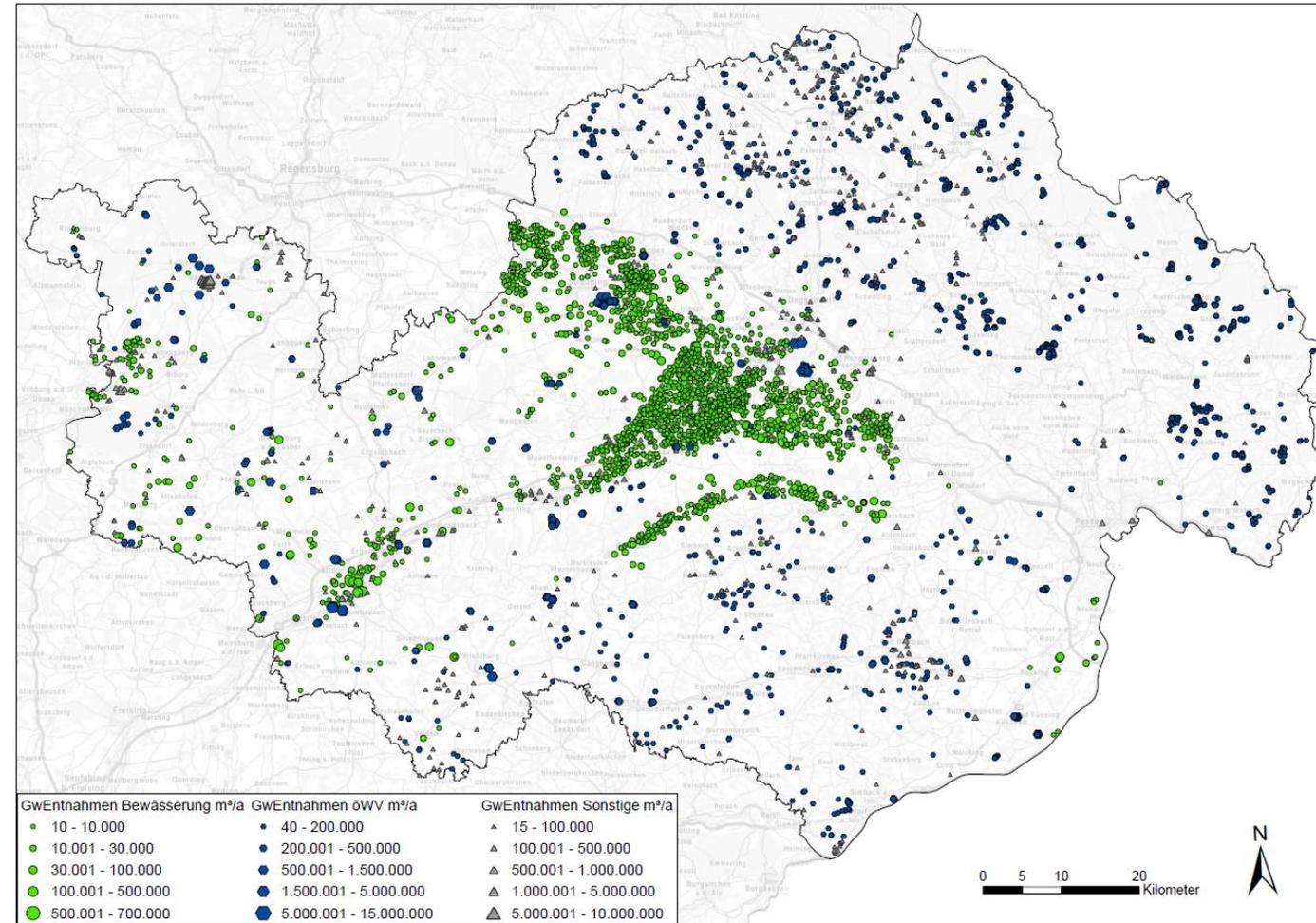
https://www.lfu.bayern.de/wasser/bewaesserung/doc/hgm_hallertau_etc.pdf

Tertiärhügelland im Bereich Hallertau (westl. Niederbayern):

- Sehr heterogener Aufbau
- Schwebende Grundwasservorkommen und oberes Grundwasserstockwerk
 - für Bewässerungsentnahmen genehmigungsfähig
- Tertiärer Hauptgrundwasserleiter
 - nicht für Bewässerungsentnahmen genehmigungsfähig

Bewässerung: Wasserwirtschaftliche Grundsätze

- Priorisierung der Herkunft von Bewässerungswasser
 1. Gesammelter/Gespeicherter Niederschlag
 2. Oberflächengewässer (inkl. Speicherung)
 3. Uferfiltrat
 4. Oberflächennahes Grundwasser
- Kein Tiefengrundwasser
- Berechnungsmengen nach pflanzen-/bodenspezifischen Bedarfszahlen
- Wassersparende Technik / ressourcenschonend



Fazit: Niederbayerns Grundwasser im Klimawandel

- Das **Grundwasser** reagiert bereits auf kleine Änderungen des Wasserhaushaltsgeschehens **empfindlich** („Wasserbilanzrest“)
- Auswirkungen des **Klimawandels** auf das Grundwasser sind **messbar!**
- **Reduzierte Grundwasserneubildung** seit mehr als 20 Jahren, zuletzt deutlich verschärft (hohes Gesamtdefizit)!
- Auswirkungen auf das **regionale Dargebot** abhängig von weiteren Bilanzgrößen und Einflüssen (Bedarfsentwicklung, etc.)
- Zunehmende (Nutzungs-) **Konflikte + Probleme** durch den Klimawandel
- **Anpassungsmaßnahmen** und Managementstrategien: Wassernutzungen (v.a. öffentliche Wasserversorgung, Bewässerung), Ökologie, etc.
- Anpassung an **Trockenheit** im Fokus! Aus Vergangenheit lernen!
- **Ergebnisse finden Eingang in aktuelle Studien zur Versorgungssicherheit**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

