



### 3. Dialogforum Wasser

## Wasserversorgung und Klimawandel - Risiken für Süddeutschland

Stuttgart, 10. Oktober 2024 - Hochschule für Technik Stuttgart

RBS wave GmbH  
Mittlerer Pfad 2-4  
70499 Stuttgart

Autoren:  
Prof. Dr. -Ing. Esad Osancevic

03.10.2024



Prof. Dr. -Ing. E. Osmančević  
Consultant-Forschung-Produktentwicklung  
Telefon: +49 711 185 71 520  
E-Mail: [e.osmančević@rbs-wave.de](mailto:e.osmančević@rbs-wave.de)

- **Bauwesenstudium 1977 - 1981**  
Studiengang Siedlungswasserwirtschaft
- **Promotion 1986 - 1988**  
auf dem Gebiet Grundwassermodellierung / Wasserschutzgebiete
- **Seit 1995 bei vedewa / wave GmbH / RBS wave GmbH**  
Consulting / Team Netzmanagement - Teamleiter
- **Mitarbeit in Fachgremien und Hochschulen**
  - Regelmäßiger Referent beim DVGW
  - Lehrbeauftragter an der HS Rottenburg am Neckar (Studiengang Ressourcenmanagement Wasser) seit WS 2012.
  - Dozent bei IHK Reutlingen und Netze BW (Ausbildung von Rohrnetzmeistern) seit 2013.
  - Lehrbeauftragter an der HS Esslingen am Neckar (Studiengang Gebäude-, Energie- und Umwelttechnik) seit WS 2021.
  - Betreuung von ca. 110 Bachelor- und Masterthesen
- **Publikationen**
  - E. Osmančević, S. Hüsam, M. Gerigk: Wasserversorgung und Klimawandel Risiken für Süddeutschland, gwf Wasser Abwasser, 05/2024 - Publikation
  - E. Osmančević, S. Hüsam: Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung in Süddeutschland, gwf Wasser Abwasser, 12/2021
  - E. Osmančević, P. Gaus: Permanente Druckmessung in Wasserrohrnetzen zur Lecküberwachung und zur permanenten Kalibrierung von Rechenetzmodellen, DVGW energie/wasser-praxis, 05/2019
  - E. Osmančević, M. Engelfried, R. Friedmann: Erhöhte Temperaturen in Wasserversorgungssystemen - Ursachen und Gegenmaßnahmen, DVGW energie/wasser-praxis 09/2018
  - ...

## Energie



- Quartierskonzepte
- Energieeffizienz
- Kommunale Wärmeplanung
- Wärme- & Kältetechnik
- Biogas
- Geothermie
- Wasserkraft & Energierückgewinnung
- E/MSR-Technik und Prozessleitsysteme

## Wasser



- Strukturgutachten
- Konzepte, Planung, Bau
- Gewinnung
- Aufbereitung
- Förderung
- Speicherung
- Transport und Verteilung
- Wasserverlustmanagement
- Ingenieurdienstleistungen und Betriebsführung Abwasser

## Infrastruktur



- Rohrnetzanalyse und -berechnung
- Netzrehabilitation
- Erschließungen und Erschließungsträgerschaften
- Breitbandausbau
- Kommunales Starkregenrisikomanagement
- Geotechnik & Altlastenengineering
- Industriebau



Rund 110 Ingenieur\*innen,  
45 technische Angestellte und  
25 kaufmännische Angestellte



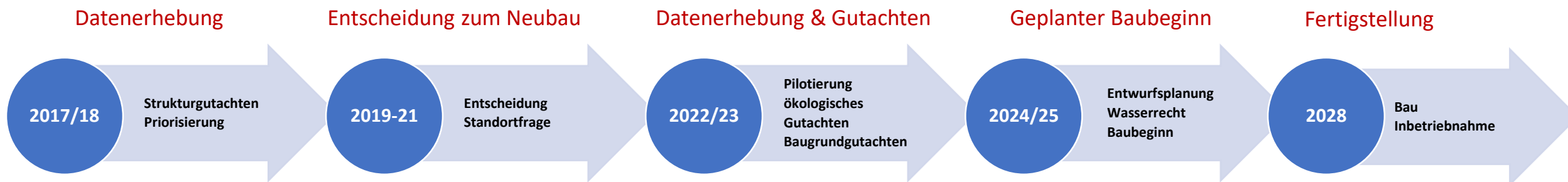
**100% Tochter Firma der EnBW**  
(Bereich Kritische Infrastruktur)

- Enge **Zusammenarbeit mit Hochschulen und Unis** im Land
- Firmeninterne **Forschungsprojekte** in den Bereichen:
  - Wasserverlustbekämpfung
  - Netzmanagement (Rohrnetzmodellierung)
  - Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung
  - Erwärmung des Trinkwassers im Netz
- **Kundenstruktur**
  - Städte und Kommunen
  - Stadtwerke
  - Zweckverbände
  - Industrie und Sonstige
  - Konzerngesellschaften

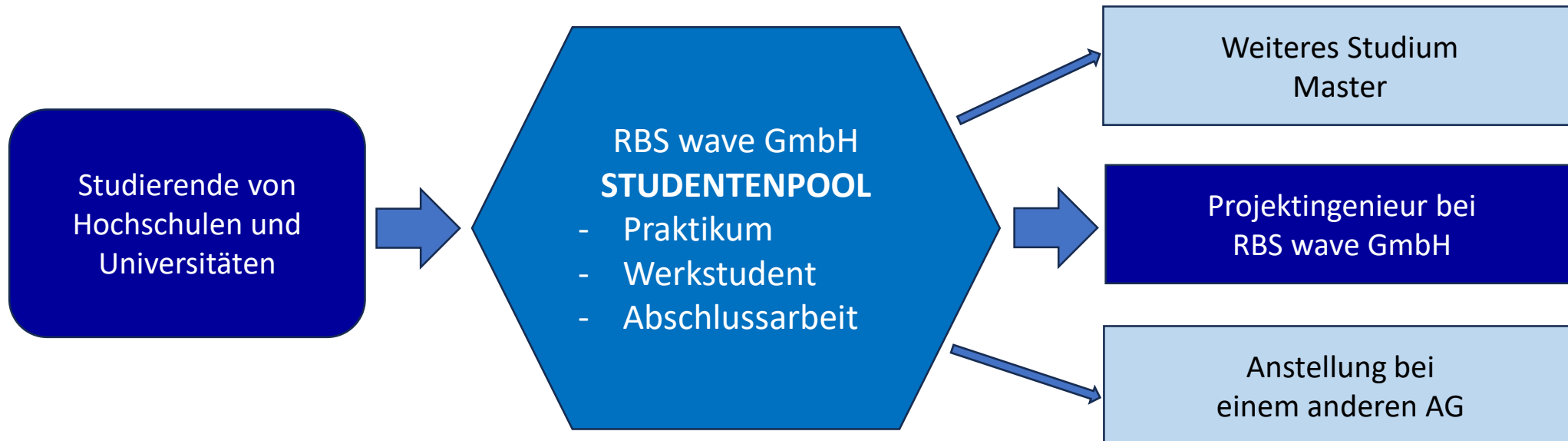


- Historisch gewachsene Siedlungsstrukturen (Struktur des Wasserversorgungssystems?)
- Teilweise hoher Bedarf an Sanierungs- und Rehabilitationsmaßnahmen (Ist-Zustand der Anlagen und des Trinkwasserrohrnetzes?)
- Demografische und gesellschaftliche Veränderungen sowie Fachkräftemangel
- **Klimawandel, extreme Wetterereignisse**
- Verfügbarkeit von Trinkwasser - Nutzungskonflikte
- Langfristige Prognose von Systemreserven und notwendigen Redundanzen
  - (Not-/Ersatzversorgung, lokal und/oder in der Region) - Maßnahmenplan, Risikomanagement DIN EN 15975-2, ergänzend W1001
- Umsetzung der Trinkwassereinzugsgebieteverordnung 12/2023 bis November 2025
- Umsetzung der Trinkwasserverordnung 06/2024 (Artikel 7) bis Januar 2029

- Lösungsansätze
  - Historisch gewachsene Siedlungsstrukturen (Struktur des Wasserversorgungssystems?)
  - Teilweise hoher Bedarf an Sanierungs- und Rehabilitationsmaßnahmen (Ist-Zustand der Anlagen und des Trinkwasserrohrnetzes?)
    - Erstellung eines Strukturgutachtens
    - Durchführung einer Rohrnetzanalyse und -berechnung
    - Erstellung eines Rehabilitationskonzeptes
    - Identifizierung der Gefährdungen und Abschätzung der Risiken im Wasserversorgungssystem
  - Umsetzung der Maßnahmen



- Lösungsansätze
  - Demografische und gesellschaftliche Veränderungen sowie Fachkräftemangel
    - Eine Zusammenarbeit zwischen Schulen  $\leftrightarrow$  Hochschulen/Unis  $\leftrightarrow$  Wirtschaft



- Ist Klimawandel ein Risiko für die sichere und zuverlässige zukünftige Wasserversorgung?
  - Klimawandel, extreme Wetterereignisse
  - Verfügbarkeit von Trinkwasser - Nutzungskonflikte
  - Langfristige Prognose von Systemreserven und notwendigen Redundanzen
  - Erwärmung von Trinkwasser in Wasserversorgungssystemen, insbesondere in Trinkwasserrohrnetzen



**1. Anlass und Zielvorgabe**

2. Methodik und Datengrundlage

3. Wetterereignisse des Klimawandels

4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

6. Fazit und Ausblick

**SPIEGEL** Wirtschaft

Trockenheit

## Städte- und Gemeindebund warnt vor Wasserknappheit

Hoher Verbrauch in Industrie, Landwirtschaft  
Republik droht laut d...  
werden...

tagesschau

Startseite ▶ Nachrichten-Themen ▶ Wasserknappheit

- Wie wirkt sich das Klima wirklich auf die Wasserversorgung aus?
- Was sind die Trends?
- Was erwartet uns in Zukunft?

Sendung verpasst?

### Deutschland trocknet langsam aus

Folgen des Klimawandels

EU-Klimadienst Copernicus

## Auch im März neuer Temperaturrekord gemessen

09.04.2024 • 06:51 Uhr

... an: Im zehnten Monat in Folge haben Forschende einen  
... chnet. 14,14 Grad betrug die durchschnittliche  
... erwärmung der Meere schreitet voran. | mehr

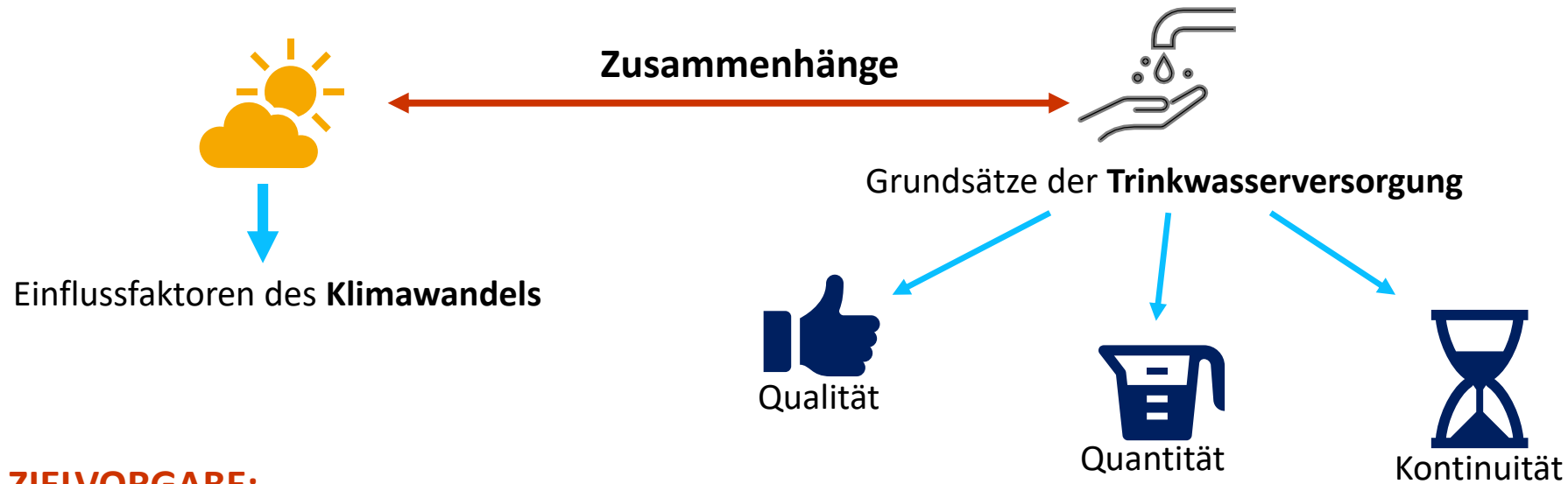


UNESCO-Weltwasserbericht

## 2,2 Milliarden Menschen ohne sauberes Trinkwasser

22.03.2024 • 08:40 Uhr

Sauberes Trinkwasser ist eine überlebenswichtigste Ressource - zu der weltweit noch immer mehr als zwei Milliarden Menschen keinen Zugang haben. Aus Sicht der UN droht Wasserknappheit zunehmend Konflikte zu schüren. | mehr



• **ZIELVORGABE:**

- Zusammenhang zwischen **Einflussfaktoren** des Klimawandels und Grundsätze der **Wasserversorgung** finden
- **Auswirkung** des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung bewerten
- Ein **Frühwarnsystem** für die Trinkwasserversorgern entwickeln und
- Entsprechende **Maßnahmen** und Anpassungsstrategien für die zukünftige Trinkwasserversorgung empfehlen

1. Anlass und Zielvorgabe

**2. Methodik und Datengrundlage**

3. Wetterereignisse des Klimawandels

4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

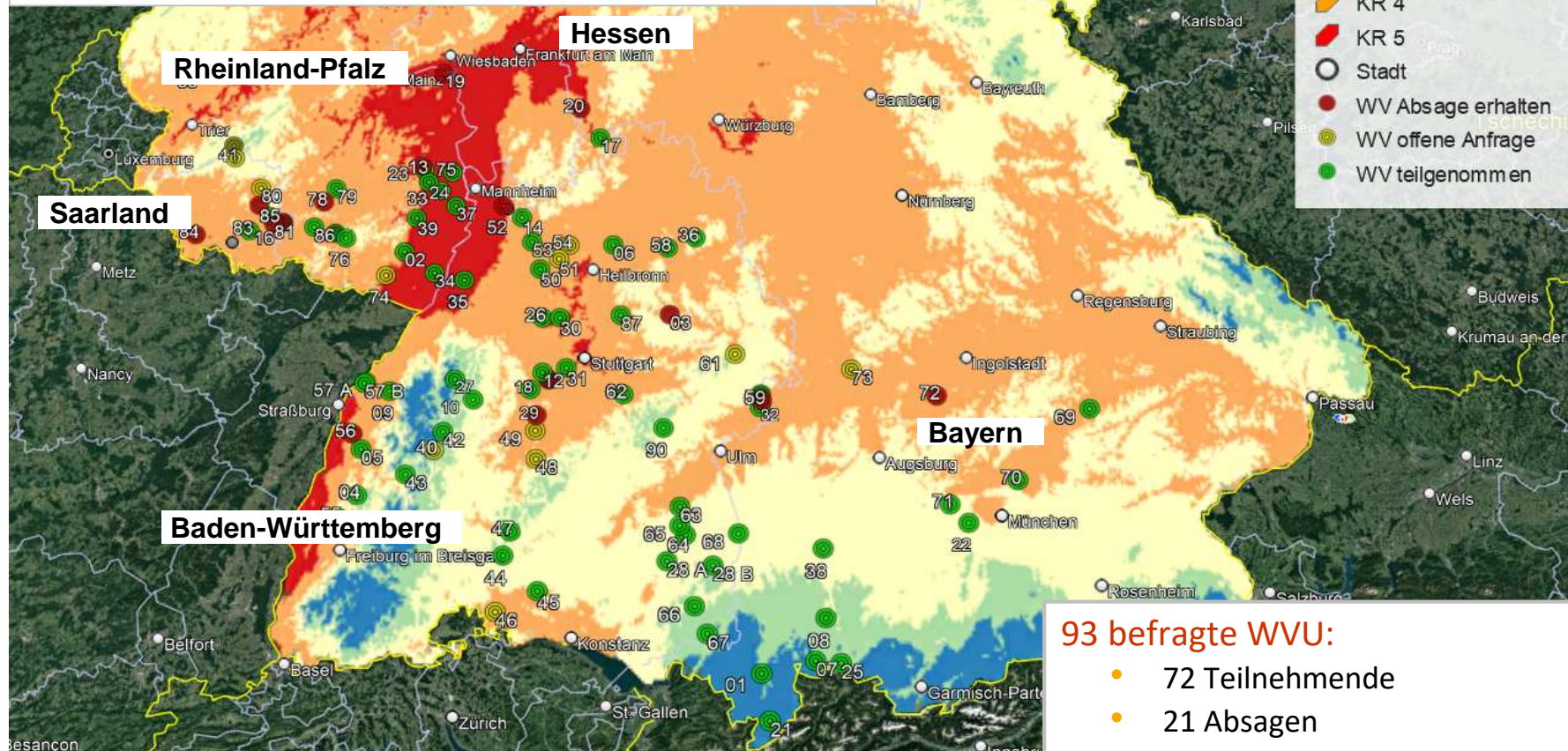
5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

6. Fazit und Ausblick



## 2. Methodik und Datengrundlage - Untersuchungsraum - Süddeutschland

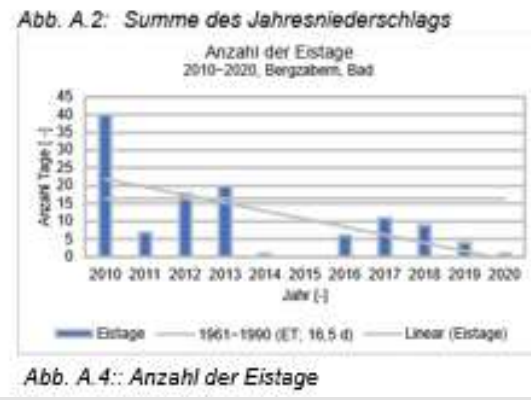
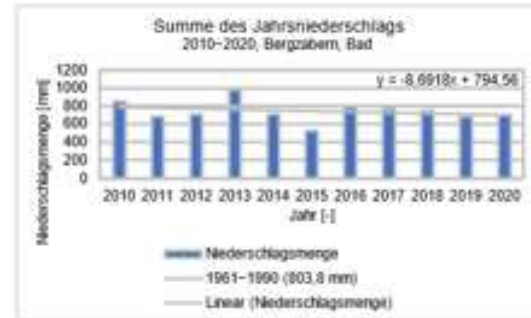
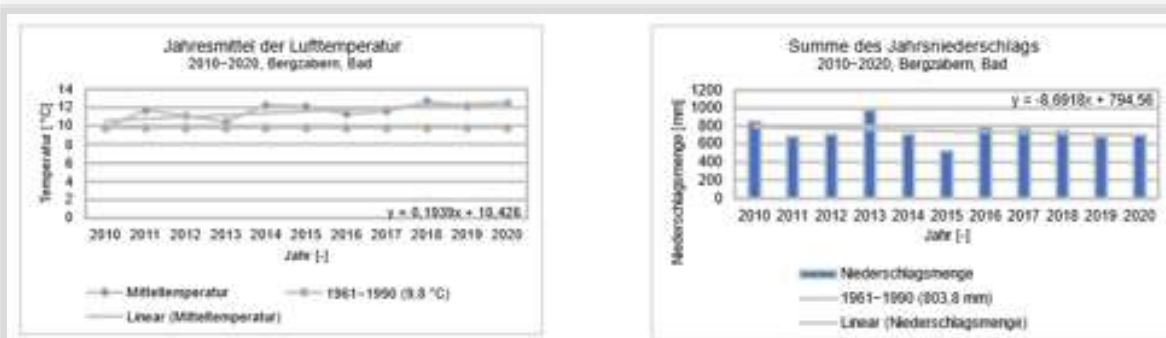
- Untersuchungszeitraum: 11/12 Jahren (2010-2020/21)
- Auswahl von WVU:
  - Kleine, mittlere, große WVU
  - 5 Klimaregionen
  - Vorliegende Datenbasis der RBS wave GmbH



- **1. Projektphase:**  
Befragung von 39 WVU (April 2021)
- **2. Projektphase:**  
Befragung von 54 WVU (April 2022)
- **3. Projektphase:**  
Entwicklung eines Frühwarnsystems (April 2024)

- **Datenerhebung bei 72 Wasserversorgungsunternehmen aus 5 Bundesländern**
  - Quantitative Parameter: Jahresbereitstellungsmenge, monatliche Bezugsmengen, Tagesspitzenwerte, Quellschüttung, Brunnenergiebigkeit, Ruhegrundwasserspiegel, ...
  - Qualitative Parameter: Rohwasserqualität (Nitrat, elektrische Leitfähigkeit, Eisen, Mangan, ...)
  - Rohrbruchstatistik  
(Die Angaben zu den Wasserversorgungsparametern entstammen der Datenerhebung durch Fragebögen und sind anonym ausgewertet.)
- **65 Wetterstationen des DWD** (alle Daten der Wetterstationen entstammen dem Online-Portal Climate-Data-Center (CDC) des Deutschen Wetterdienstes oder in Einzelfällen den eigenen Angaben der Wasserversorgungsunternehmen)
- **Monitoring-Datenbanken der Ministerien**  
(Die Daten und Angaben zu den Grund- und Quellwasservorkommen, Rohwasserqualität)





**Beispiel**

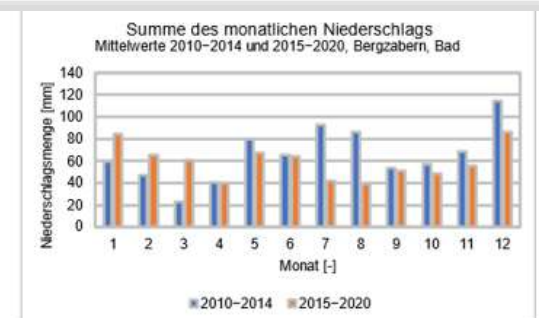
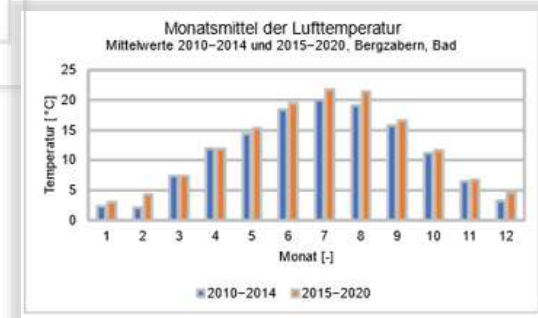


Abb. A.5: Monatsmittel der Lufttemperatur, Mittelwerte 2010-2014 und 2015-2020

Abb. A.6: Monatliche Niederschlagsmengen, Mittelwerte 2010-2014 und 2015-2020

### **A.1 Wasserversorgungsunternehmen 01**

Jahresabgabemenge (Stand 2020):	ca. 454.500 m <sup>3</sup> /a
Wasserbezug:	90 % Eigenwasser, 10 % Fernwasser
Versorgte Einwohner (Stand 2020):	ca. 6.100
Mittlere Tagesbereitstellungsmenge:	1.245 m <sup>3</sup> /d
Tagesspitzenabgabe:	2.522 m <sup>3</sup> /d (rechnerisch ermittelt)
Netzlänge:	48 km
Gewinnung:	1 Quellgebiet
Klimaregion:	1
Repräsentative Wetterstation (DWD):	ID 3730

**Beispiel**

1. Anlass und Zielvorgabe

2. Methodik und Datengrundlage

**3. Wetterereignisse des Klimawandels**

4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

6. Fazit und Ausblick

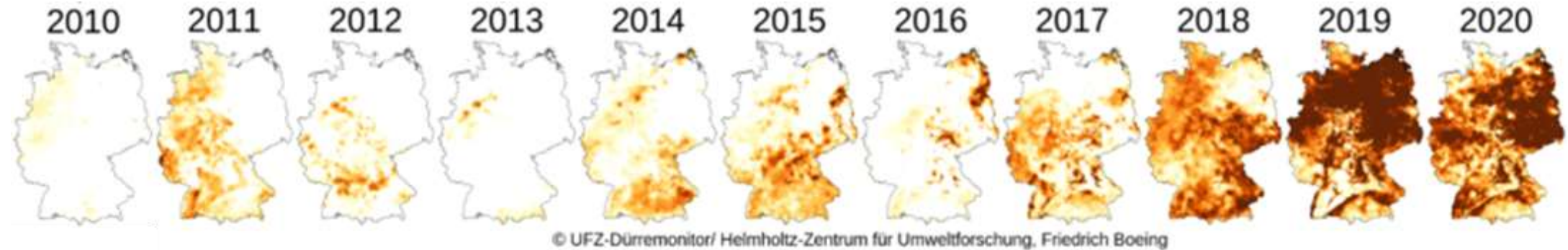
### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zusammenhänge mit Grundsätzen der Trinkwasserversorgung

Wetterereignis	Quantität	Qualität	Kontinuität
<b>Lufttemperatur</b> Zunahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Anstieg des mittleren Pro-Kopf-Bedarfs</li> <li>→ Verlängerte Vegetationsperioden</li> <li>Erhöhter Bewässerungsbedarf in der LWS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Temperaturanstieg in Rohwasser und Trinkwasserrohmetzen</li> <li>→ Änderung des Zirkulationsverhaltens von Seen</li> <li>→ Rückgang Tiefenwassererneuerung</li> <li>Sinkende Sauerstoffkonzentration</li> <li>→ Verlängerte Vegetationsperioden</li> <li>Zunahme des Dünge- und Pflanzenschutzmittelbedarfs, Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Grund- und Oberflächenwasser</li> </ul>	
<b>Heißen Tage, Sommertage</b> Zunahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Anstieg des Spitzenbedarfs</li> <li>→ Zunahme der Spitzenbedarfstage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Temperaturanstieg in Rohwasser und Trinkwasserrohmetzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ansiedelung von Neozoen</li> </ul>
<b>Trockenperioden</b> Zunahme der Häufigkeit und Dauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verlängerte Spitzenbedarfszeiträume</li> <li>Anstieg des Spitzenbedarfs</li> <li>→ Fehlende Grundwasserneubildung</li> <li>Fallende Grundwasserstände</li> <li>Sinkende Quellschüttungen</li> <li>→ Niedrigwasser in Fließgewässern und Seen</li> <li>→ Nutzungskonflikte zwischen WVU und anderen Verbrauchergruppen (LWS, Industrie etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Niedrigwasserphasen</li> <li>Erhöhte Schadstoffkonzentrationen durch fehlende Verdünnung</li> <li>→ Zunahme des Bewässerungsbedarfs</li> <li>Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Grund- und Oberflächenwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Setzungsprozesse und Bodenlastverschiebungen</li> <li>Vermehrte Rohrbrüche</li> <li>→ Anstieg der Waldbrandgefahr</li> <li>Beeinträchtigung der Erreichbarkeit von Anlagen</li> </ul>

### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zusammenhänge mit Grundsätzen der Trinkwasserversorgung

Wetterereignis	Quantität	Qualität	Kontinuität
<b>Niederschlag</b> Verschiebung in das Winterhalbjahr Vermehrt in Form von Regen als von Schnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Starke jahreszeitliche Schwankungen der Oberflächen- sowie Grundwasserstände und Quellschüttungen</li> <li>→ Niedrigwasser im Sommer, Hochwassergefahr im Winter</li> <li>→ Änderung des mittleren Abflusses und des Abflussregimes von Fließgewässern</li> <li>→ Zunahme des Bewässerungsbedarfs während der Vegetationsperiode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Hochwassergefahr</li> <li>Eintrag von Trüb-, Nähr- und Schadstofffrachten in Grund- und Oberflächenwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Hochwassergefahr</li> <li>Überschwemmung von Anlagen im Winter</li> </ul>
<b>Starkregen</b> Zunahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Erhöhter oberirdischer Abfluss</li> <li>Geringe Sickerwasserraten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Überflutungsgefahr</li> <li>Eintrag von Trüb-, Nähr- und Schadstofffrachten in Grund- und Oberflächenwasser</li> <li>→ Mikrobiologische Verunreinigungen des Rohwassers durch Kanalüberläufe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Überflutung und Beschädigung von Anlagen</li> <li>→ Beeinträchtigung der Erreichbarkeit von Anlagen</li> </ul>

### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zunahme von Extremereignissen

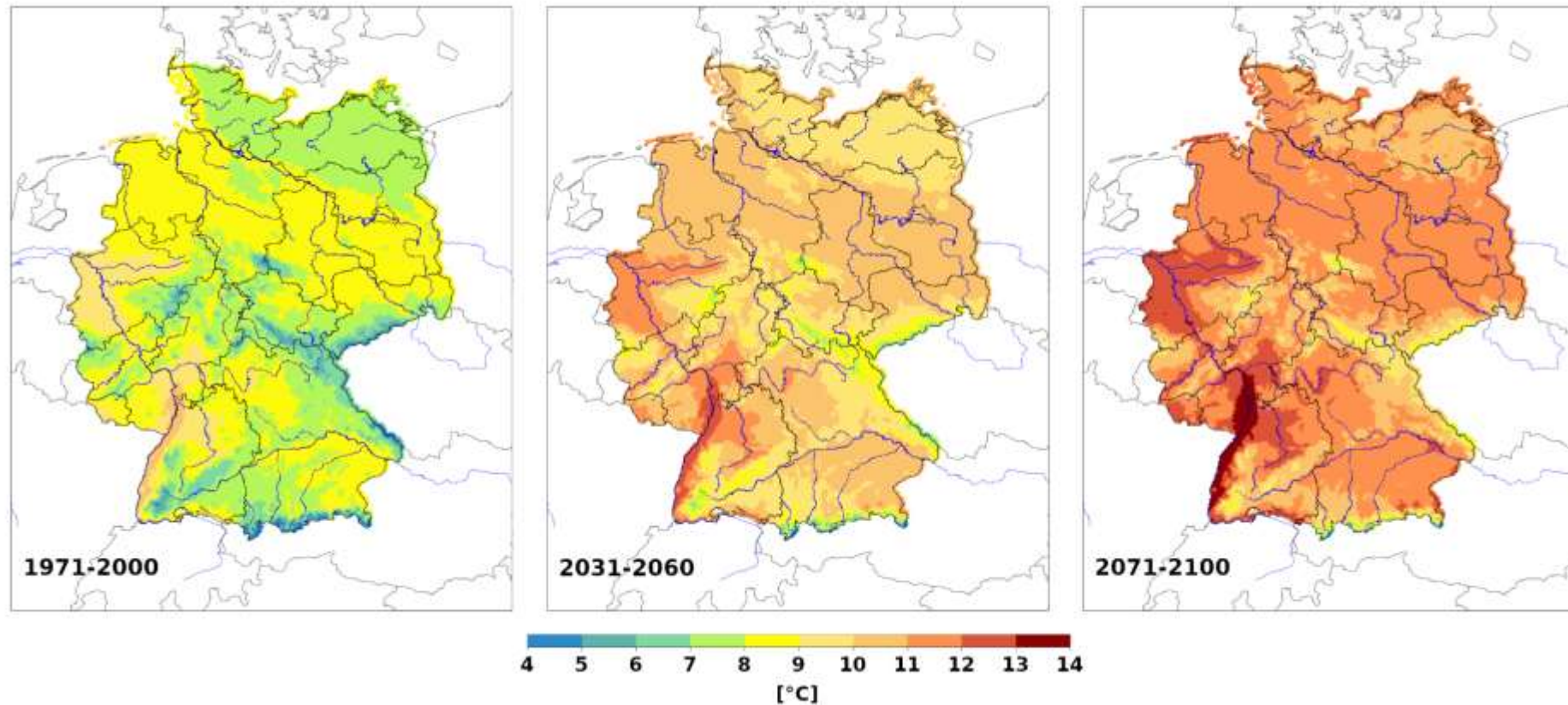


- **Hitzewellen** und Temperaturrekorde: 3 x mehr
- **Dürren** und Trockenperioden: +40 % bei 3°C Temperaturanstieg
- **Niedrigwassersituationen** in Flüssen und Oberflächengewässern
- **Starkregenniederschläge**
- **Hochwassersituationen**



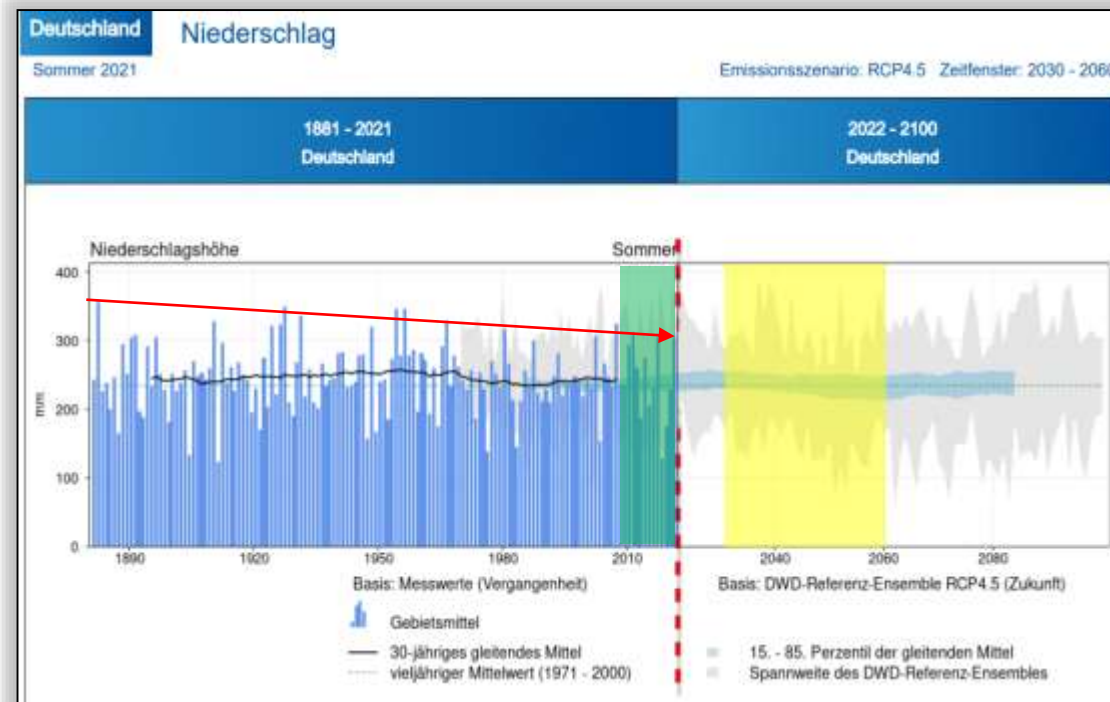
### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Anstieg der Lufttemperatur

Projektion +3,1 bis +4,7 °C

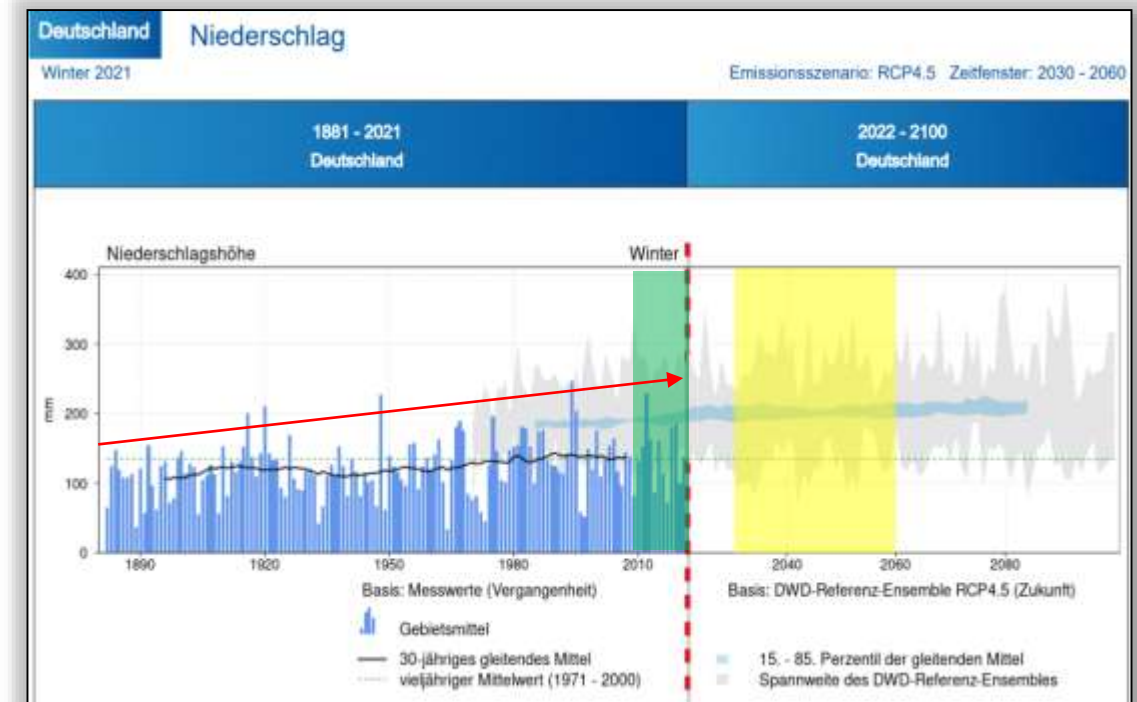


30-Jahresmittel der 2m-Temperatur aus COSMO-CLM Klimasimulationen mit 3 km Gitterweite, Projektion mit RCP8.5-Szenario

## Sommermonate



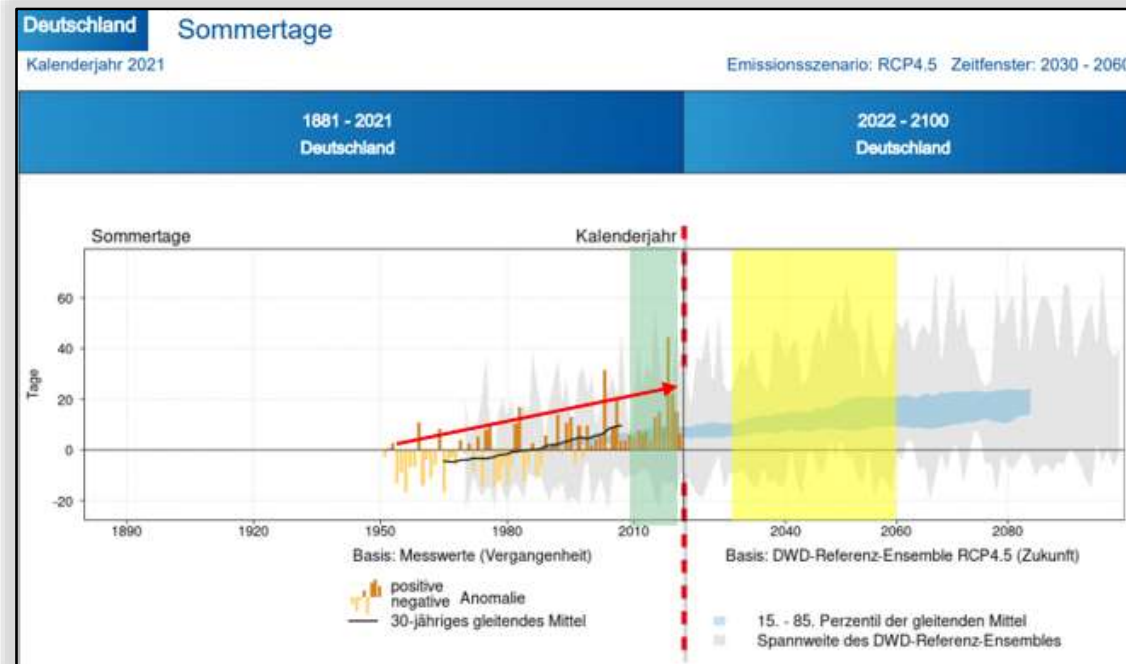
## Wintermonate



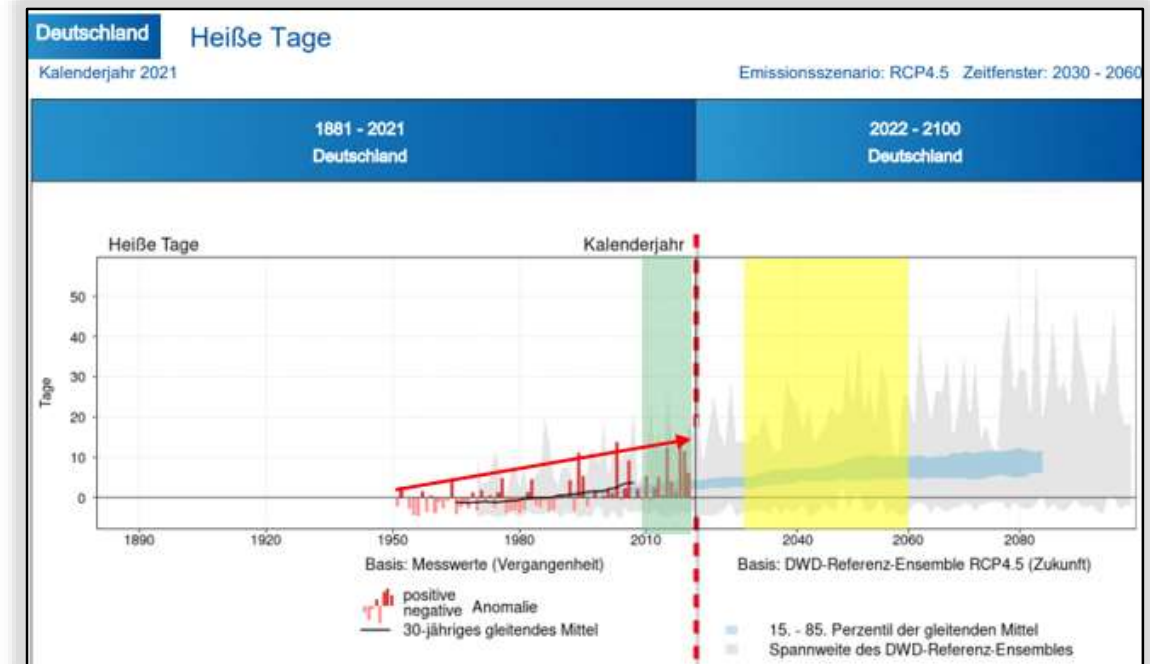
Quelle: Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Deutscher Klimaatlas (dwd.de)

### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zunahme von Heißen- und Sommertagen

#### Sommertage $\geq 25^\circ\text{C}$



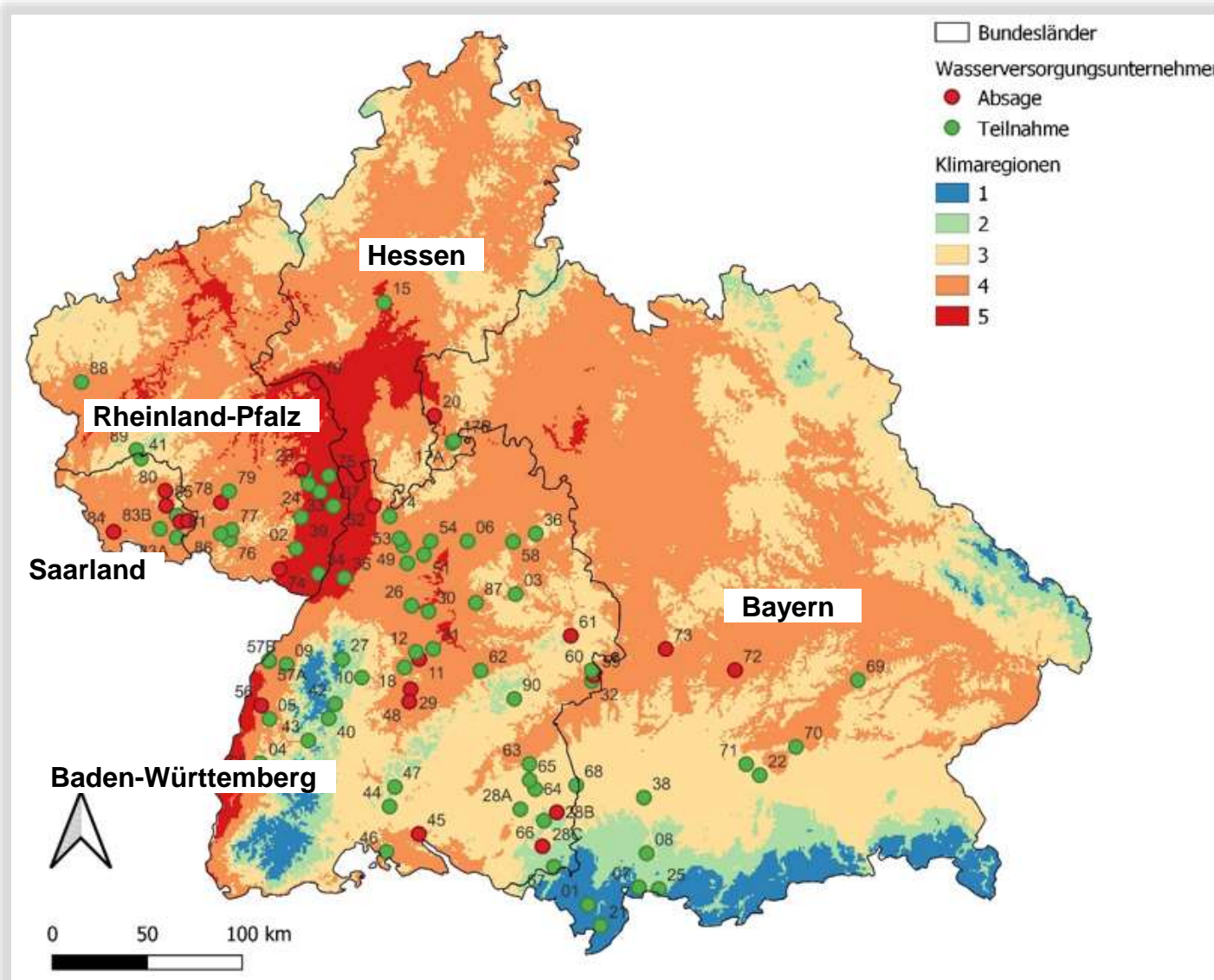
#### Heiße Tage $\geq 30^\circ\text{C}$



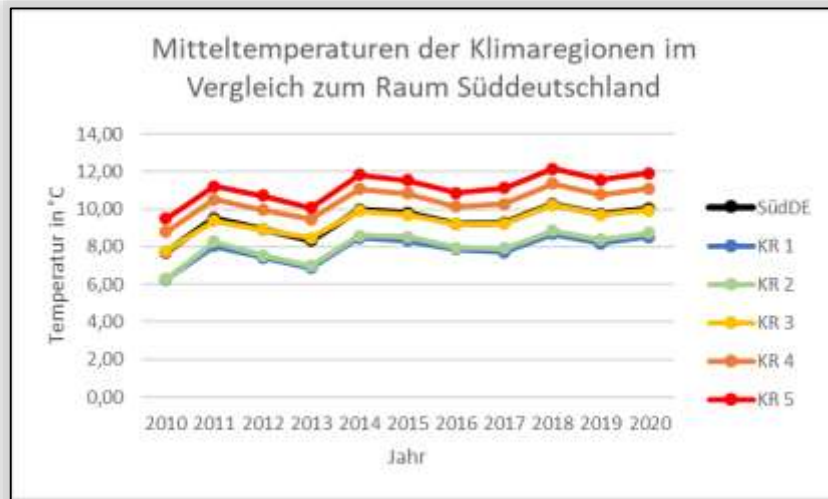
Quelle: Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Deutscher Klimaatlas (dwd.de)



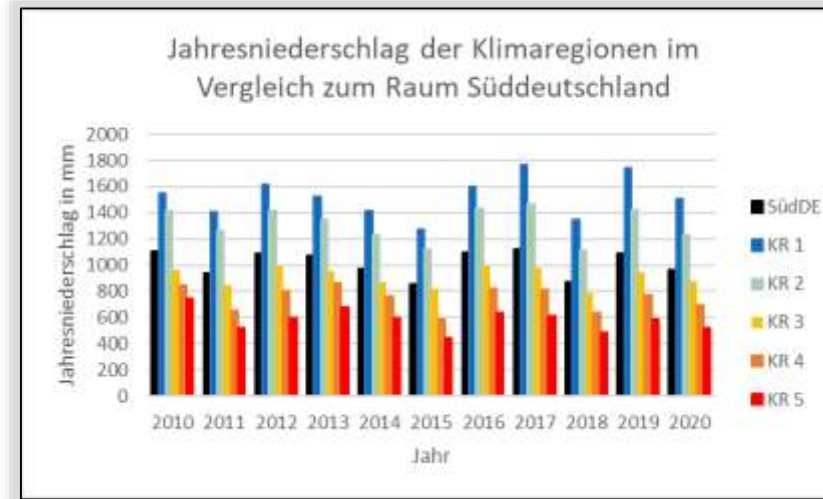
### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Übersicht über die Klimaregionen in Süddeutschland



### 3. Wetterereignisse des Klimawandels - Einordnung der Klimaregionen: Klimaparameter in Süddeutschland



Über die Jahresmitteltemperatur



Über die Jahresniederschlagssumme

#### Temperatur / Anzahl der Sommer- und Heißen Tage

Abweichung der Klimaparameter der Klimaregionen vom Mittel für Süddeutschland im Zeitraum 2010 - 2021							
Klimaparameter	Einheit	SüdDE	KR 1	KR 2	KR 3	KR 4	KR 5
jährl. Mitteltemperatur	[°C]	9,3	-1,5	-1,3	0,0	+1,07	+1,82
Heißen Tage	[Anzahl]	12	-6	-7	+0,6	+4,3	+7,7
Sommertage	[Anzahl]	47	-15	-17	+1,7	+10,7	+18,3
jährl. Niederschlagssumme	[mm]	1022	+526	+292	-109	-272	-438

Anmerkung: KR1 und KR2 hauptsächlich gleiche Wetterstationen in Betrachtung der Wasserversorger

#### Niederschlag

1. Anlass und Zielvorgabe

2. Methodik und Datengrundlage

3. Wetterereignisse des Klimawandels

**4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse**

5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

6. Fazit und Ausblick



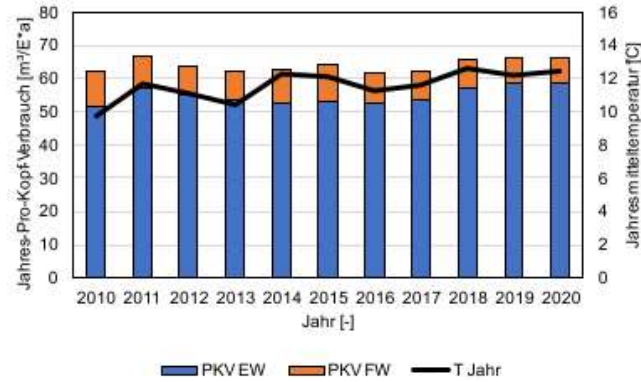


Abb. C.1: Jahres-Pro-Kopf-Verbrauch des WVU 02 und Jahresmitteltemperatur an der Wetterstation 0377

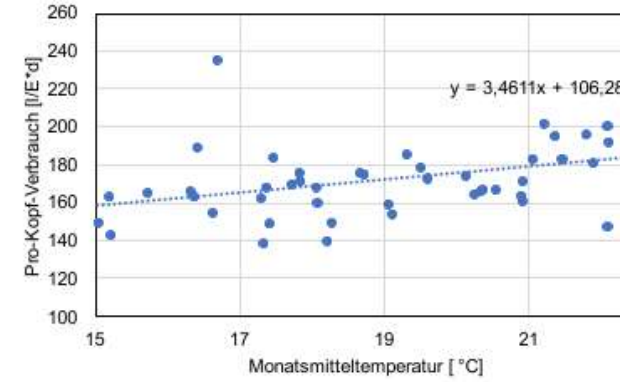


Abb. C.2: Zusammenhang Pro-Kopf-Verbrauch des WVU 02 und Monatsmitteltemperatur über 15 °C an der Wetterstation 0377, 2010–2020

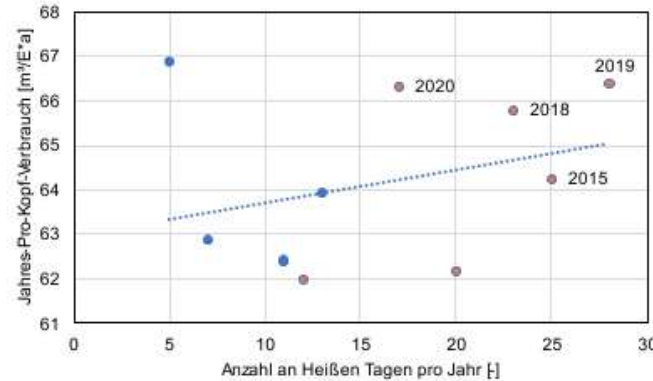


Abb. C.3: Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Verbrauch (WVU 02) und Anzahl an Heißen Tagen pro Jahr (ID 0377) 2010–2020

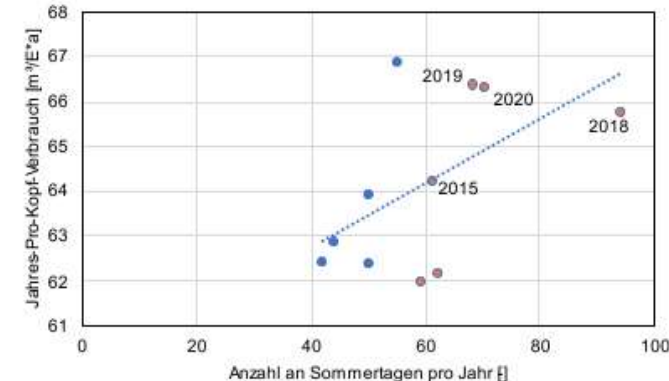


Abb. C.4: Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Verbrauch (WVU 02) und Anzahl an Sommertagen pro Jahr (ID 0377) 2010–2020

**Beispiel**

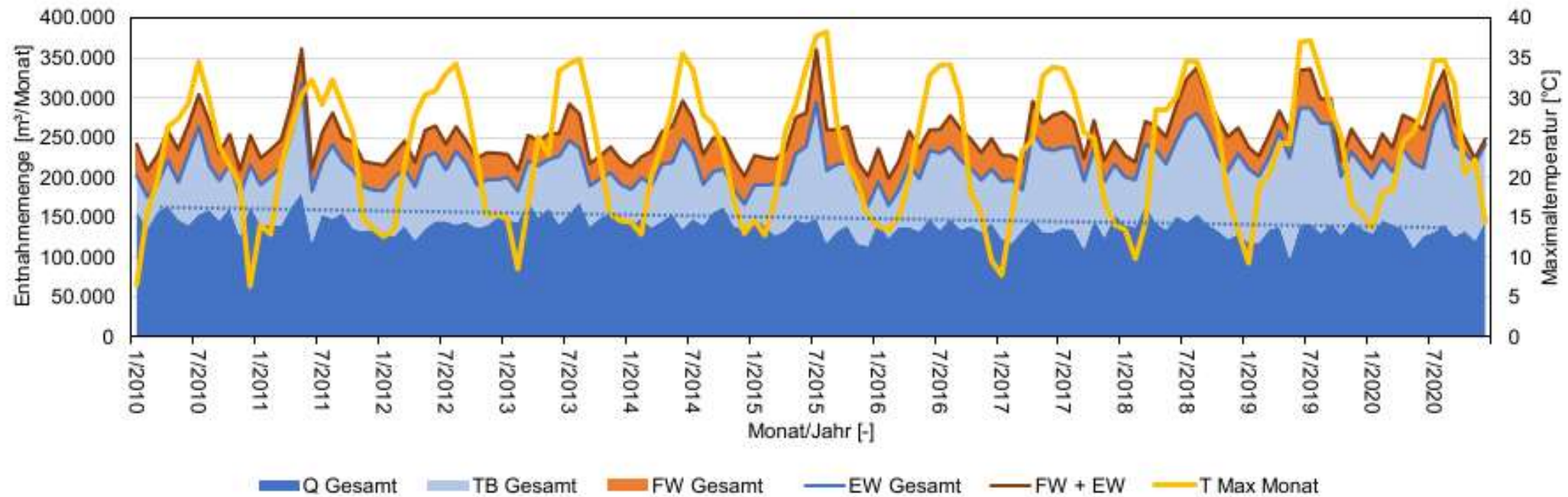


Abb. C.5: Monatliche Entnahmemenge des WVU 02 unterteilt in Quell-, Tiefbrunnen- und Fernwasser und Maximaltemperaturen im Monat an der Wetterstation 0377

**Beispiel**

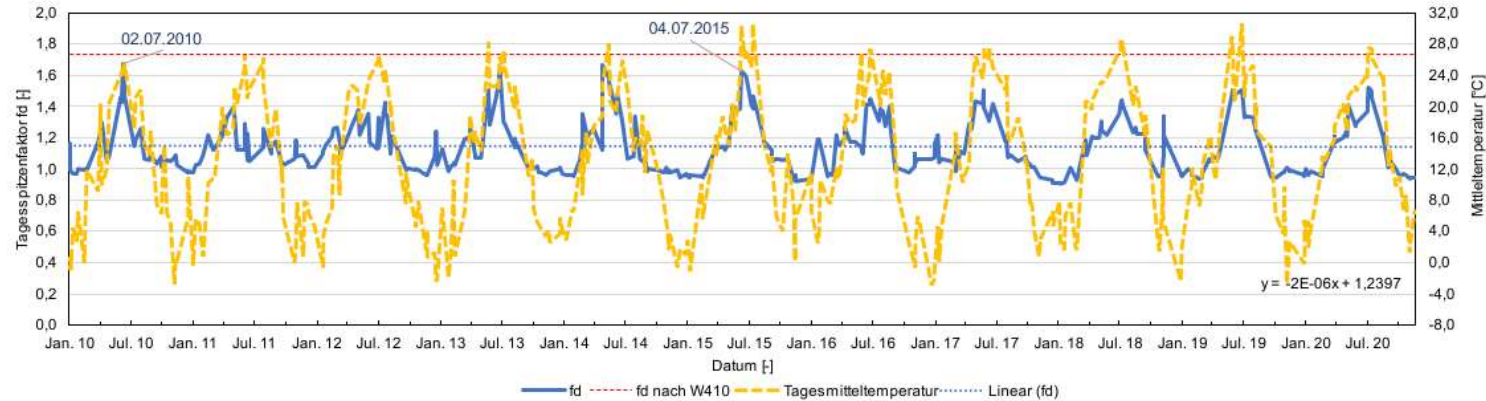


Abb. C.8: Tagesspitzenfaktoren der drei Tage mit dem höchsten Verbrauch eines Monats des WVU 02 und Tagesmitteltemperatur am Spitzentag an der Wetterstation 0377 im Zeitraum 2010–2020

**Beispiel**

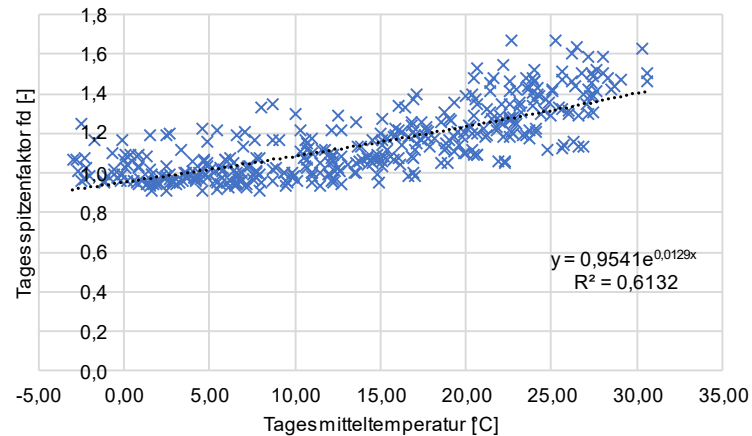
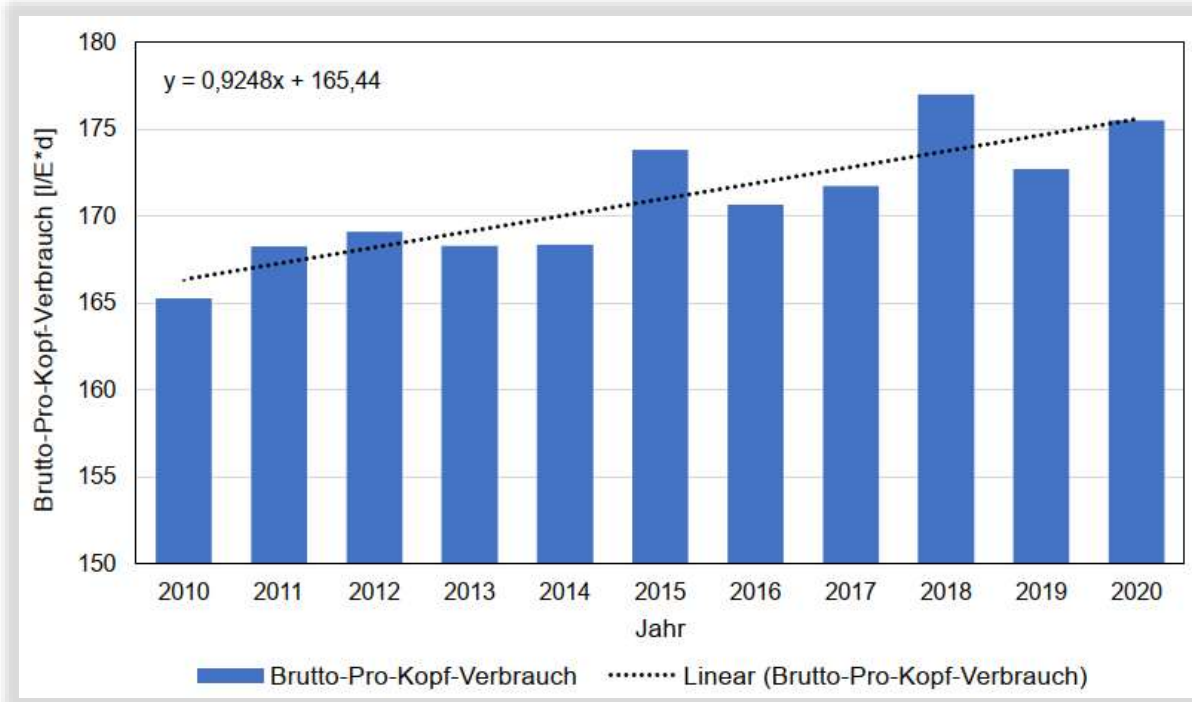
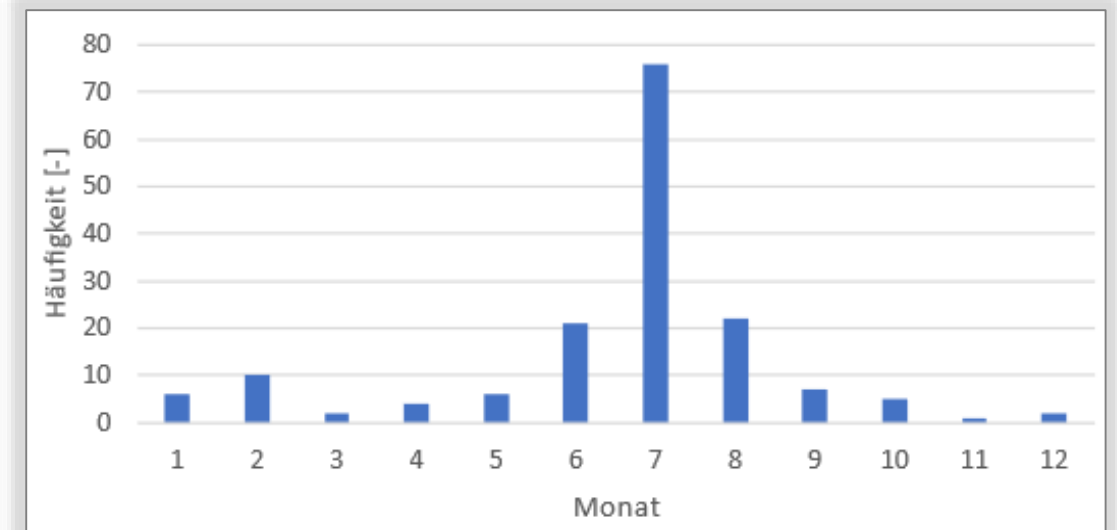


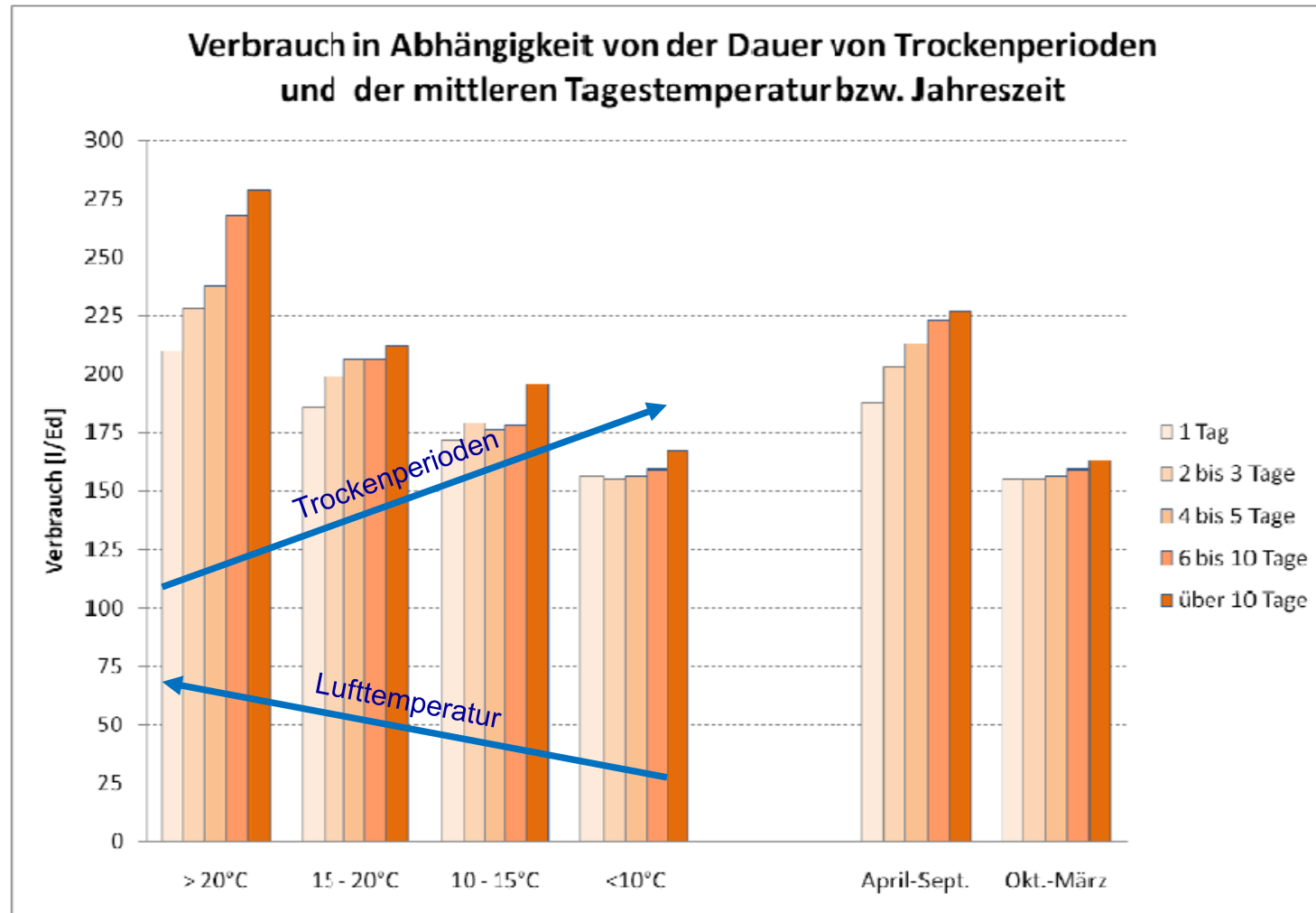
Abb. C.9: Exponentieller Zusammenhang zwischen Tagesspitzenfaktor  $fd$  der drei monatlichen Spitzentage des WVU 02 und Tagesmitteltemperatur an der Wetterstation 0377, 2010–2020

### Entwicklung des Brutto-Pro-Kopf-Verbrauchs



### Häufigkeit der Monate in den Top 3 des monatlichen Pro-Kopf-Verbrauchs je Wasserversorger



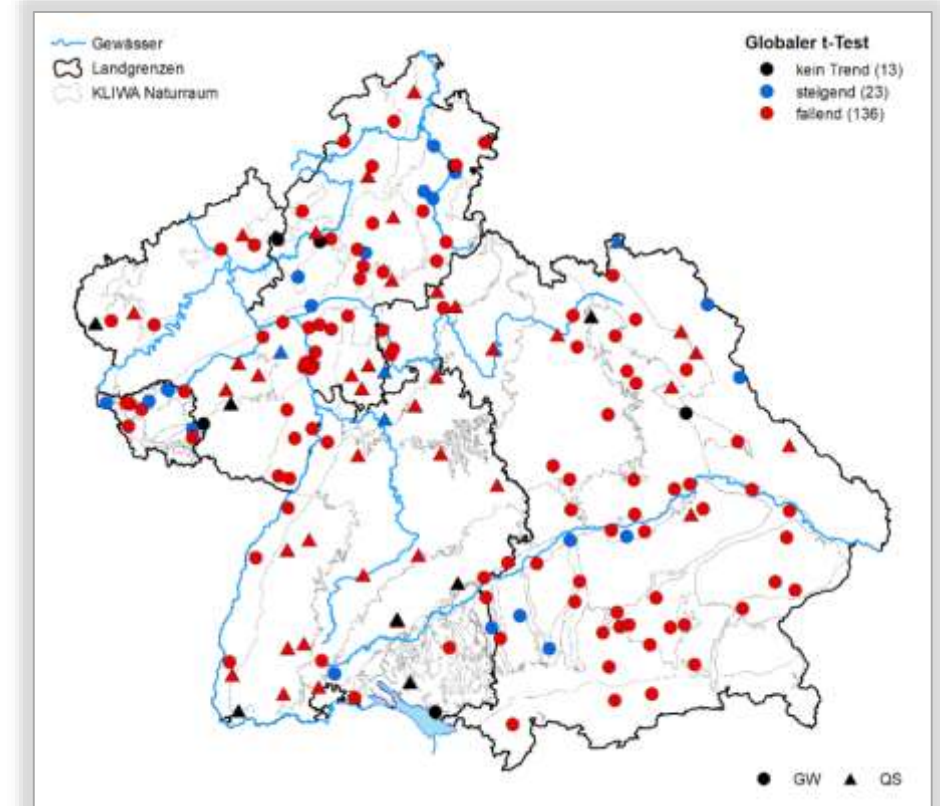
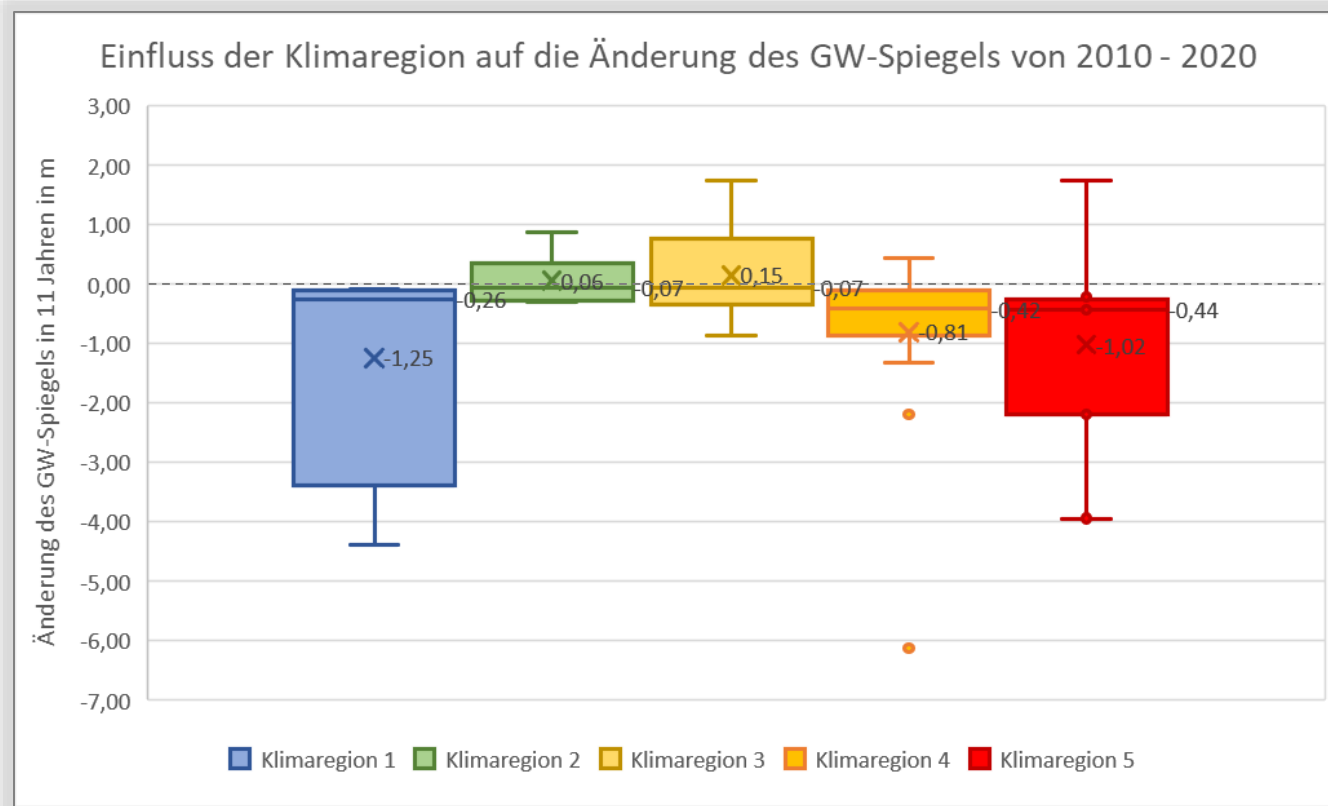


Quelle: Studie in Österreich (Neunteufel et al. 2015)



# Grundwasserdargebot

## - Veränderung der Grundwasserspiegel in den Klimaregionen

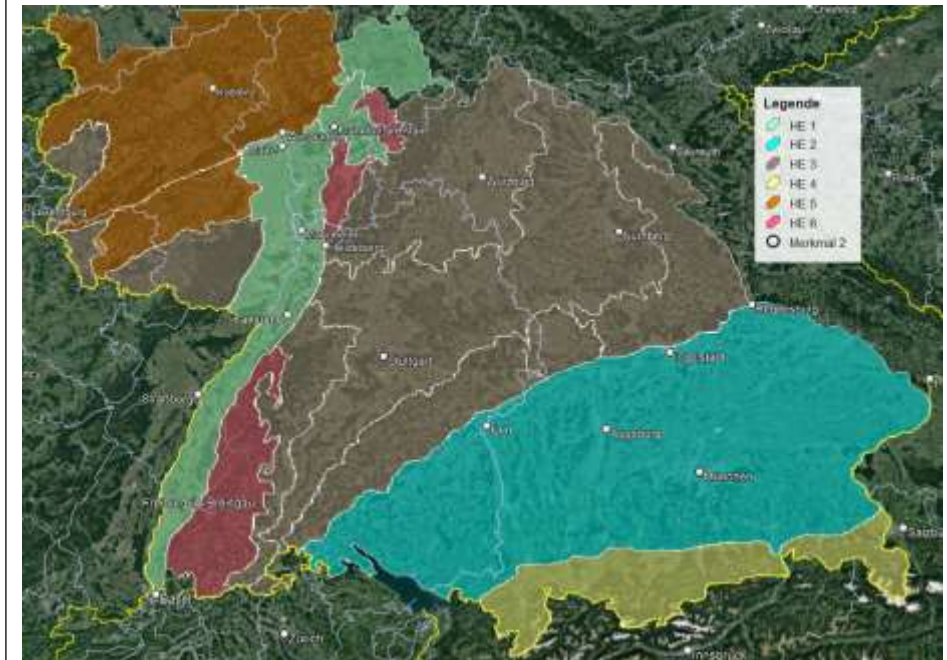
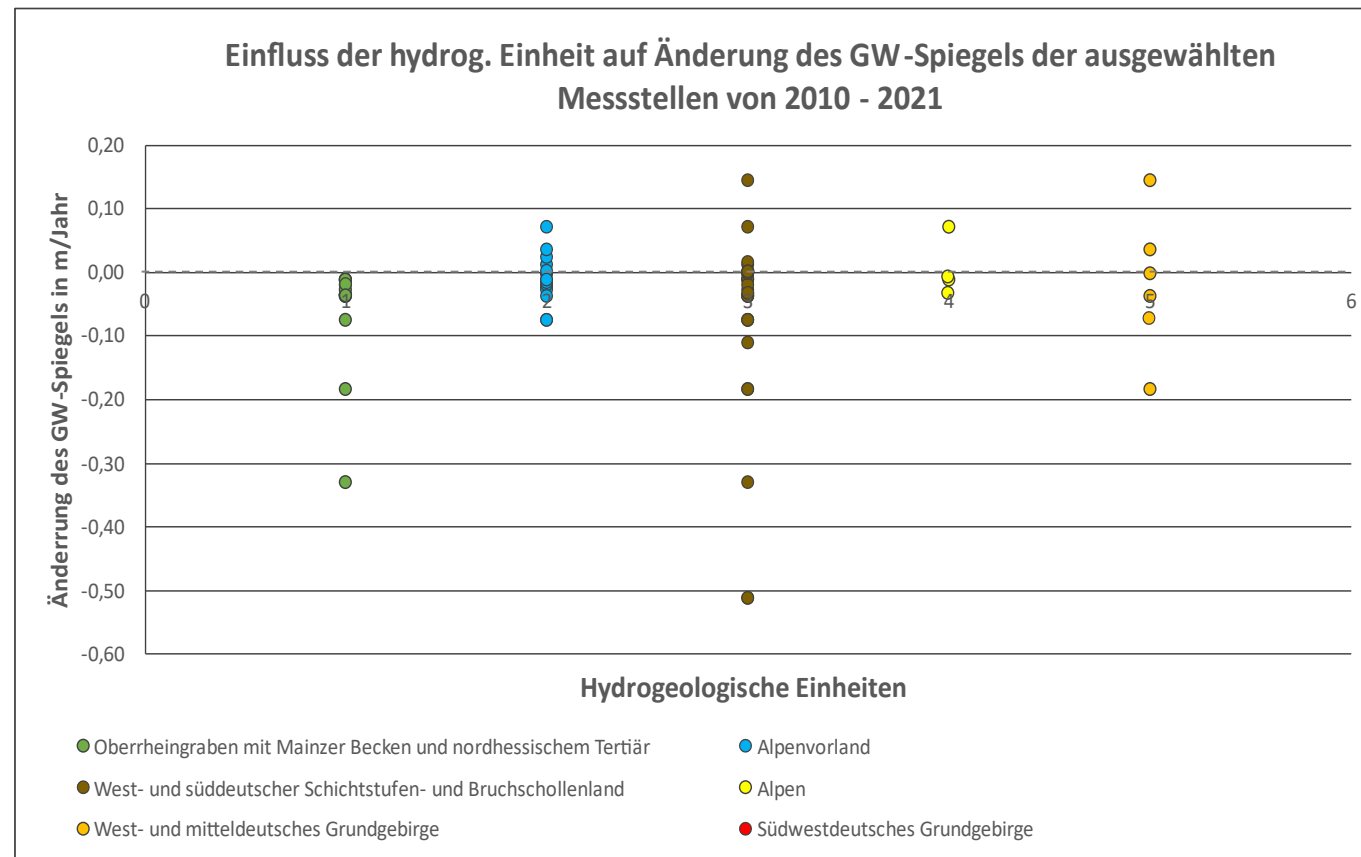


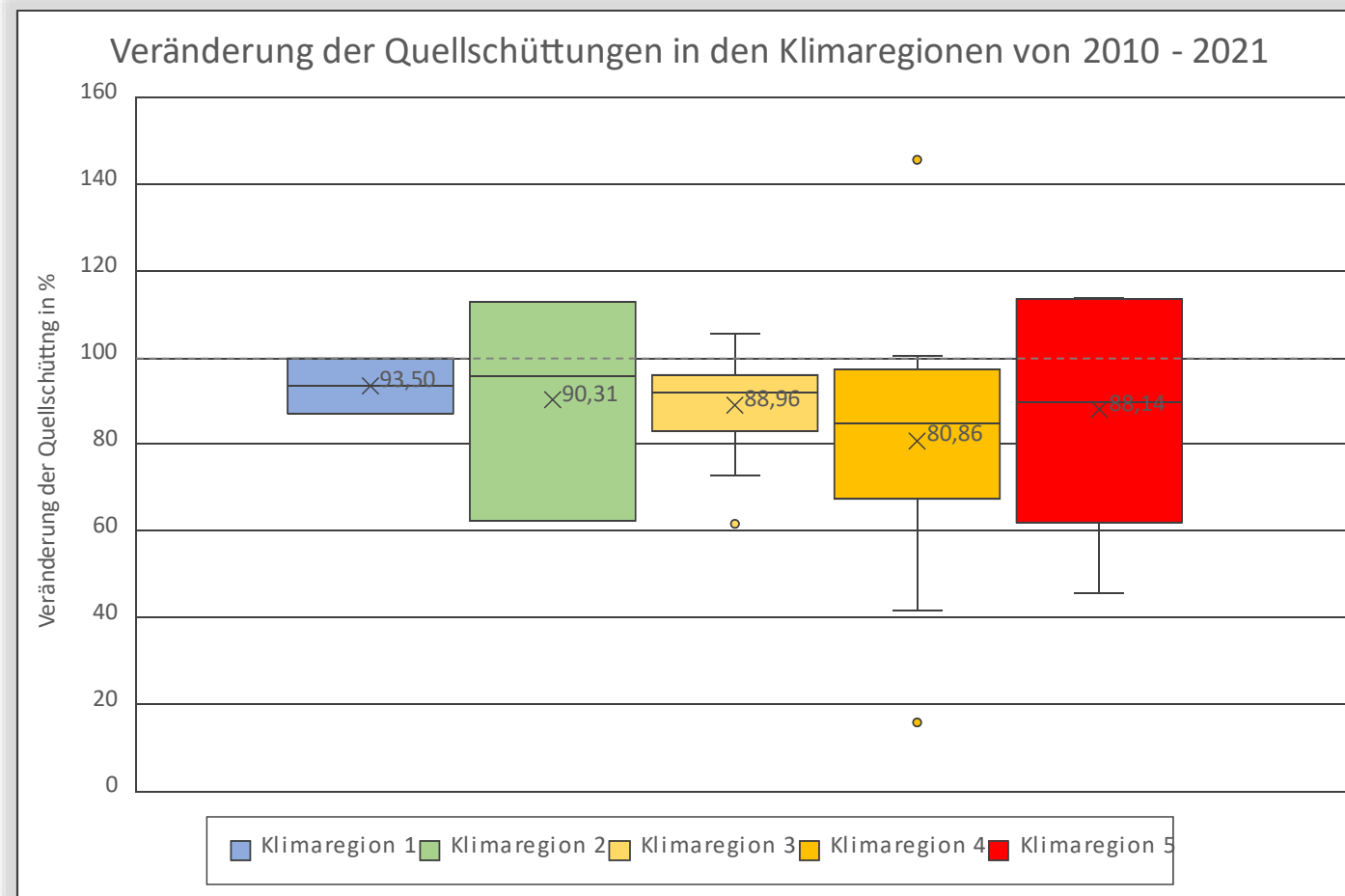
- GW-Stand besonders in KR 1, 4 und 5 sinkend von 2010 - 2020
- Weniger Niederschlag in KR 4 und 5
- Weniger Schmelzwasser und erhöhter Oberflächenabfluss in KR 1 (Alpen/Voralpen)

Langzeitentwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen an Messstellen in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Saarland bis 2020 [KLIWA, 2022]

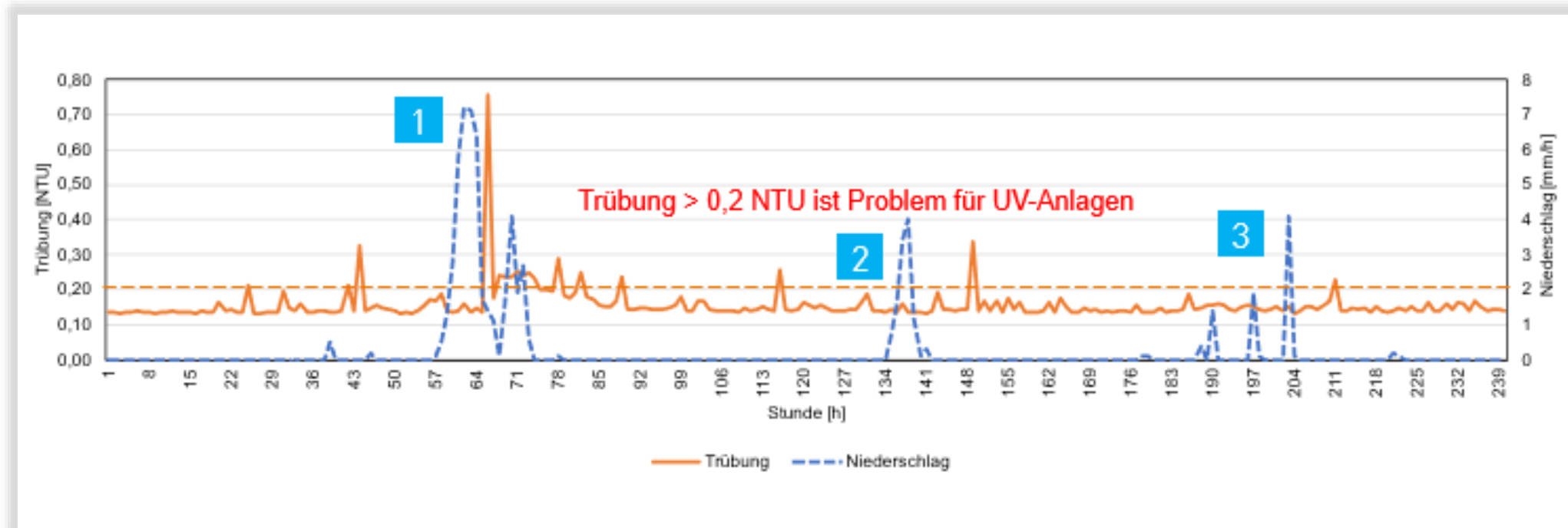
Betrachtung durch Hydrogeologische Einheiten:

- Besonders HE 1 und HE 3 betroffen von Abnahme
- Regional bedingt (HE 1 haupts. KR 5)

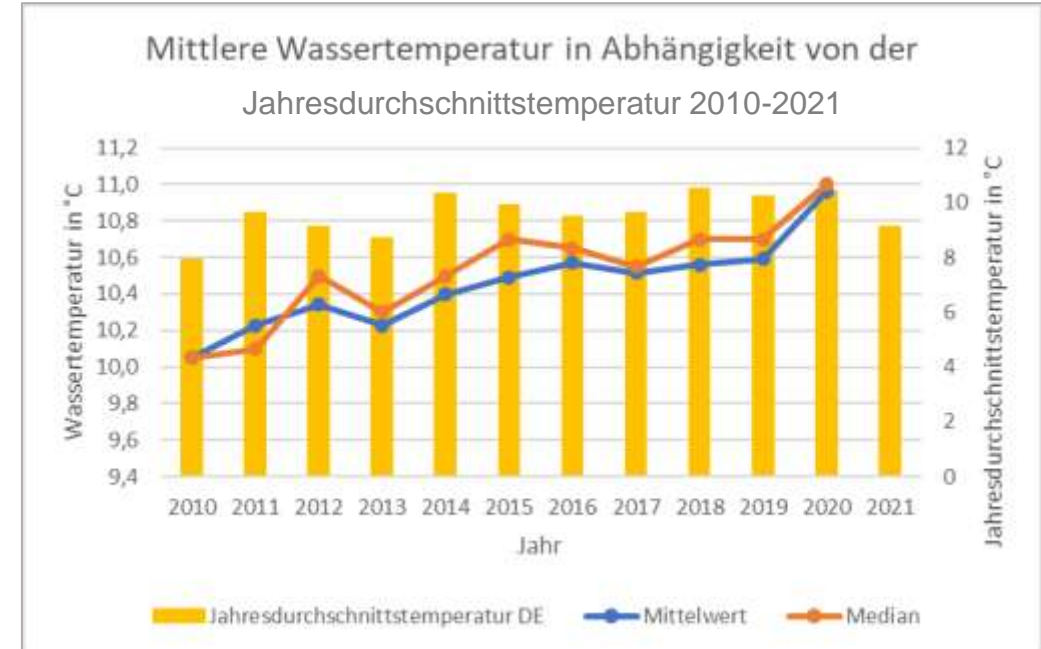
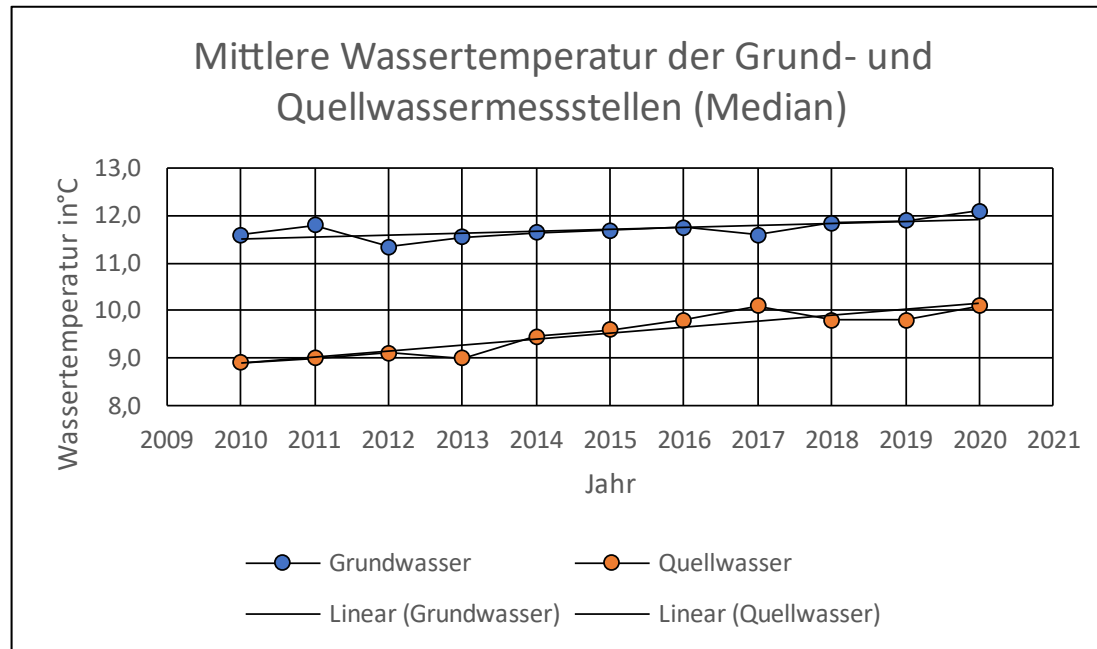




- Tendenz der Abnahme der Quellschüttungen in allen Klimaregionen in 2010 - 2021
- Teilweise Abnahme von 20% bis zu 35%

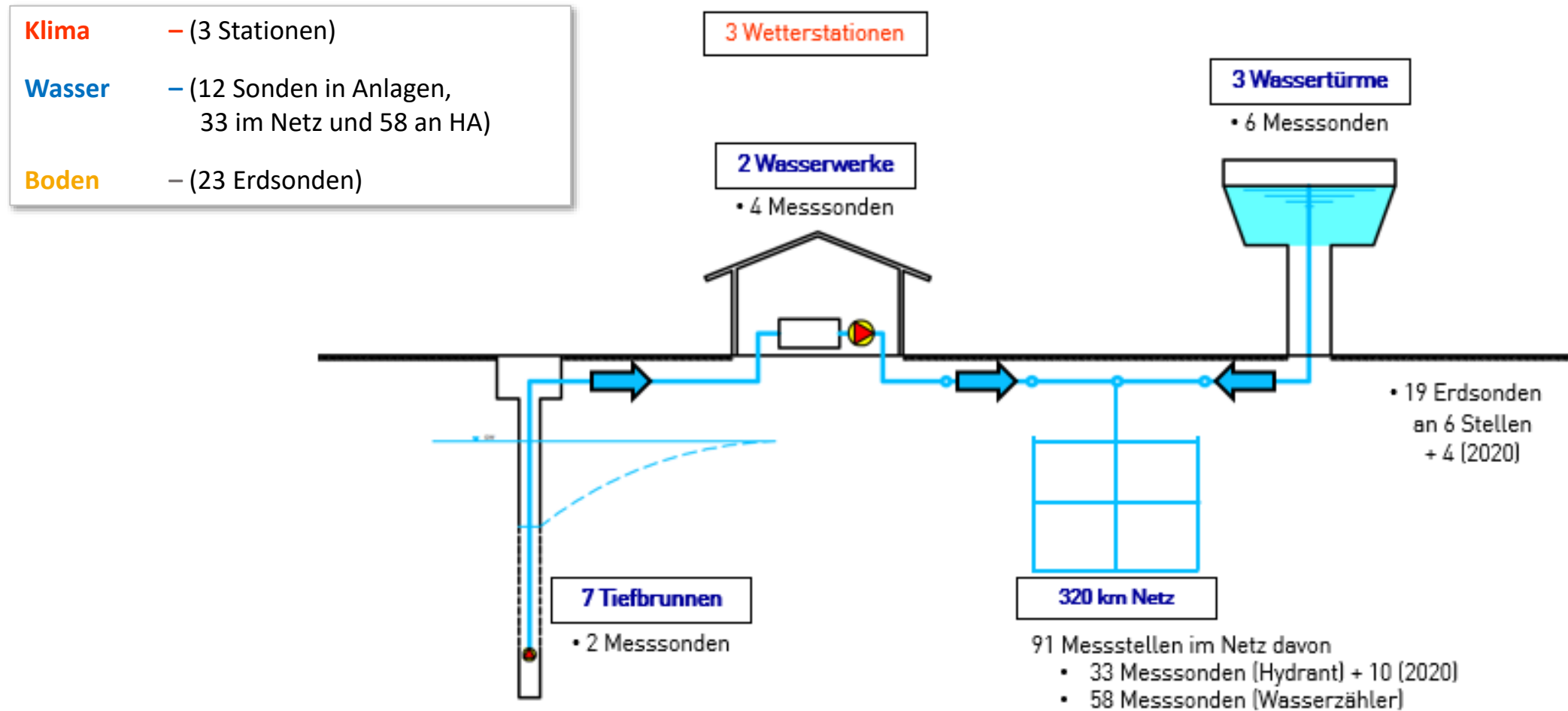


**Beispiel**

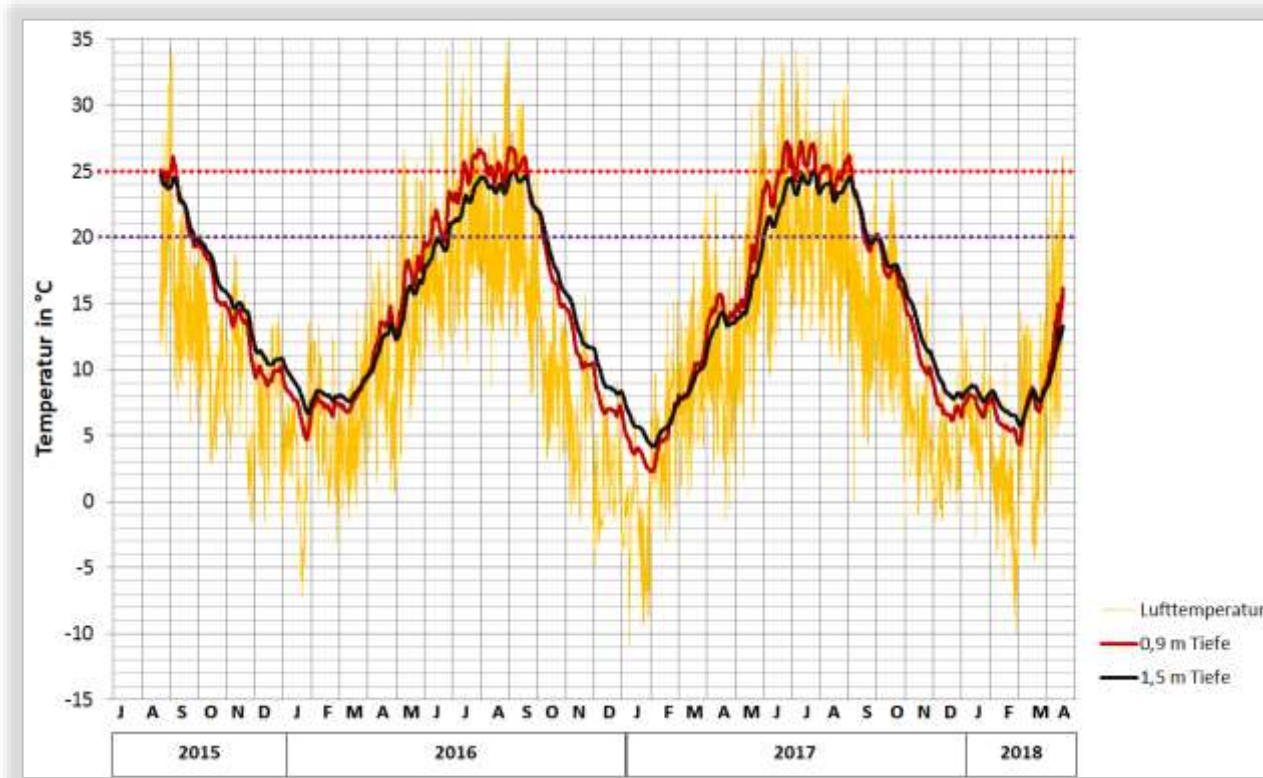


- Grund- und Quellwassertemperaturen nehmen stark zu (Quellwasser: ca. 1°C seit 2010; GW ca. 0,5 °C seit 2010)
- Zusammenhang mit Zunahme der Jahresdurchschnittslufttemperatur feststellbar: Peaks und Lows um jeweils 1 Jahr verschoben





## Veränderung der Wassertemperatur im WVS / TWRN - Zusammenhang zwischen Luft- und Bodentemperatur



### Messtelle in 0,9 m Tiefe:

Min.: 2,3°C Max.: 27,3°C

54 d über 25°C im Jahr 2016

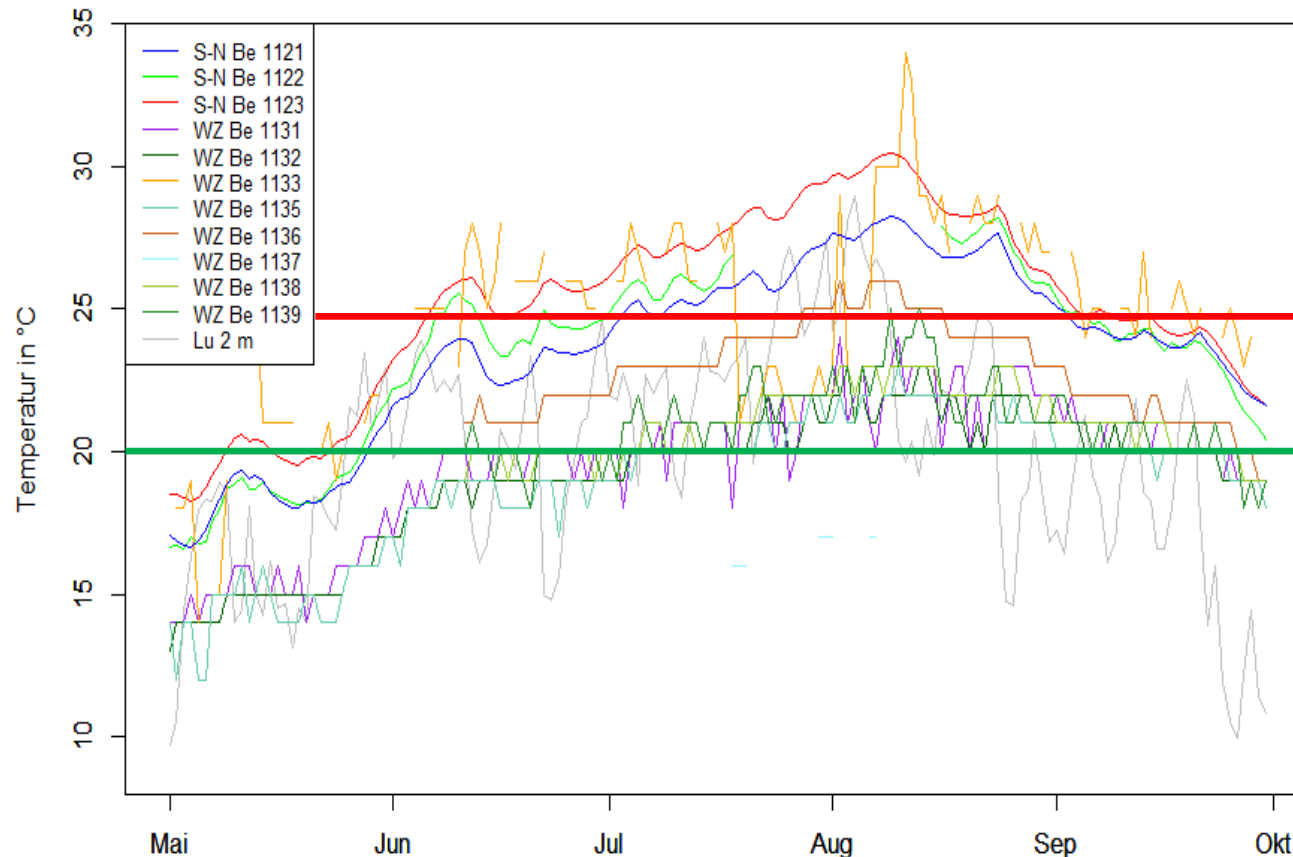
46 d über 25°C im Jahr 2017

### Messtelle in 1,5 m Tiefe:

Min.: 4,2°C Max.: 25,0°C

**Bodentemperatur kontinuierlich > 20°C  
von Juni bis September**

- Messtelle im Straßenbereich nahe dem Endhydrant der Stichleitung
  - Rohrnetzrechnung zeigt hier Stagnation ( $v < 0,005$  m/s) und hohe Verweildauern
- Es findet eine Angleichung der Trinkwassertemperatur an die umgebende Bodentemperatur statt.



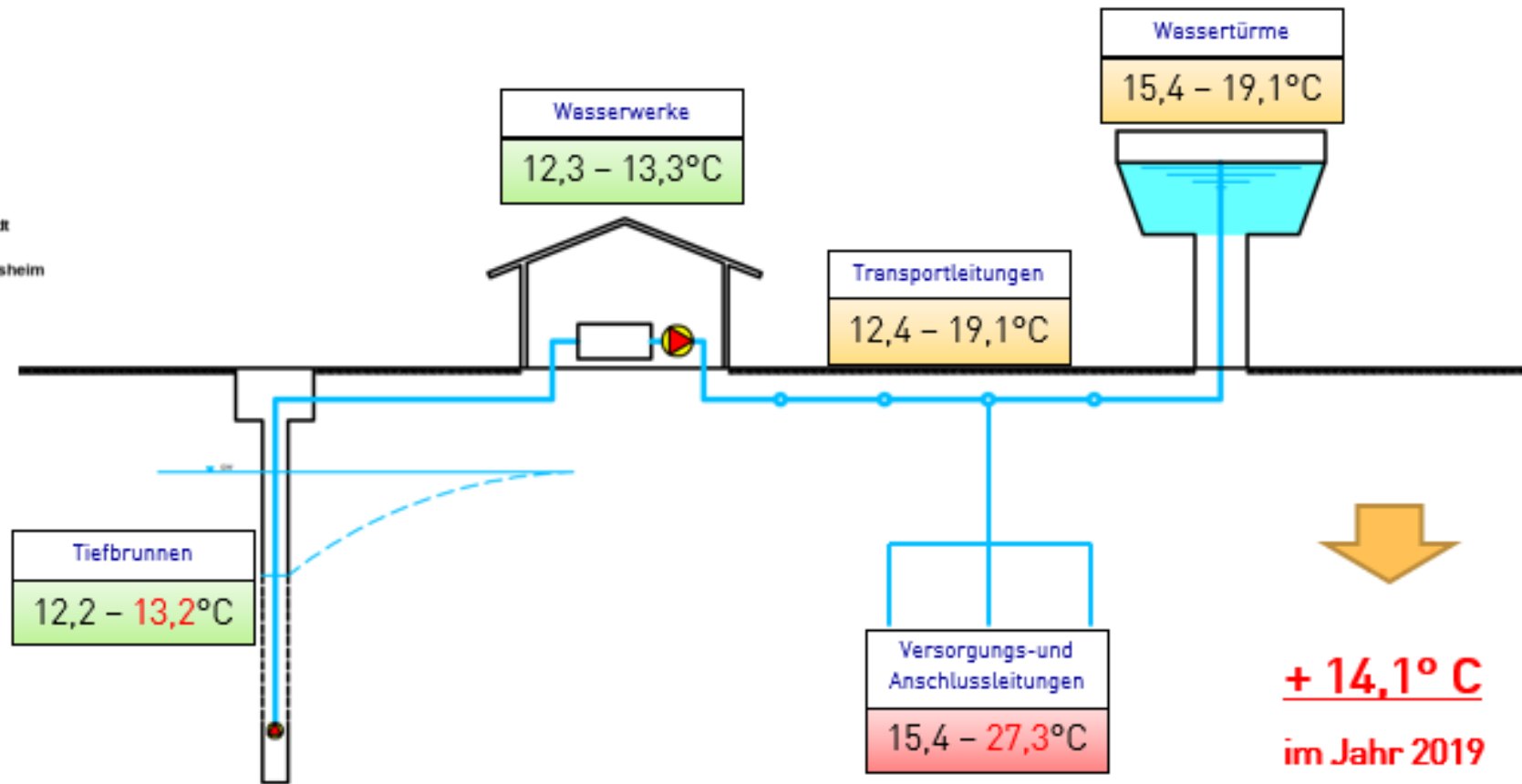
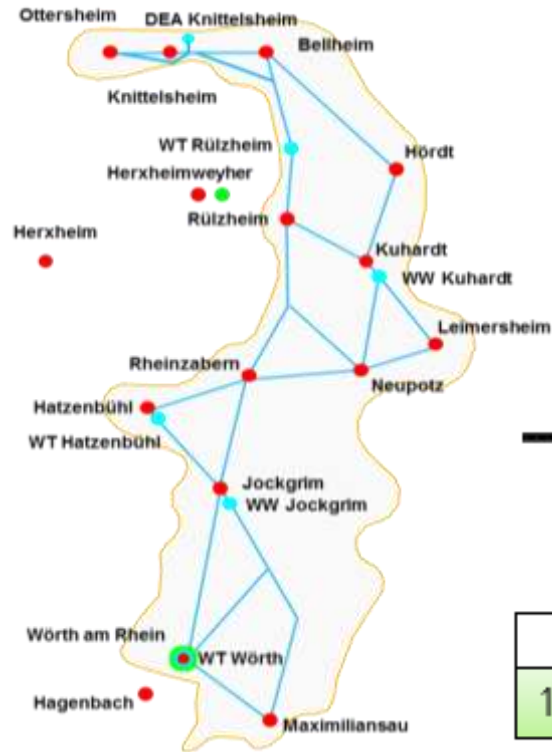
### Unterflurhydranten (Versorgungsleitung):

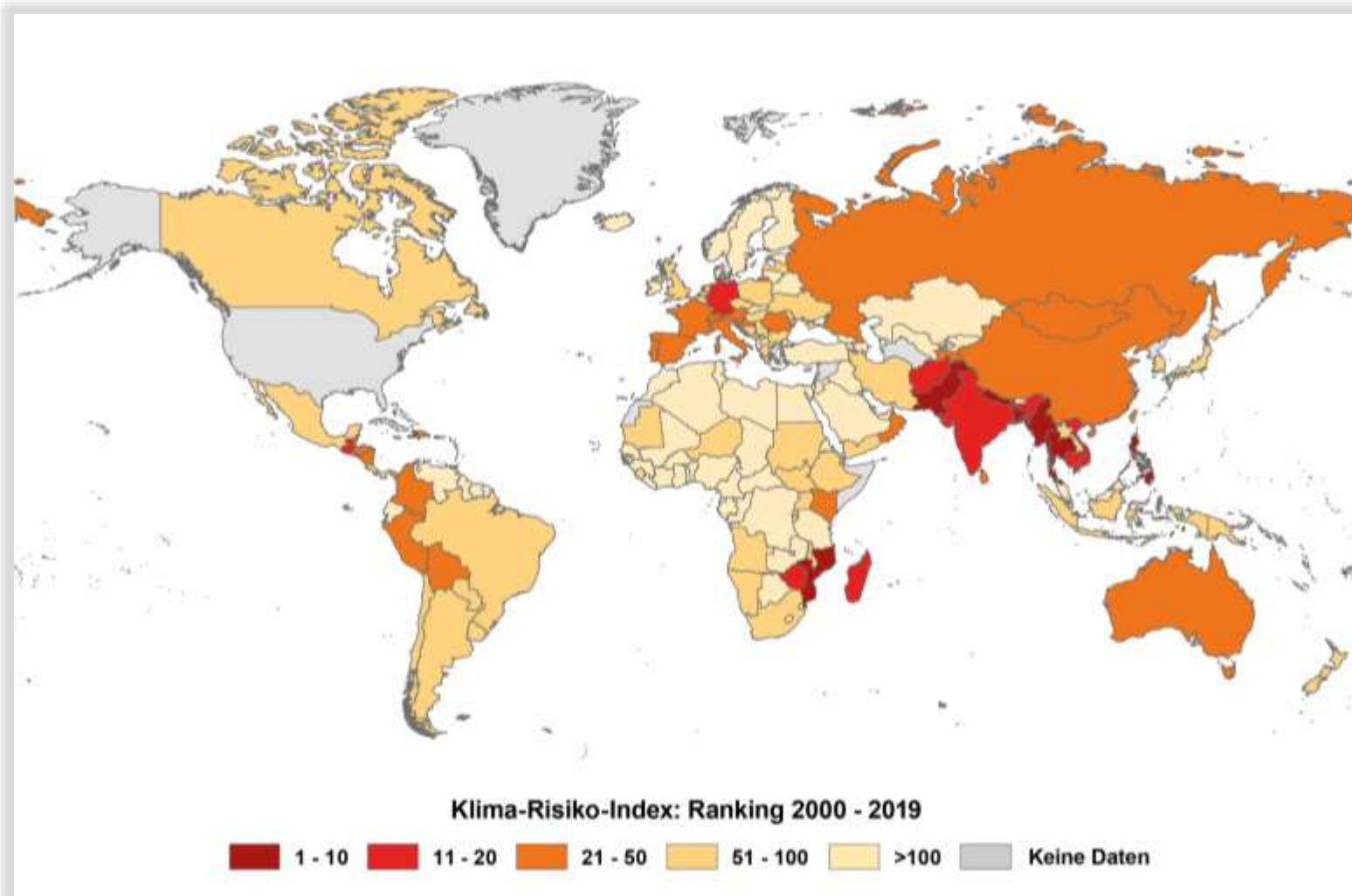
- An 17 von 33 Messstellen Wassertemperatur **> 25°C**

### Wasserzähler (Hausanschluss):

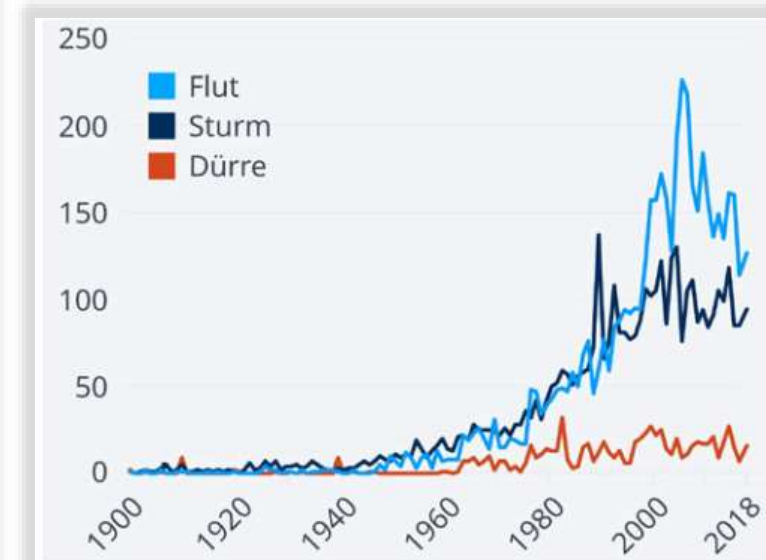
- Tagesmaximaltemperatur an 31 von 58 Messstellen **> 25°C**
- Tagesmitteltemperatur an 15 von 58 Messstellen **> 25°C**

Veränderung der Wassertemperatur im WVS / TWRN  
 - Wassertemperaturverhältnis in einem Wasserversorgungssystem





Entwicklung der weltweiten  
Extremwetterereignisse 1900-2018





- Rückgang der **Schüttungen** bei Quellen
- Absinken der **Grundwasserstände**
- Erhöhter **Tagesspitzenbedarf** – ggf. auch über längere Zeiträume
- Zusammentreffen von sinkenden Quellschüttungen und erhöhtem Bedarf
- **Steigender individueller Bedarf** an Trinkwasser (Garten, Pool, Golfplätze, Landwirtschaft...)  
bei langanhaltenden Hitzeperioden
- **Erwärmung** des Trinkwassers im Wasserversorgungssystem

1. Anlass und Zielvorgabe

2. Methodik und Datengrundlage

3. Wetterereignisse des Klimawandels

4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

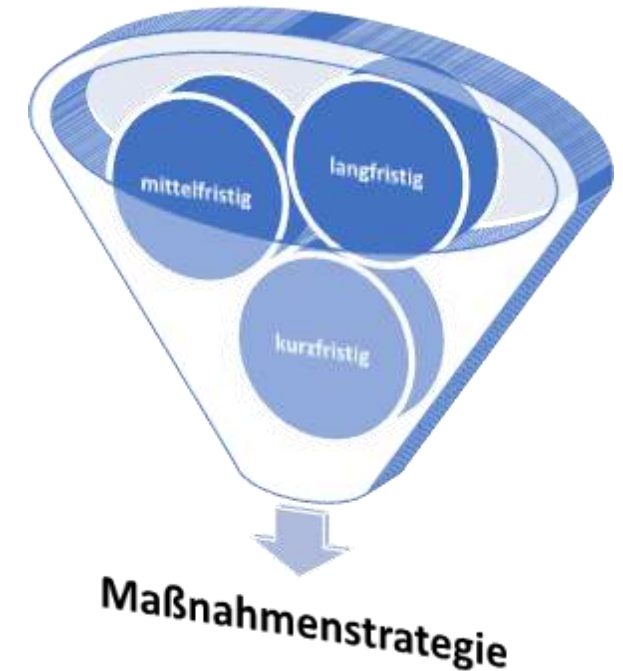
**5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien**

6. Fazit und Ausblick

## Priorisierung der Lösungen und Erstellung einer Umsetzungsstrategie anhand:

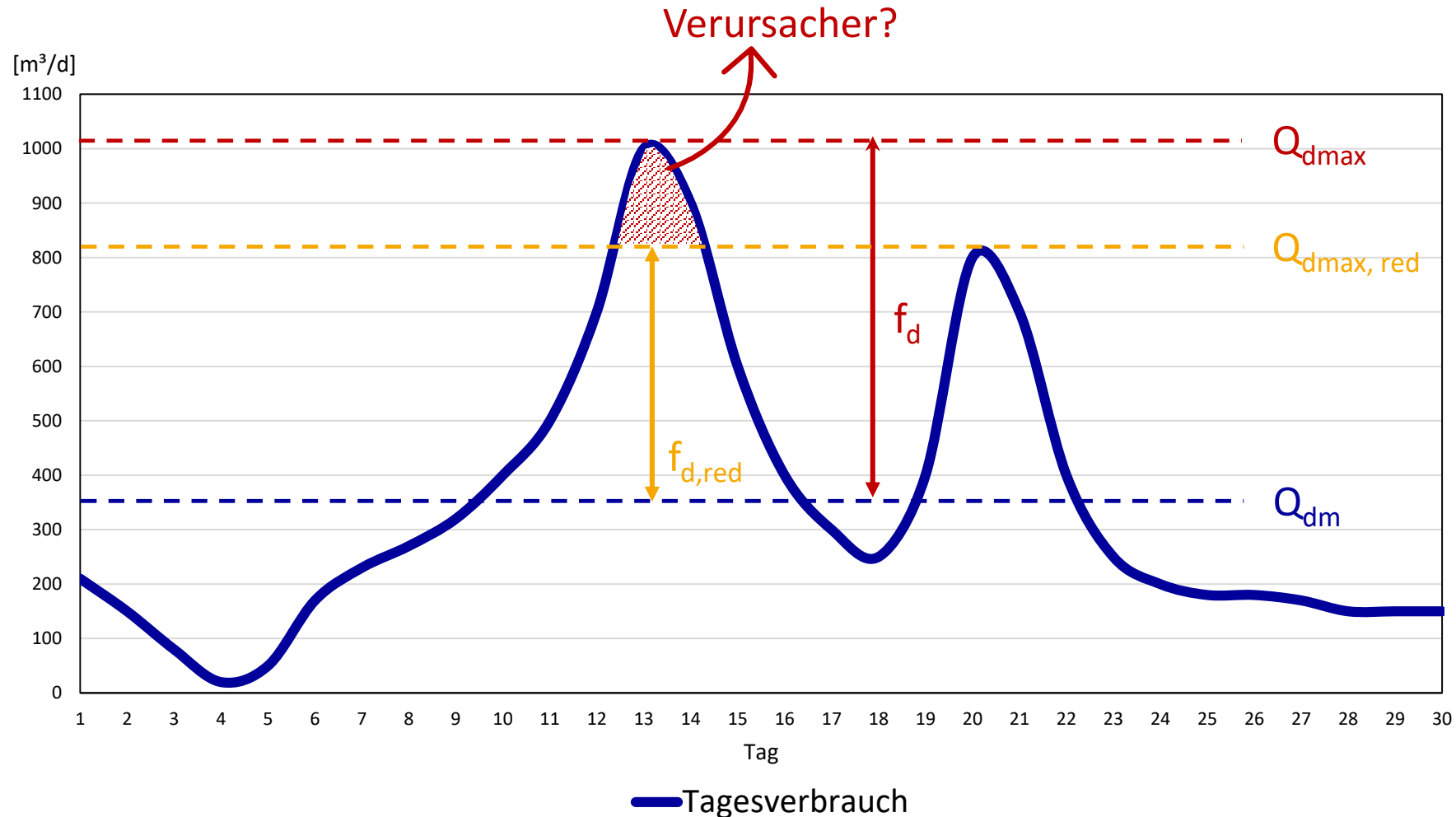
- Eintrittswahrscheinlichkeit
- Schadensausmaß
- Maßnahmen zur Härtung (Machbarkeit, Umsetzungsdauer, Finanzierung)

***„Nicht warten sondern anfangen!“***



Mengenmäßige Aspekte ↔ politische Zielsetzungen ↔ planerische Aspekte

- **Einsparpotenzial** durch Reduzierung des Pro-Kopf-Verbrauchs
- **Reduzierung der Verluste** und damit Einsparen der jährlichen Trinkwassergewinnung
- **Information** der Bevölkerung, Einbeziehung der Kommunen
- **Monitoring** und Datenerhebung
- **Infrastrukturausbau**, Notfallkonzepte, Risikomanagement
- Grundwassermanagement und **Ressourcenschutz**
- Entwicklung einer **ökologischen Landwirtschaft**
- **Kooperation** Land-, Forst- und Wasserwirtschaft
- Förderung von **Forschung** und technischen Entwicklungen
- Anpassung **gesetzlicher Regelungen**





- Rohrnetzspülung
- Senkung der **Einspeisetemperatur** ins Trinkwasserrohrnetz
- Anpassung des **Rohrmaterials**
- Anpassung der **Verlegetiefe**
- Anpassung des **Rohrdurchmessers**
- Verschattung von **Oberflächen**
- Ausreichende **Abstände** von Trinkwasserleitungen zu Wärmeleitungen oder Stromkabel mit hoher Wärmeabgabe

**Aktuell eine große Debatte in Deutschland über die**  
**Wärmenutzung aus Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen der öffentlichen Wasserversorgung**

1. Anlass und Zielvorgabe

2. Methodik und Datengrundlage

3. Wetterereignisse des Klimawandels

4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

**6. Fazit und Ausblick**

## Wo stehen wir gerade und was kommt auf uns zu?

- Wasserdargebot wird in vielen Regionen nicht ausreichen (Masterplan Wasserversorgung BW)
- Fernwasserversorger kommen bzw. sind an der Kapazitätsgrenze
- Investitionsstau und lange Genehmigungsprozesse
  
- Wissen der eigenen erfahrenen Kolleginnen und Kollegen geht verloren (Ruhestand)
- Fachkräftemangel (Nachwuchs und Wissenstransfer)
  
- Extreme Wetterereignisse werden immer häufiger
- Wasserkonflikte entstehen

## Der Einfluss des Klimawandels ist in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung messbar und erkennbar!

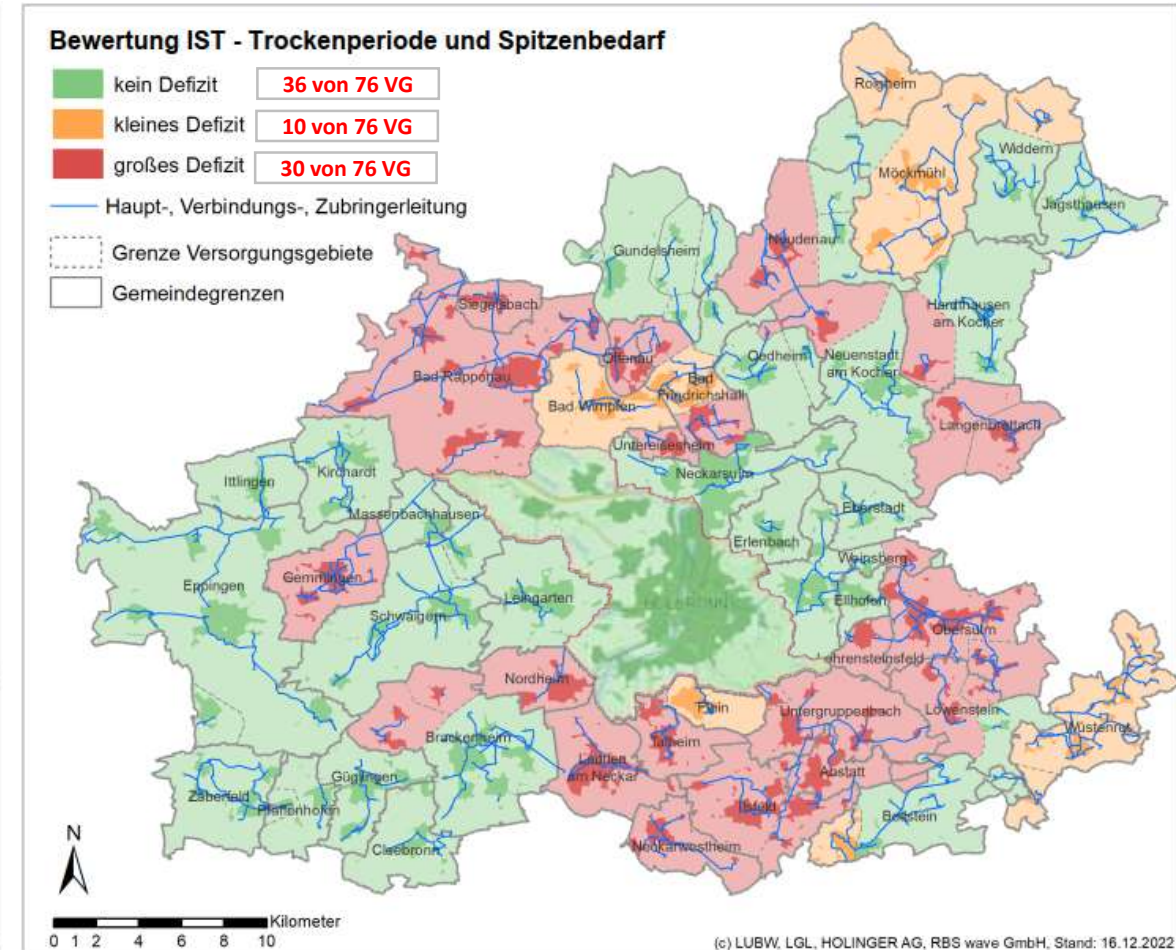
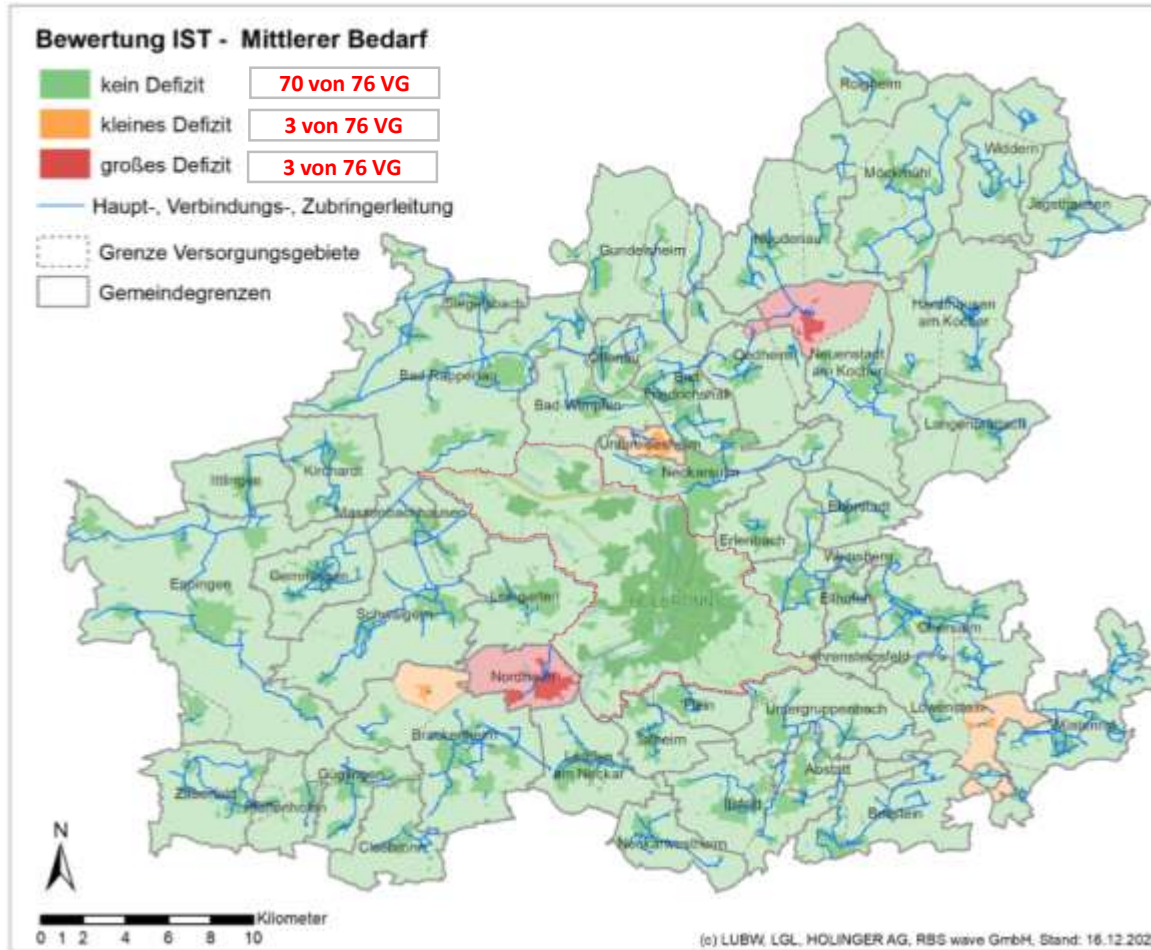
- **Quantität**
  - Pro-Kopf-Bedarf
  - Spitzenbedarf
  - Grundwasserneubildung und Quellschüttung
- **Qualität**
  - landwirtschaftliche und anthropogene Einflüsse
  - Extremereignisse
  - Wassertemperaturen im Wasserversorgungssystem
- **Kontinuität**
  - Nutzungskonflikte
  - Betriebsunterbrechungen der Anlagen
  - Rohrschäden



## GEFAHR EINER NEGATIVEN WASSERBILANZ



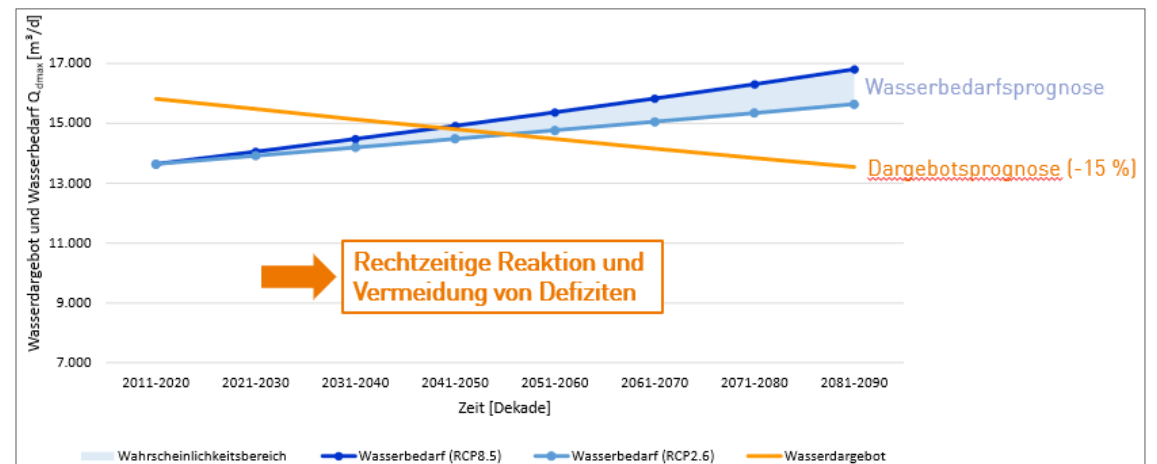
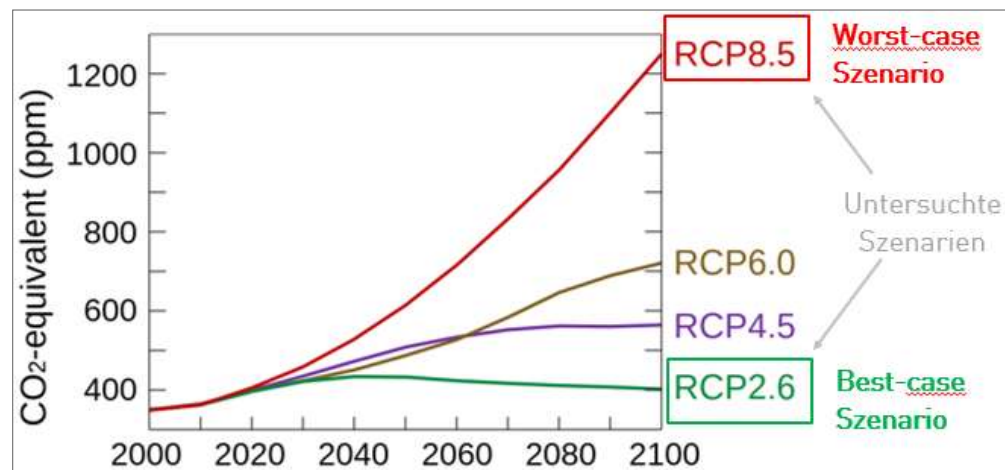




## Risikoermittlung des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung

= Eintrittswahrscheinlichkeit x Schadensausmaß

Entwicklung einer datenbasierten **ML-Modellbildungsstrategie**, welche es ermöglicht anhand der zugehörigen Verbrauchs- und Wetterdaten für jeden lokalen Wasserversorger ein ML-Modell zur **Vorhersage des Trinkwasserverbrauchs** zu generieren und die damit verbundenen **Risiken abzuschätzen**. Basierend auf den bewerteten Risiken ist es möglich, mögliche Maßnahmen zur Reduzierung oder Beseitigung des Risikos vorzuschlagen. - **ENTWICKLUNG EINES FRÜHWARNSYSTEMS** -





- **Datenbasis: Untersuchung von 73 Wasserversorgern in Süddeutschland**
- ML-Modell zur Vorhersage des Trinkwasserverbrauchs
- Risiken abschätzen
- Übertragbarkeit auf andere Regionen
- **Praxisorientierte Umsetzung für eine nachhaltige, sichere und zuverlässige Trinkwasserversorgung in der Zukunft**



*„Die Zukunft basiert auf dem, was wir heute tun.“  
Mahatma Gandhi*



**Prof. Dr. -Ing. Esad Osmanovic**  
Consulting / Senior Consultant-Forschung-Produktentwicklung

RBS wave GmbH  
Standort Weilimdorf  
Mittlerer Pfad 2, 70499 Stuttgart

Tel. 0711 18571 - 520

Fax 0711 18571 - 508

[e.osmanovic@rbs-wave.de](mailto:e.osmanovic@rbs-wave.de)

