

Erwärmung des Trinkwassers im Wasserrohrnetz

WaBoLu 2020

Autoren:

Dipl. Ing. Ralf Friedmann
Dr.-Ing. Esad Osmanovic
Matthias Engelfried

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

- **Erfahrungen aus der Praxis zeigen erhöhte Wassertemperaturen (> 25 °C) in Wasserrohrnetzen (Sommermonate).**
- **Zunahme von Durchschnittstemperaturen und extremen Wetterereignissen (z.B. Hitzeperioden) birgt die Gefahr von:**
 - **Auswirkungen auf chemisch-physikalische und mikrobiologische Prozesse im Wasser** (-/Versorgungssystem)
 - **Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität**

> **Studie: Analyse erhöhter Trinkwassertemperaturen**

gemeinsames Forschungsprojekt: (ENBW/RBS wave GmbH/ TH Rottenburg am N.&TH Stgt . / WGS)

- > **Ziel: Ermittlung der Ursachen erhöhter TW - Temperaturen sowie Erarbeitung von Gegenmaßnahmen.**

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

- Grenzwert für die Kaltwassertemperatur von 25 °C (bis 2001 in TrinkwV)

Verordnungen, DIN-Normen und Regelwerke	Rechtlich verbindlich	Vorgaben bezüglich Trinkwassertemperatur
Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	ja	-
EN 806-2:2005 / DIN 1988-200 / VDI 6023 Technisches Regeln für Trinkwasser- Installationen	nein	Kaltwassertemperatur von 25 °C 30 Sekunden nach öffnen einer Entnahmearmatur
DIN 2000 Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser und Versorgungsanlagen	nein	Trinkwasser soll kühl sein
DVGW Arbeitsblatt W 300-1 Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern	nein	keine unzulässige Erwärmung oder Abkühlung des gespeicherten Trinkwassers

- DVGW W 397: Erforderliche Verlegetiefen von Wasseranschlussleitungen
- DVGW W 400-1: Abstände zu anderen Leitungen (z.B. Fernwärme)

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

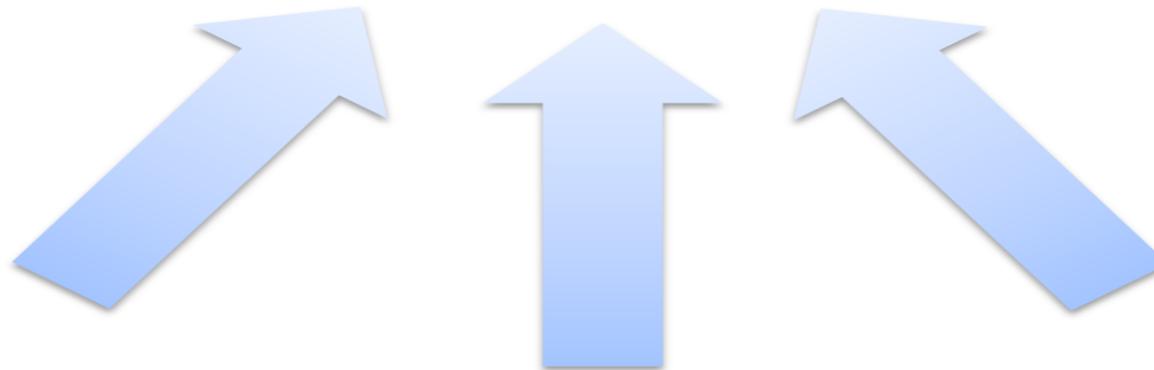
3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

Ursachen und Folgen: Einflussfaktoren auf die TW-Temperatur



Klima
<ul style="list-style-type: none">• Frost• Sommertemperatur• Wärmestrahlung

Örtliche Verhältnisse
<ul style="list-style-type: none">• Bodenart und Oberfläche• Straßenaufbau• Verlegetiefe• Wärmedämmung• Fremdleitungen

Betrieb
<ul style="list-style-type: none">• Fließgeschwindigkeit• Fließstrecke• Stagnationszeit• Verweildauer

Aber auch: Eigenschaften des vorhandenen Rohrmaterials
wärmeleitend (z.B. Stahl und Guss) / isolierend (z.B. PVC und PE)

beeinflussbare Werte (z.B.) :

- **Fließgeschwindigkeit**
 - **Fließstrecke**
 - **Fließrichtung (Pendelleitungen bzw. – bereiche)**
 - **Verweildauer**
 - **laminare bzw. turbulente Strömungsbedingungen**
 - **Art und Bewirtschaftung der Wasserspeicher**
- **Auf Basis eines kalibrierten Rechenetzmodells kann eine Berechnung (z.B. Stagnation) durchgeführt werden.**

Ziel: Analyse von Fließ- und Strömungsbedingungen unterschiedlicher Lastfälle und Betriebssituationen
(auch einzelner Leitungsabschnitte)



Zunehmend mit der Temperatur :

Hygieneprobleme:

Bakterienrisiko (u.a. wegen Ablagerungen)

Legionellenrisiko

Technische Probleme:

**Korrosionsgeschwindigkeit von
metallischen Leitungen**

> (steigt pro 10°C um Faktor 2,5)

**Ablagerungen durch Korrosion und
„Braunwasser“-Risiko**

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

Messkonzept zur systematischen Erfassung von Trinkwassertemperaturen:

Luft - Temperaturen

- **Auswertung von Daten umliegender Wetterstationen**

Wasser - Temperaturen

- **Messstellen im Bereich der Wassergewinnung (Grundwasser), den jeweiligen Aufbereitungsstufen und dem Reinwasser bzw. Ausgang der Wasserwerke**
- **Messstellen in den vorhandenen Speichern (Wassertürme)**
- **Messstellen im Wasserrohrnetz (Hydranten)**
- **Temperaturmessung an Hausanschlussleitungen mittels digitaler Anschlusszähler**

Boden - Temperaturen

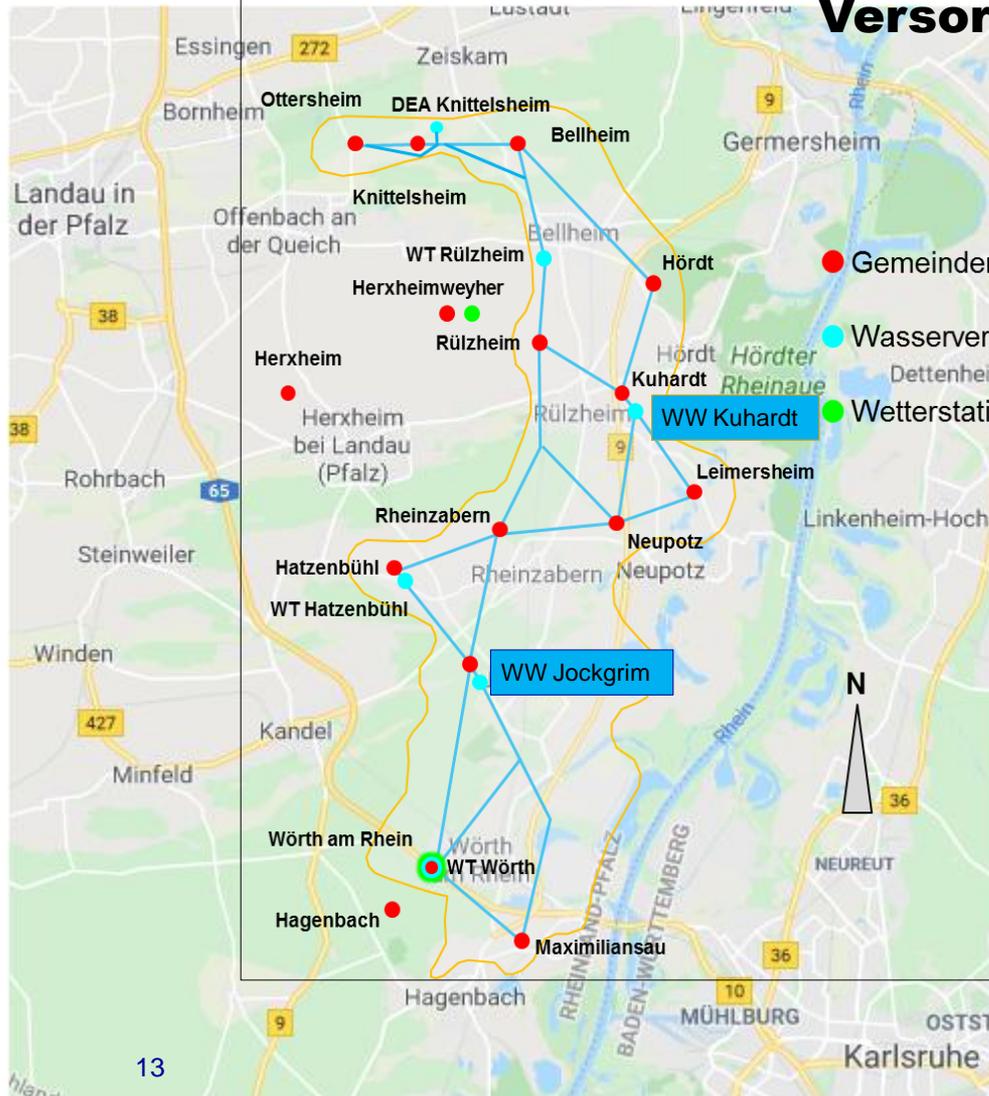
- **Messstellen im Versorgungsgebiet in unterschiedlichen Tiefen /Oberflächen und bei unterschiedlichen Überdeckungen (Erdsonden)**

Einführung



WASSERVERSORGUNG GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE

Versorgungsgebiet der WGS



Nr.	Gemeinde	WW/WT	Boden	Netz	WZ
1	Maximiliansau			3	5
2	Wörth	1 in WT		4	2
3	Jockgrim	3 in WW	2 in 3&4 Tiefen	2	9
4	Hatzenbühl	2 in WT		2	3
5	Rheinzabern			2	6
6	Neupotz			3	3
7	Leimersheim			3	5
8	Kuhardt	3 in WW		1	2
9	Rülzheim	2 in WT	1 in 1 Tiefe	5	7
10	Hördt		1 in 2 Tiefen	3	2
11	Bellheim			3	8
12	Knittelsheim			1	4
13	Ottersheim			2	2



Die Temperaturlogger wurden in einem Rohr in verschiedenen Tiefen eingebaut.

Zwischen den einzelnen Sonden wurde isoliert.

Tiefe je nach Meßstelle:

Mindestens 3 Tiefen..

z.B. :

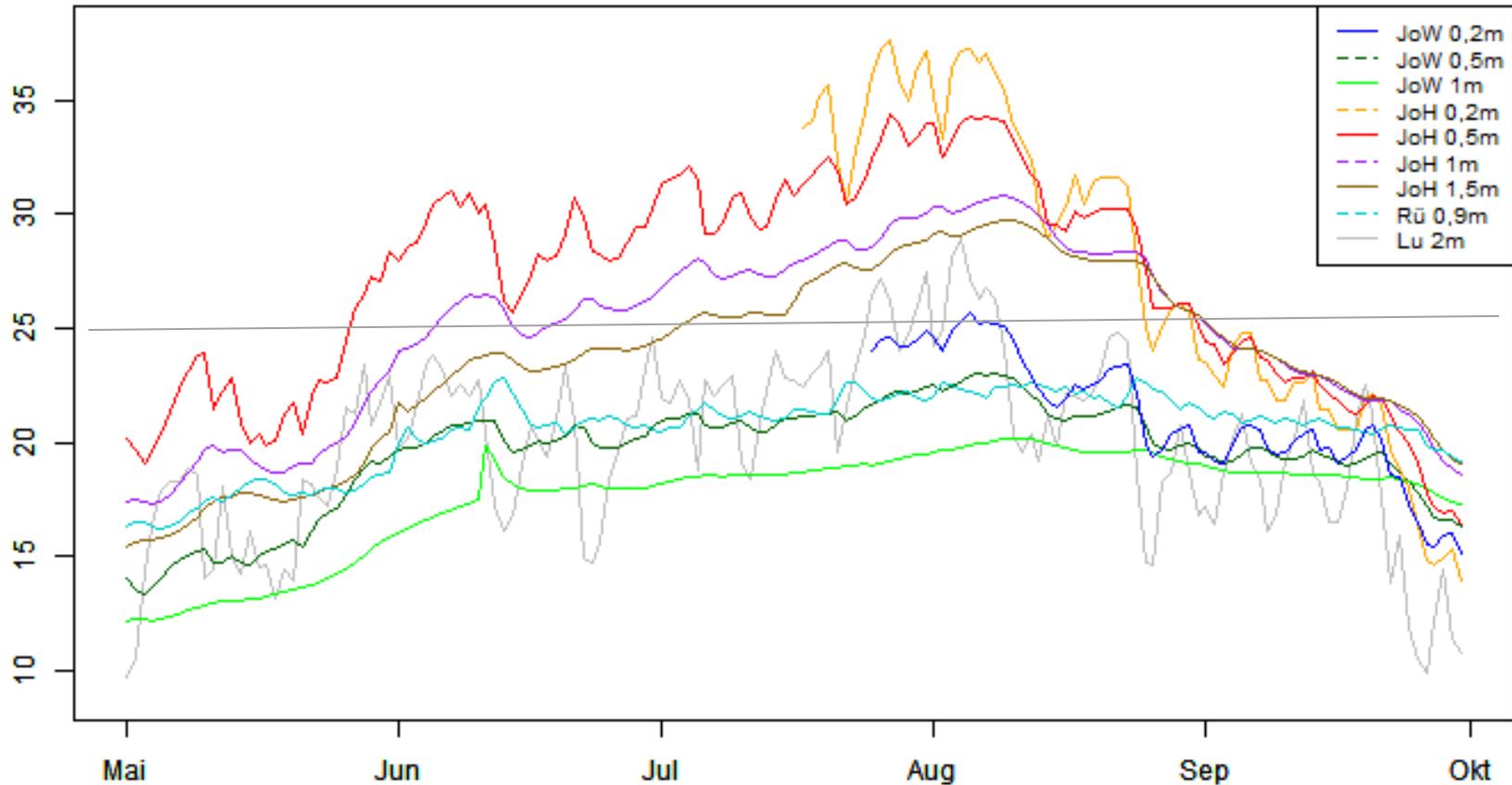
0,2m/0,5m/1m/1,5m/2m

Zusammenhang Luft- und Bodentemperaturen



WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE

Tageswerte Boden

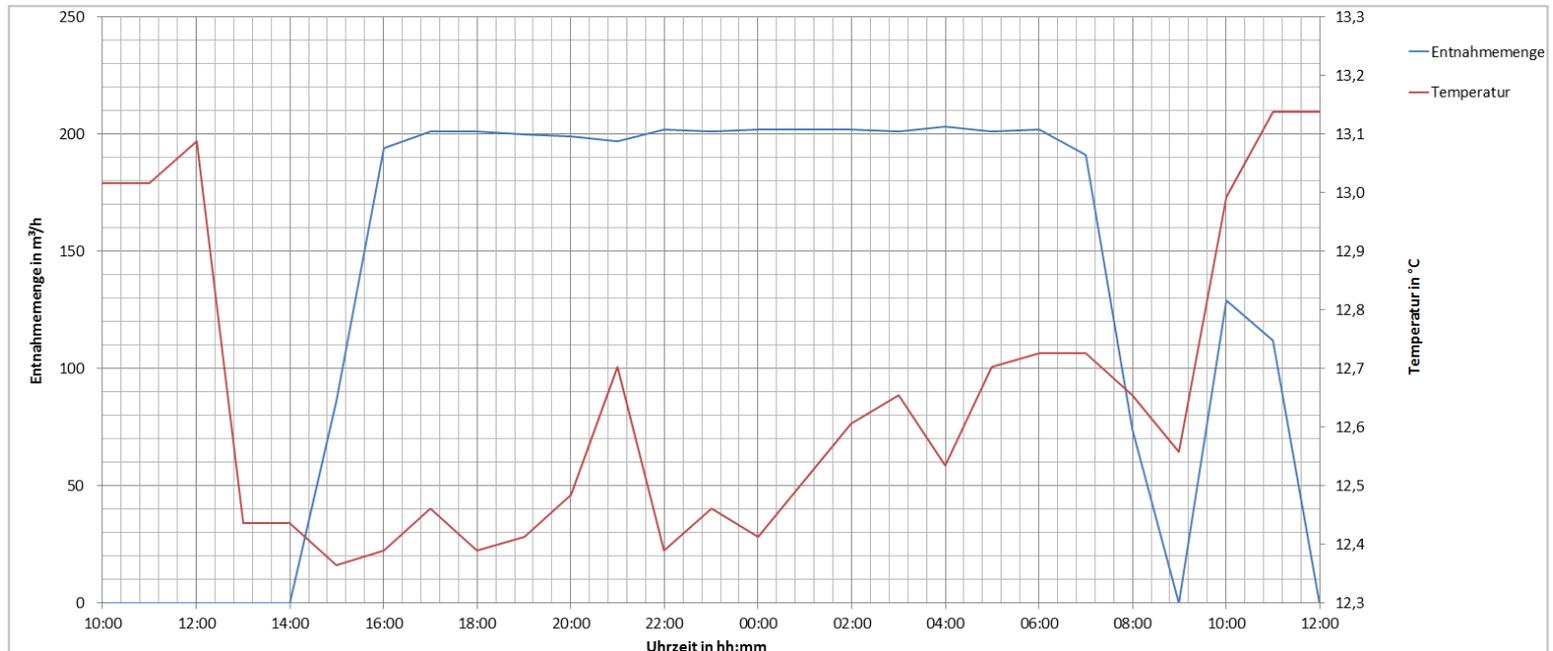


Mittlere tägliche Bodentemperatur

(Jockgrim (W=Wiese, H=Asphalt) / Rülzheim (in Str.) Mai bis Okt 2018 / Lustadt mittlere tägliche Lufttemperatur in 2 m Höhe)

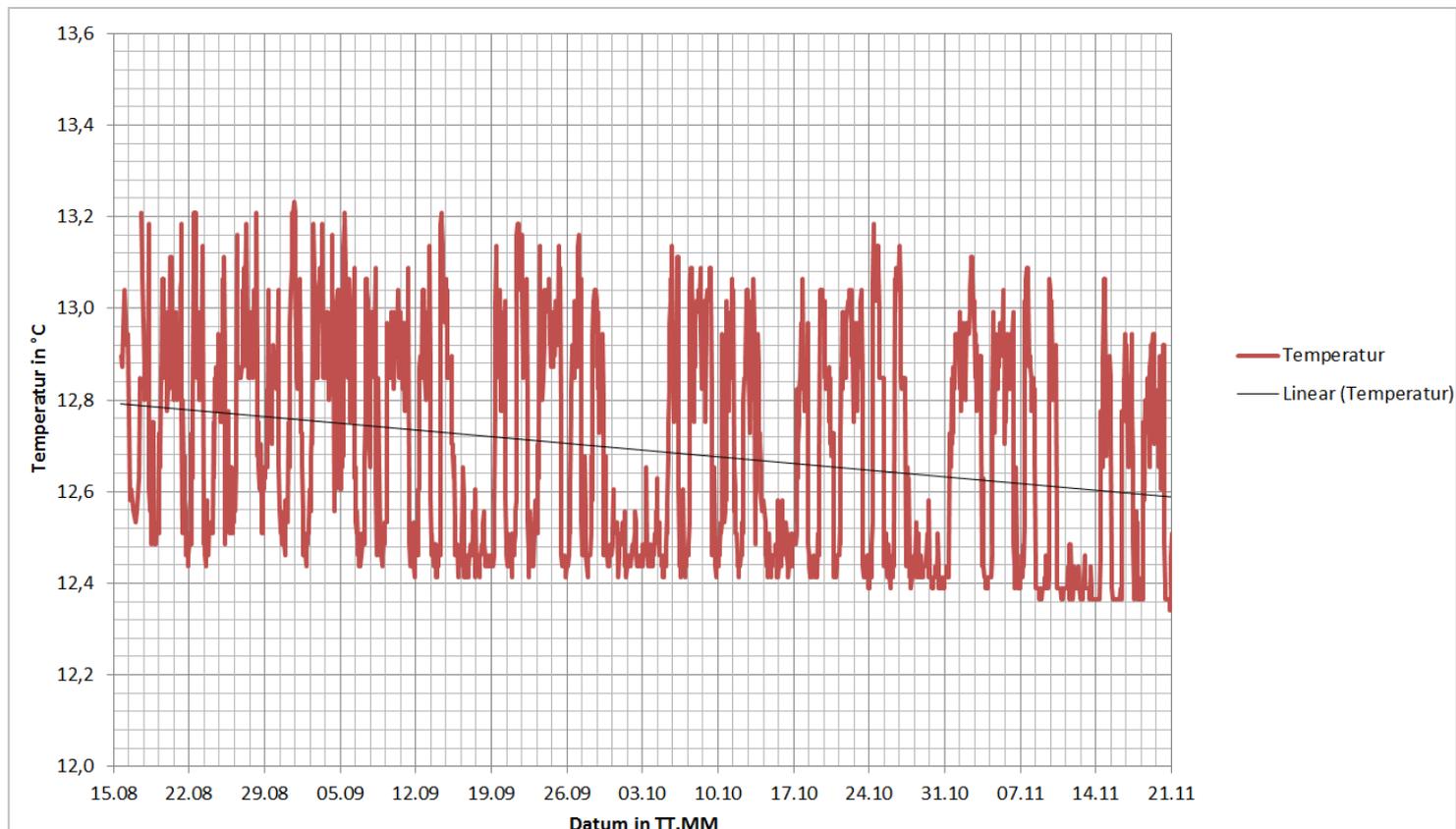
- Grundwasser → Tiefbrunnen → Eingang Wasserwerk → Aufbereitungsstufen → Reinwasserkammer → Ausgang Wasserwerk
- Minimale Temperaturunterschiede zwischen Tiefbrunnen und Reinwasserkammer
- Tagesschwankungen von ca. 0,8 °C

Entnahmemenge und Temperaturverlauf eines Tiefbrunnens



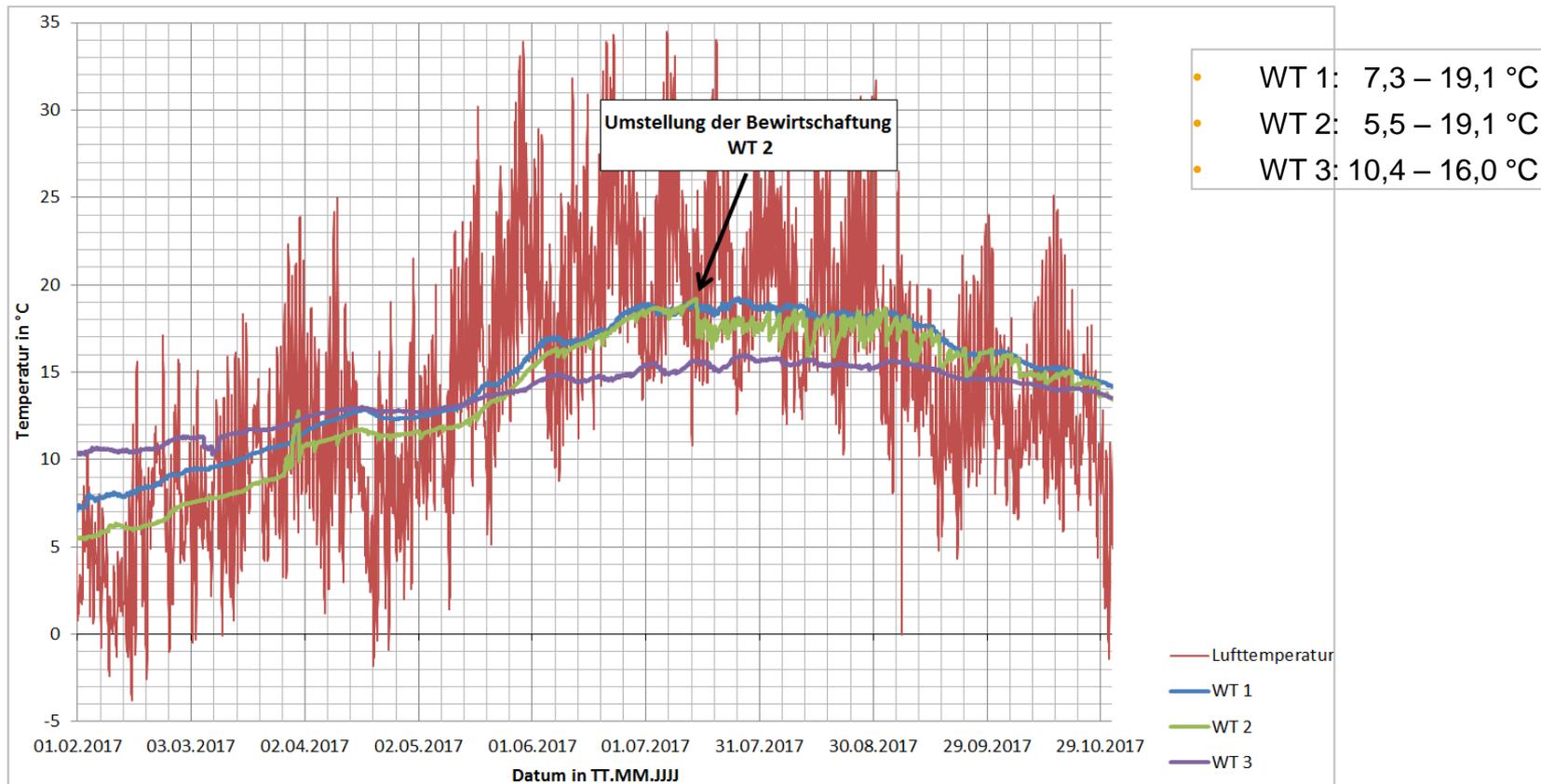
Temperaturverlauf in einer Reinwasserkammer vom 15.08.2017 bis 21.11.2017

→ Sehr geringer jahreszeitlicher Einfluss im Bereich der Gewinnung und Aufbereitung.

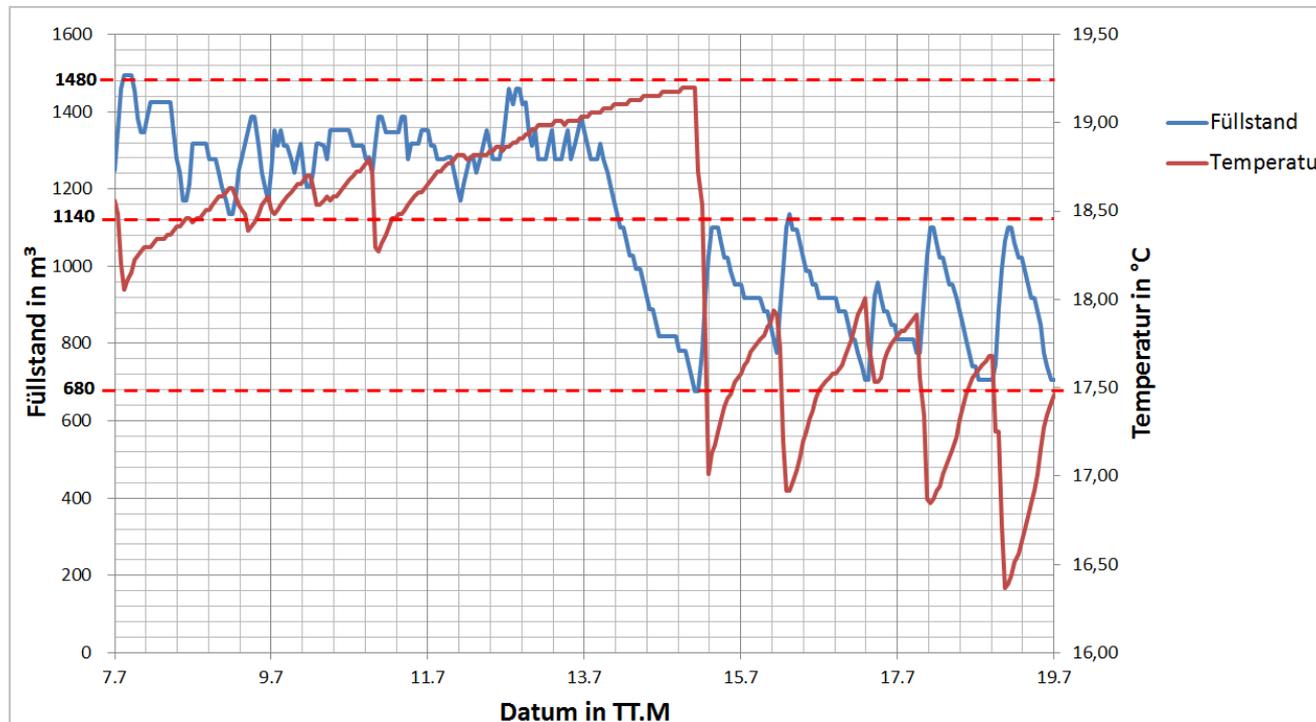


Wasserspeicherung erfolgt in drei Wassertürmen

→ Dämpfung der Messwerte zwischen den Wassertürmen aufgrund der Lage der Meßstelle (WT 1 = äußere Kammer und WT 2 = innere Kammer)



- Juli 2017 wurde Speicherbewirtschaftung des WT 2 geändert
- Grund: Hohe Temperaturen von bis 19,1 °C; schlechtes Austauschverhalten; hohe Verweilzeit
 - deutlicher Temperaturrückgang auf bis 16,4 °C



Trinkwassertemperatur Wasserturm WT 2



WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE

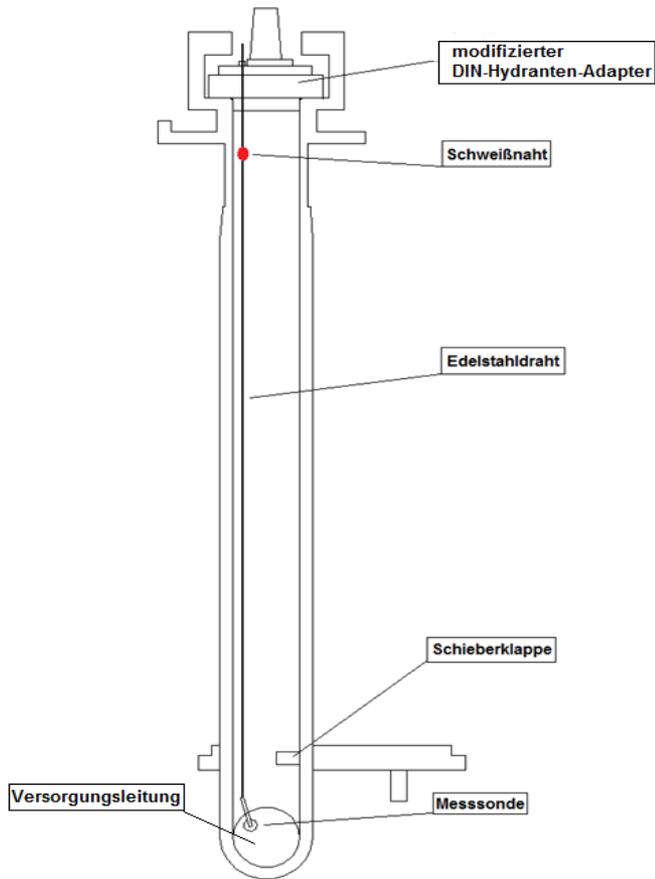
Umgang
über dem
Wasserbecken



Temperatur Messung Netz / im Hydranten



WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE





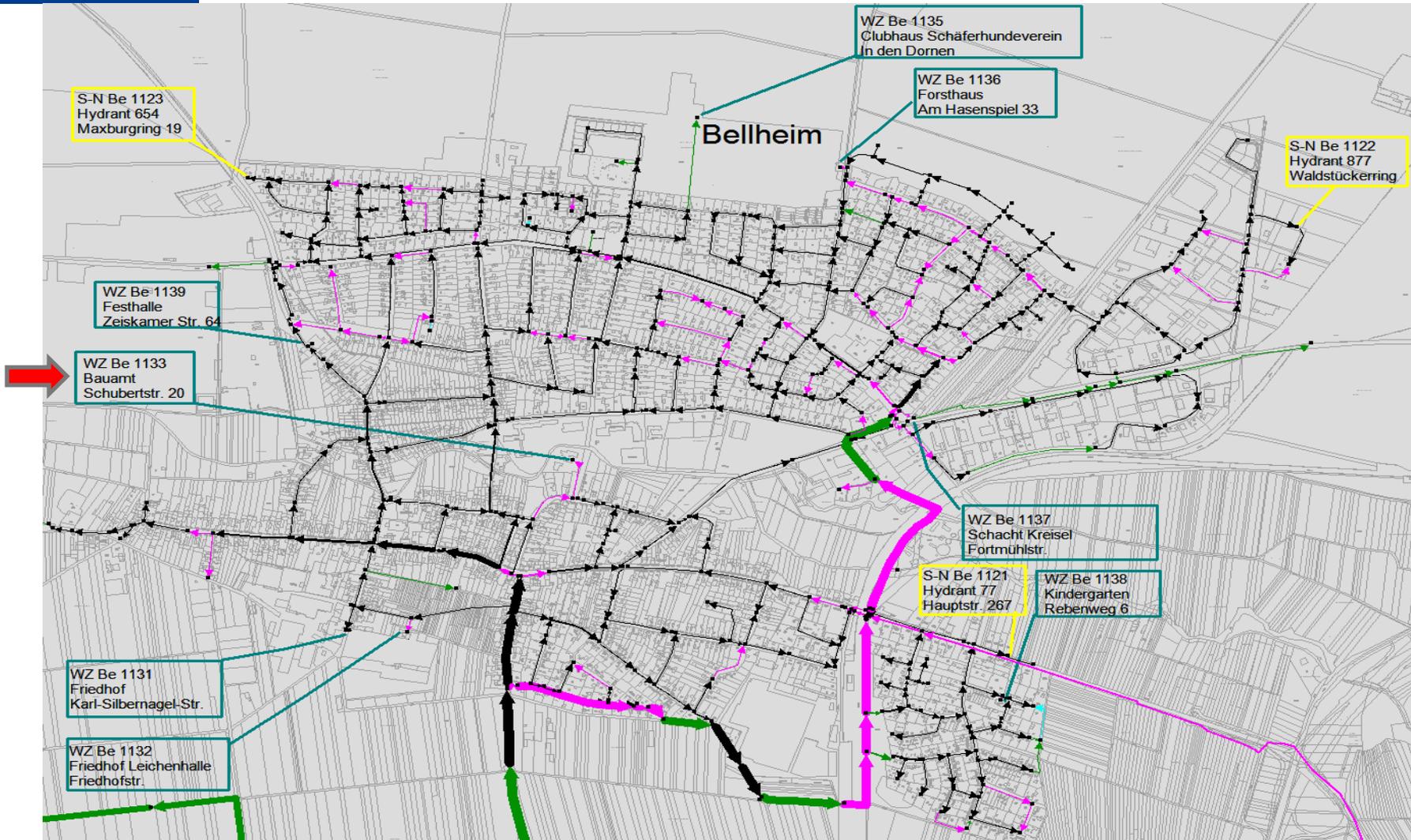
[Quelle: RBS wave GmbH]

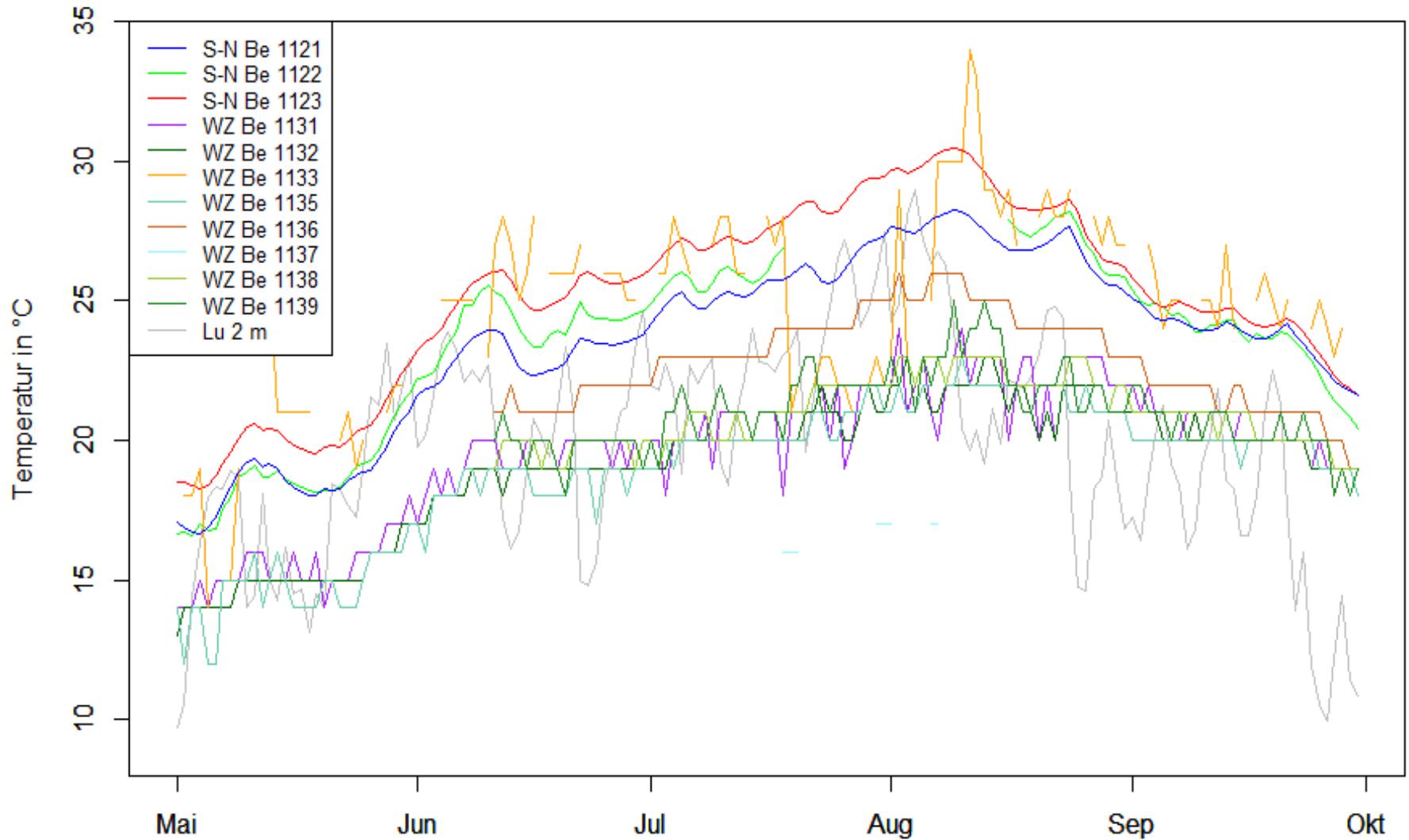
- Kamstrup WZ- Temp. Logger mit DriveBy – Auslesung
- Diese liefern bei der Auslesung mit einem Auslesekopf die max. und minimal Temperaturen im WZ sowie die max. Temp. nach *größter* Abnahmemenge am Tag..
- Letzte soll Aufschluss geben, auf die Temperatur im Rohrnetz (wenn z.B. 50l durchflossen sind)

Temperatur Messung / bei den Abnehmern



WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE

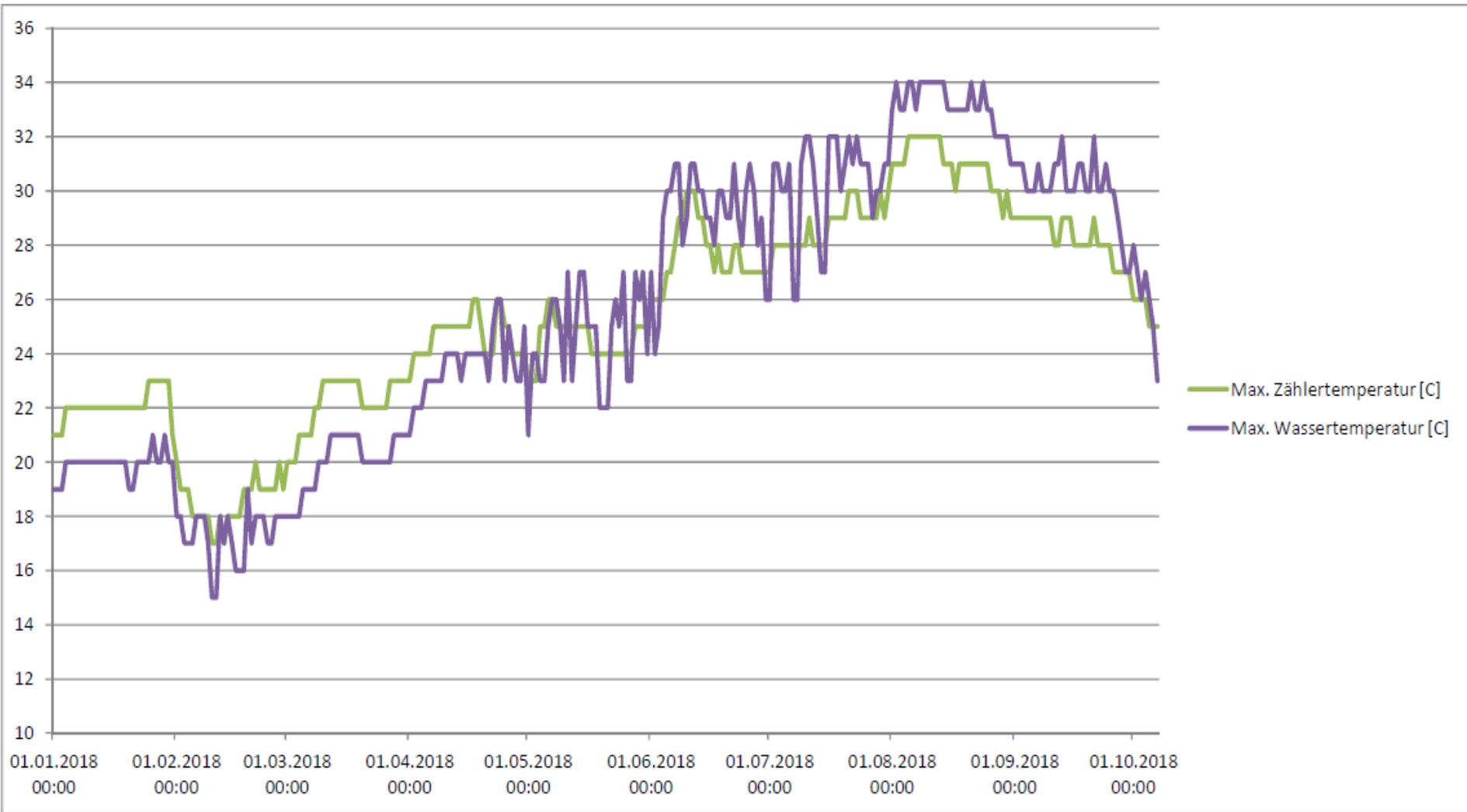




Temperaturverlauf Be 1133 / Bauamt



WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE



- **WZ Be 1133 weist die höchsten Temperaturen auf.
(Keller eines Amtes)**
- **ΔT bis zu 10 °C wegen Stagnation am WE.**
- **Ab Juni Wassertemperatur fast durchgehend > 25 °C
Maximaltemperaturen bis 34 °C !**
- **118 m lange HA-Leitung und 363 m zur nächsten Hauptleitung**
- **Gründe:**
 - sonnenbeschienene Ortskernlage
 - Stagnation über zwei Tage
 - Überdeckung der HA-Leitung mit Pflaster und Asphalt
 - eventuell parallele Nahwärmeleitung

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

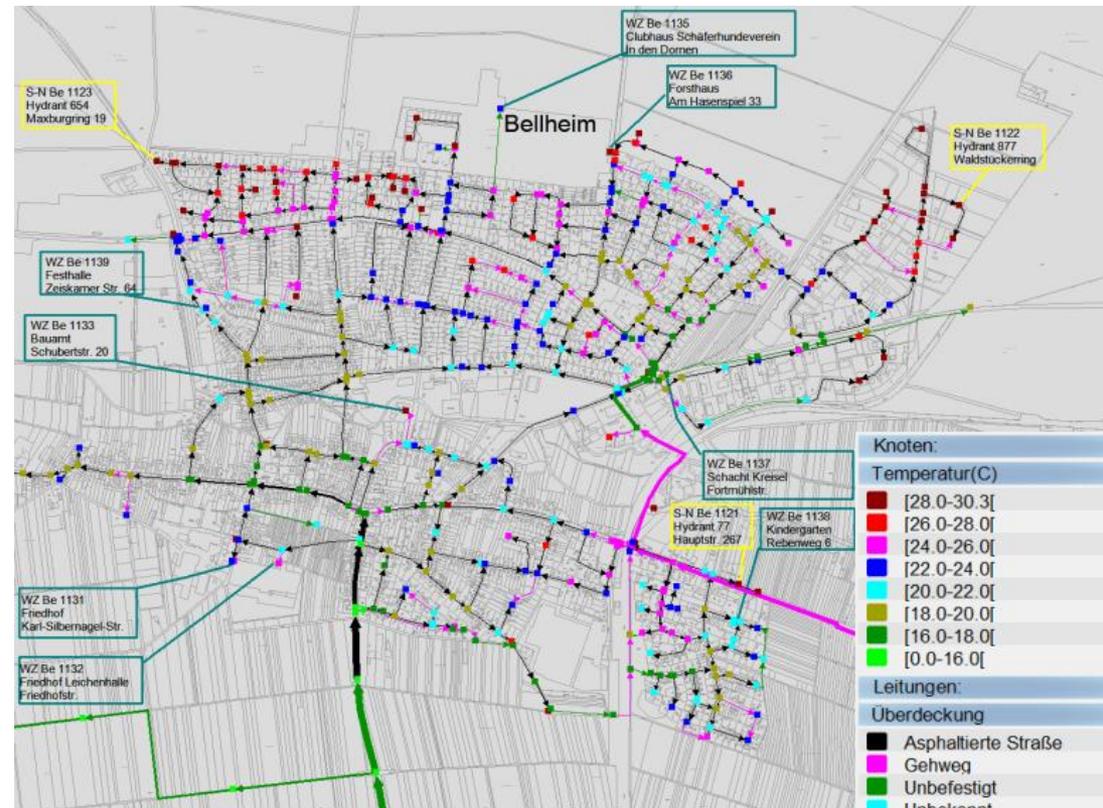
5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

- Messwerte der Wasser-, Boden- und Lufttemperaturen sollen in das kalibrierte hydraulische Rechenetzmodell einfließen

→ **Prognose der Trinkwassertemperatur** bei verschiedenen Betriebsszenarien

→ **Analyse, Berechnung und Bewertung von Lösungsansätzen**



Berechnung der Wassertemperatur am Leitungsausstritt läuft über folgende Formel:

$$T_a = T_u + (T_e - T_u) * e^{(-\pi * d * u * l) / cm}$$

T_a ... Temperatur am Leitungsausstritt

T_e ... Temperatur am Leitungseingang/Netzeingang

T_u ... Umgebungstemperatur (Bodentemperatur)

d Rohrdurchmesser

u Wärmedurchgangszahl (WD-Zahl) /Rohrwerkstoff

l Rohrlänge

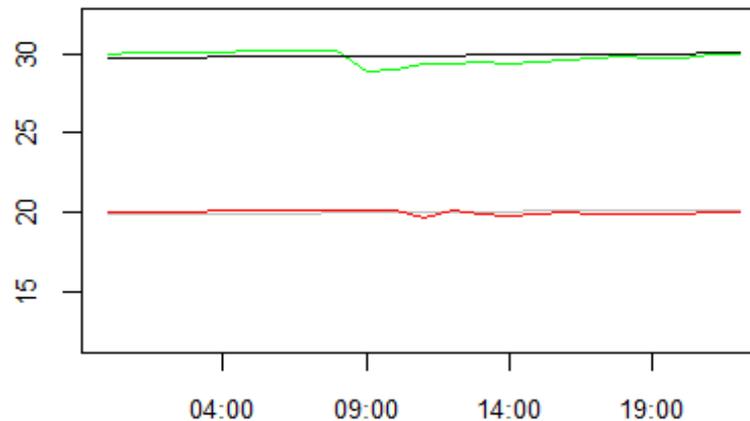
c spezifische Wärmekapazität des Wassers

m Massenstrom im Rohr (Q, v, t)

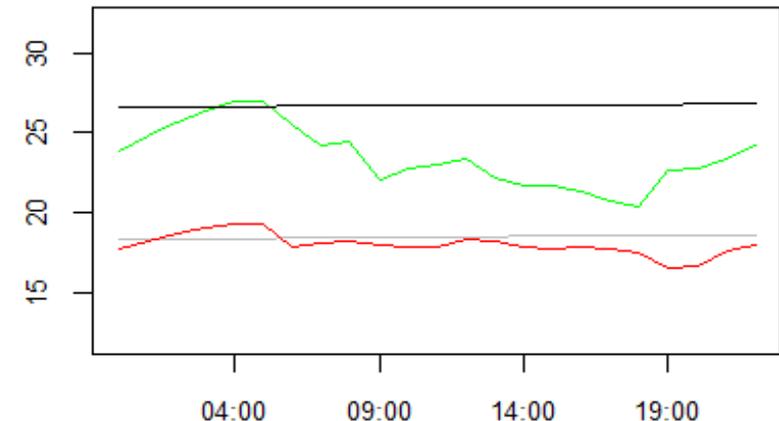
- Aktuelles kalibriertes Rechenetzmodell
- Zusammenhänge zwischen Luft-, Boden- und Wassertemperaturen
- Betriebliche Verhältnisse

— Tagessimulation

S-N Be 1123



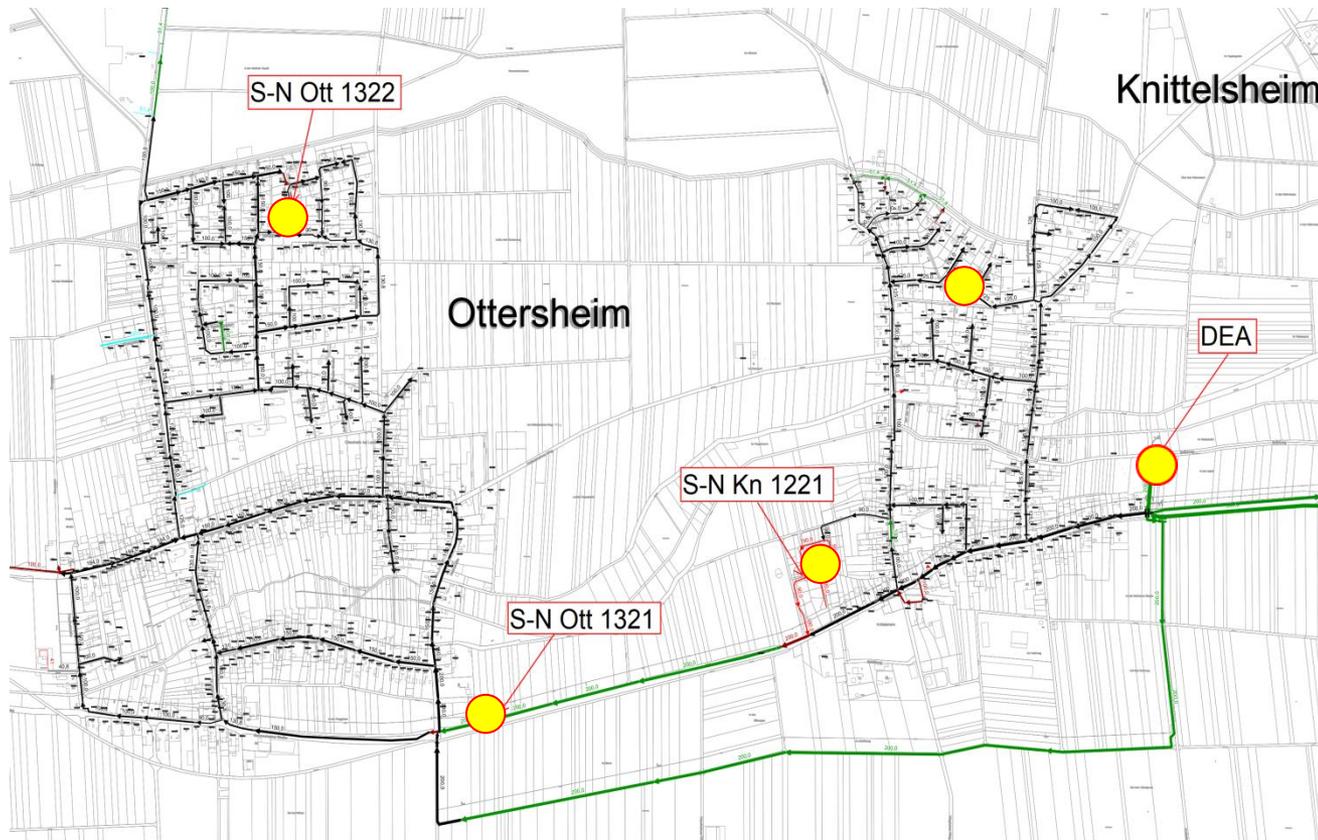
S-N Wö 221



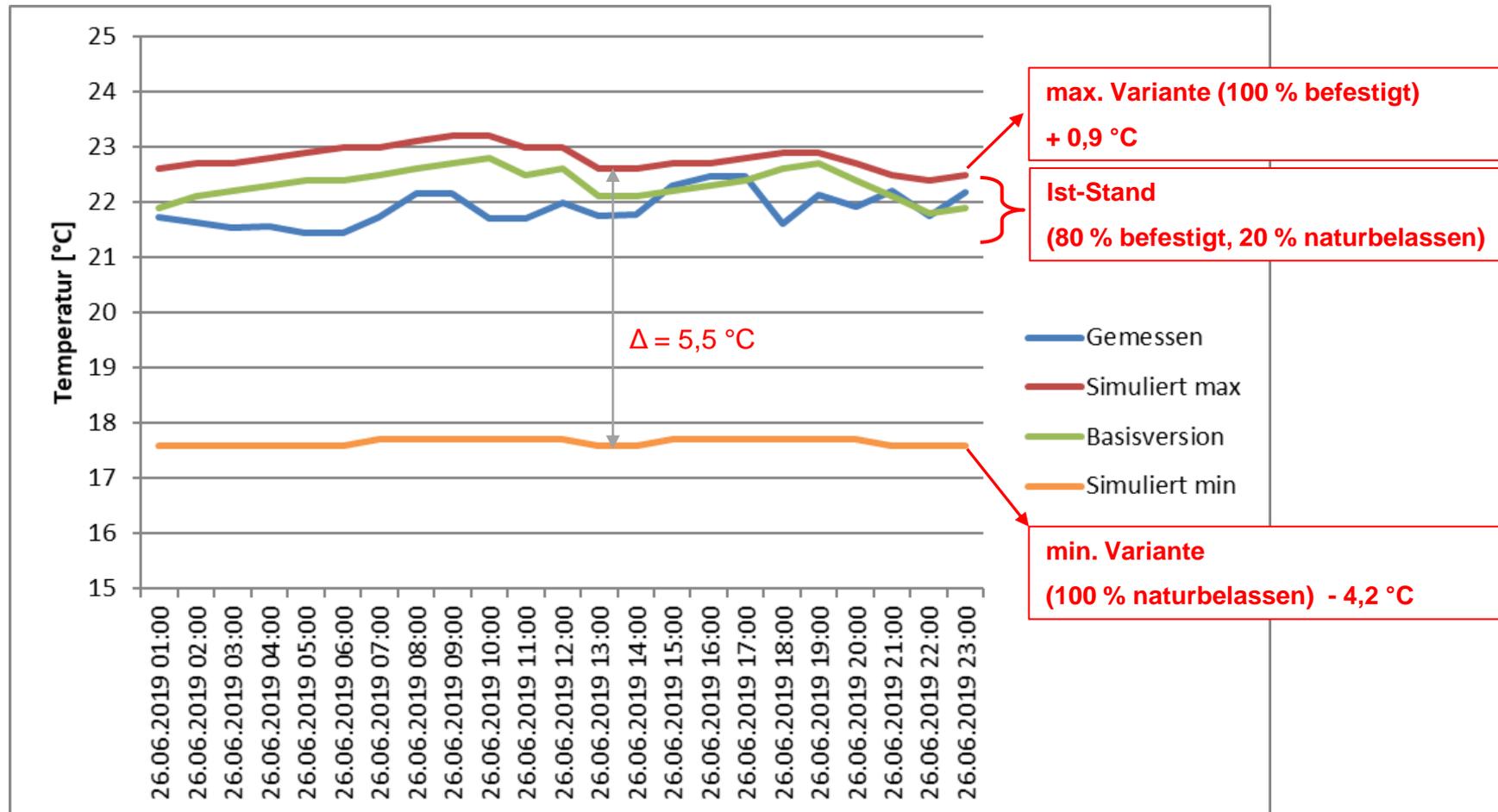
rot: berechnete / grau: gemessene Werte für 23. Mai 2018

grün: berechnete / schwarz: gemessene Werte für 05. August 2018

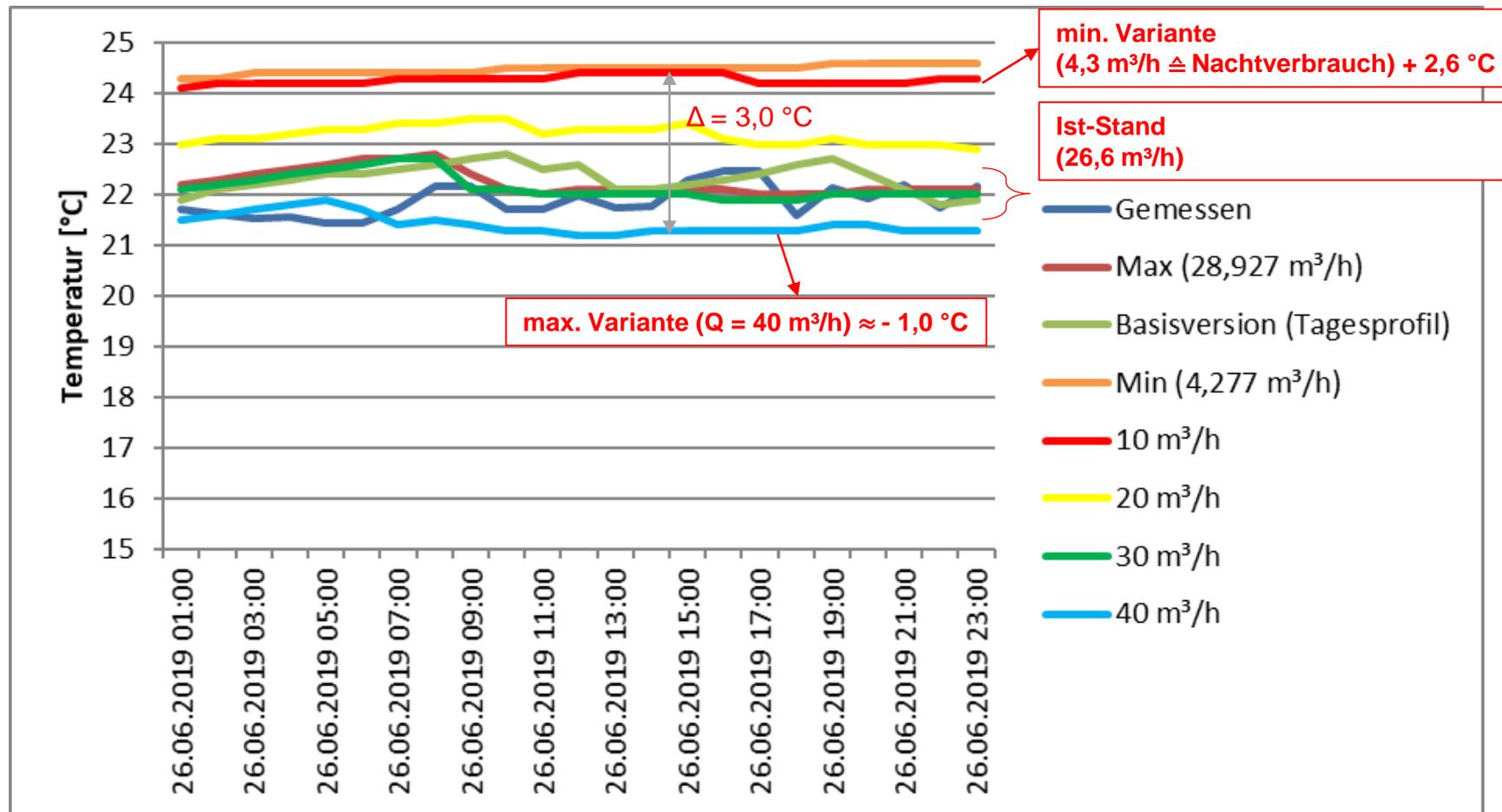
- Berechnung von Varianten durch Änderung der Einflussfaktoren (Oberfläche, Durchfluss, Verlegetiefe)
- Darstellung der Temperaturänderung (+/-) und Gewichtung



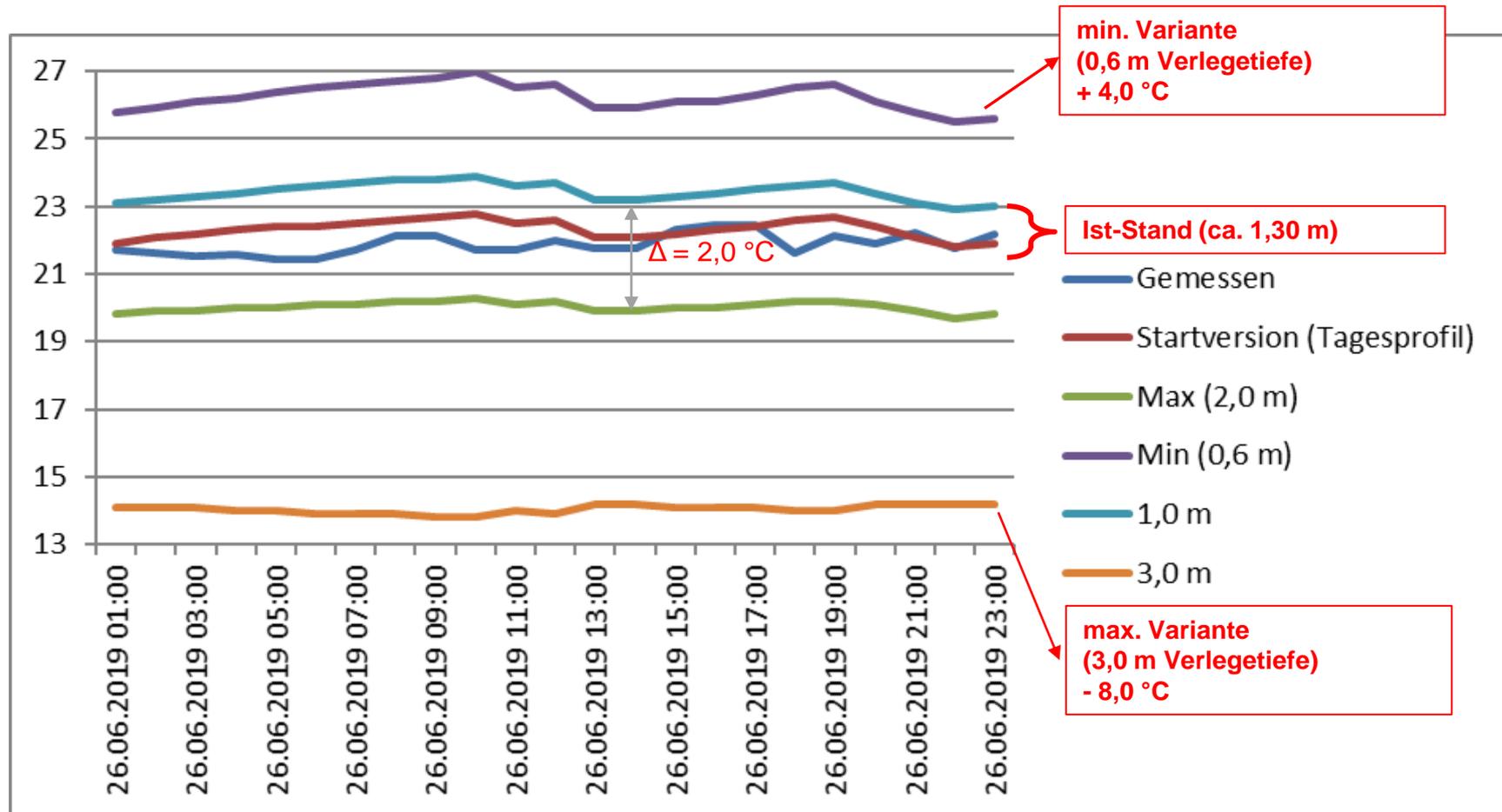
Oberflächenstruktur (naturbelassen, Asphalt, Pflaster) - Messstelle S-N Ott 1322



Durchfluss (Stunden-/ Tagesspitzenbedarf, mittlerer Bedarf) Messstelle S-N Ott 1322



Verlegetiefe - Messstelle S-N Ott 1322



Reduzierung der Trinkwassertemperatur durch

- **Verkürzung der Verweilzeiten** des Wassers [Reduzierung des Durchmessers (Zielnetzplanung), Erhöhung von Durchfluss bzw. Fließgeschwindigkeit].
- **Tieferverlegung** der Trinkwasserleitungen.
- **Beschattung der Oberflächen** im Leitungsbereich (Bepflanzung!)
- **Absenkung der Starttemperaturen** (v.a. bei hohen Durchflüssen).
- **Reduzierung des Wärmedurchgangs** (v.a. in Bereichen mit hohen Verweilzeiten).

1. Einführung

2. Rahmenbedingungen und Regelwerke

3. Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperatur

4. Temperaturmesskonzept und Auswertung der Ergebnisse

5. Temperaturmodellierung

6. Fazit und Ausblick

Aktuelle

Erkenntnisse:

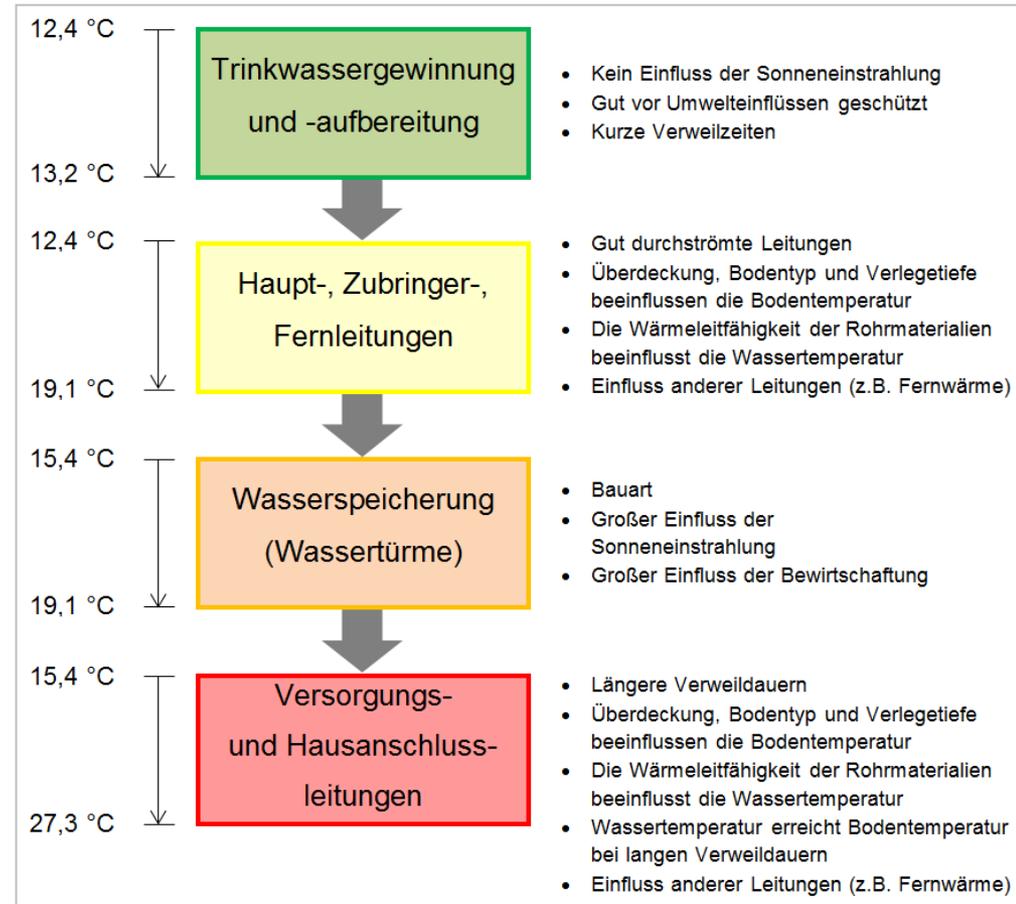
- **Stagnation minimieren**
- **Netzspülungen** flächendeckend vermehren
- **Leitungsdimensionierung** Trinkwasser geht vor Löschwasser
- **Speicher** – Dimension /- Bewirtschaftung optimieren
- **Leitungstrassen** beschatten/begrünen
- **Spülarmaturen** Temperatur-/zeitgesteuert (Magnetventile)
- **Laufbrunnen**
- **Verlegetiefe / Abstände anpassen**
- **Isolieren der Materialien**

Feststellung: Bis dato keine hygienischen Auffälligkeiten !

Zitat aus Wasserwerkschulung DVGW - BZ64 :

Im Sommer kein Bau/ -Inbetriebnahme neuer Leitungen mehr

- **Weitere Studien:**
- **Faktoren und deren Einfluss für erhöhte Temperaturen sollen beschrieben und bewertet werden.**
- **Ableitung sinnvoller Maßnahmen die kurz-/mittel-/ langfristig bei möglichst geringem Aufwand die Temperaturen senken.**





WASSERVERSORGUNG
GERMERSHEIMER SÜDGRUPPE



Die Umfrage der DVGW BZ Pfalz zeigte, daß wenige Unternehmen systematisch untersuchen.

Flächendeckend gilt:

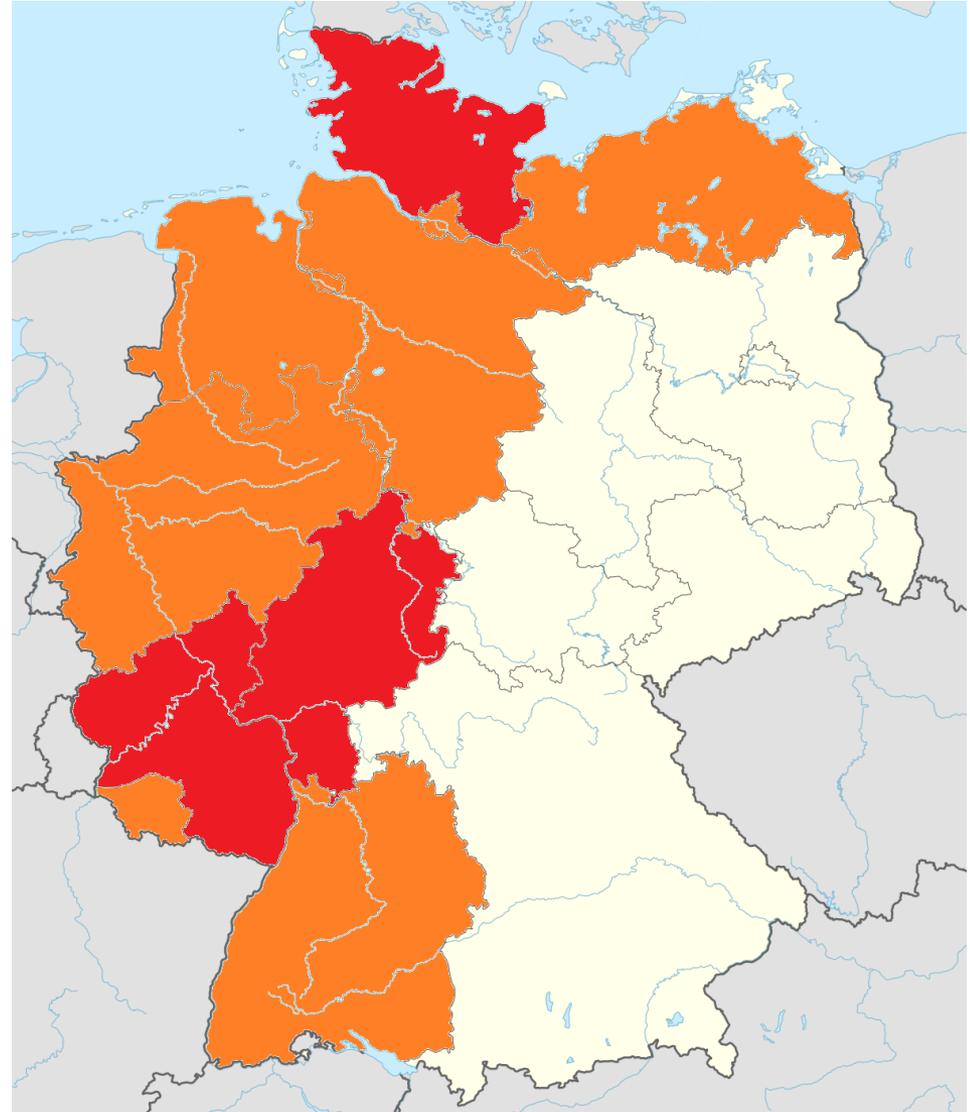
**Bei Stagnation & unbeschatteter
Straßendecke ist mit Problemen zu
rechnen..**

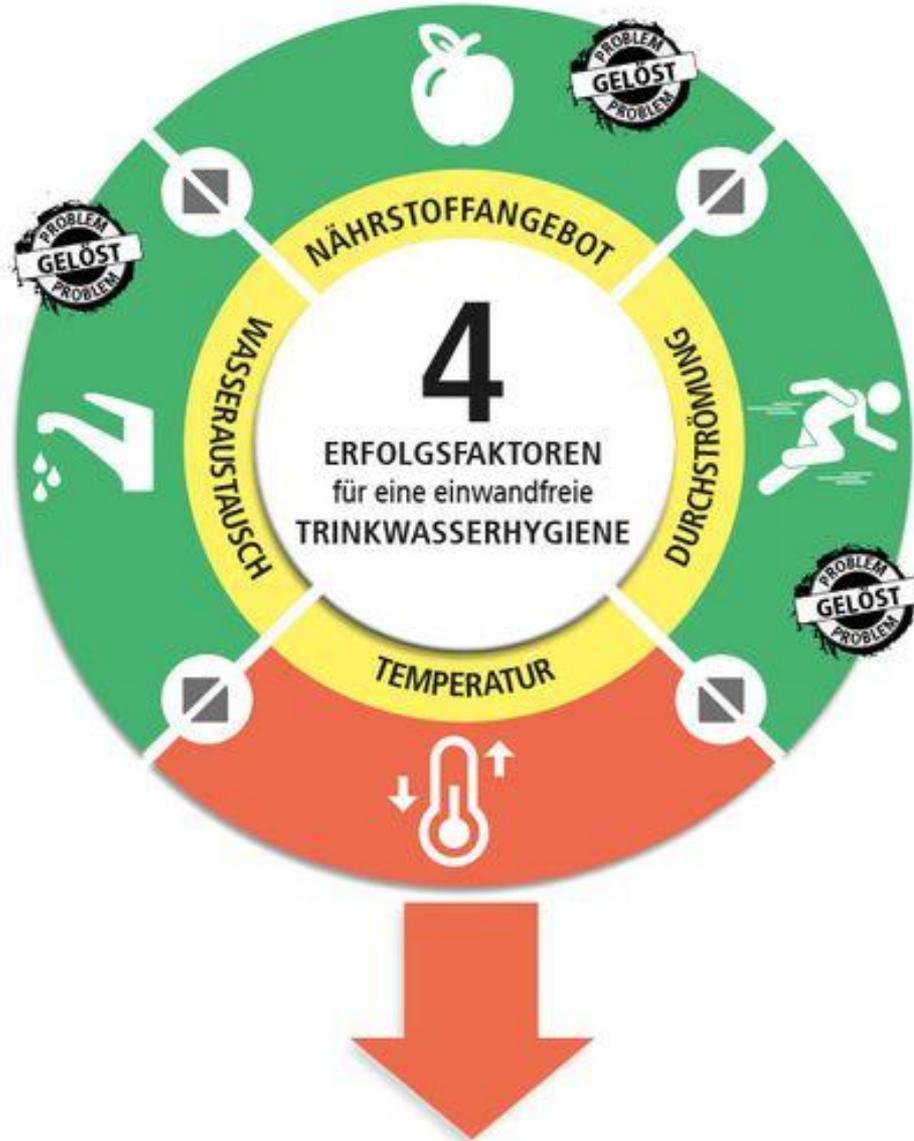
Anmerk::

Alle Teilnehmer baten um Vertraulichkeit .

 **Temperaturen > 25°C**

 **Temperaturen > 20°C**





VIELE DACHTEN, DASS HYGIENISCH
KRITISCHE KALTWASSTERTEMPERATUREN
NICHT SICHER VERMEIDBAR SIND.

**BIS WIR EINE LÖSUNG FANDEN, DEM
WASSER DIE AUFGENOMMENE WÄRME
WIEDER ZU ENTZIEHEN.**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dipl. Ing. Ralf Friedmann
Verbandsdirektor

Zweckverband für Wasserversorgung
Germersheimer Südgruppe K.d.ö.R.

76751 Jockgrim

Tel. 07271-95860
ralf.friedmann@wgs-jockgrim.de

Dr. -Ing. Esad Osmanovic

Lehrbeauftragter an der Hochschule Rottenburg am Neckar

Matthias Engelfried

B. Eng. Bauingenieurwesen
Projektleiter Netzmanagement

RBS wave GmbH
Mittlerer Pfad 2
70499 Stuttgart

Tel. 0711 18571 - 520
Fax 0711 18571 - 508

