Klimaveränderung mit Anpassungsstrategien in der Wasserwirtschaft

Temperaturerhöhungen im Verteilungsnetz von Rohrleitungssystemen mit hygienebedenklichen Auswirkungen auf die Betriebssicherheit der öffentlichen Trinkwasserversorgung

Michael Schweizer

In Deutschland erfüllt Trinkwasser gemäß der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) nachfolgende Anforderungskriterien: Es muss farb- und geruchslos, kühl und nicht gesundheitsschädigend sowie frei von Krankheitserregern sein. Gemäß DIN 2000 sollte Trinkwasser darüber hinaus keimarm, farblos, geruchslos, kühl, geschmacklich einwandfrei sein und zum Genuss anregen.

Trinkwasser ist das Lebensmittel Nummer 1. Ohne Wasser können wir überhaupt nicht existieren. Die Qualität des Trinkwassers muss in Deutschland hohen Anforderungen genügen. Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) als nationales Recht gibt dies verbindlich vor. Zu den Grundanforderungen gehört nicht nur, dass das Trinkwasser keine Krankheitserreger und Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen enthalten darf, sondern auch, dass es "rein und genusstauglich" ist.

Die Trinkwasserverordnung regelt ferner die Pflichten der Wasserversorgungsunternehmen und von Überwachungsbehörden mit den zu untersuchenden mikrobiologischen und chemischen Parametern sowie die Häufigkeit der Trinkwasserüberwachung. Um die hygienische Sicherheit des Trinkwassers zu gewährleisten, fordert die Verordnung auch, dass Grenzwerte und Anforderungen zur Wasserbeschaffenheit an den Zapfstellen des Trinkwassers im Haushalt eingehalten sind.

Vor diesem Hintergrund kommt es aber immer wieder zu temporären und lokalen Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität. Gewinnungsanlagen von Wasserversorgungen, die Wasserspeicherungen sowie das lang verzweigte Rohrnetz zur Trinkwasserverteilung bis zum Endverbraucher können dabei Gefährdungspotentiale mit äußeren Einwirkungen auf das sensible System darstellen. Dabei kommt es aufgrund von Überdimensionierungen zu Stagnation des Trinkwassers, wenn die Infrastruktureinrichtungen nicht auf die tatsächlichen Gebrauchswerte sondern auf die Löschwasserbereitstellungen zum Brandschutz in Wohn-, Gewerbe- und Industriegebieten ausgelegt sind.

Problemstellung temporärer Temperaturanstieg

In manchen Siedlungsgebieten kann es daher in den Sommermonaten, bei reduzierter Entnahme von Trinkwasser, zur Erhöhung der Wassertemperaturen führen. Dabei wird der schadlose Gebrauch von Trinkwasser kritisch auf die Probe gestellt.

Besonders Gewerbe- und Industriegebiete sind in der Sommerhitze während der Betriebsruhe bei zu geringer Wasserabnahme betroffen. Aber auch Misch- oder Wohngebiete können davon mehr oder weniger berührt sein. Die demografische Entwicklung, der fortschreitende Klimawandel mit Temperatursteigerungen und dem einhergehenden Hitzestress tragen in den letzten Jahren zu einer gesamtheitlichen Situationsveränderung in Deutschland mit deutlich bemerkbaren Umweltveränderungen bei.

Durch die starke Sonneneinstrahlung findet ein Wärmeeintrag in den Untergrund statt, wobei noch regional begrenzte natürliche Erdwärmevorkommen sowie chemische Umwandlungsprozesse im Boden aufgrund chemischer Reaktionen verschiedenster Substanzen stattfinden können.

Zu den Klimaveränderungen gesellt sich noch der Bevölkerungsrückgang durch den demografischen Wandel hinzu. Die Einsparung von Trinkwasser durch neuartige Sanitärsystem mit gesunkenen Verbrauchswerten führen darüber hinaus zu betriebsbedingten Problematiken im Verteilungsnetz der Wasserversorgung.

Es findet eine Stagnation von Trinkwasser im Verteilungsnetz infolge überdimensionierter Rohrquerschnitte und/oder temporär wenig durchströmter Rohrleitungsabschnitten statt. Diese Problemlage einer geminderten Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in den Rohrleitungen kann zu einer erhöhten Wassertemperatur mit daraus resultierenden chemischen und biologischen Beeinträchtigungen der Hygienebedingungen zu Gesundheitsrisiken führen.

Daraus resultieren letztendlich negative Folgen des Nutzers mit Auswirkungen auf die Qualität der Trinkwasserversorgung, die mit einhergehender Ressourcenknappheit und steigenden Energiepreisen einhergeht.

Erdverlegte Rohrleitungsnetze zur Trinkwasserversorgung

Die Erdüberdeckung von Versorgungsleitungen mit ausreichender Tiefenlage, Rohrleitungsmaterial mit Leitungszone, Bauweise der Verkehrsflächenbefestigung, örtliche Lage mit Gebietsausrichtung, Bebauungsdichte, Dimensionierung mit Volumeninhalt und Durchflussmengen stehen dabei im Kontext.

Bislang war die ausreichende Frostsicherheit ein wichtiges bauliches Kriterium für die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei der Erdverlegung von Rohrleitungssystemen in der Wasserversorgung.

In § 4 der Trinkwasserverordnung wird bestimmt, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein muss. Diese Erfordernisse gelten als erfüllt, wenn bei der Wassergewinnung, der Wasseraufbereitung und der Verteilung die allgemein anerkannten Regeln der Technik

eingehalten werden und das Wasser die mikrobiologischen und chemischen Anforderungen erfüllt.

Analyse Wasserversorgungsgebiet

Bei einer stichprobenhaften Untersuchung mittels Infrarot-Thermografie wurden in einem typischen Versorgungsgebiet die Temperaturbereiche der Oberflächen von Rohrleitungen aus Duktilgussmaterial mit Zementmörtelauskleidung in zahlreichen Schachthydranten während der Nachtabsenkung untersucht.

Dabei wurden an den Rohrwandungen der Wasserverteilungsarmaturen in den zugänglichen Schachthydranten Höchsttemperaturen von bis 22,5 °C an den metallischen Rohrwandungen festgestellt.

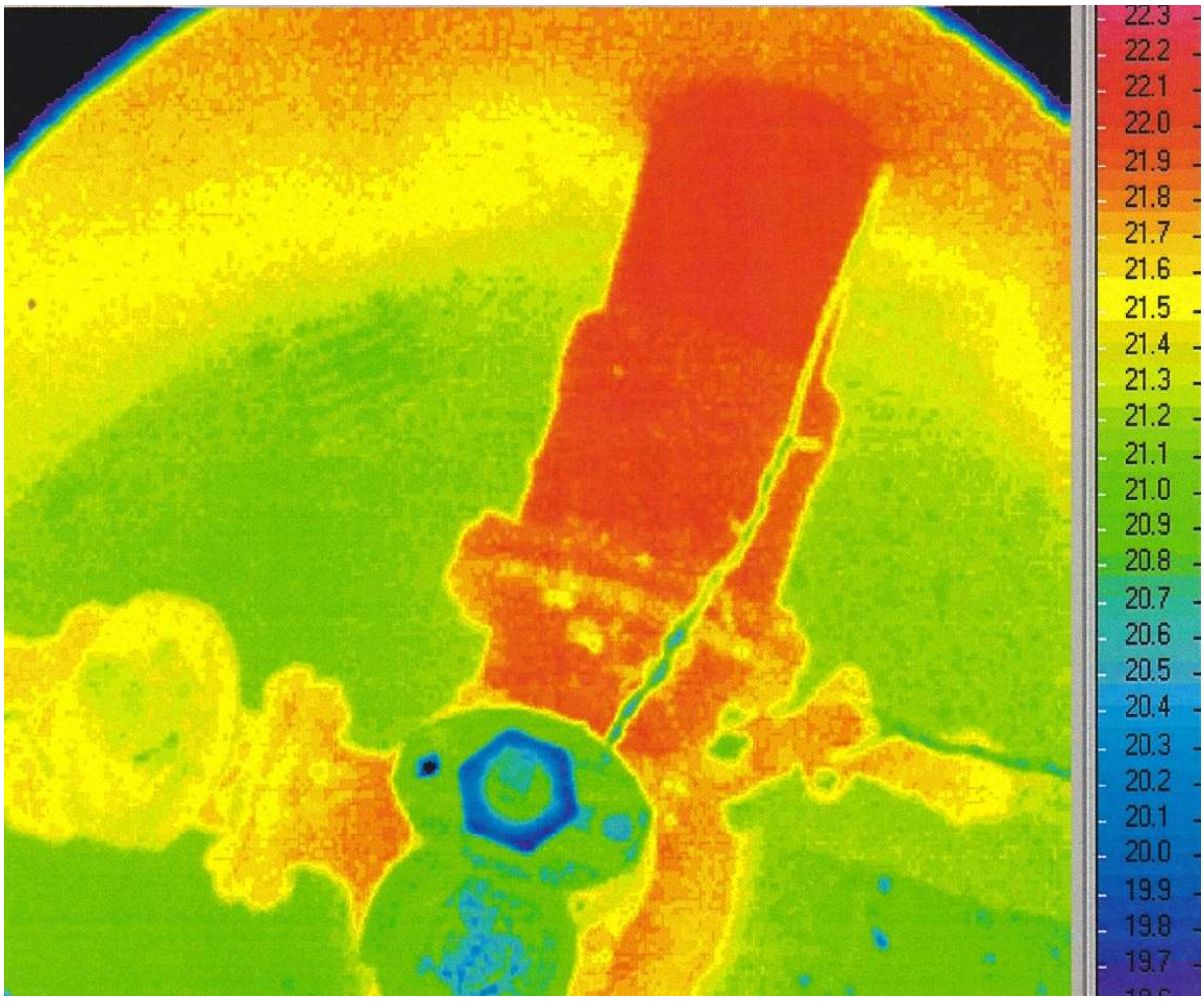

Abbildung 1: Infrarotthermografie Schachthydrant mit deutlichem Temperaturanstieg (22,5° C)

Die auffälligsten Temperaturen wurden an den topografischen Hochpunkten, in Abhängigkeit der Wasserabgabe, in den mehr oder weniger vernetzen Rohrsträngen nach dem physikalischen Prinzip der geringen Dichte von warmen Fluiden des Verteilungsnetzes ermittelt.

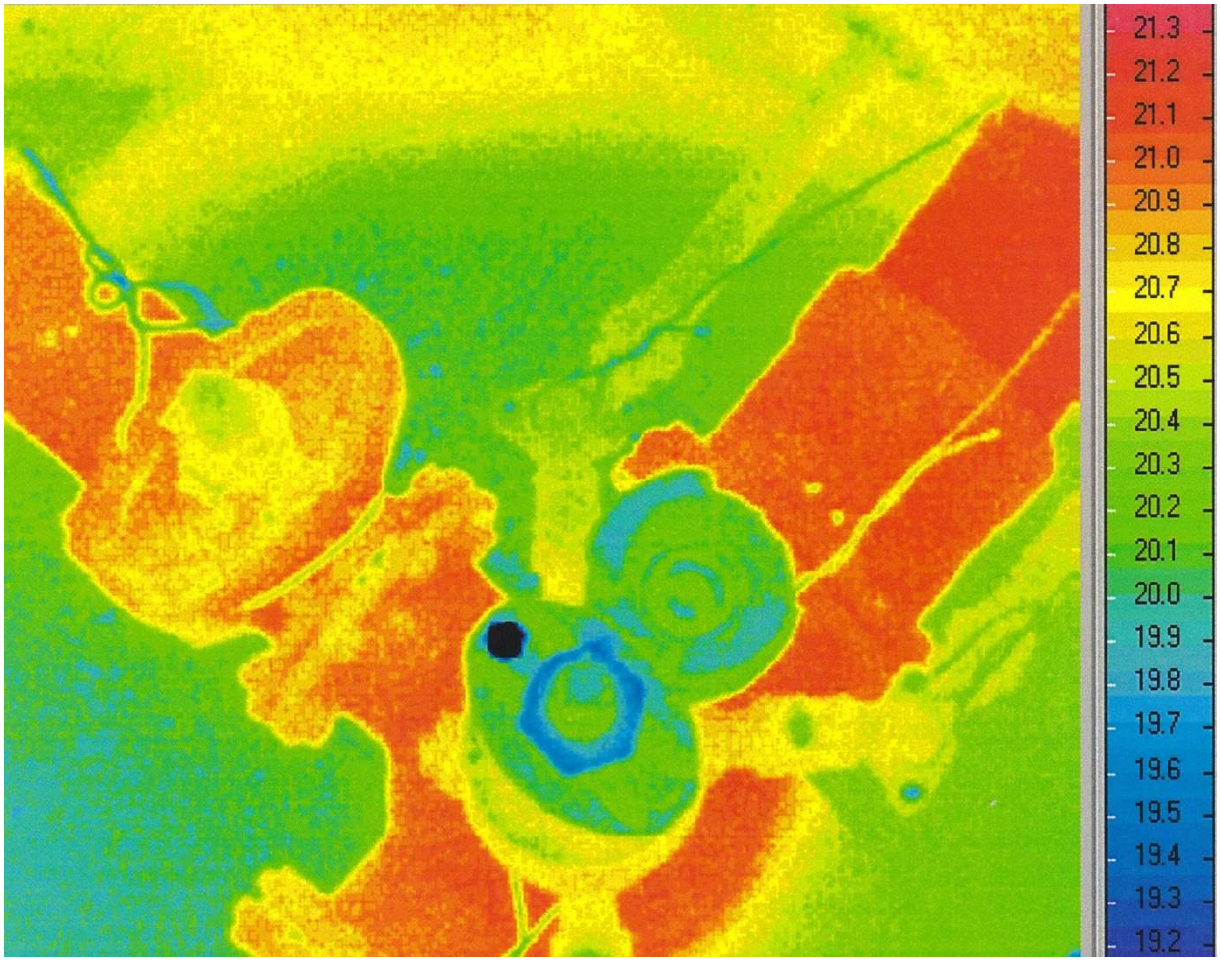

Abbildung 2: Infrarotaufnahme Schachtarmaturen mit erhöhtem Temperaturprofil (21,5 °C)

Zur Verifizierung der Messwerte wurde als Referenzvergleich eine Infrarotaufnahme außerhalb des Untersuchungsgebietes aufgenommen und eine Normaltemperatur von lediglich 16,0 °C festgestellt.

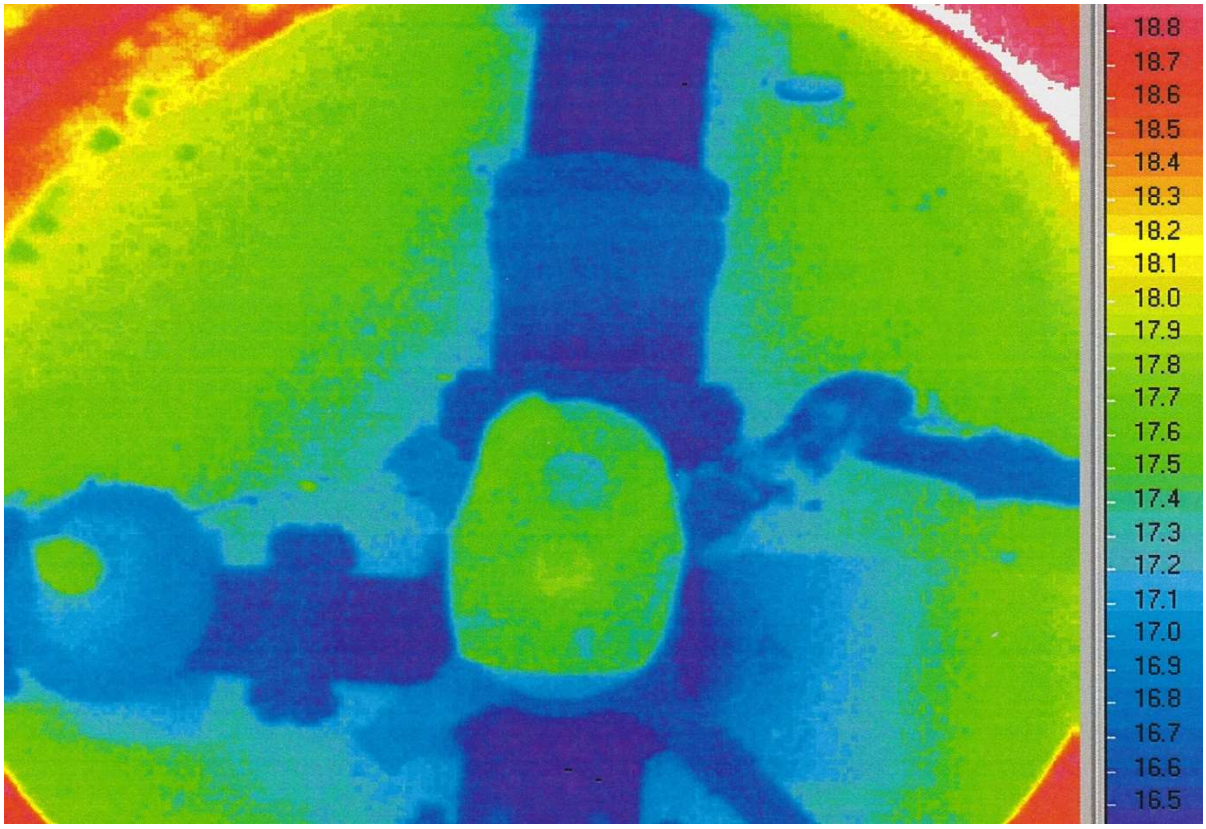

Abbildung 3: Infrarotthermografie Schachthydrant mit Normaltemperatur (16 °C)

Bewertung Gefährdungspotential und Risikofaktoren

In zahlreichen Wohn-, Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit öffentlicher Wasserversorgung ist während der Sommerhitze und darüber hinaus bis in den Herbst hinein ein Anstieg der Wassertemperatur im Leitungsnetz zu verzeichnen.

In einem exemplarischen Versorgungsgebiet wurden mittels Infrarot-Thermografie an den Rohrwandungen der erdverlegten Wasserleitungen von verschiedenen Schachthydranten Oberflächentemperaturen von 15 °C bis zu 22,5 °C im Sommer (Juli / August) ermittelt.

Während des Sommers können sich im Boden in etwa 2 Meter Tiefenlage erhöhte Temperaturen über 20 °C einstellen. Dabei ist der jahreszeitliche Wechsel und der Tag-Nacht-Rhythmus der Sonneneinstrahlung für die Erwärmung maßgebend. Das Erdreich fungiert dabei wie ein Wärmetauscher, der ständig durch sein großes Volumen die Wärme nachliefert.

Ideale Bedingungen für die rasche Vermehrung von gesundheitsgefährdenden Bakterien im Wasser herrschen bei Temperaturen zwischen 25 °C und 50°C vor. Dies können durch mikrobiologische Untersuchungen im Trinkwasser nachgewiesen werden, wobei in der Regel keine direkte Gefährdung durch das Trinken von legionellenhaltigem Wasser besteht. Erst die Aufnahme des lungengängigen Aerosols kann zu Erkrankungen führen. Ansonsten führt die Erhöhung der Kolonienzahlen zur Besorgniserregung der menschlichen Gesundheit.

Temperaturpräferenzen Trinkwasserverteilungsnetz

Die Überwachung des Parameters Temperatur wurde bei der Überarbeitung der EG-Richtlinie vor einigen Jahren aufgehoben, da dieser Wert ein ständiges Problem insbesondere für die südlichen EU-Mitgliedsstatten darstellt. Dort kommt es wegen der geringen Tiefenlagen der Rohrleitungsverlegungen und anderen nicht vorhanden Schutzvorkehrungen in den Sommermonaten häufig zu einer starken Aufwärmung mit Erhitzung des Trinkwassers. In Deutschland waren aufgrund der vorgeschriebenen tieferen Verlegungen des Rohrnetzes und den jahreszeitlich ausgeglichenen Temperaturen bislang keine derartigen Wärmebelastungen bekannt.

Die novellierte Trinkwasserverordnung enthält den Parameter „Temperatur“ nicht mehr, wobei in der Trinkwasserrichtlinie ein Grenzwert von 25 °C gegolten hat. Bis 2002 war noch ein Grenzwert der Wassertemperatur bis zu 12 ° C angegeben.

Weiterhin gilt in Deutschland zusätzlich das Technische Regelwerk. Nach DIN 2000 muss Trinkwasser erfrischend kühl und zum Genuss anregen.

Der Erdboden als thermischer Wärmespeicher

Es kann verschiedene Ursachen für die erhöhten Wassertemperaturen im Leitungsnetz der Wasserversorgung geben, deren Ursachen nachfolgend exemplarisch aufgezeigt werden.

Das Erdreich wird üblicherweise im Geothermie-Verfahren als Wärmespeicher genutzt, wobei die Wärme aus thermischen Solarzellen dem anstehenden Boden zugeführt wird. Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Temperaturen finden durch Wärmeleitung im anstehenden Boden statt. Die Wärmezuführung der Sonneneinstrahlung des Untergrundes erfolgt gleichmäßig über große Oberflächen in das Erdmaterial. Für die Energiespeicherung ist die jeweilige molare Wärmekapazität des Bodens verantwortlich, wobei der Wärmeverlust von der Leitfähigkeit der Erwärmung abhängig ist. Die Kapazität des Erdspeichers wird letztendlich durch die Mengendichte des Bodens charakterisiert indem sich die Temperaturverteilung durch das Wärmeleitvermögen mit den Geschwindigkeiten einer gedämpften Temperaturwellenfrequenz ausbreiten.

Jahreszeitlich bedingt dringt die Hitzewärme in den Untergrund ein bevor die Temperaturen wieder allmählich aus dem Speichervolumen des Bodens entweichen.

D.h. das Temperaturprofil im Untergrund verändern sich in zeitlicher Abhängigkeit der thermischen Hochphasen mit Spitzenwerten der Einwirkung von Sommer bis in den Herbst hinein und erwärmt den Boden bis in oberflächennahe Erdschichten. Hierdurch erfolgt die Weitergabe der Wärme an andere Medien, wie z.B. an Kaltwasserleitungen mit den resultierenden Merkmalen.

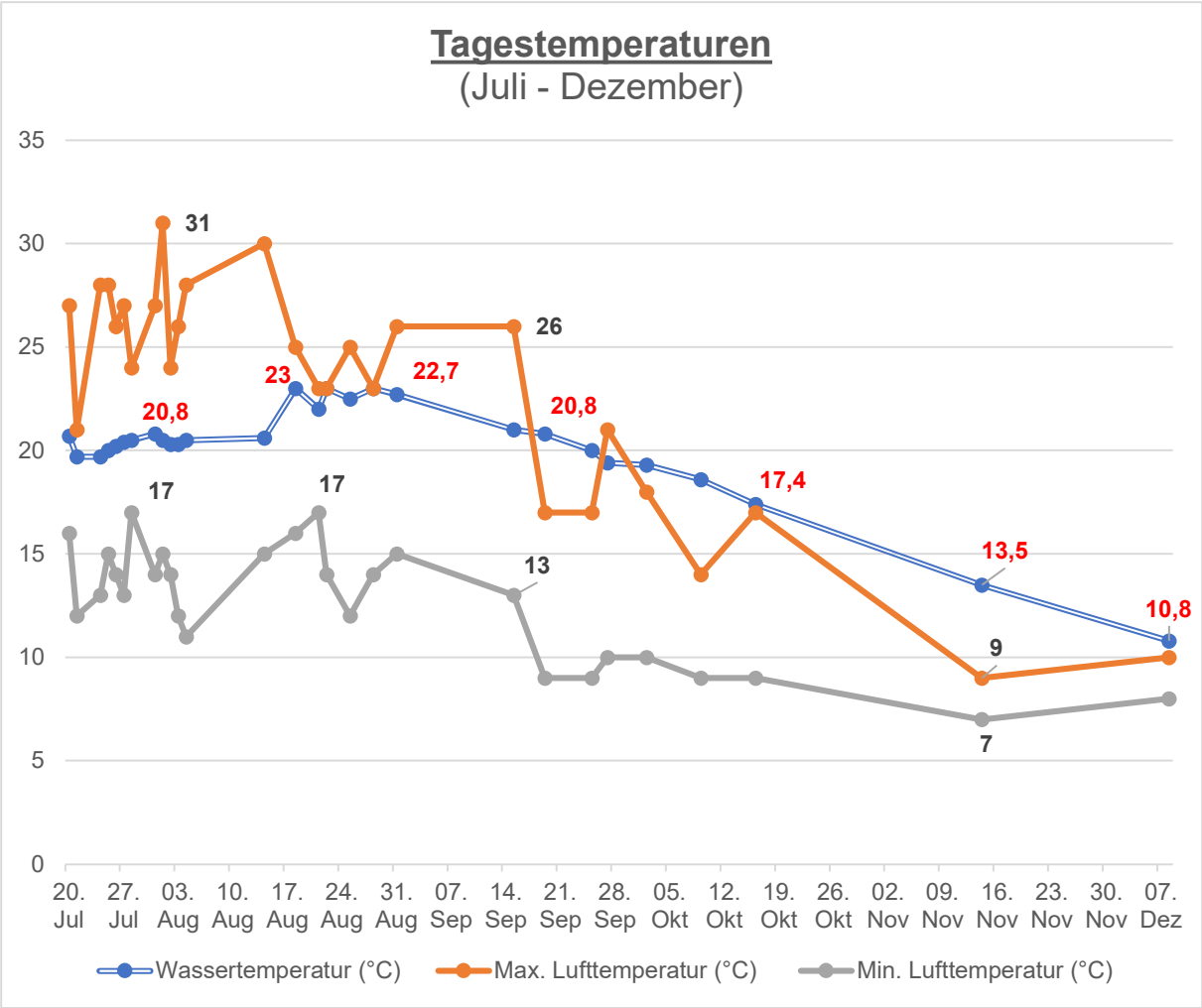

Abbildung 4: Jahreszeitlicher Temperaturverlauf im Verhältnis Wasser- bzw. Lufttemperaturen

In der Sommerhitze 2020 (Juli / August) wurden bei Tageshöchsttemperaturen mit einem Spitzenwert von 38,7 °C (9.8.2020) eine Erwärmung von über 60 °C an den Belagsoberflächen von Verkehrsflächen gemessen, die an darunter liegende Erdschichten mit den unterirdischen Infrastruktureinrichtungen abgeleitet wurden.

Empirische Werte zeigen die Problematik bei sommerlichen Höchsttemperaturen auf, wobei die Temperaturen von Rohrleitungsnetzen der öffentlichen Trinkwasserversorgung auf über 25 °C angestiegen sind und somit unangemessen, mit Beeinträchtigungen der hygienischen Grundanforderungen, bedenklich erwärmt haben.

Nachfolgend sind die Temperaturprofile der Rohrwandungen in den Schachthydranten mit den Abhängigkeiten zur Höhenlage (Höhe in m ü. NN) dargestellt:

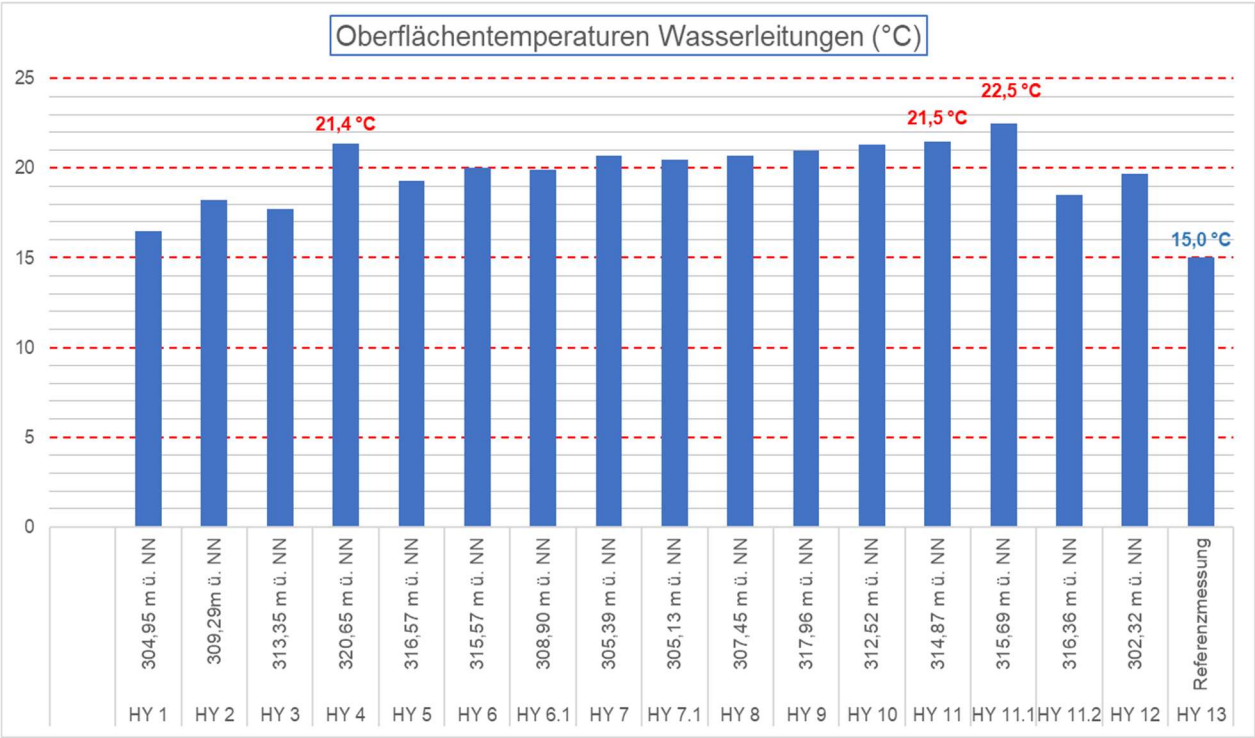

Abbildung 5: Temperaturen Wasserleitungen Schachthydranten mit Höhenlagen

Betriebsführung Verteilungsnetz der Wasserversorgung

Eine gesicherte Grundversorgung mit Trinkwasser kann infolge Zielnetzplanung aufgrund von nutzungsabhängigen Faktoren durch die Stagnation von Trinkwasser (geringe Wasserdurchsatzrate aufgrund demografischer Wandel) vermieden werden.

Darüber hinaus kann das Verteilungsnetz der Wasserversorgungsanlagen künftig verbrauchsabhängig zum Schutz vor Stagnation ausgelegt und ohne kostenintensiven Netzspülungen zur Einhaltung der Hygienebedingungen für Trinkwasser wirtschaftlich betrieben bzw. effektiver genutzt werden.

Somit können kontinuierlich erforderliche Netzspülung der Trinkwasserrohrleitungen entfallen und die daraus resultierenden Ausgaben für Betriebskosten zur Instandhaltung und Wartungsarbeiten am Verteilungsnetz eingespart werden.

Daseinsvorsorge der Hygienebedingungen im Trinkwasserverteilungsnetz

Zur Aufrechterhaltung unserer elementaren Lebens- und Sicherheitsstandards in der öffentlichen Trinkwasserversorgung sind zukünftig Anpassungsstrategien der baulichen Infrastrukturanlagen unter den benannten Klimaveränderungen und dem demografischen Wandel notwendig. Hierzu können nachfolgende Modifikationen der technischen Anforderungen und betriebswirtschaftlichen Bedingungen im Wasserversorgungssektor als Einzel- oder Kombinationsmaßnahmen erforderlich werden:

- Verbrauchsabhängige Rohrdimensionierung (Netzoptimierung)
- Rohrdämmung von Wasserleitungsrohren mit Armaturen
- Anpassung Tiefenlage Trinkwasserverteilungen
- Verbesserte Durchströmung mittels Ringleitungsnetz
- Entkopplung Löschwasserversorgung vom Trinkwassernetz
- Gezielte Netzspülung mit Brauchwassernutzung zur Bewässerung

Zusammenfassung

Trinkwasser muss in Deutschland gesetzlichen Bestimmungen gemäß der Trinkwasserverordnung und darüber hinaus den DIN-Vorschriften genügen. Dabei sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Wasserwirtschaft anzuwenden.

Aufgrund des Klimawandels mit Temperaturanstieg haben sich Umstände und Anforderungen auch bei unterirdischen Infrastrukturen verändert. Hierzu zählt die öffentliche Wasserversorgung mit den zahlreich verzweigten Leitungsnetzen, die dem Verbraucher einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung stellen sollte.

Das Rohrleitungsnetz erfährt aufgrund Stagnation und starker Erhitzung in den Sommermonaten einen Temperaturanstieg im Wärmespeicher Erdboden, der das

Trinkwasser in hygienische Hinsicht bedenklich beeinflussen kann. Hierdurch können Gesundheitsgefährdungen mit chemischer und mikrobiologischer Verkeimungen im Leitungsnetz in der Trinkwasserverteilung entstehen.

Durch geeignete Maßnahmen müssen daher negative Auswirkungen durch die Implementierung von Anpassungsstrategien kompensiert werden.

Die Wasserhygiene in den Verteilungsleitungen von Trinkwasserversorgungen wird durch die Optimierung einer bedarfsgerechten Auslegung von Rohrquerschnitten gewährleistet und die seitherigen Netzspülungen werden aufgrund reduzierter Leitungsdimensionierungen zukünftig eingespart und wertvolle Ressourcen von aufbereitetem Trinkwasser geschont.

Weiterhin wird eine gesonderte Löschwasserversorgung durch die örtliche Abkopplung vom Trinkwasserverteilungssystem bereitgestellt und infolge Zielnetzplanung der Wasserversorgung aufgrund von nutzungsabhängigen Faktoren die Stagnation von Trinkwasser mit geringer Wasserdurchsatzrate aufgrund Auswirkungen des Wandels vermieden.

Die Wasserwirtschaft bedarf in der Zukunft einer Modifikation um letztendlich Methoden und Strategien zur Anpassung an die veränderten Lebensbedingungen und technischen Anforderungen sowie Gegebenheiten zu generieren.

Sachverständiger Wasserwirtschaft
Michael Schweizer M.Eng. / M.Sc. (Wasser + Umwelt)
Instandhaltungsmanagement von Rohrleitungssystemen

Wurzelbachweg 6
74632 Neuenstein / Baden-Württemberg
email: Mika.Schweizer@t-online.de
Homepage: **www.Rohrleitungsmanagement.de**