



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 Osmanovic

03.10.2024



Prof. Dr. -Ing. E. Osmančević
Consultant-Forschung-Produktentwicklung
Telefon: +49 711 185 71 520
E-Mail: 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)

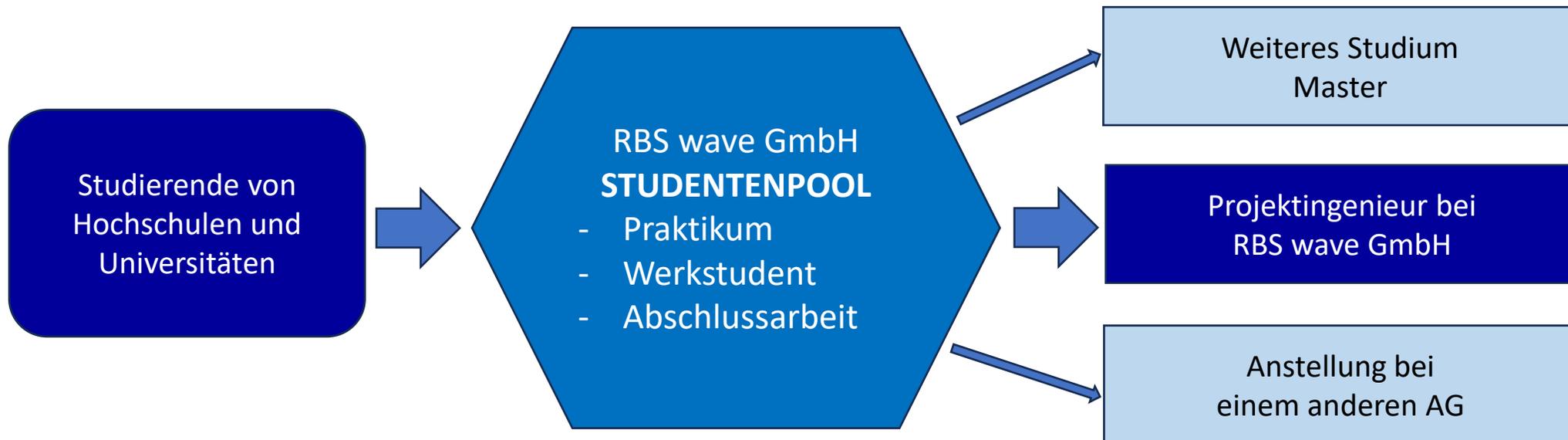
- Enge **Zusammenarbeit mit Hochschulen und Unis** im Land
- Firmeninterne **Forschungsprojekte** in den Bereichen:
 - Wasserverlustbekämpfung
 - Netzmanagement (Rohrnetzmodellierung)
 - Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung
 - Erwärmung des Trinkwassers im Netz
- **Kundenstruktur**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

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

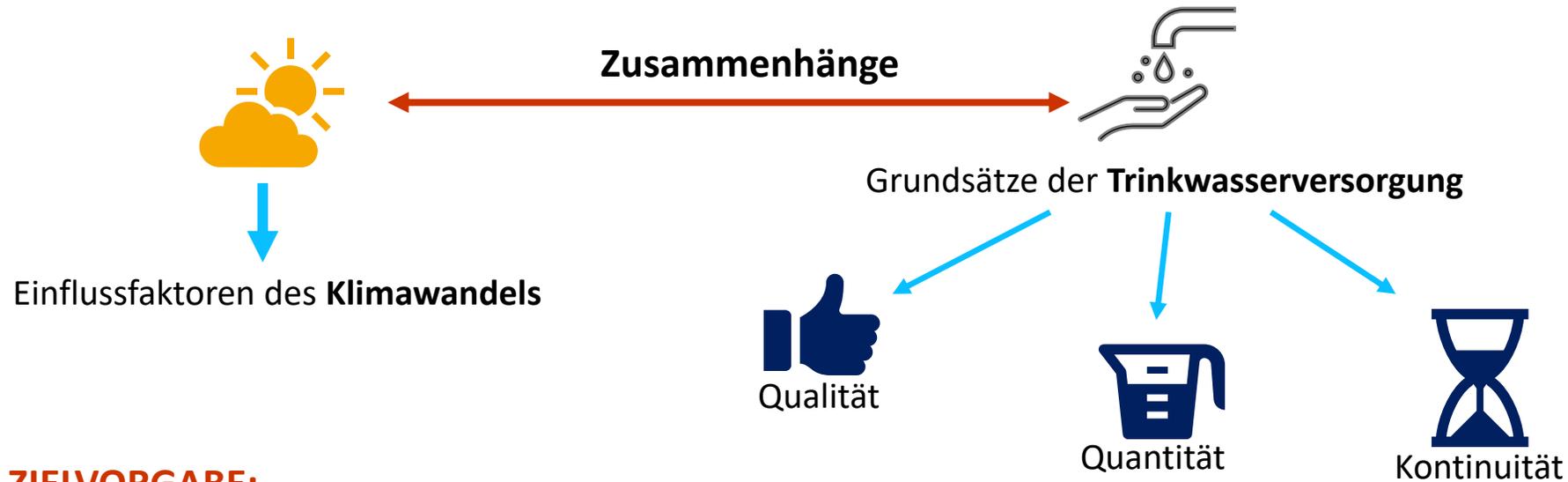


UNESCO-Weltwasserbericht

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

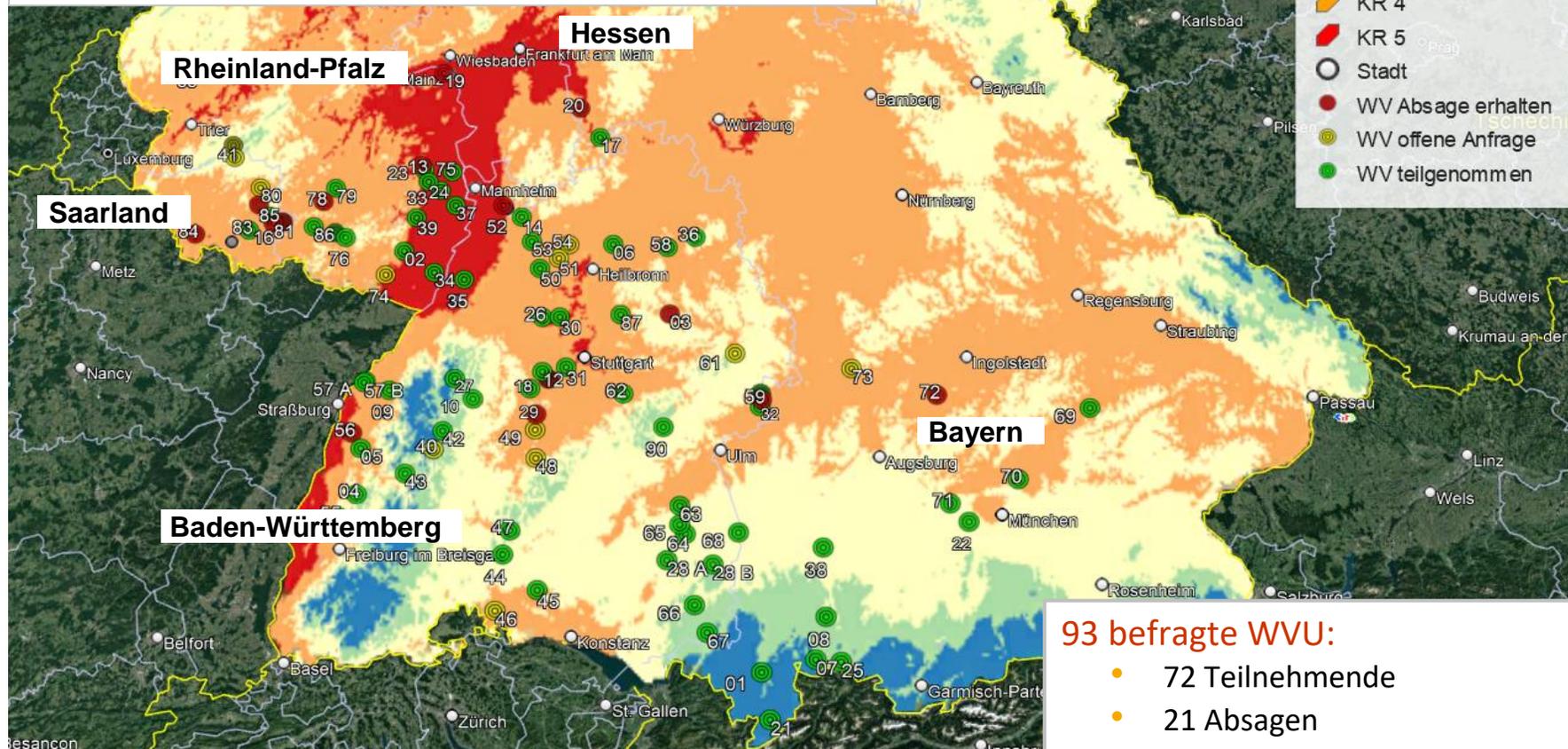
4. Einfluss des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung und Ergebnisse

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)

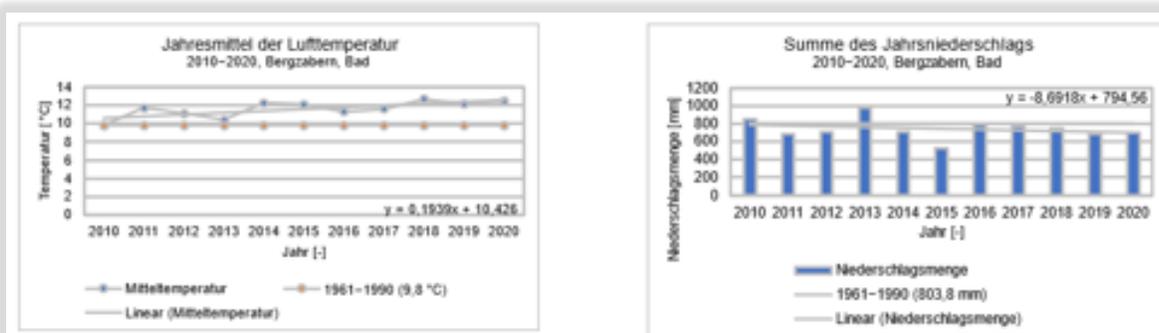


Abb. A.1: Jahresmitteltemperatur

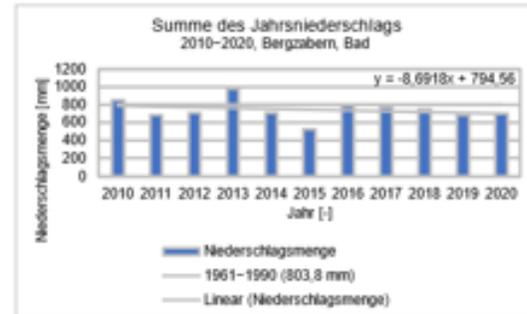


Abb. A.2: Summe des Jahresniederschlags



Abb. A.3: Anzahl der Heißen Tage und Sommertage



Abb. A.4: Anzahl der Eistage

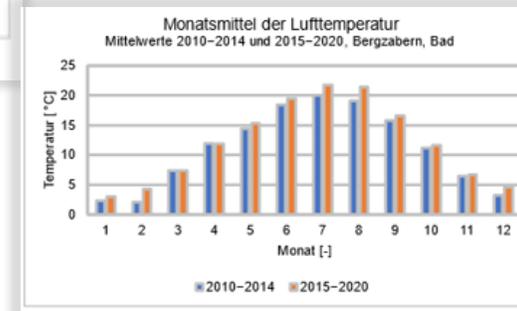


Abb. A.5: Monatsmittel der Lufttemperatur, Mittelwerte 2010-2014 und 2015-2020

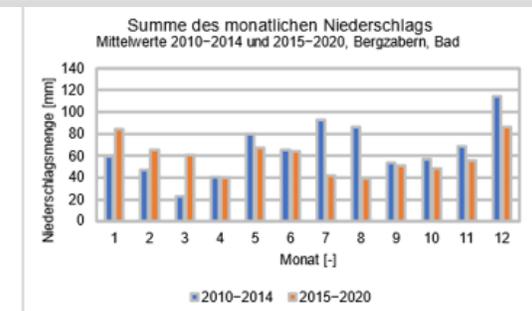


Abb. A.6: Monatliche Niederschlagsmengen, Mittelwerte 2010-2014 und 2015-2020

Beispiel

A.1 Wasserversorgungsunternehmen 01

Jahresabgabemenge (Stand 2020):	ca. 454.500 m ³ /a
Wasserbezug:	90 % Eigenwasser, 10 % Fernwasser
Versorgte Einwohner (Stand 2020):	ca. 6.100
Mittlere Tagesbereitstellungsmenge:	1.245 m ³ /d
Tagesspitzenabgabe:	2.522 m ³ /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

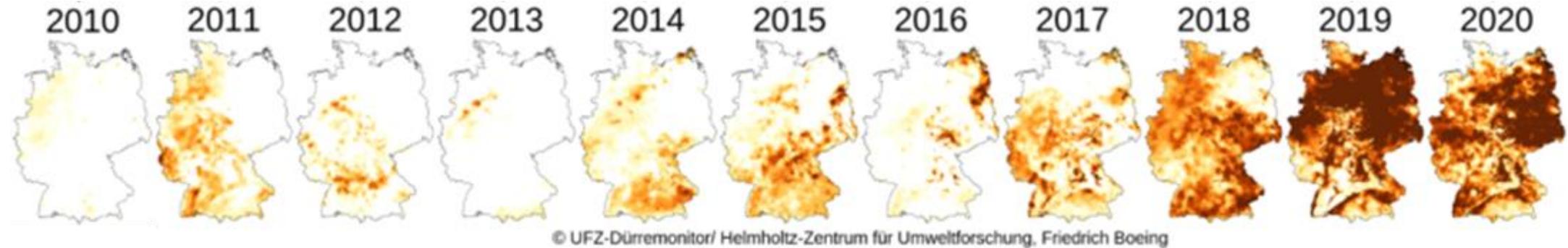
3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zusammenhänge mit Grundsätzen der Trinkwasserversorgung

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

3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zusammenhänge mit Grundsätzen der Trinkwasserversorgung

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

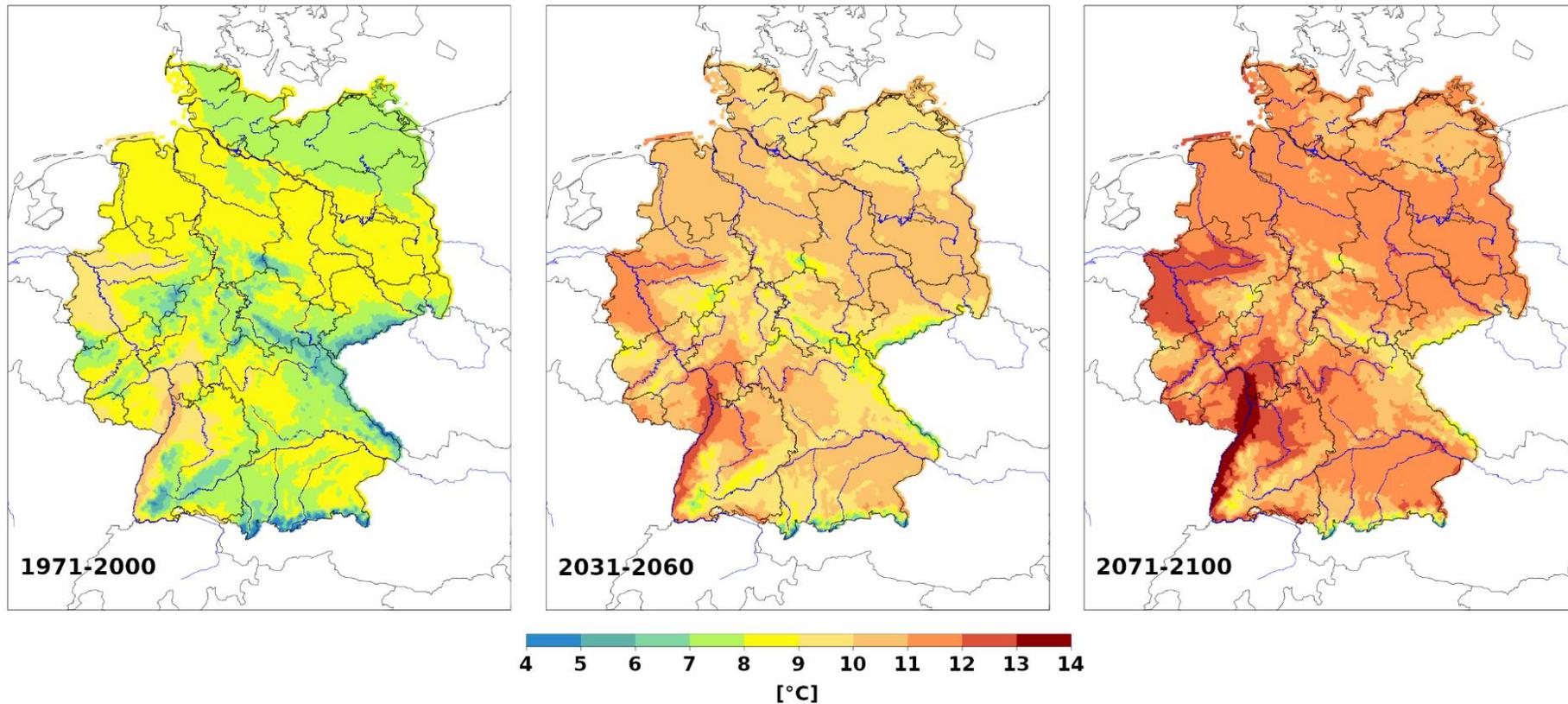
3. Wetterereignisse des Klimawandels - Zunahme von Extremereignissen



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

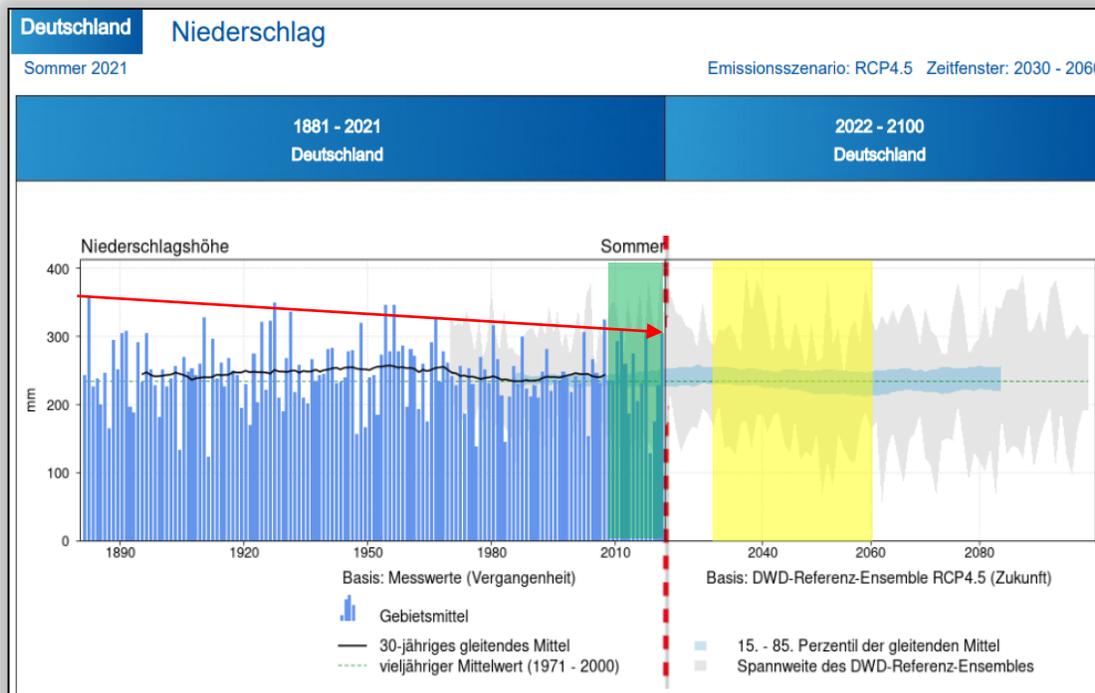
3. Wetterereignisse des Klimawandels - Anstieg der Lufttemperatur

Projektion +3,1 bis +4,7 °C

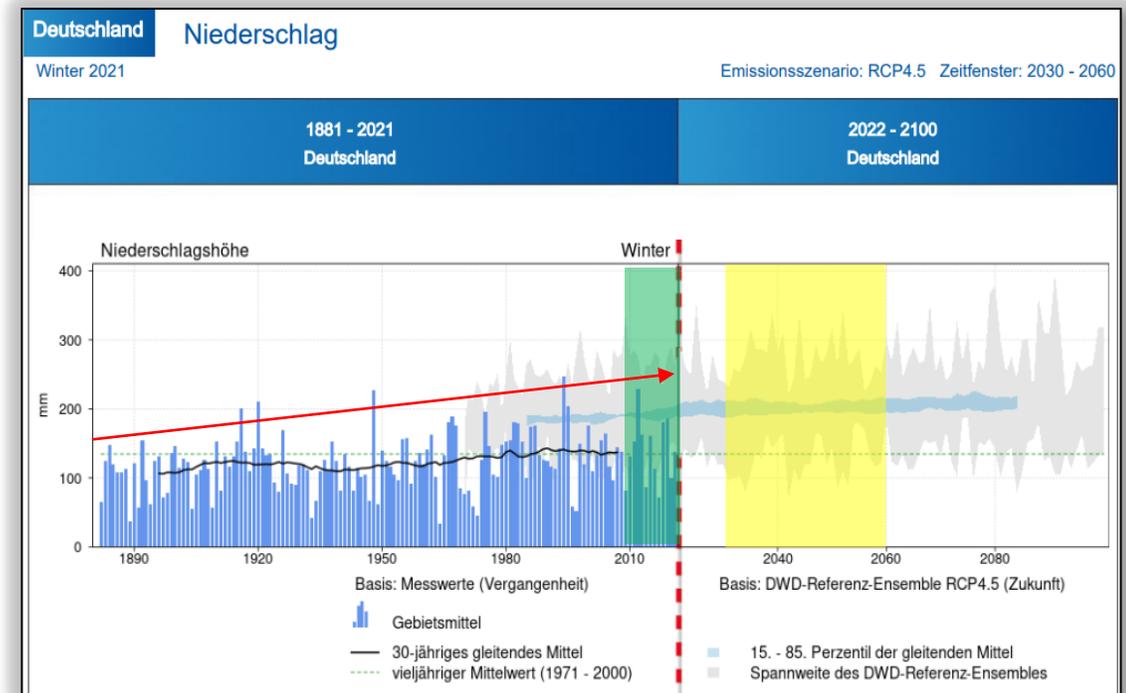


30-Jahresmittel der 2m-Temperatur aus COSMO-CLM Klimasimulationen mit 3 km Gitterweite, Projektion mit RCP8.5-Szenario

Sommermonate



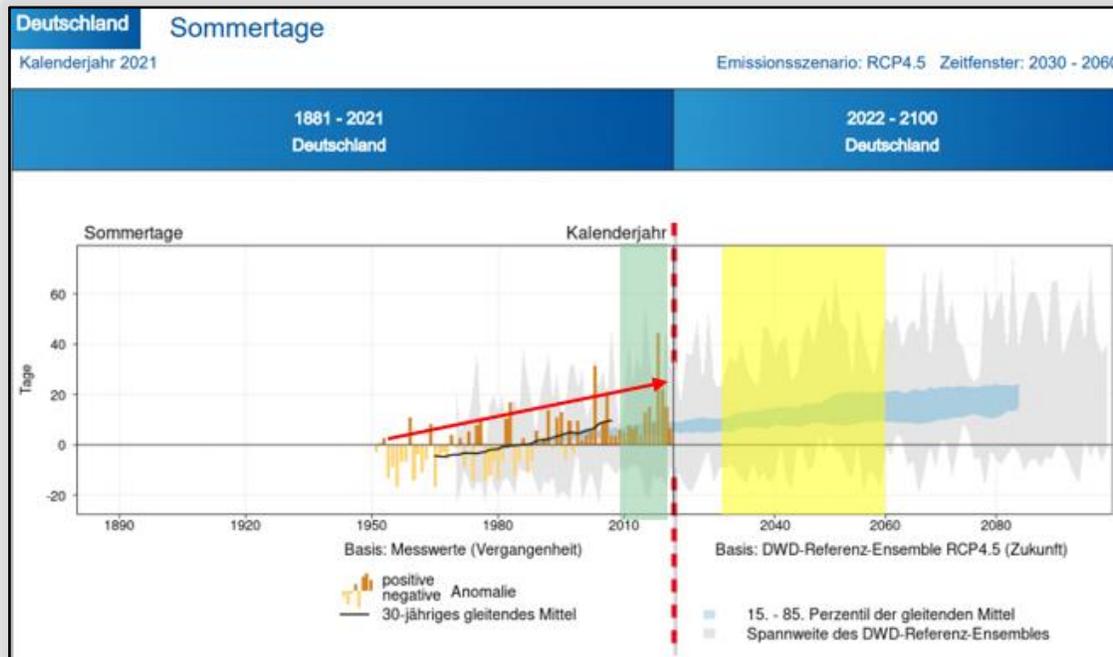
Wintermonate



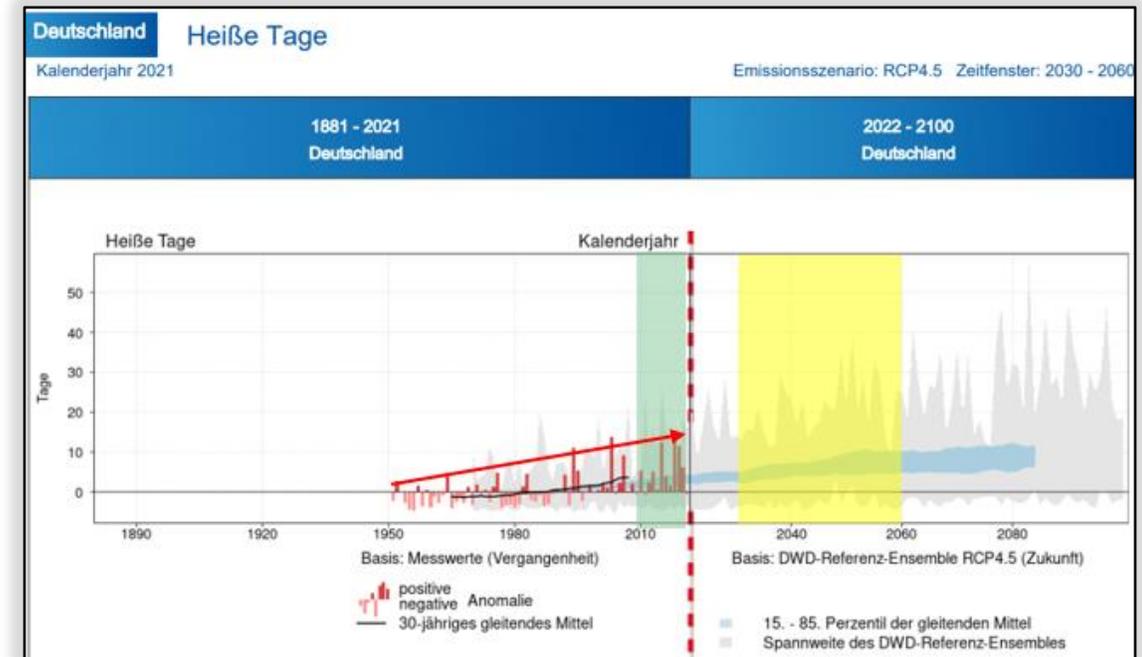
Quelle: Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Deutscher Klimaatlas (dwd.de)

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

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

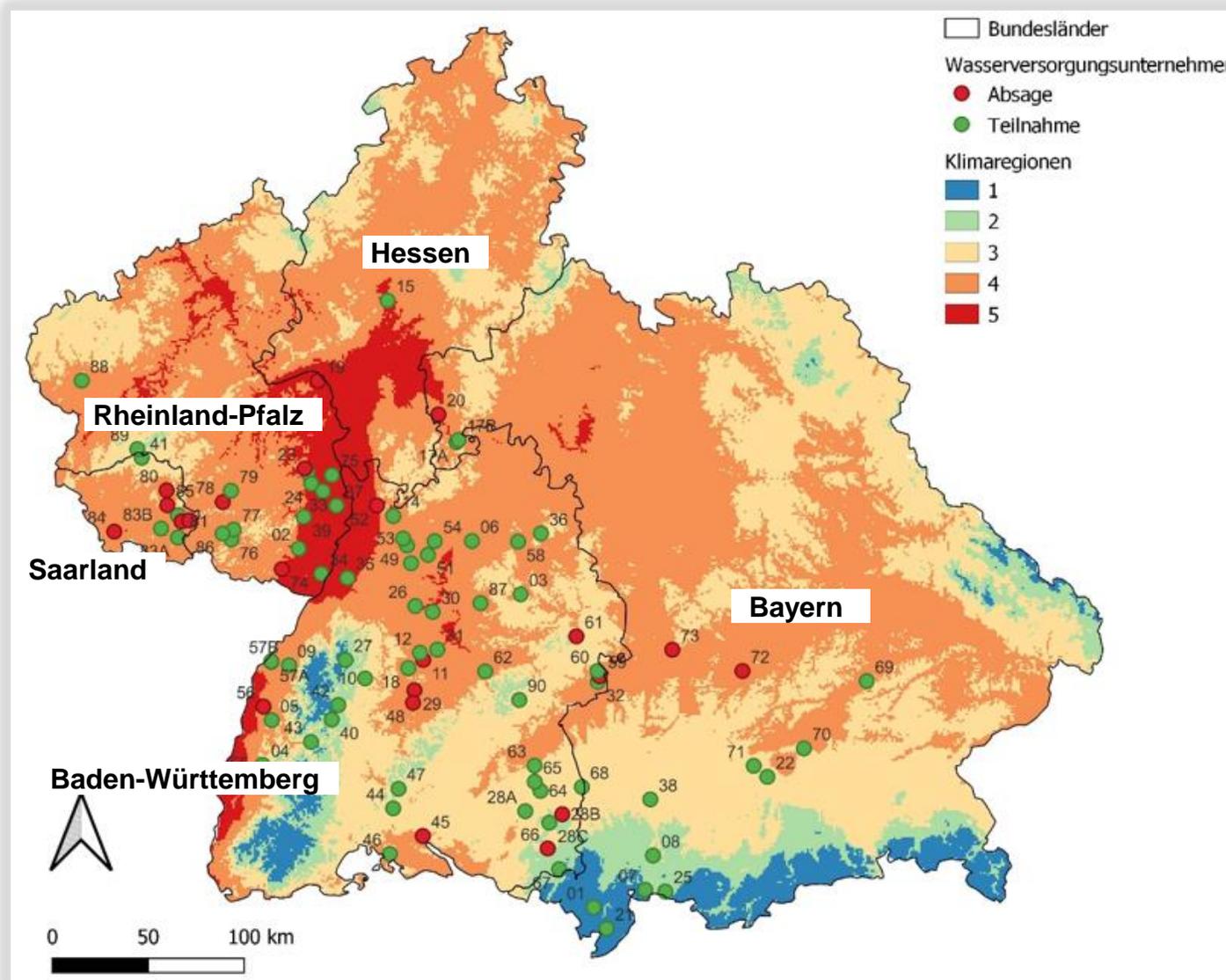


Heiße Tage $\geq 30^{\circ}\text{C}$

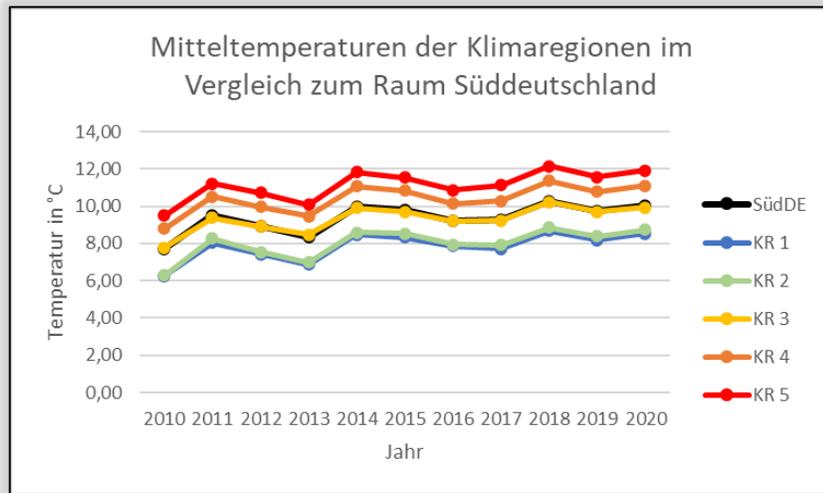


Quelle: Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Deutscher Klimaatlas (dwd.de)

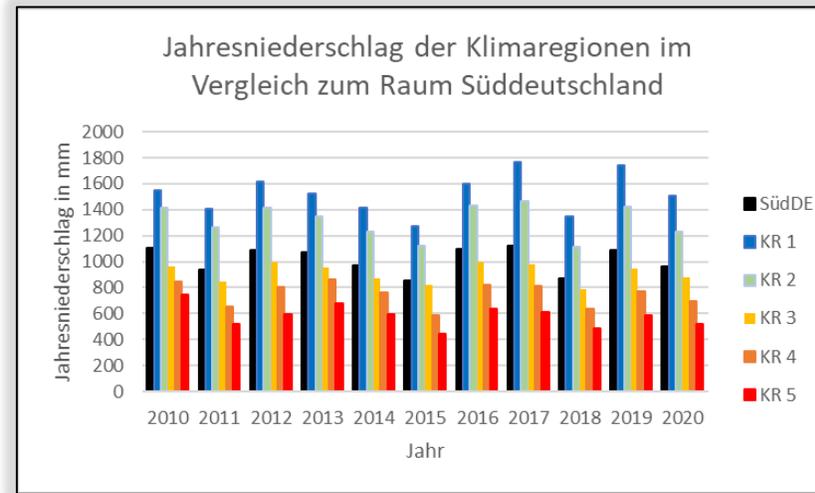
3. Wetterereignisse des Klimawandels - Übersicht über die Klimaregionen in Süddeutschland



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

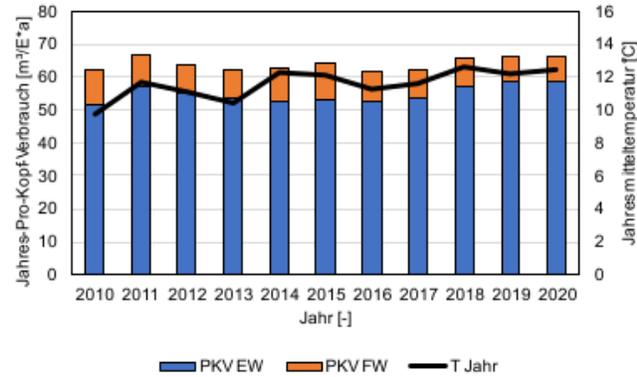


Abb. C.1: Jahres-Pro-Kopf-Verbrauch des WVU 02 und Jahresmitteltemperatur an der Wetterstation 0377

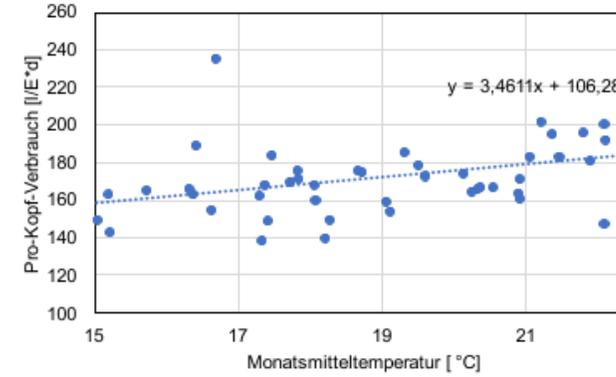


Abb. C.2: Zusammenhang Pro-Kopf-Verbrauch des WVU 02 und Monatsmitteltemperatur über 15 °C an der Wetterstation 0377, 2010–2020

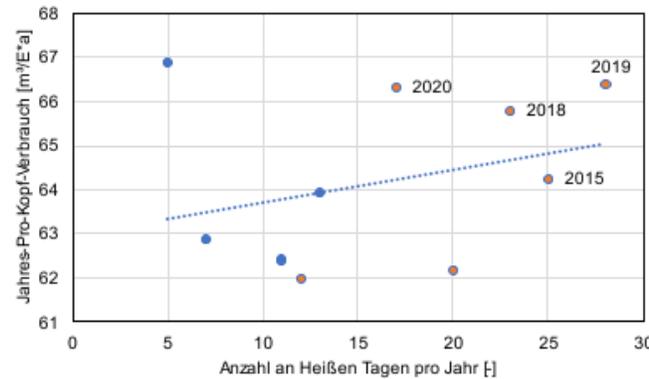


Abb. C.3: Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Verbrauch (WVU 02) und Anzahl an Heißen Tagen pro Jahr (ID 0377) 2010–2020

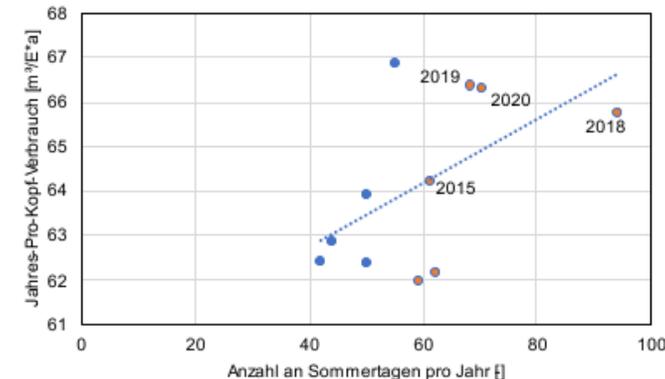


Abb. C.4: Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Verbrauch (WVU 02) und Anzahl an Sommertagen pro Jahr (ID 0377) 2010–2020

Beispiel

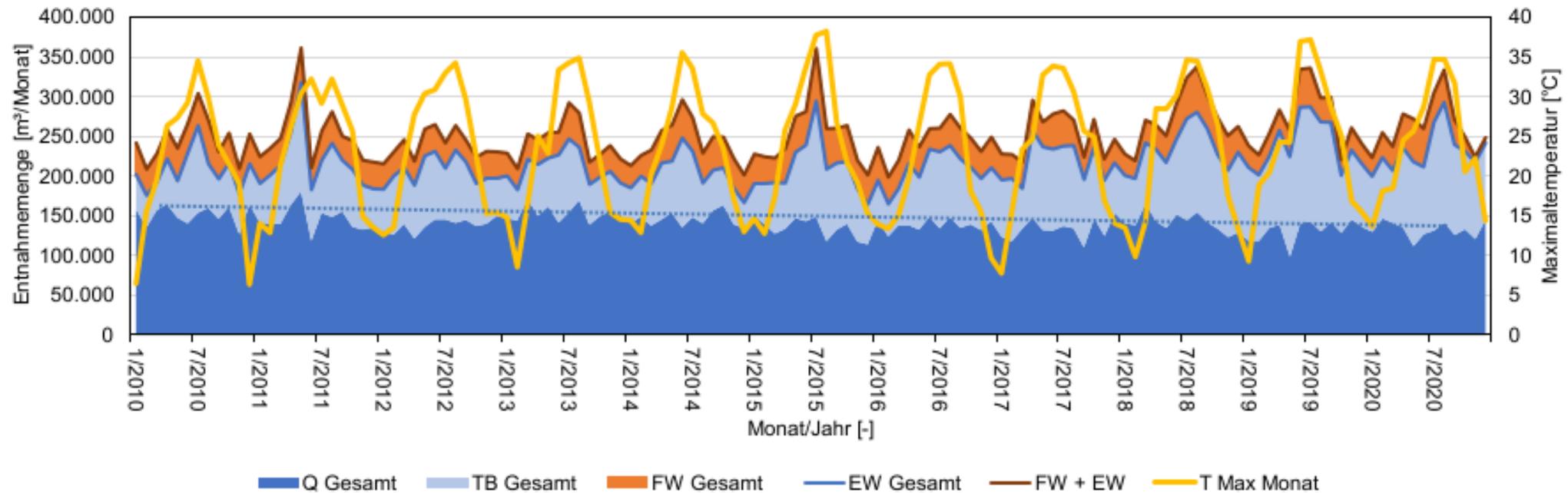


Abb. C.5: Monatliche Entnahmemenge des WVU 02 unterteilt in Quell-, Tiefbrunnen- und Fernwasser und Maximaltemperaturen im Monat an der Wetterstation 0377

Beispiel

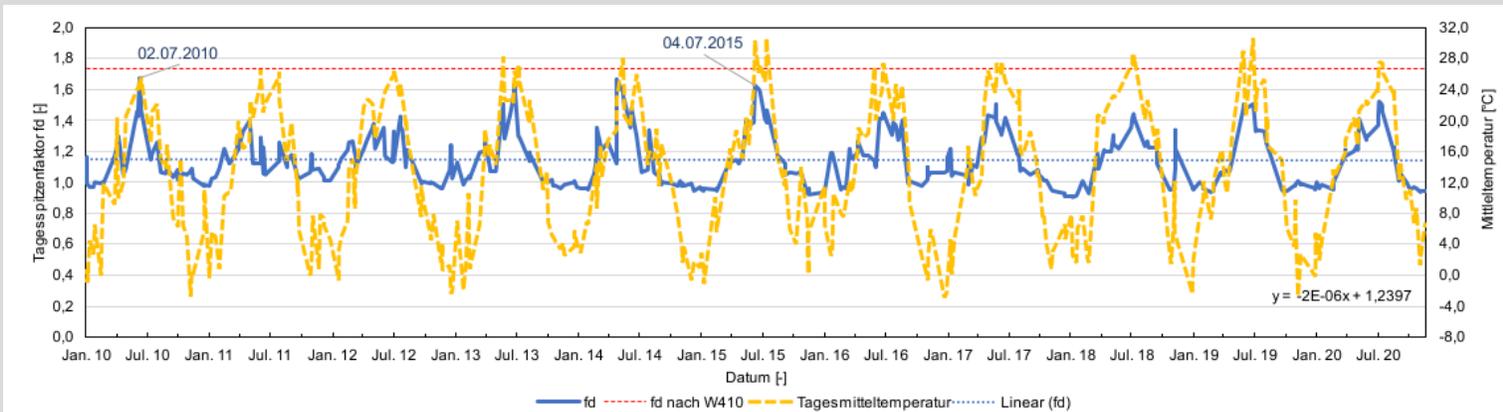


Abb. C.8: Tagesspitzenfaktoren der drei Tage mit dem höchsten Verbrauch eines Monats des WVU 02 und Tagesmitteltemperatur am Spitzentag an der Wetterstation 0377 im Zeitraum 2010–2020

Beispiel

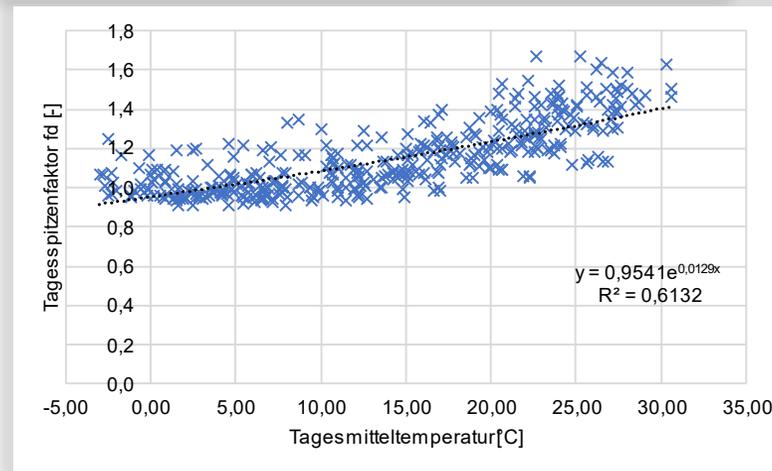
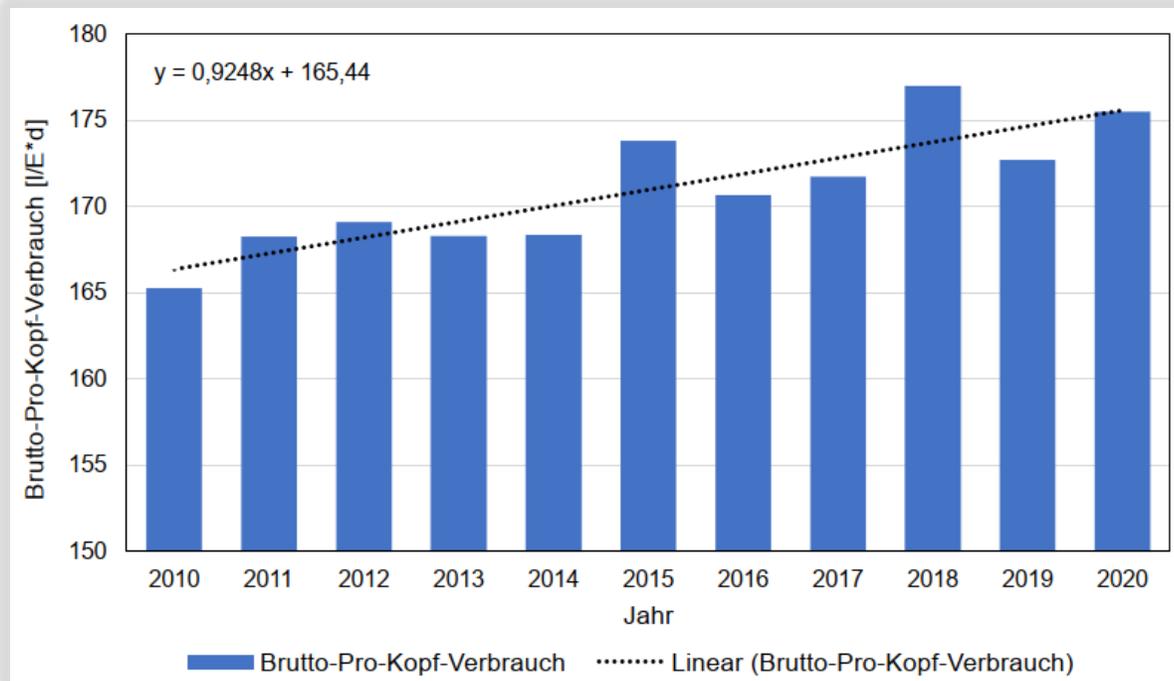
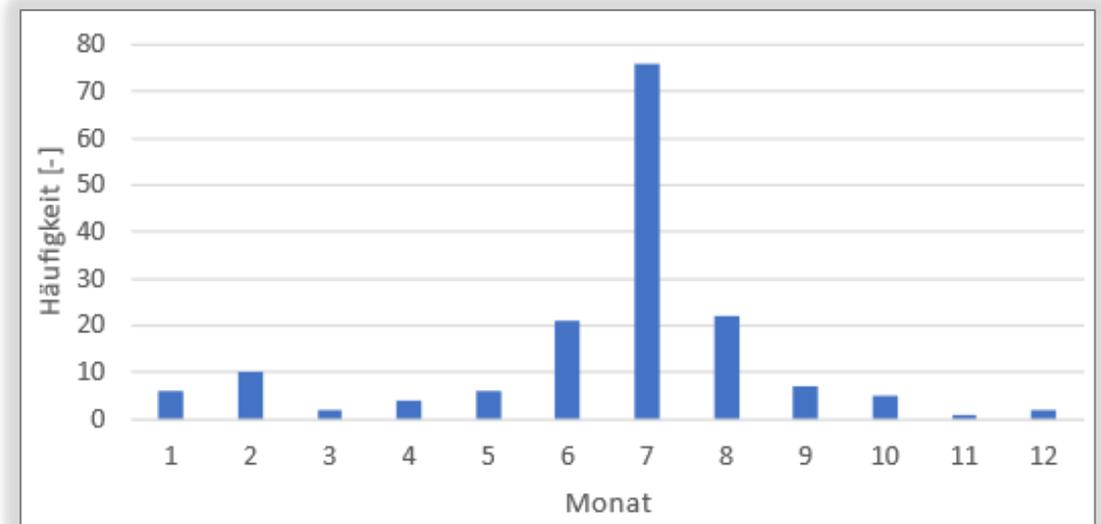


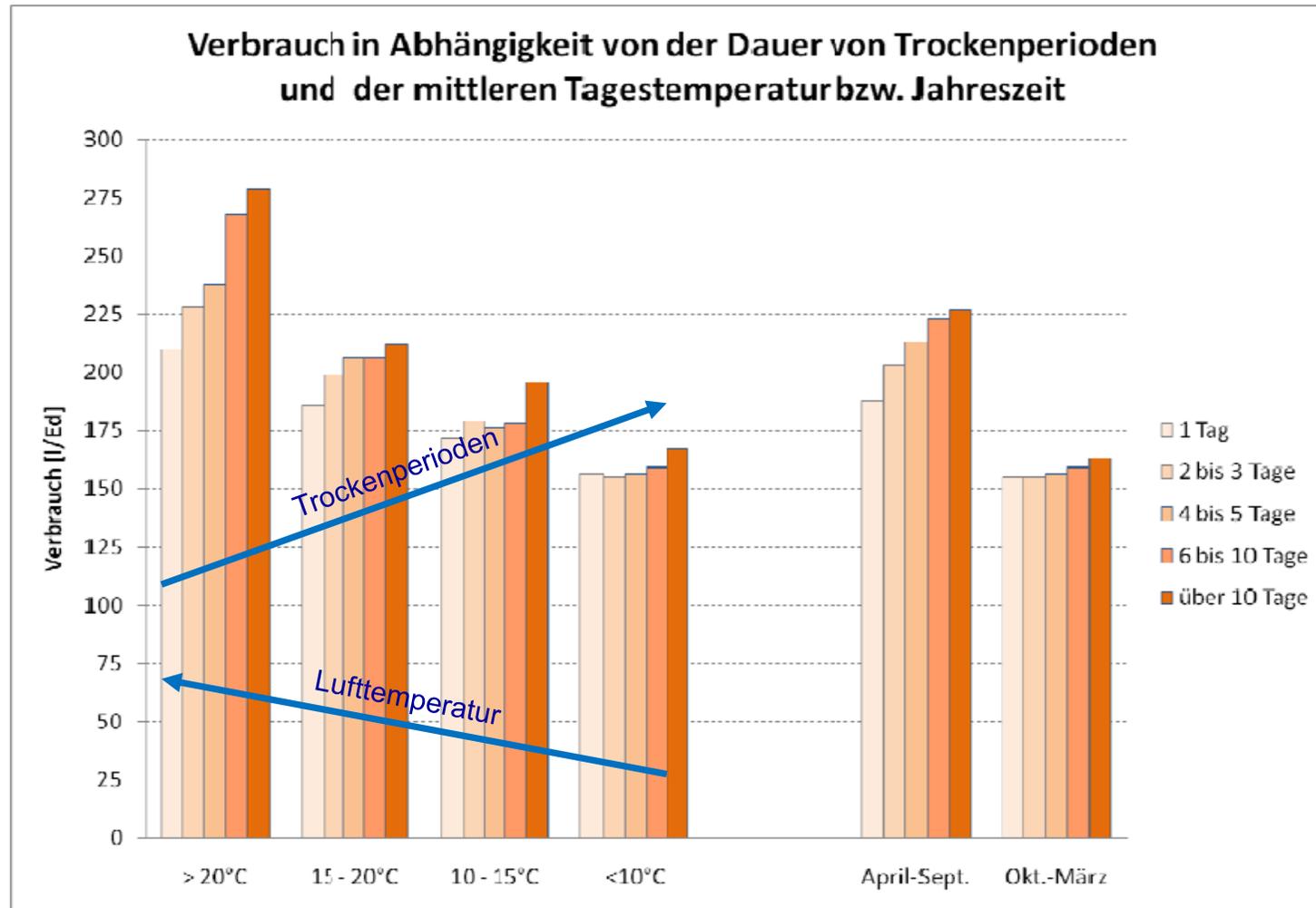
Abb. C.9: Exponentieller Zusammenhang zwischen Tagesspitzenfaktor f_d der drei monatlichen Spitzentage des WVU 02 und Tagesmitteltemperatur an der Wetterstation 0377, 2010–2020

Entwicklung des Brutto-Pro-Kopf-Verbrauchs



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

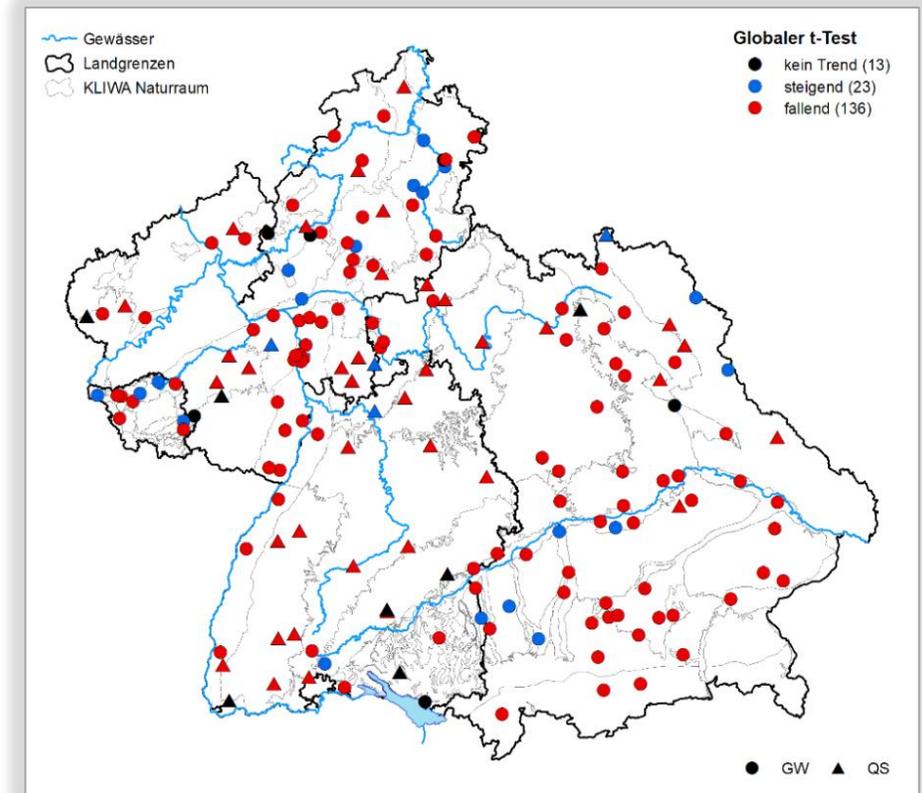
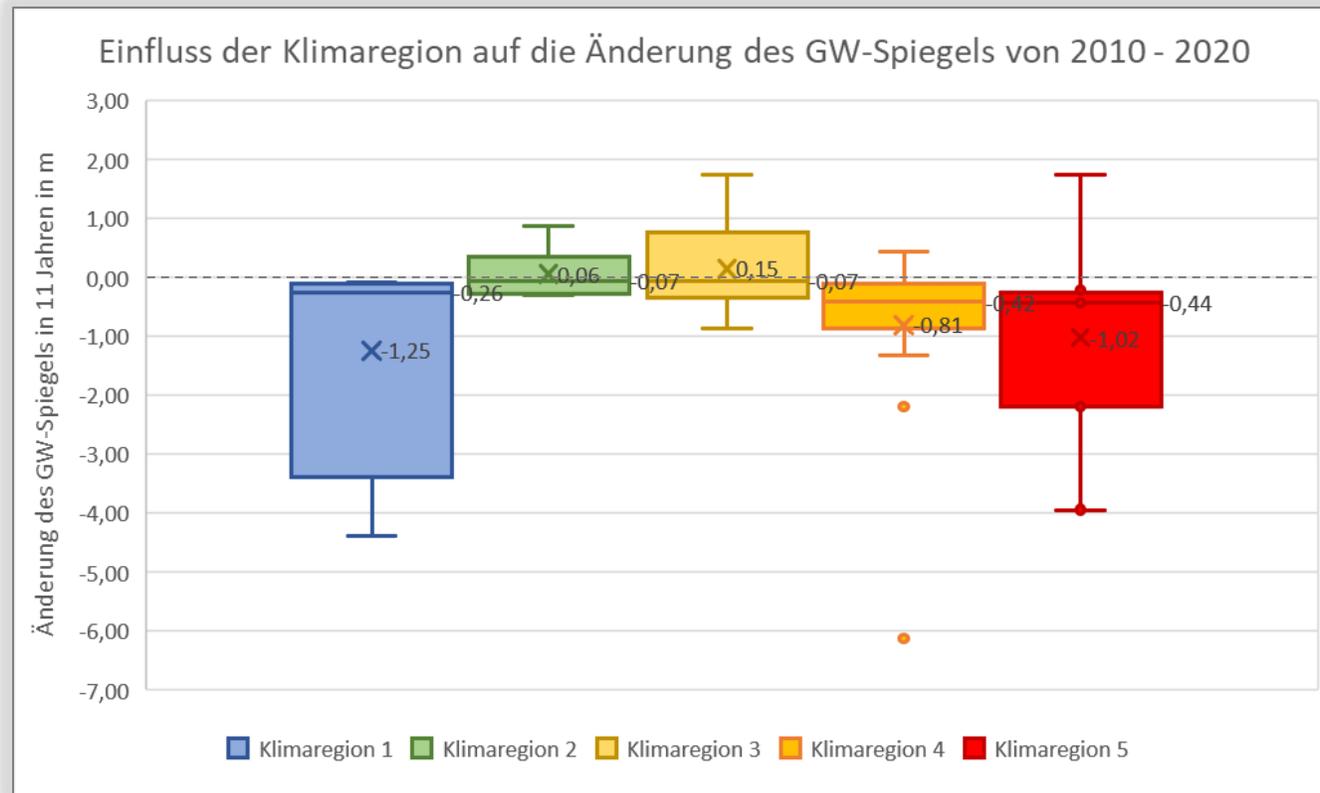




Quelle: Studie in Österreich (Neunteufel et al. 2015)

Grundwasserdargebot

- Veränderung der Grundwasserspiegel in den Klimaregionen

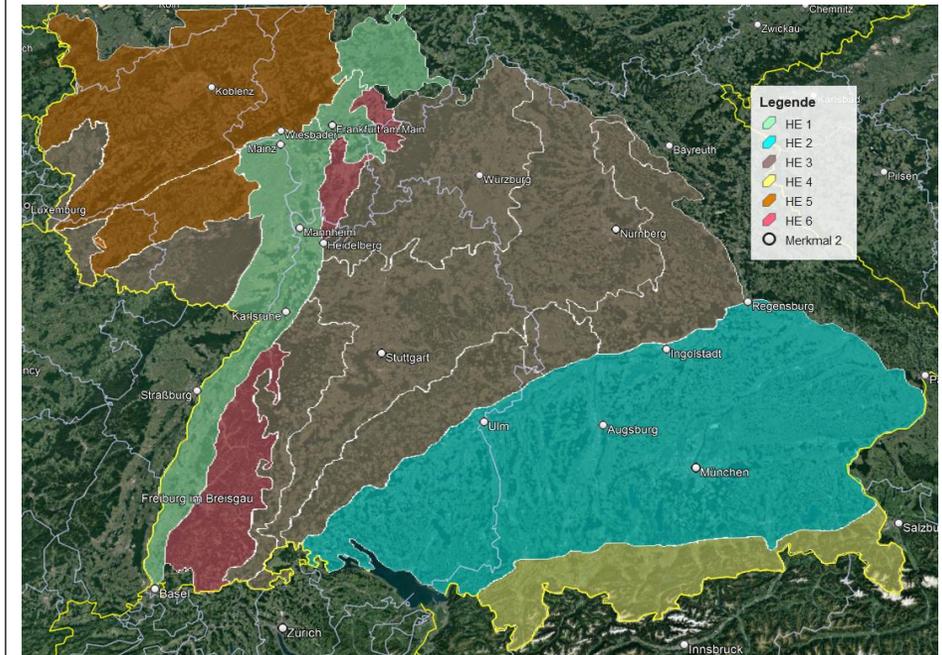
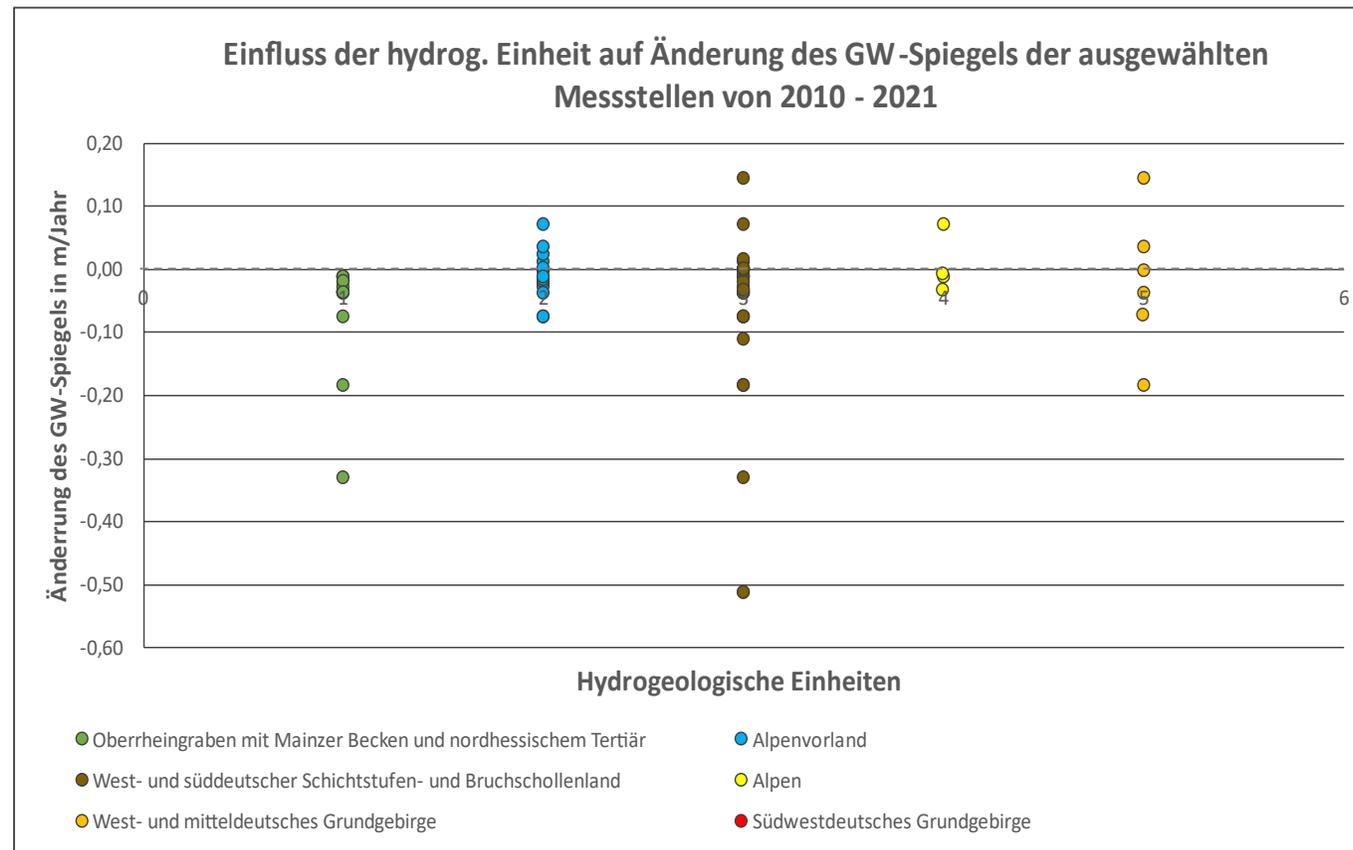


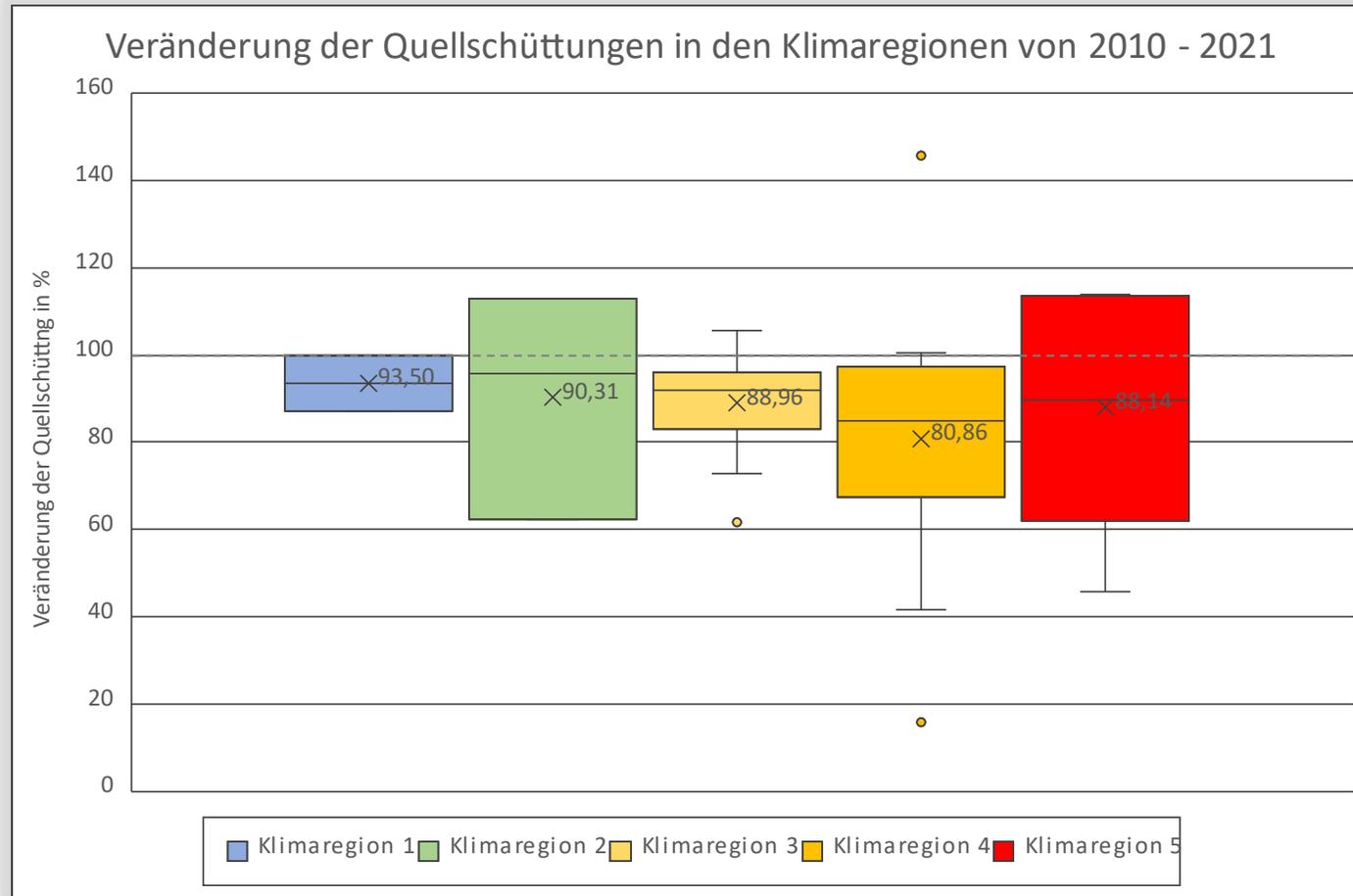
- GW-Stand besonders in KR 1, 4 und 5 sinkend von 2010 - 2020
- Weniger Niederschlag in KR 4 und 5
- Weniger Schmelzwasser und erhöhter Oberflächenabfluss in KR 1 (Alpen/Voralpen)

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

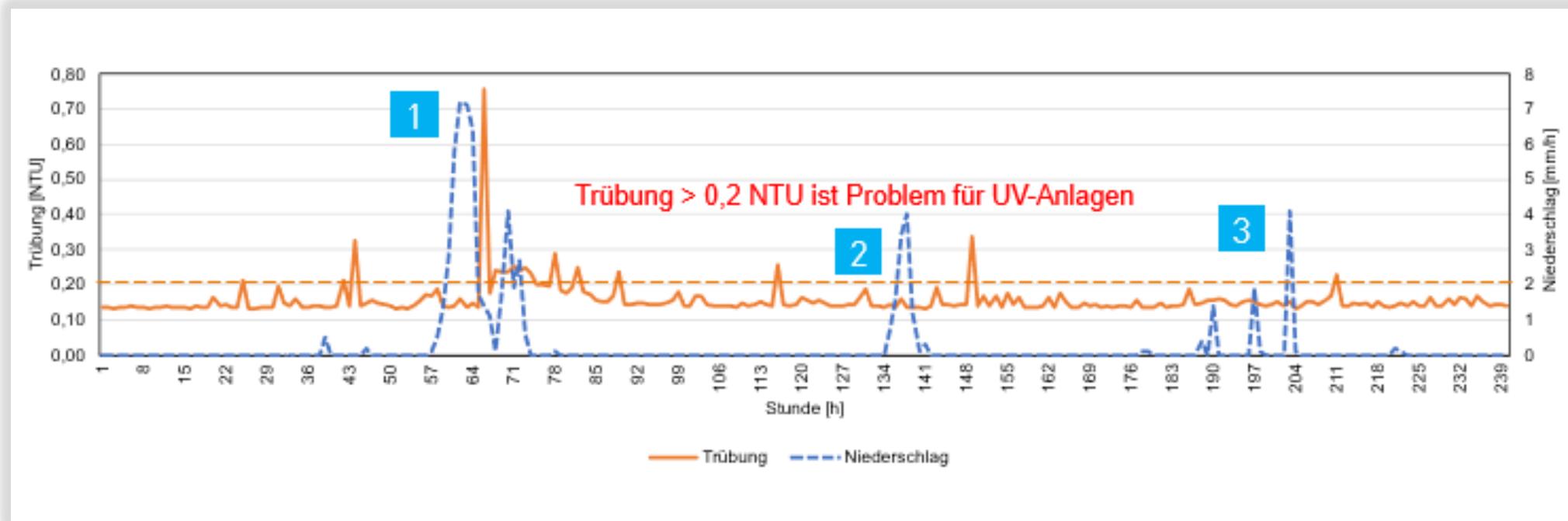
Betrachtung durch Hydrogeologische Einheiten:

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

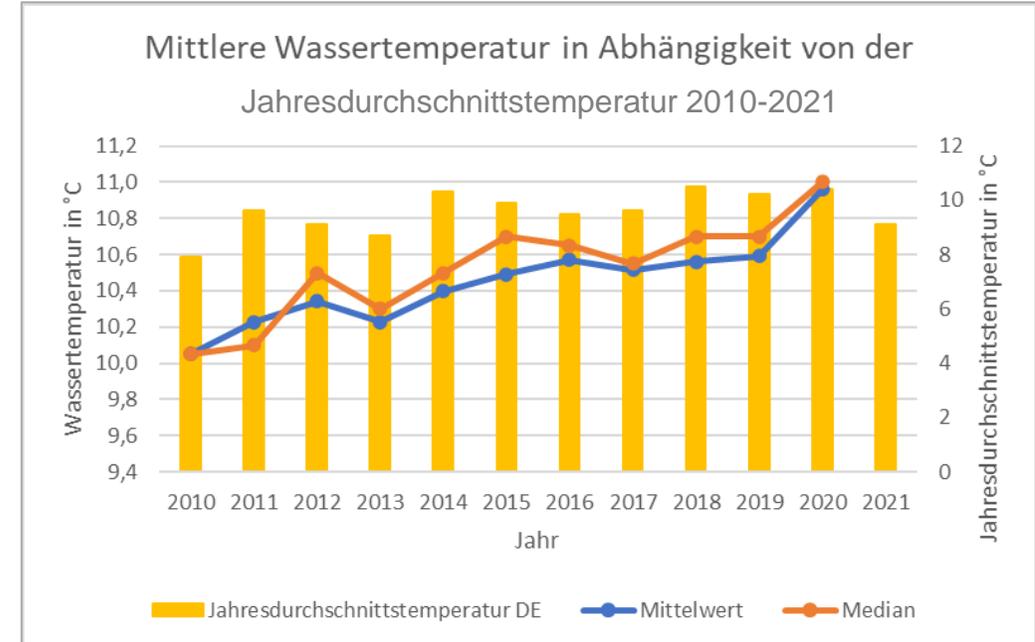
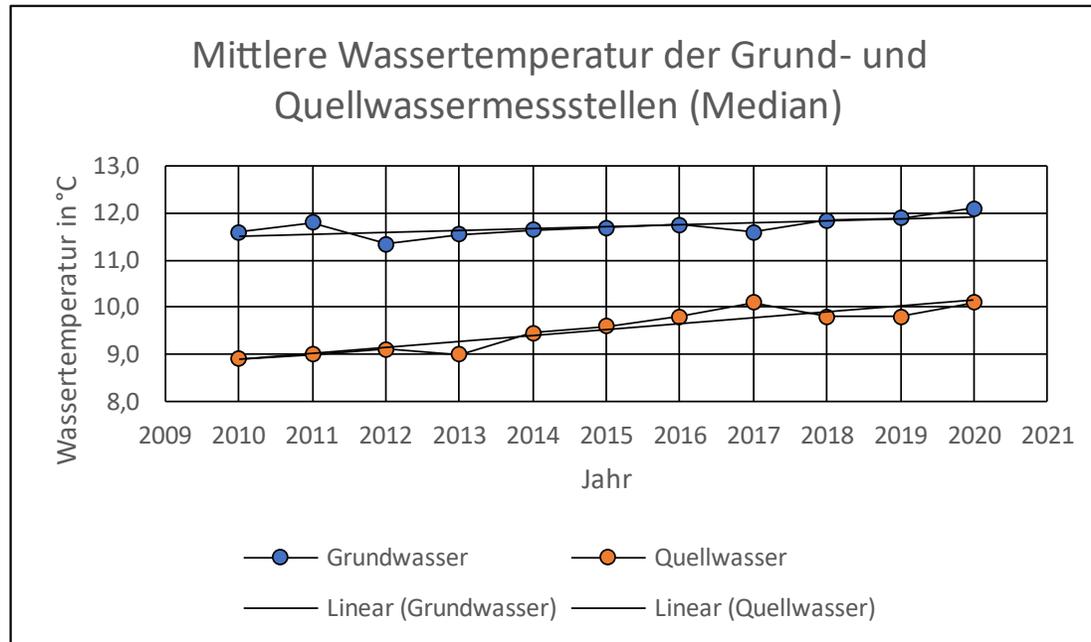




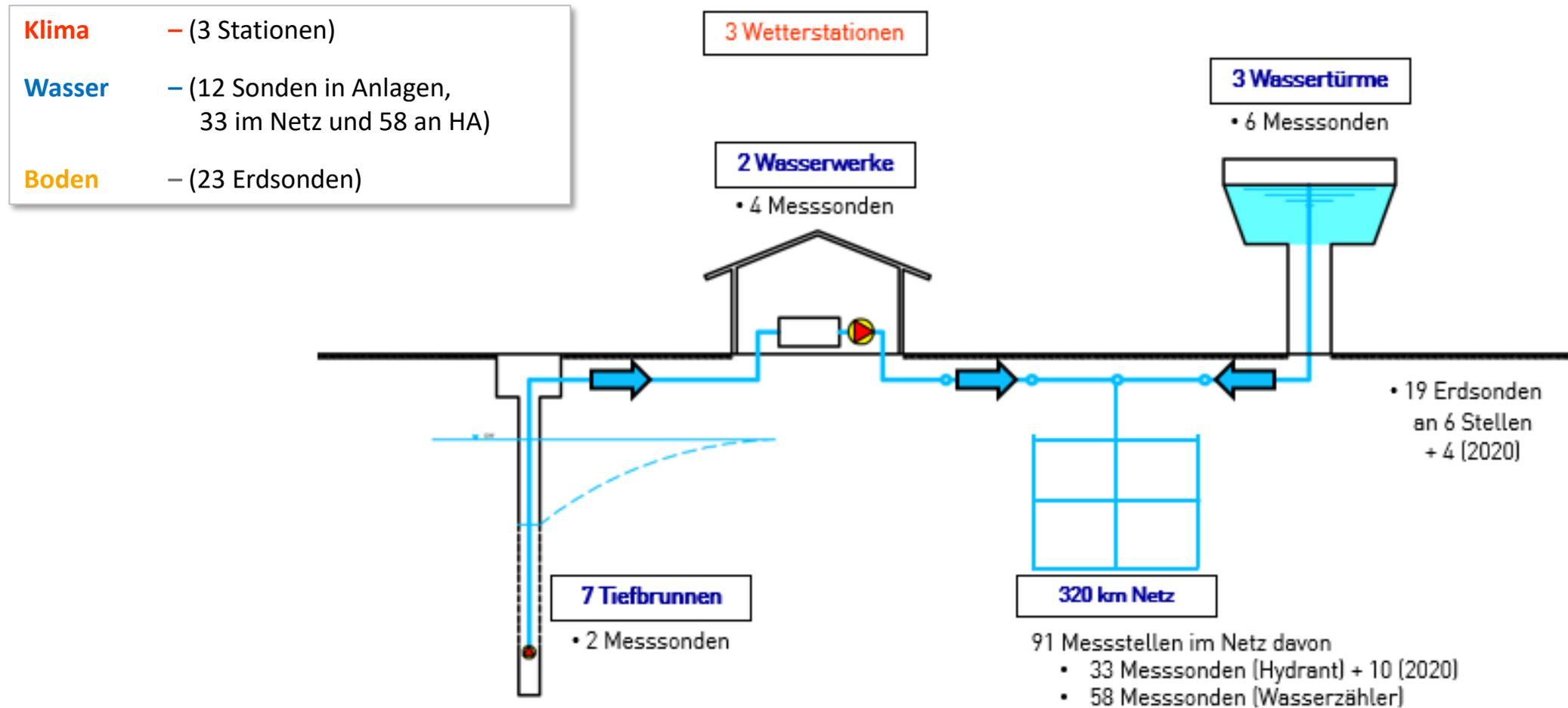
- Tendenz der Abnahme der Quellschüttungen in allen Klimaregionen in 2010 - 2021
- Teilweise Abnahme von 20% bis zu 35%



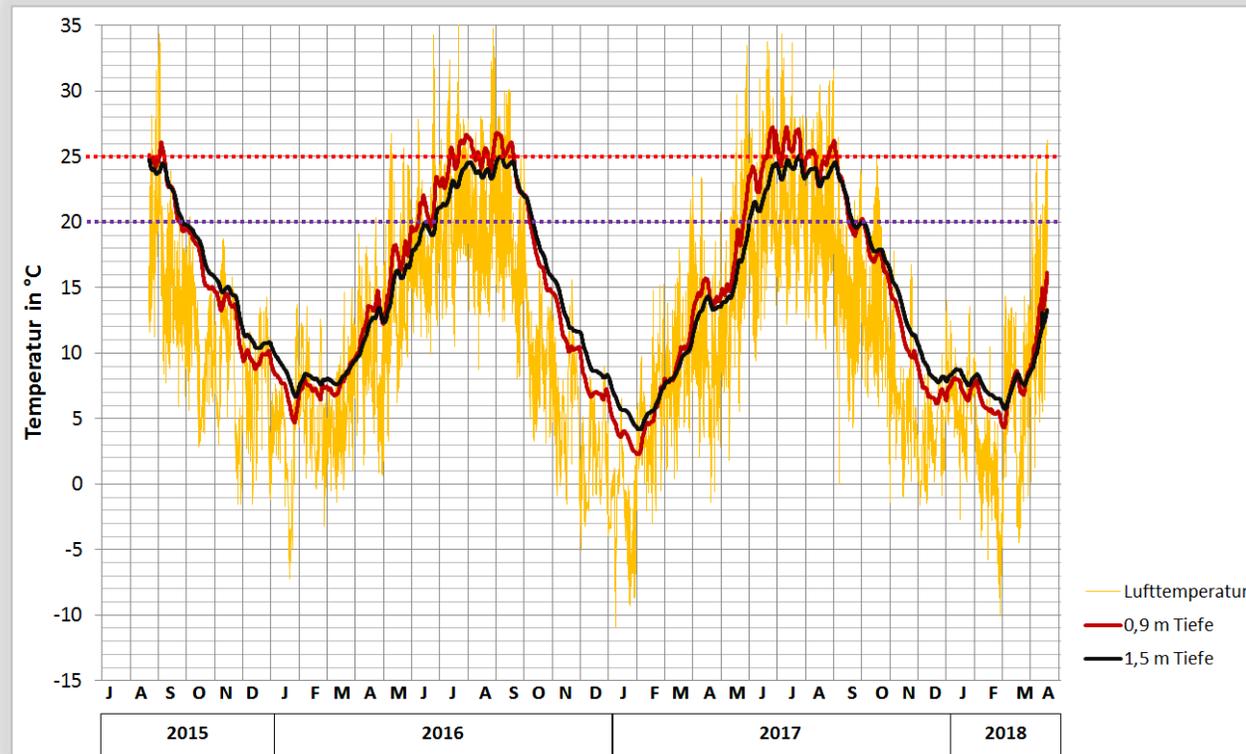
Beispiel



- 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

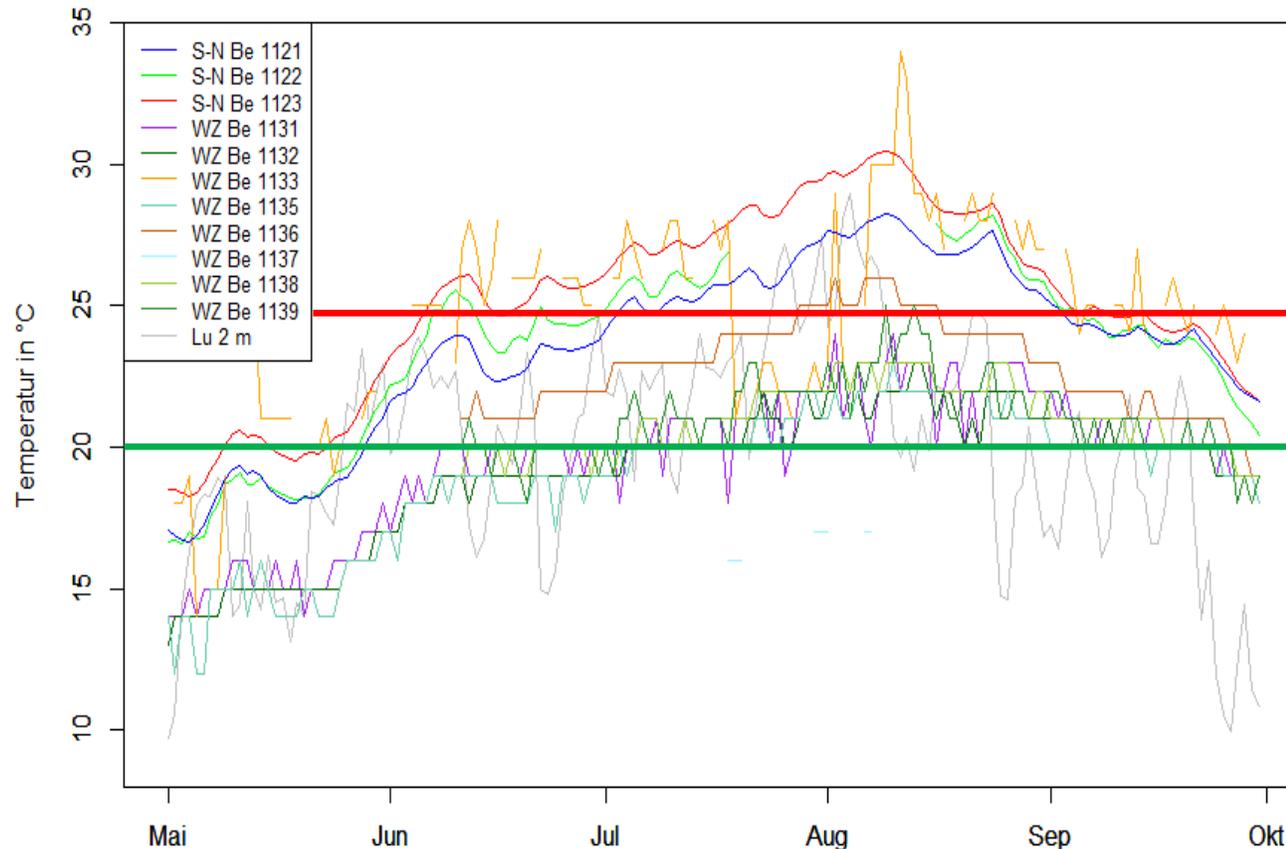
46 d über 25°C im Jahr 2017

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.



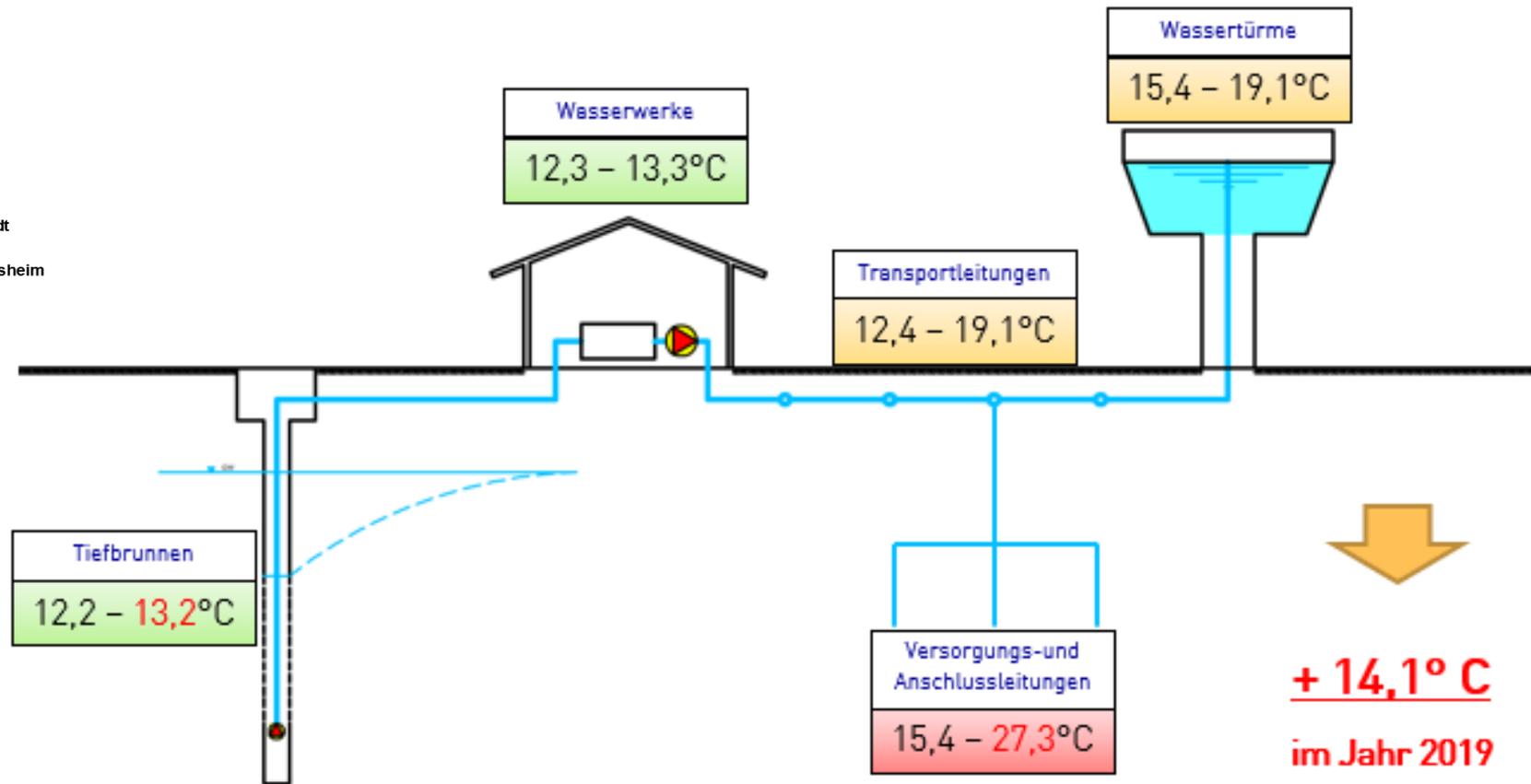
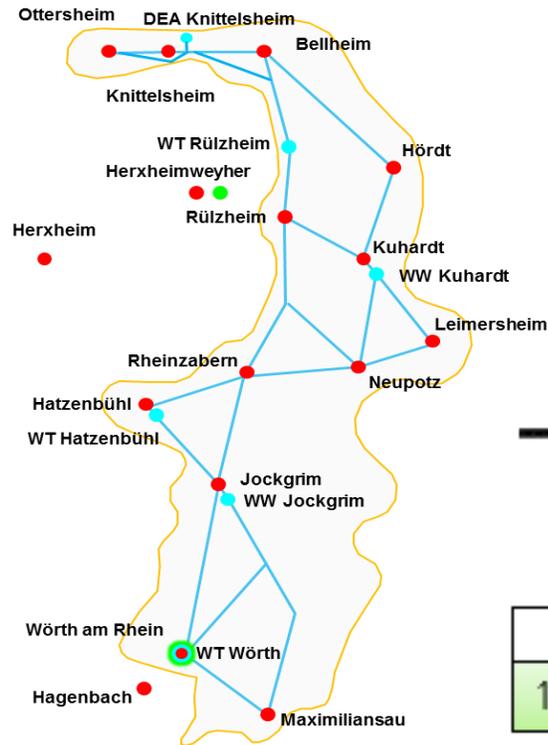
Unterflurhydranten (Versorgungsleitung):

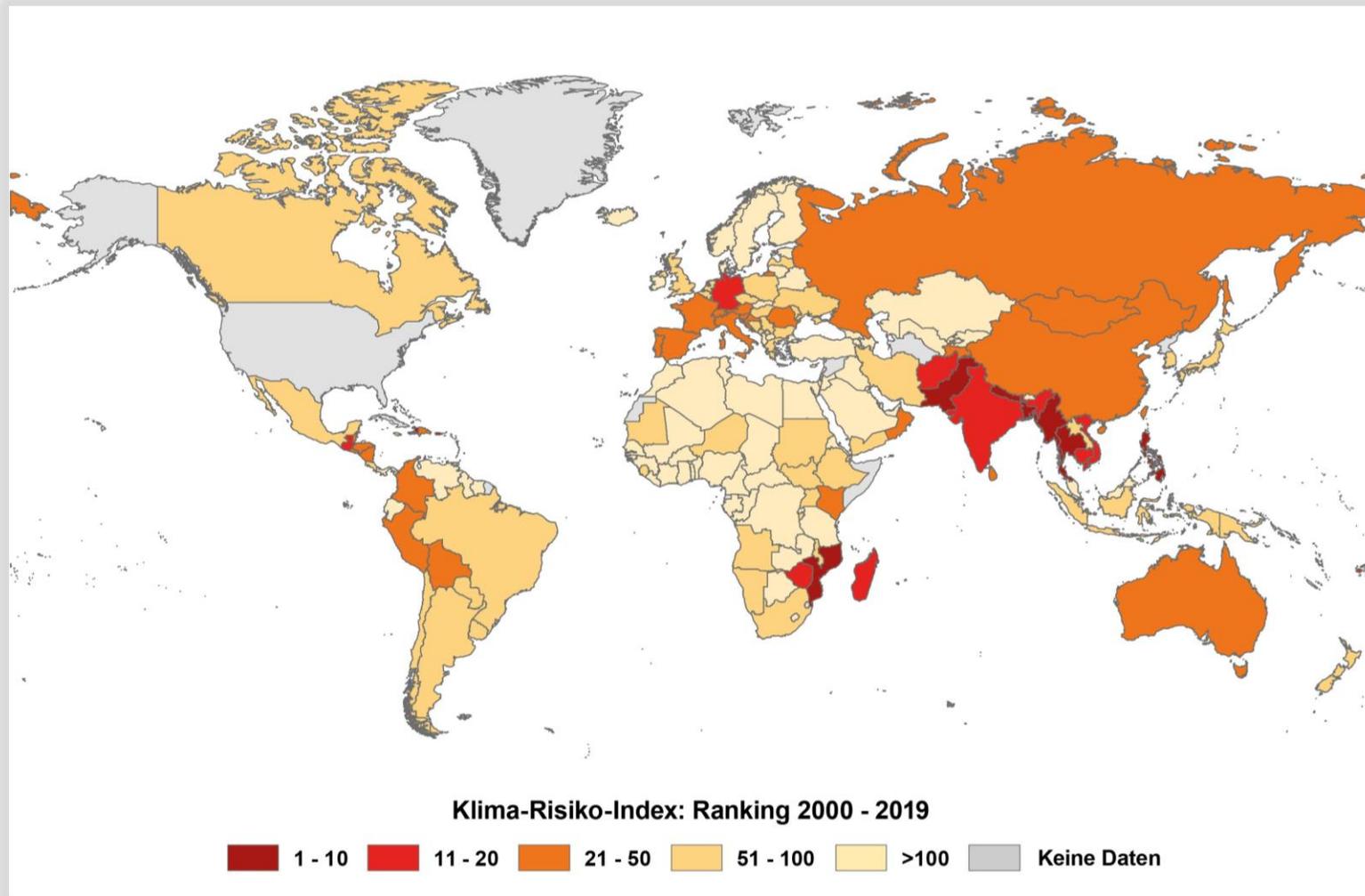
- An 17 von 33 Messstellen Wassertemperatur **> 25°C**

Wasserzähler (Hausanschluss):

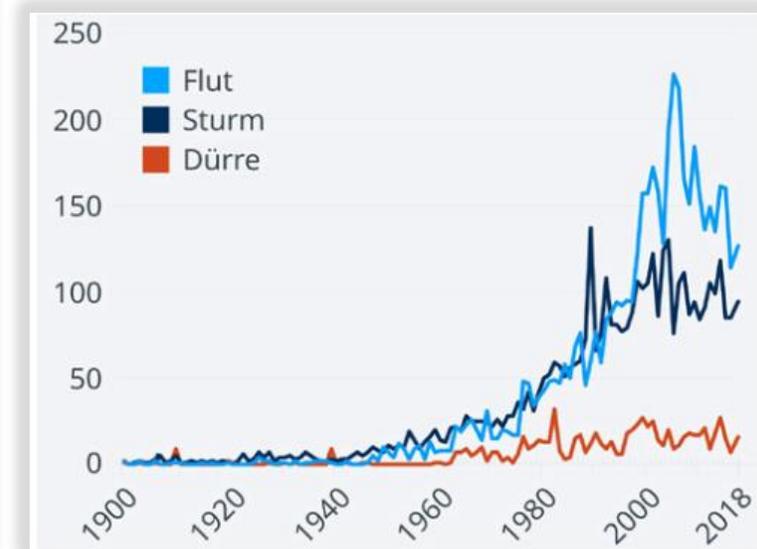
- Tagesmaximaltemperatur an 31 von 58 Messstellen **> 25°C**
- Tagesmitteltemperatur an 15 von 58 Messstellen **> 25°C**

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

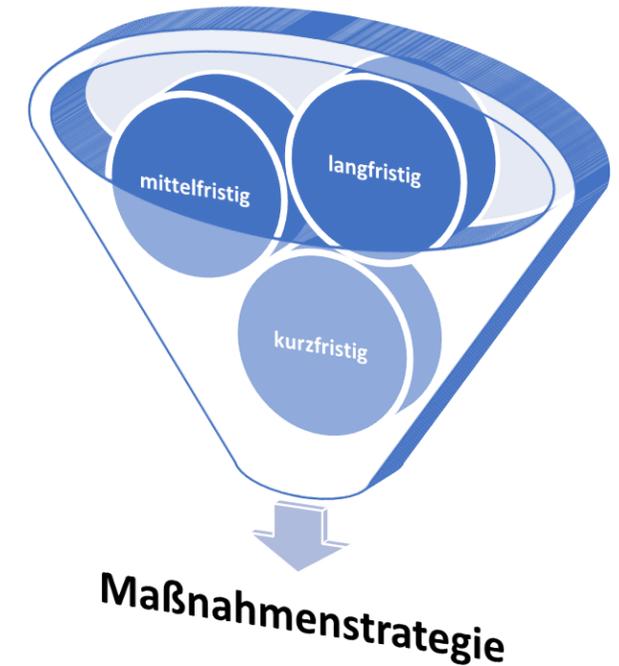
5. Maßnahmen und Anpassungsstrategien

6. Fazit und Ausblick

Priorisierung der Lösungen und Erstellung einer Umsetzungsstrategie anhand:

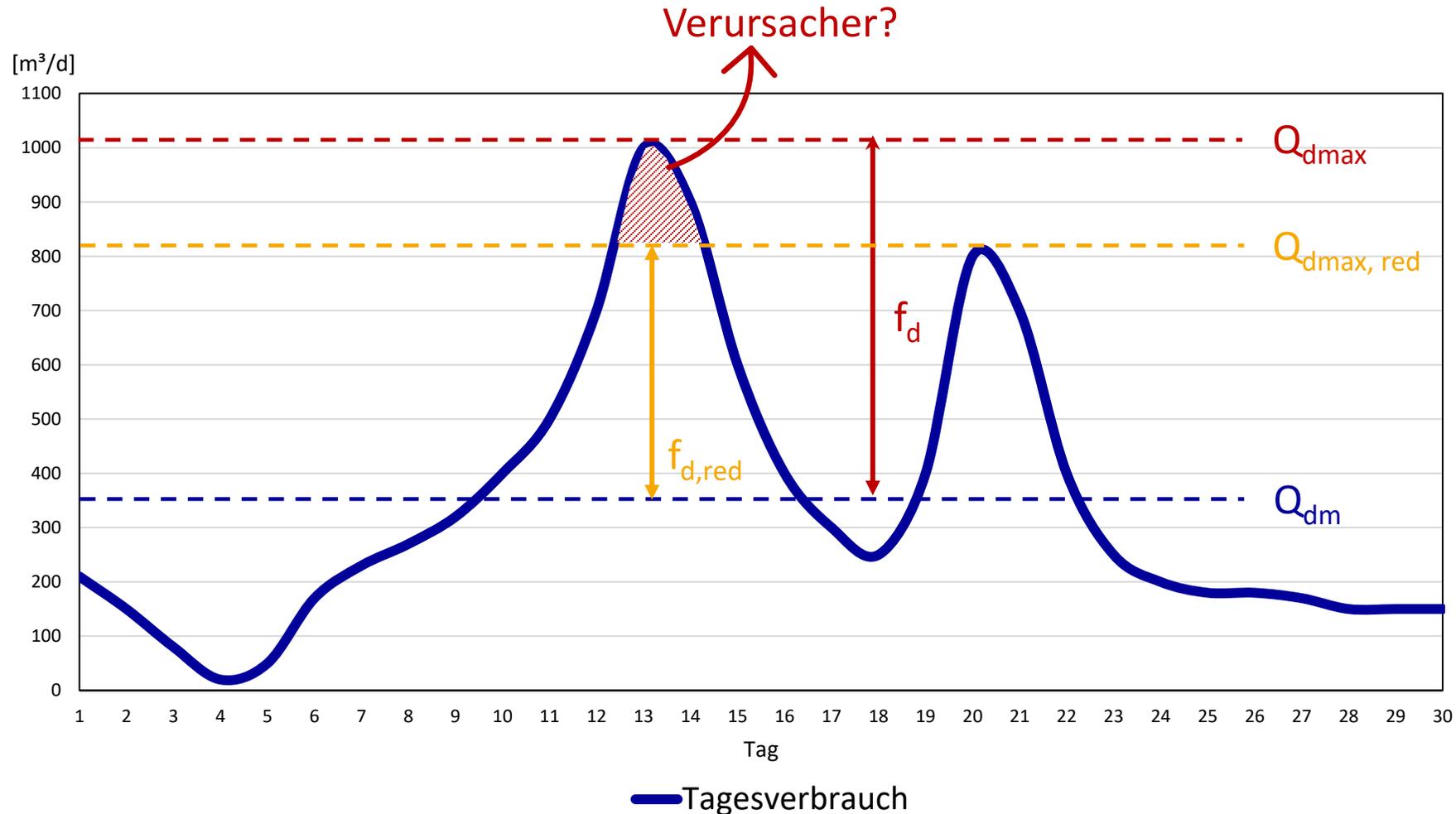
- Eintrittswahrscheinlichkeit
- Schadensausmaß
- Maßnahmen zur Härtung (Machbarkeit, Umsetzungsdauer, Finanzierung)

„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

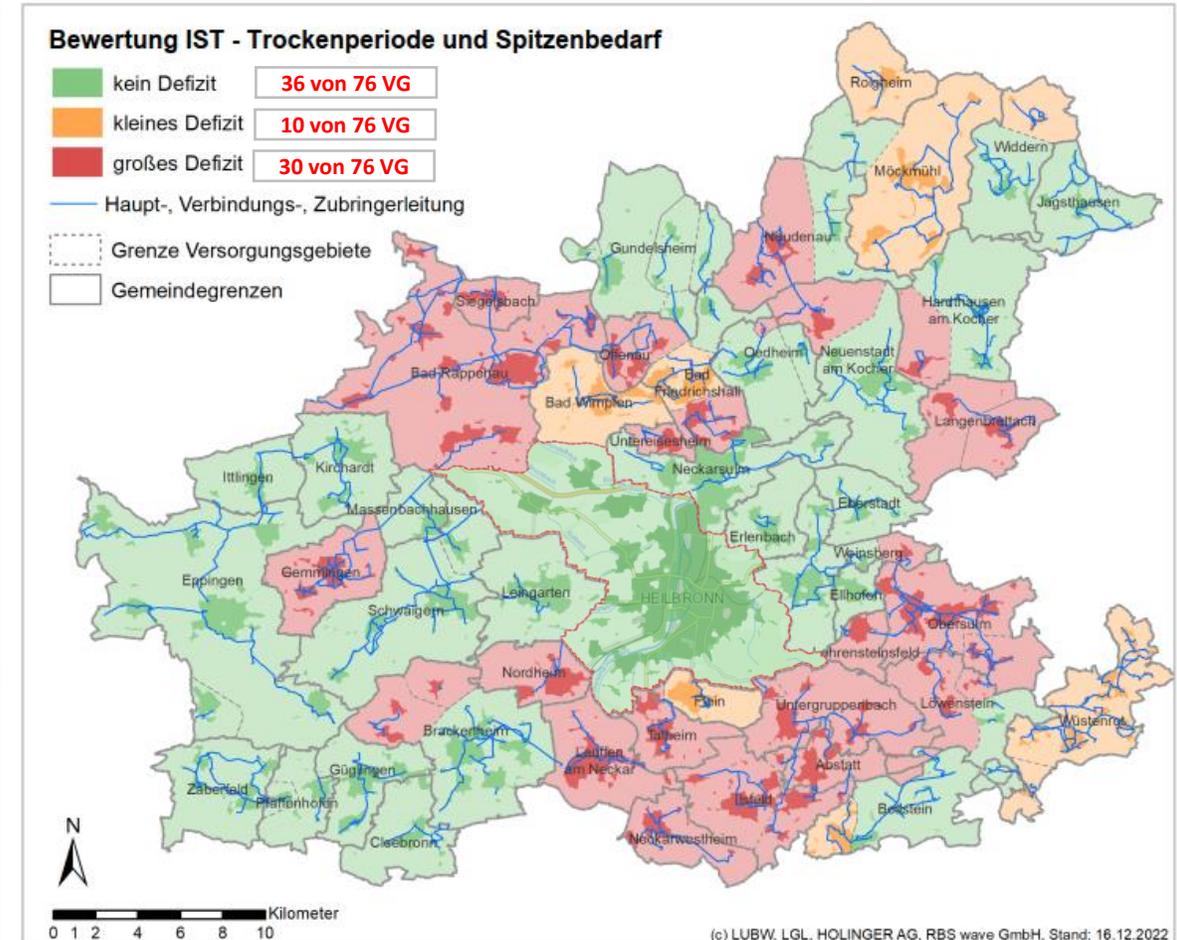
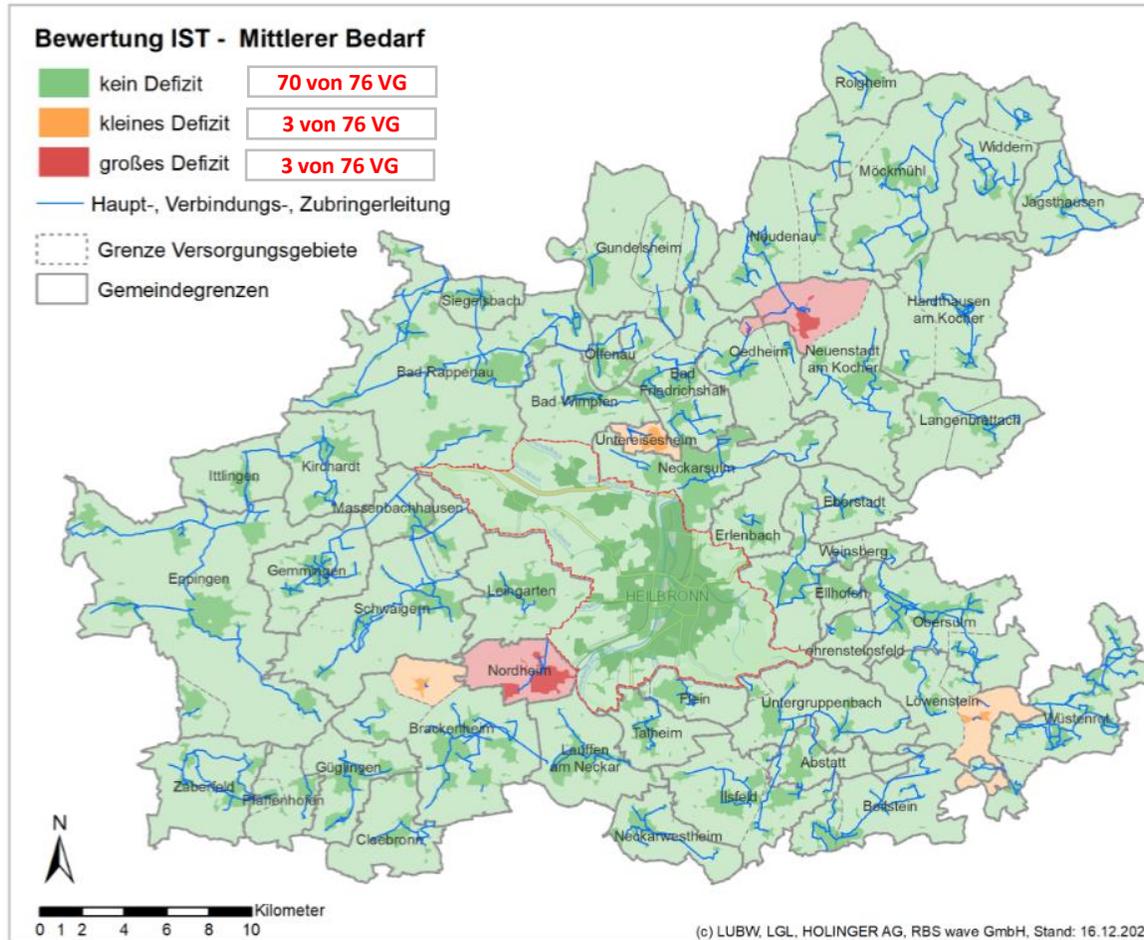
Der Einfluss des Klimawandels ist in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung messbar und erkennbar!

- **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

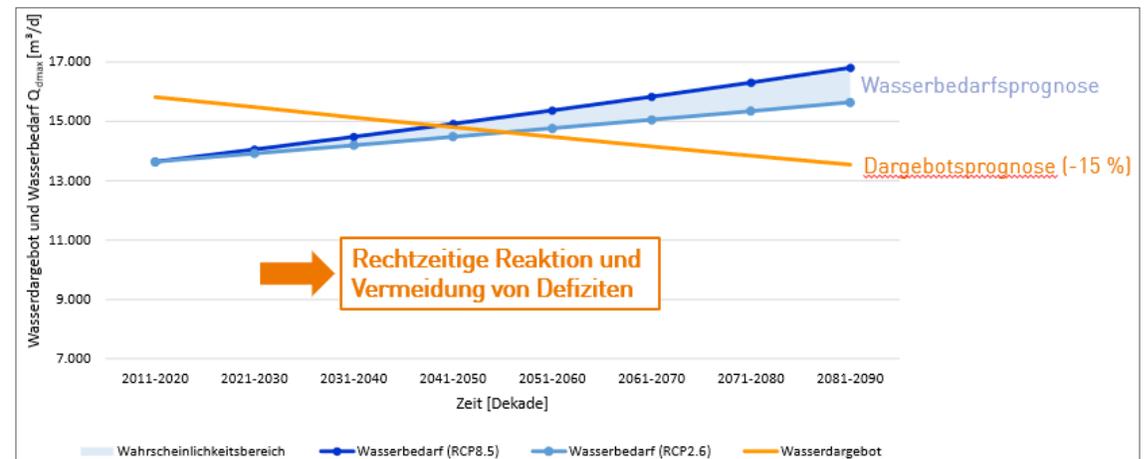
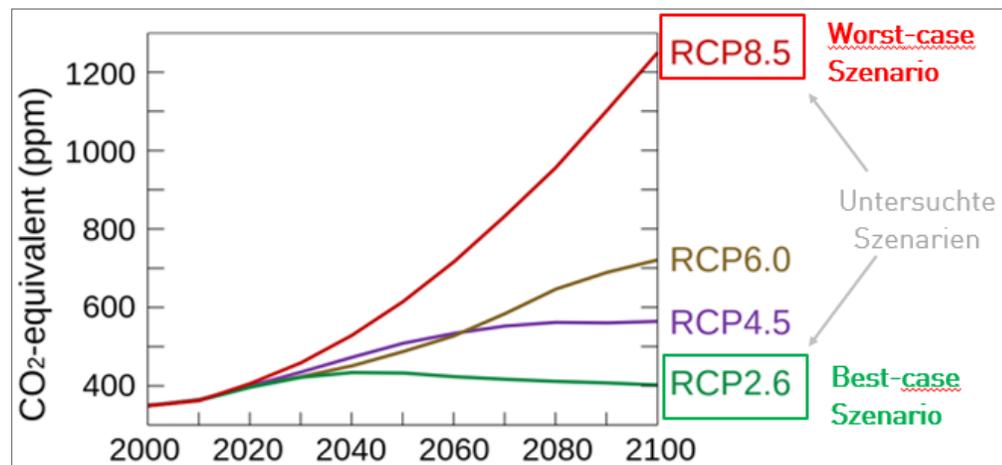




Risikoermittlung des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung

= 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 Osmančević
Consulting / Senior Consultant-Forschung-Produktentwicklung

RBS wave GmbH
Standort Weilimdorf
Mittlerer Pfad 2, 70499 Stuttgart

Tel. 0711 18571 - 520

Fax 0711 18571 - 508

e.osmančević@rbs-wave.de

