

Fokus: Trinkwasserbehälter,  
-aufbereitung, -hygiene

## HydroSystemTanks® Das Original - einfach genial



„Trink Wasser“ aus  
dem Edelstahlbehälter  
- ein Genuss!

Info/Anfragen | [sales@hydrogroup.de](mailto:sales@hydrogroup.de)  
[www.hydrogroup.de](http://www.hydrogroup.de) | +49 751 6009 0

 HydroGroup

### INTERVIEW

Eckart Flint  
Sanierung von Trinkwasser-  
behältern im Wandel der Zeit

### FOKUS

Trinkwasserrichtlinie,  
Behälterreinigung, Wasser-  
aufbereitungstechnologie

### FACHBERICHTE

- Energieeffizienzsteigerung von Brunnengalerien
- Pelletreaktoren zur Schnellentcarbonisierung mit Kalkwasser, Teil 1

Tabelle 3: Kosten und Einsparpotentiale

|   |   |
|---|---|
| Ort   | Kelmis, Belgien   |
| Auffangfläche   | 120 m <sup>2</sup>  |
| Regenwasserertrag   | ca. 90 m <sup>3</sup> /Jahr                                     |
| Wasserverbrauch 4 Personen*                                 | ca. 105 m <sup>3</sup> /Jahr                                    |
| RW Verbrauch  | ca. 70 m <sup>3</sup> /Jahr                                     |
| GW Verbrauch  | ca. 30 m <sup>3</sup> /Jahr                                     |
| Einsparpotential  | ca. 100 m <sup>3</sup> /Jahr                                    |
| Durchschnittliche Wasserpreise in D**                       | 5,00 €/m <sup>3</sup>   |
| Stromkosten Anlage/m <sup>3</sup> bei 0,23€/kWh             | 0,43 €/m <sup>3</sup>   |
| Einsparpotential DE nach Abzug Stromkosten                  | 4,57 €/m <sup>3</sup>   |
| Modell 1***: Regen- und Grauwasser                          | Gesamtkosten ca. 15 684,00 € Statische Amortisation 16,73 Jahre |
| Modell 2***: Nur Regenwasser                                | Gesamtkosten ca. 9621,15 € Statische Amortisation 12,03 Jahre   |
| Modell 3***: Nur Regenwasser alle Arbeiten in Eigenleistung | Gesamtkosten ca. 7241,15 € Statische Amortisation 9,05 Jahre    |

\* zum Vergleich: Ø Wasserverbrauch 4 Personen Deutschland 180 m<sup>3</sup>,

Ø Wasserverbrauch 4 Personen USA 430 m<sup>3</sup>

\*\* Trink- und Abwasserkosten, bei Gebührensplittung kann die Abwassergebühr nicht gerechnet werden

\*\*\* Ø Wasserverbrauch von 175 m<sup>3</sup>/Jahr

Metallen durch Korrosion. Der pH-Wert sollte dann mit einfachen Maßnahmen neutralisiert werden. In Regionen mit sehr schlechter Luftqualität kann es zur Auswaschung von Schwermetallen aus der Atmosphäre kommen. In der Nähe von emissionsstarker Industrie oder sehr hohem Verkehrsaufkommen sollten entsprechende Konzentrationen im Regenwasser daher überprüft werden. In den meisten europäischen Ländern spielt die Luftverschmutzung durch die verbesserten Umweltschutzmaßnahmen seit Jahren jedoch keine Rolle mehr und die Qualität des Regenwassers ist sehr gut.

### Kosten und Einsparpotentiale des Demonstrationsprojektes

Betrachtet man die Kosten und die Einsparpotentiale dieser Technologie, so ist festzustellen, dass allgemeingültige Aussagen aufgrund der unterschiedlichen Wasserkosten, Gebührenmodelle und Verbräuche nicht möglich sind. Oft können aber mit dieser neuen Anlagentechnologie schon jetzt interessante Amortisationszeiten erzielt werden, die deutlich unter der Lebensdauer der Gebäude liegen. Die eigene Wasserversorgung mit Regenwasser kann also in vielen Gebieten Sinn machen.

### Zusammenfassung

Mit diesem EU geförderten Demonstrationsvorhaben konnte eindrucksvoll nachgewiesen werden, dass es mit der neuen AQUALOOP-Technologie möglich ist, aus Regenwasser nahe-

zu den gesamten Wasserverbrauch eines Einfamilienhauses zu substituieren.

Bemerkenswert ist, dass dies heute schon bei einer Nachrüstung in ein bestehendes Gebäude wirtschaftlich sein kann. Somit ist diese Technologie sowohl für Neubauten als auch für Häuser im Bestand von Interesse.

Ist nicht ausreichend Regenwasser vorhanden, kann mit dem Recyceln des anfallenden Grauwassers die Lücke geschlossen werden. Nebenbei ermöglicht ein Wärmetauscher noch eine Wärmerückgewinnung aus dem warmen Grauwasser.

Für Fachfirmen aus dem Bereich Wasseraufbereitung, Regenwassernutzung sowie Hersteller von Speichern kann die AQUALOOP-Technologie ein neues Geschäftsfeld für die Zukunft darstellen.

Die Einsparung wertvoller Trinkwasserreserven ist zudem ein wichtiger Beitrag für die Umwelt.

#### Autor:

Oliver Ringelstein  
Geschäftsführer INTEWA GmbH  
52070 Aachen

#### Weitere Informationen:

<https://www.intewa.de/unternehmen/presse/ihre-haus-wasserquellen/>

## Erhöhte Temperaturen in Trinkwasser-Versorgungssystemen – Ursachen und Gegenmaßnahmen

Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit den Hochschulen Rottenburg am Neckar, Esslingen und der Universität Stuttgart sowie dem Zweckverband für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe K.d.ö.R. (WGS)

Im Zuge der Durchführung von regelmäßigen Spülungen im Wasserrohrnetz [1] hat der Zweckverband für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe erhöhte Trinkwassertemperaturen festgestellt. Technische Regeln (DIN EN 806-2:2005) fordern eine maximale Kaltwassertemperatur in Hausinstallationen von 25 °C, dreißig Sekunden nach dem Öffnen einer Entnahmearmatur. Aufgrund tatsächlich gemessener Wassertemperaturen von über 25 °C in den Sommermonaten, bereits im Bereich der Versorgungsleitungen, kann diese Vorgabe nicht ganzjährig erfüllt werden. Negative Auswirkungen auf chemisch-physikalische sowie mikrobiologische Prozesse der Trinkwasserversorgung können letztlich zur Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität führen. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde zunächst ein Konzept zur flächendeckenden Messung von Temperaturen im gesamten Wasserversorgungssystem erstellt, um eine belastbare Datengrundlage zu erfassen. Neben Messungen in den Bereichen Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, Wasserspeicherung, Wasserverteilung und Hausanschlüssen werden auch Luft- und Bodentemperaturen erfasst und analysiert. Die Auswertung der Daten erfolgt unter Einbeziehung eines kalibrierten Rechenetzmodelles zur Abbildung der hydraulischen Rahmenbedingungen. Ziel des Forschungsprojektes sind Aussagen über Ursachen erhöhter Trinkwassertemperaturen sowie die Ableitung wirksamer Maßnahmen, um hohen Temperaturen entgegenzuwirken.

### Rahmenbedingungen und Regelwerke

In der alten Trinkwasserverordnung (Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe, Fassung vom 05.12.1990) war ein Grenzwert für die Trinkwassertemperatur von 25 °C (Kaltwasser) festgeschrieben. Der Grenzwert ist seit der Neufassung 2001 nicht mehr Bestandteil der Trinkwasserverordnung [2].

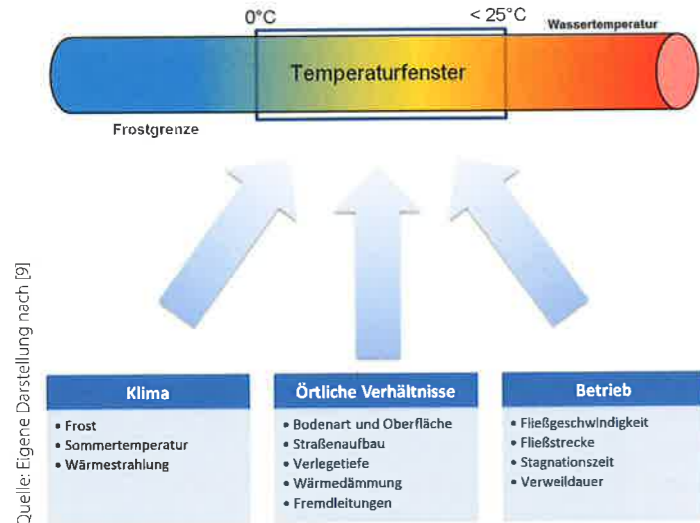
Die DIN 2000 fordert kühles Trinkwasser [3]. Beim Bau von Trinkwasserspeichern ist gemäß DVGW W 300-1 darauf zu achten, dass das gespeicherte Wasser keine unzulässige Veränderung durch Erwärmung oder Abkühlung erfährt [4].

Eine konkrete Angabe zur Trinkwassertemperatur findet sich in der DIN EN 806-2: „Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen“. Dreißig Sekunden nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle soll die Kaltwassertemperatur 25 °C nicht übersteigen [5]. Dieselbe Angabe einer maximalen Kaltwassertemperatur ist zudem in der DIN 1988-200 und der Richtlinie VDI/DVGW 6023: „Hygiene in Trinkwasser-Installationen; Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung“ zu finden [6, 7].

Im Folgenden sind vorhandene Vorgaben aus Verordnungen, DIN-Normen und Regelwerken in Zusammenhang mit der

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

Bild 1: Übersicht zu Vorgaben relevanter Verordnungen, DIN-Normen und Regelwerke [8]

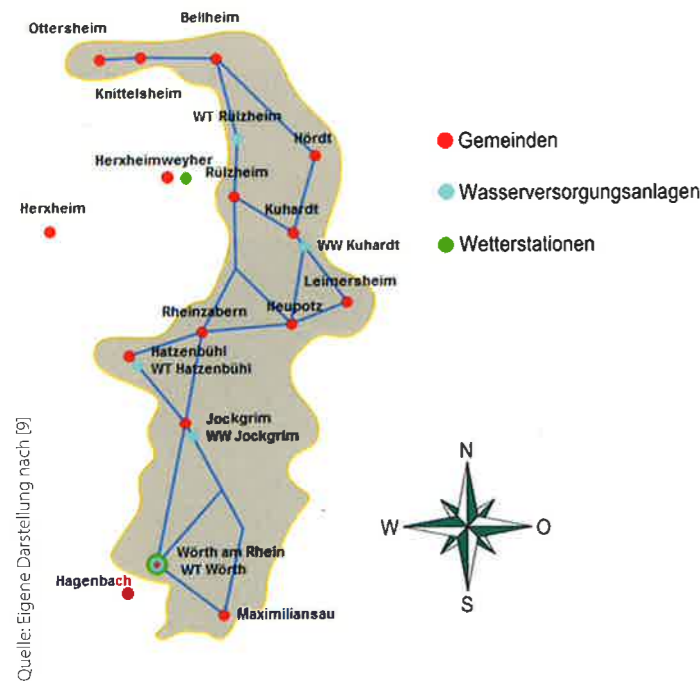


Quelle: Eigene Darstellung nach [9]

Bild 2: Einflussfaktoren auf die Trinkwassertemperatur

Trinkwassertemperatur sowie deren rechtliche Verbindlichkeit dargestellt (Bild 1).

Zusammenfassend besteht derzeit kein rechtlich verbindlicher Grenzwert für eine maximale Trinkwassertemperatur. Der Grenzwert von  $25^\circ\text{C}$  der alten Trinkwasserverordnung findet sich aber in verschiedenen technischen Regeln wieder. Es gibt keine klar definierten Vorgaben über die Trinkwassertemperatur im Trinkwasserversorgungssystem. Abgesehen von üblichen Überdeckungshöhen (vgl. DVGW W 397) und Abständen zu anderen Leitungen (vgl. DVGW W 400-1) sind keine Vorgaben und Empfehlungen vorhanden, wie bei erhöhten Trink-



Quelle: Eigene Darstellung nach [9]

Bild 3: Versorgungsgebiet des ZV für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe [8]

wassertemperaturen maßgebende Ursachen festgestellt und Maßnahmen abgeleitet werden können.

### Ursachen und Folgen erhöhter Trinkwassertemperaturen

Die Grenzen des Temperaturfensters in der Trinkwasserversorgung ergeben sich einerseits aus der Frostsicherheit (Winterfall) und andererseits aus einer unzulässig hohen Erwärmung von über  $25^\circ\text{C}$  (Sommerfall). Die maßgebenden Faktoren zur Beeinflussung der Trinkwassertemperatur im gesamten Wasserversorgungssystem sind das Klima, die örtlichen Verhältnisse und betriebliche Rahmenbedingungen (Bild 2).

**Klimatische Einflussfaktoren** können sich je nach Region unterschiedlich auswirken. Im Zuge des Klimawandels ist mit einer weiteren Erhöhung sowohl der Luft- als auch der Bodentemperaturen für die Zukunft zu rechnen. Auch die Zunahme extremer Wetterereignisse (z. B. Hitzeperioden) kann einen Einfluss auf die Temperatur der Ressource Trinkwasser haben. Zur Bewertung klimatischer Einflussfaktoren wurden Daten umliegender Wetterstationen ausgewertet.

Maßgebende Einflussfaktoren bezüglich der vorhandenen **örtlichen Verhältnisse** sind die Eigenschaften der Geländeoberflächen. Das vorhandene Rohrmaterial der Versorgungsleitung ist in wärmeleitendes und wärmeisolierendes Material zu unterscheiden und beeinflusst die Wärmeübertragung zwischen Erdreich und Trinkwasser. Im Rahmen der Untersuchung wurden Rohrmaterialien und Oberflächenbedeckungen sowie Bodenarten und Straßenaufbau für die jeweiligen Leitungsabschnitte analysiert und dargestellt.

Zu den **betrieblichen Rahmenbedingungen** zählen die Fließgeschwindigkeit, Fließstrecke, Stagnationszeit, Verweildauer und die Art sowie Bewirtschaftung der Wasserspeicher. Verbesserungen bei den betrieblichen Rahmenbedingungen können einen positiven Einfluss auf die Trinkwassertemperaturen haben. Anhand eines kalibrierten, hydraulischen Rechenetzmodells, umfangreicher Grundlagenermittlung und aktuellen Betriebsdaten geben Rohrnetzberechnungen Aufschluss über betriebliche bzw. hydraulische Strömungsbedingungen einzelner Leitungsabschnitte wie z. B. Fließgeschwindigkeit, laminare oder turbulente Strömung, Verweildauer und Fließdauer für bestimmte Betriebszustände und Lastfälle.

Bei einer Temperatur  $> 15^\circ\text{C}$  schmeckt Wasser fade und bringt keine Abkühlung. Aus chemisch-physikalischer Sicht nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit mit steigender Wassertemperatur zu. Die Wassertemperatur hat Einfluss auf die Viskosität des Wassers, und die Löslichkeit von Gasen (z. B. Chlor und Ozon) nimmt mit zunehmender Wassertemperatur ab [10]. Aus mikrobiologischer Sicht führt eine höhere Trinkwassertemperatur zu einem steileren Gradienten des Bakterienwachstums sowohl bei Reinkulturen als auch bei Mischbiozönosen, wie diese beispielsweise im Biofilm vorzufinden sind [11]. Entsprechende Milieubedingungen führen zur Vermehrung. Ein Beispiel dafür sind die Wachstumsbedingungen von Legionellen. Bei Temperaturen unter  $20^\circ\text{C}$  findet keine nennenswerte Ver-

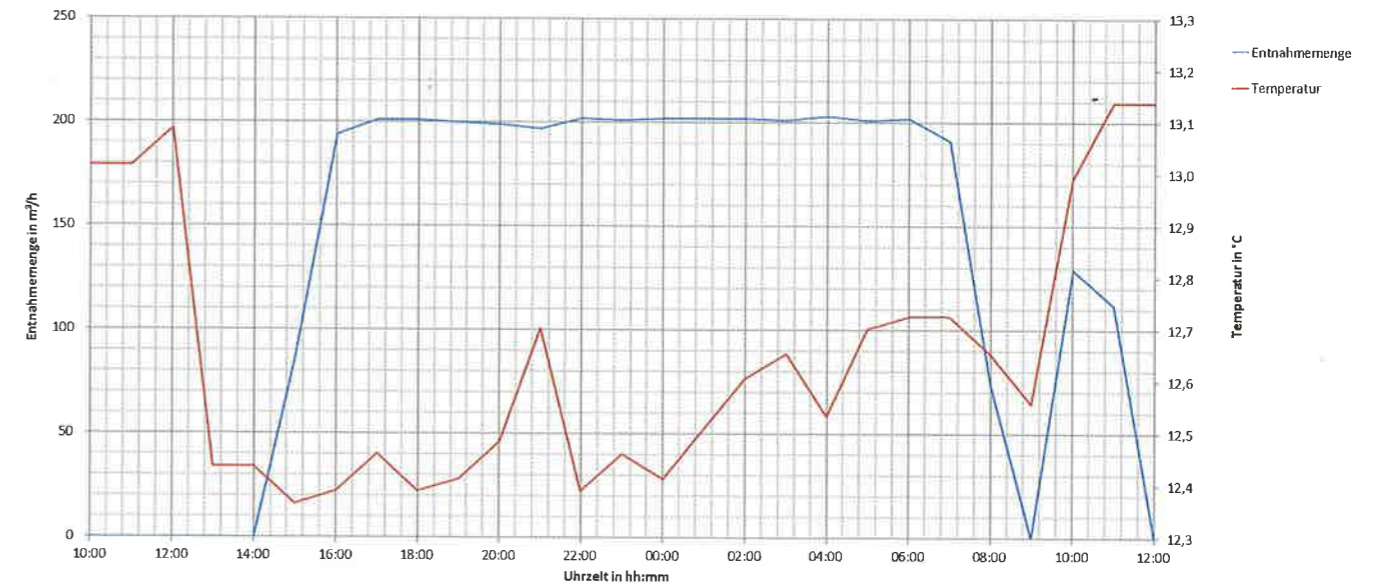


Bild 4: Entnahmemenge und Temperaturverlauf des Tiefbrunnens 6 der WGS vom 01.09.2017, 10 Uhr bis 02.09.2017, 12 Uhr [8]

mehrung statt. Die optimalen Wachstumsbedingungen liegen im Temperaturbereich zwischen  $25$  und  $45^\circ\text{C}$  [12].

### Messkonzept zur Analyse von Temperaturen im Trinkwasserversorgungssystem

Der Zweckverband für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe versorgt im Süd von Rheinland-Pfalz insgesamt 13 Ver-

bandsgemeinden mit Eigenwasser aus zwei Wasserwerken. Drei Wassertürme stellen die Wasserspeicherung im Trinkwasserversorgungssystem sicher (Bild 3).

Das Messkonzept deckt das gesamte Wasserversorgungssystem ab. Trinkwassertemperaturen werden mit entsprechenden Messgeräten bereits bei der Wassergewinnung (Tiefbrunnen), Aufbereitung (Filterbecken, Reinwasserbehälter) sowie im

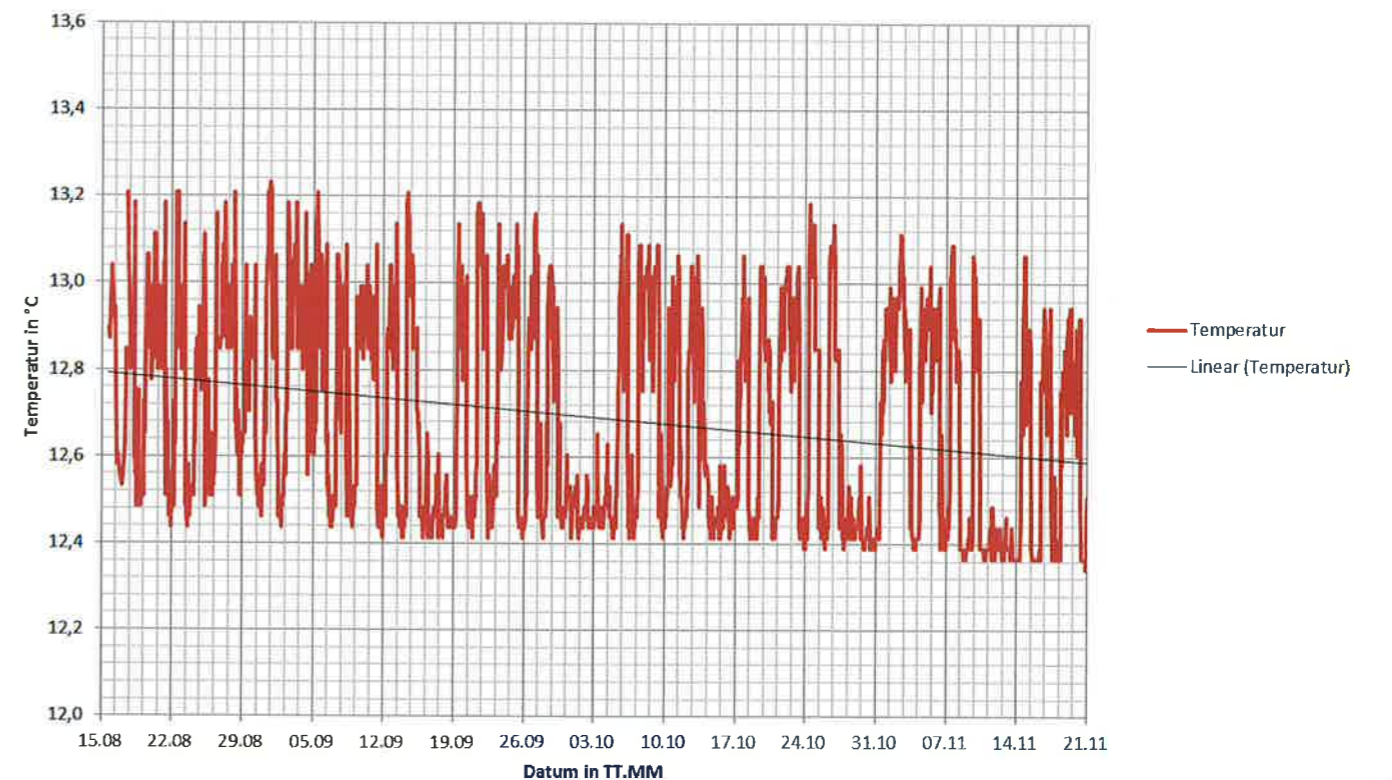


Bild 5: Temperaturverlauf in einer Reinwasserkammer im Wasserwerk der WGS vom 15.08.2017 bis zum 21.11.2017 [8]

Bereich der Wasserspeicherung (Wassertürme) erfasst. Messstellen in den Versorgungsleitungen erfassen die Temperaturveränderungen an ausgewählten Stellen des Trinkwasserrohernetzes. Ergänzt wird das Messkonzept durch erfasste Temperaturwerte von Ultraschall-Hauswasserzählern im Bereich der Hausanschlussleitungen. Im Wasserversorgungssystem der WGS sind insgesamt 117 Messstellen vorhanden.

Zusätzlich wurden vier Messstellen zur Erfassung der Bodentemperaturen bei verschiedenen Geländeüberdeckungen und Lagetiefen errichtet. Ergänzend werden Klima- bzw. Wetterdaten der drei umliegenden Wetterstationen ausgewertet.

**Messwerte und erste Ergebnisse Wassergewinnung und Aufbereitung**

Die Temperaturmessungen an einem artesischen Tiefbrunnen von 100 m Tiefe (Messstelle in ca. 13 m Tiefe) ergaben für das zweite Halbjahr 2017 leichte tägliche Schwankungen von 0,6 °C. Zudem wurde ein geringer mittlerer Temperaturrückgang (um 0,2 °C) von August bis November festgestellt. Die höchste gemessene Temperatur betrug 13,2 °C, die niedrigste gemessene Temperatur betrug 12,4 °C.

Tägliche Schwankungen sind auf den Betrieb des Tiefbrunnens und den Zustrom von Grundwasser mit geringerer Temperatur zurückzuführen (Bild 4).

Im Anschluss an die Aufbereitung (Belüftung, offene Schnellfilter) liegen die Wassertemperaturen in der Reinwas-

serkammer zwischen 13,2 °C und 12,3 °C (zweites Halbjahr 2017) (Bild 5).

Es wurden keine signifikanten Erwärmungen im Bereich Wassergewinnung und -aufbereitung gemessen. Im betrachteten Zeitraum betragen die Temperaturen am Ausgang des Wasserwerks durchschnittlich 12,7 °C.

**Wasserspeicherung**

Zur Wasserspeicherung stehen im Versorgungsgebiet drei Wassertürme zur Verfügung. In der nachfolgenden Abbildung (Bild 6) ist ein Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur des Trinkwassers in den Wassertürmen zu erkennen. Zu Beginn der Messung (Februar 2017) lagen die gemessenen Trinkwassertemperaturen im WT 1 bei 7,3 °C, im WT 2 bei 5,5 °C und im WT 3 bei 10,4 °C. In den Sommermonaten erreichten die Temperaturen in den Wassertürmen 1 und 2 19,1 °C, im WT 3 16,0 °C.

Die Temperaturunterschiede zwischen den Wassertürmen sind durch die Lage der Messstelle beeinflusst. Der Wasserturm 2 besitzt eine Wasserkammer. Der Wasserturm 1 besitzt zwei Wasserkammern, die Temperaturmessung findet in der äußeren Wasserkammer statt. Im Wasserturm 3 (zwei Kammern) findet die Temperaturmessung in der inneren Kammer statt. Zwischen der inneren und äußeren Kammer befindet sich nochmals eine Wärmedämmung mit entsprechendem Einfluss auf die Wärmeübertragung. Darin kann die

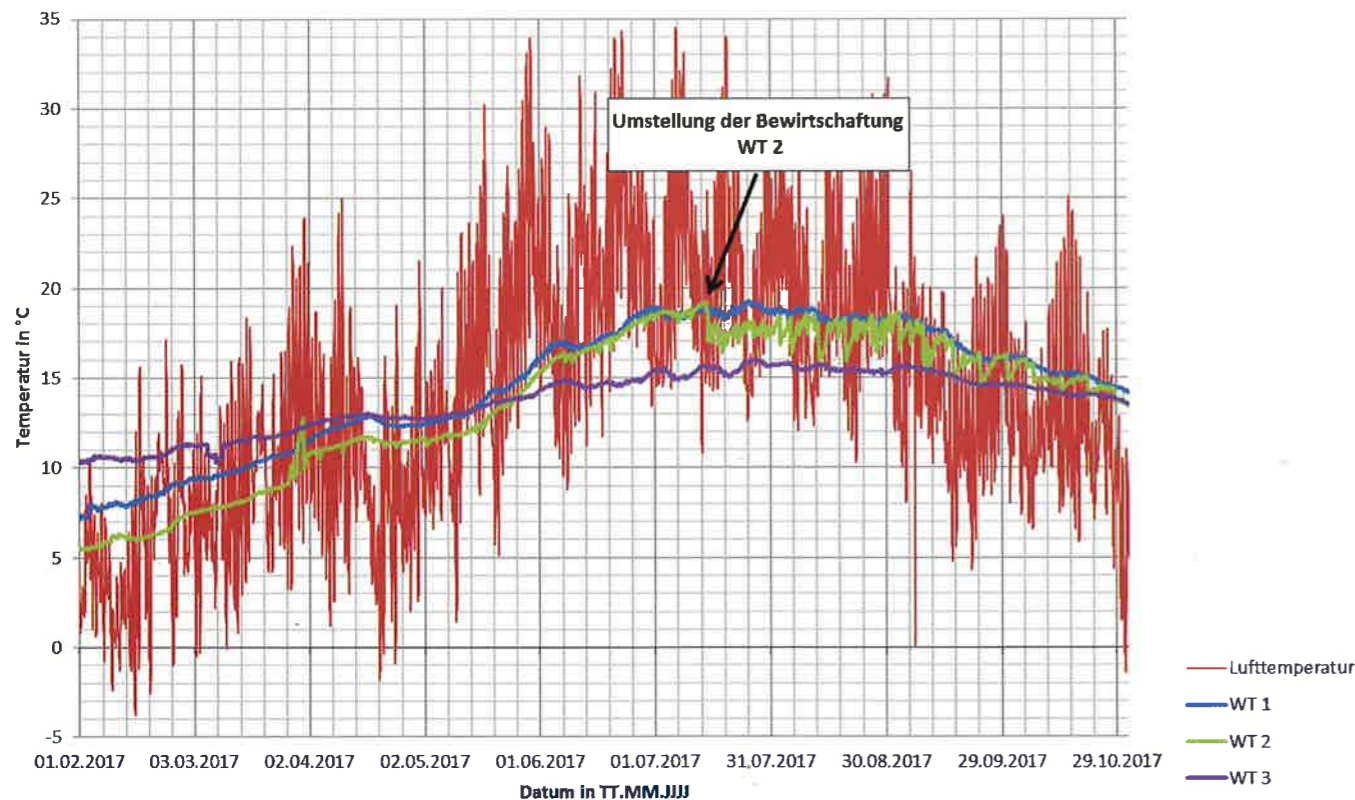


Bild 6: Trinkwasser- und Lufttemperaturverlauf der drei Wassertürme vom 01.02.2017 bis zum 29.10.2017 [8]

stärkere Dämpfung des Temperaturverlaufes vom WT 3 gegenüber den beiden Wassertürmen 1 und 2 begründet sein.

Mitte Juli 2017 wurde aufgrund erhöhter Temperaturen im WT 2 bis 19,1 °C und schlechten Austauschverhaltens bzw. langer Verweildauer die Bewirtschaftung umgestellt. Durch diese Maßnahme konnte kurzfristig ein deutlicher Temperaturrückgang auf bis zu 16,4 °C erreicht werden (Bild 7).

**Bodentemperaturen**

Bodentemperaturen einer Messstelle im Straßenbereich liegen bereits ab August 2015 vor. Die Bodentemperatur wird hier in den Tiefen 0,9 m und 1,5 m gemessen. In Bild 8 ist der Zusammenhang zwischen Boden- und Lufttemperatur zu erkennen. Die Lufttemperatur unterliegt Tagesschwankungen. Die Messungen zeigen, dass in einer Tiefe von 0,9 m keine Tagesschwankungen vorliegen. Mit zunehmender Messtiefe sind eine Phasenverschiebung gegenüber dem jahreszeitlichen Temperaturverlauf und eine flachere Amplitude zu erkennen. Im Zeitraum von August 2015 bis April 2018 lagen die gemessenen Bodentemperaturen in einer Tiefe von 0,9 m zwischen 2,3 und 27,3 °C und in einer Tiefe von 1,5 m zwischen 4,2 und 25,0 °C. Die Lufttemperatur lag in diesem Zeitraum bei maximal 35,1 °C und minimal bei -10,93 °C.

Im Jahr 2016 lag die gemessene Bodentemperatur in einer Tiefe von 0,9 m an 54 Tagen über 25 °C (rot gestrichelte Linie). Im Jahr 2017 an insgesamt 46 Tagen.

In einer Tiefe von 1,5 m lag die gemessene Bodentemperatur in den Jahren 2016 und 2017 von Juni bis einschließlich September kontinuierlich über 20 °C.

Die dargestellte Messstelle (Bild 8) befindet sich in einer Sackgasse, im Straßenbereich nahe dem Endhydranten in einem Wohngebiet. Das kalibrierte, hydraulische Rechenetzmodell zeigt, dass in diesem Bereich zudem häufig geringe Fließgeschwindigkeiten und somit hohe Verweildauern auftreten.

In Abhängigkeit der Strömungsbedingungen (Strömungsart, Fließgeschwindigkeit, Verweildauer unter verschiedenen Lastfällen) und den Rohrmaterialeigenschaften erfolgt eine Angleichung der Trinkwassertemperatur an die umgebende Bodentemperatur. Dabei bestehen deutliche Unterschiede zwischen wärmeisolierenden Materialien (PVC, PE, AZ) und wärmeleitenden Materialien (Gusseisen, Stahl).

**Fazit und Ausblick**

Die ersten Auswertungen der Temperaturmessungen im Wasserversorgungssystem der WGS zeigen, dass in der Aufbereitung und Gewinnung des Trinkwassers geringe Temperaturschwankungen vorliegen und das Wasser im Bereich der Netzeinspeisung mit Temperaturen von 12,4 bis 13,2 °C stets frisch und kühl ist. Hingegen wurden in den Wassertürmen bereits Temperaturen zwischen 15,4 und 19,1 °C gemessen. Vor allem im Sommer findet eine deutliche Erhöhung in den

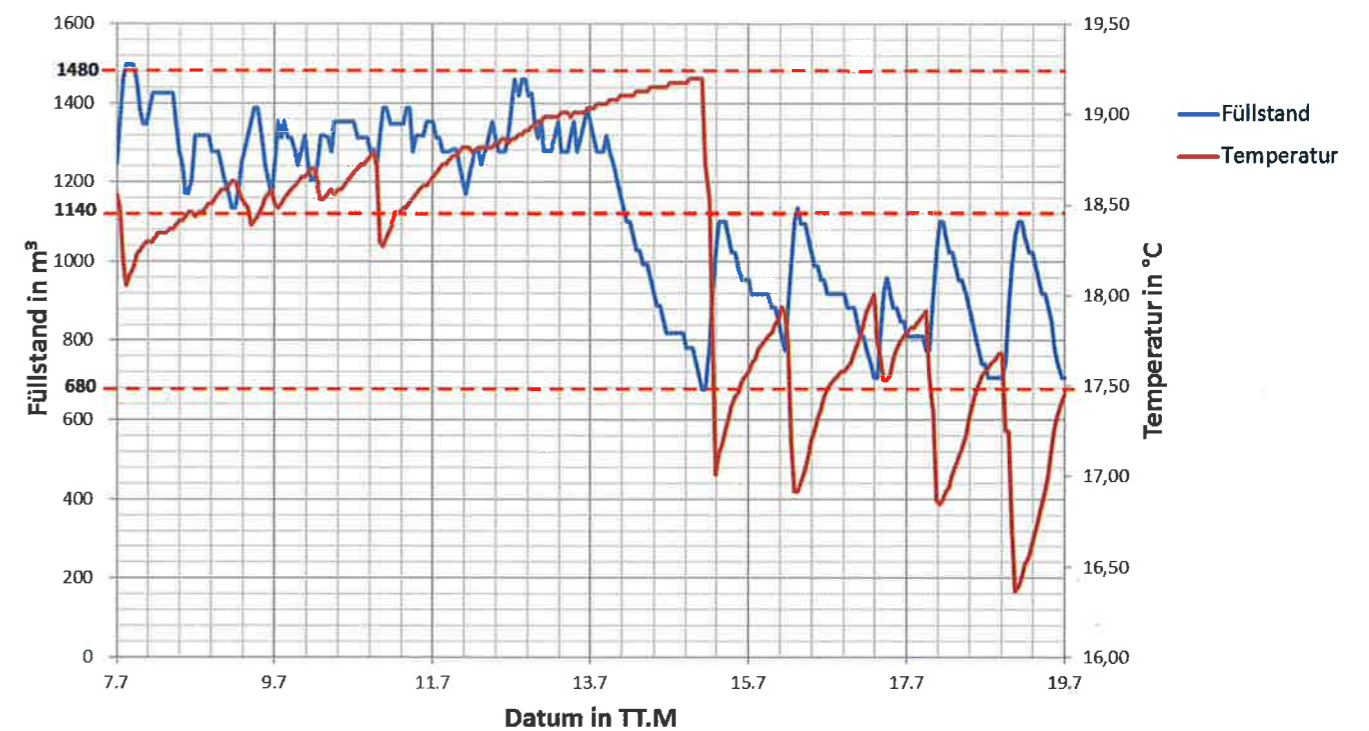


Bild 7: Temperaturverlauf und Füllstand des WT 2 im Zuge der Umstellung vom 07.07.2017 bis zum 19.07.2017 [8]

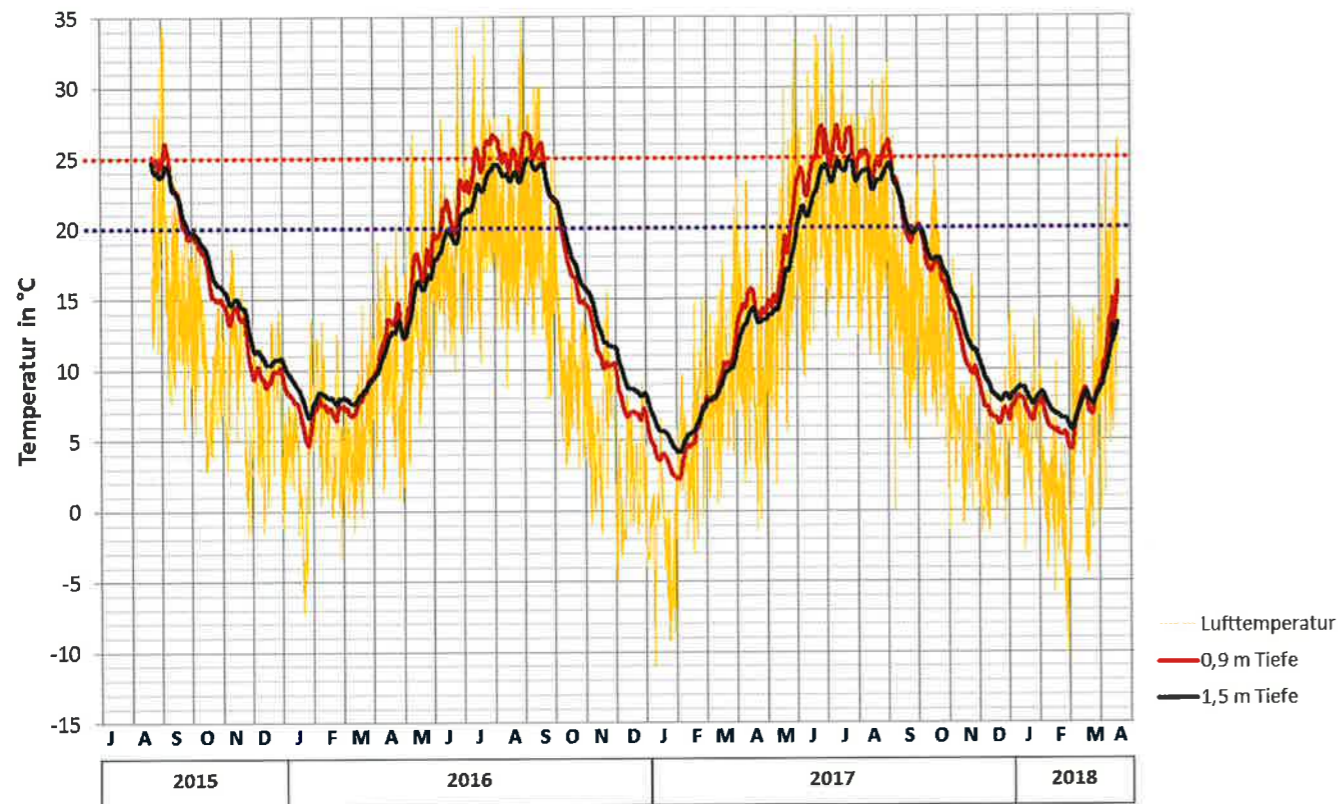


Bild 8: Temperaturverlauf der Boden- und Lufttemperatur von August 2015 bis April 2018 [8]

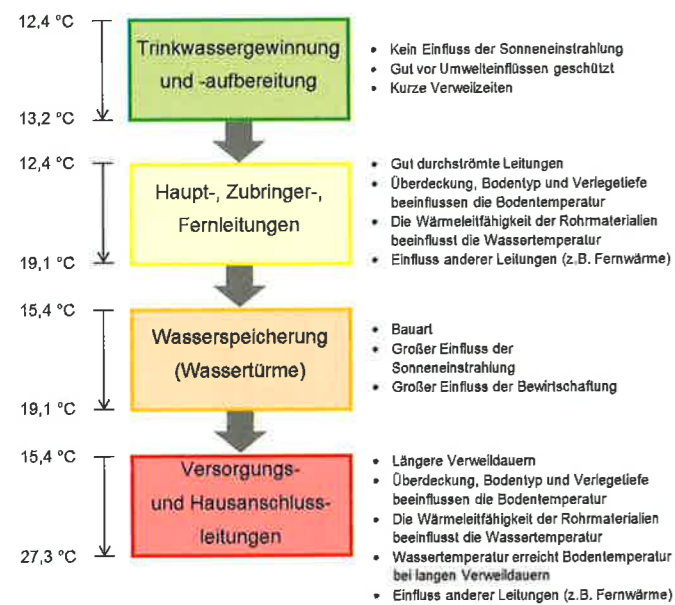


Bild 9: Schematische Darstellung der Einflussfaktoren auf die Trinkwassertemperaturen [8]

Haupt-, Zubringer- und Fernleitungen bzw. den Wasserspeichern statt. Als Folge wurden Trinkwassertemperaturen im Bereich von Versorgungs- und Hausanschlussleitungen von über 25 °C gemessen.

Ziele der Untersuchung sind, die Faktoren für erhöhte Trinkwassertemperaturen für das Wasserversorgungssystem zu bewerten und deren Einfluss qualitativ zu beschreiben. Davon sollen anschließend sinnvolle Maßnahmen abgeleitet werden, die kurz-, mittel- und langfristig mit möglichst geringem Aufwand eine wirksame Reduzierung der Temperaturen in entsprechenden Bereichen des Wasserversorgungssystems erzielen können. Dazu zählen z. B. die Anpassung betrieblicher Rahmenbedingungen (Speicherbewirtschaftung), Anpassung der Verlegetiefe, Verwendung wärmedämmender Rohrmaterialien und regelmäßige Spülungen des Wasserrohrnetzes.

Im Rahmen des laufenden Forschungsprojektes werden weiter kontinuierlich Messwerte gesammelt und ausgewertet. Die Auswertung soll in enger Verzahnung mit dem hydraulischen Rechenmodell erfolgen, um die kritischen Bereiche im System zu erkennen. Parallel soll eine Methodik zur Überwachung der Trinkwassertemperaturen in Wasserrohrnetzen entwickelt werden. Das Ziel wäre, durch Optimierung des Wasserrohrnetzes die Einflussmaßnahmen ableiten zu können.

Literatur

- [1] RBS wave GmbH (2011). Erstellung eines Spülplanes für das Versorgungsgebiet des Zweckverbandes Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe.
- [2] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 mit letzter Änderung vom 3. Januar 2018.
- [3] DIN 2000. Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen,
- [4] DVGW W 300. (2005). Wasserspeicherung – Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung.
- [5] DIN EN 806-2 (2005). Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 2: Planung.
- [6] DIN 1988-200 (2012). Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW.
- [7] VDI/DVGW 6023 (2013). Hygiene in Trinkwasser-Installationen; Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung.
- [8] Gottschall, B. (2018). Bachelorthesis: Ursachen für die Erwärmung des Trinkwassers im Wassertransportsystem.
- [9] DVGW W 397 (2004). Ermittlung der erforderlichen Verlegetiefen von Wasseranschlussleitungen.
- [10] Mutschmann, J., & Stimmelmayer, F. (2014). Taschenbuch der Wasserversorgung.
- [11] Hamsch, B. (2009). Ursachen des Auftretens coliformer Bakterien in Verteilungsnetzen.
- [12] Robert Koch-Institut. Merkblätter – Ratgeber Legionellose. [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Legionellose](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Legionellose) (abgerufen am 04.06.2018).

Autoren:

Dr.-Ing. Esad Osancevic  
Lehrbeauftragter an der Hochschule Rottenburg am Neckar und  
Teamleiter Netzmanagement bei RBS wave GmbH  
70499 Stuttgart

Tel. 0711 18571-520  
e.osancevic@rbs-wave.de

Dipl.-Ing. Ralf Friedmann  
Verbandsdirektor Zweckverband für Wasserversorgung  
Germersheimer Südgruppe

76751 Jockgrimm  
Tel. 07271 9586-20  
ralf.friedmann@wgs-jockgrimm.de

M. Eng. Matthias Engelfried  
Projektleiter Netzmanagement RBS wave GmbH  
70499 Stuttgart

Tel. 0711 18571-519, m.engelfried@rbs-wave.de

**Amiblu**<sup>®</sup>  
Sustainable Water Solutions



Wie können wir  
mit Regen- und  
Abwasser besser  
umgehen?

Rohrsysteme entwickelt für  
die nächsten 150 Jahre

- Schnelle Verlegung
- Beliebige Baulängen
- Kompakte Fertigteilschächte
- Optimale Hydraulik
- Beständigkeit pH 1-12
- Durchmesser DN 300-4000

