

# ZUSTANDSDETEKTION IN DER TRINKWARMWASSERINSTALLATION MITTELS TEMPERATURHALTEBAND

Martin ALTENBURGER\*<sup>1</sup>, Joachim SEIFERT<sup>2</sup>, Marcel RÖSCHKE<sup>3</sup>

## Inhalt

Die Bereitstellung von Trinkwarmwasser in Mehrfamilienhäusern erfolgt häufig über eine zentrale Trinkwassererwärmung (TWE), welche über Verteilleitungen die einzelnen Zapfstellen versorgt. Kommt es in dieser Trinkwasserinstallation (TWI) zum Abkühlen des Wassers, kann dies durch ein gesteigertes Wachstum von Legionellen (*Legionella pneumophila*) zu negativen hygienischen Auswirkungen führen [1]. Um diese und daraus folgende gesundheitliche Probleme zu vermeiden, sind auf Basis der aktuellen Normen bestimmte Temperaturen (Austrittstemperatur aus TWE von  $\vartheta_{TWW} = 60\text{ °C}$  und maximale Absenkung um  $\Delta\vartheta_{TWW} = 5\text{ K}$  in der Verteilleitung) sicherzustellen [2]–[4]. Dazu können Zirkulationssysteme aber auch Temperaturhaltebänder (THBs) eingesetzt werden, welche die notwendige Energiezufuhr auf zwei verschiedenen Wegen sicherstellen [5]. Entweder zentral durch die TWE oder dezentral durch eine selbstregulierende, elektrische Widerstandsheizung.

Das System des THBs bietet aufgrund seiner temperaturabhängigen Eigenschaften die Möglichkeit, aus aufgenommenen Messdaten den Systemzustand der TWI abbilden zu können. Diese Zustandsdetektion beinhaltet zwei Teilaspekte: die Ermittlung der Temperatur und die Erkennung von Zapfereignissen, welche gesondert zu betrachten sind und nachfolgend vorgestellt werden. Die Kenntnis über beide Aspekte ermöglicht in der Folge eine Verbesserung in der Betriebsführung, wie ein Monitoring der Betriebsparameter in Bezug auf die Grenzwerte der hygienischen Qualität und entsprechende Reaktionen, die Optimierung der Wärmebereitstellung der zentralen TWE durch eine Ableitung von Nutzungsprofilen aber auch der Anpassung des Betriebs des THBs selbst.

Im Kontext der datengetriebenen Betriebsoptimierung dezentraler Anlagen ist die Nutzung einer stabilen Kommunikation und Administration notwendig. Im Projekt wird daher als Kommunikationsplattform für die Datenerfassung als auch die Ansteuerung zur Betriebsanpassung des THB das N5GEH [6] genutzt, welches für die Verwaltung von IoT-Geräten und den Datenaustausch mit diesen entwickelt wurde. Durch die Verwendung dieser Plattform ist es über eine einheitliche Schnittstelle möglich, sowohl Daten für eine Auswertung abzurufen als auch Steuersignale zu übermitteln, sodass die Entwicklung von Micro-Services erheblich erleichtert wird.

## Methodik

Die zentrale Fragestellung des Beitrages ist: „Können die Messdaten eines Temperaturhaltebandes für die Zustandsdetektion einer Trinkwarmwasserinstallation genutzt werden?“ Um diese Frage zu beantworten, wurde ein Versuchsstand errichtet mit dem verschiedene Situationen nachgebildet werden können. Die Messergebnisse dienen hierbei einerseits zur Ableitung der notwendigen Zusammenhänge zur Ermittlung von Algorithmen als auch als Grundlage für die Modellbildung.

Im Folgenden wird jeweils kurz auf die Datenauswertung und Entwicklung von Algorithmen für die beiden Teilaspekte (Ermittlung von Temperaturen, Detektion von Zapfereignissen) eingegangen.

### *Ermittlung der Systemtemperaturen der TWI*

Am Markt verfügbare THBs (Beispiel Raychem [7]) werden zyklisch betrieben, d.h. der Betriebszustand wechselt zwischen an- und ausgeschaltet. Der zeitliche Anteil orientiert sich dabei an der notwendiger

---

<sup>1</sup> Technische Universität Berlin Hermann-Rietschel-Institut, Marchstr. 4 10587 Berlin, Tel: +49 30 314-77059, E-Mail: martin.altenburger@tu-berlin.de, Web: <https://n5geh.de/twe-flex/>

<sup>2</sup> Technische Universität Dresden Institut für Energietechnik, Helmholtzstraße 14 01062 Dresden, Tel: +49 351 463-34909, E-Mail: Joachim.Seifert@tu-dresden.de, Web: <https://n5geh.de/twe-flex/>

<sup>3</sup> Technische Universität Dresden Institut für Energietechnik, Helmholtzstraße 14 01062 Dresden, Tel: +49 351 463-34262, E-Mail: marcel.roeschke@tu-dresden.de, Web: <https://n5geh.de/twe-flex/>

Wärmezufuhr zur Einhaltung der genannten Temperaturgrenzwerte. Das System schwingt also ständig, sodass dies bei der Datenaufbereitung zu beachten ist. Aus der Steuerbox des THBS sind elektrische Messdaten des elektrischen Widerstandes und der elektrischen Leistung abrufbar, wobei vor allem der elektrische Widerstand aufgrund der fortlaufenden Messung einen kontinuierlichen Rückschluss auf dem Systemzustand zulässt.

Die genannten Messgrößen und Bedingungen erfordern verschiedene Berechnungsschritte:

- Ermittlung der Temperatur des THB über eine Widerstandskennlinie
- Ermittlung des Schwingungsanteils der Temperatur des THB
- Ermittlung der Übertemperatur des THBs gegenüber dem Trinkwarmwasser

Für die genannten Berechnungsschritte wurden die unbekanntenen Größen detektiert und anhand von Versuchen im Labor bestimmt, sodass ein Algorithmus implementiert werden konnte.

### **Detektion von Zapfereignissen**

Auf Basis der Messdaten sind folgende Ansätze zu Detektion von Zapfereignissen denkbar, welche auf verschiedenen Zusammenhängen aufbauen:

- 1) Detektion anhand von Temperaturänderungen in der Verteilleitung
- 2) Detektion anhand des mittleren Widerstandes bei bekannter Temperatur

Die Detektion in Variante 1) erkennt Temperaturanstiege, die bei Zapfvorgängen auftreten, da die Temperatur der TWE aufgrund aktueller rechtlicher Anforderungen (vgl. DIN DIN 1988-200 2012 [2]) über der Haltetemperatur in der Verteilleitung liegt. Variante 2) hingegen nutzt den Zusammenhang, dass der Wärmeübergang vom Rohr ins Medium vom Stillstand zu Situationen mit Durchfluss ansteigt und damit die elektrische Leistung des THB zunimmt.

### **Ergebnisse**

Die beiden vorgestellten Analysen, der Temperaturermittlung und Detektion von Zapfereignissen zeigen, dass ein THB als Sensor genutzt werden kann, die Ergebnisse jedoch eine höhere Abweichung aufweisen als es bspw. ein fest verbauter Temperatur- oder Volumenstromsensor. Auf der anderen Seite wird durch die Nutzung vorhandener Technologie ein Mehrwert geschaffen, der ohne deutliche Steigerung des Installationsaufwands den Informationsgehalt über das Gebäude für nachfolgende Betriebsoptimierungen erhöht.

### **Danksagung**

Dieser Beitrag entspringt aus dem Vorhaben TWE-Flex, das mit Mitteln des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03EN1056-A gefördert wurde.

### **Referenzen**

- [1] H. Müller, N. Zacharias, C. Schreiber, S. Völker, und T. Kistemann, „Erkennung und Bekämpfung von vorübergehend unkultivierbaren Pathogenen in der Trinkwasser-Installation: Teilprojekt 1“, Universität Bonn - Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Bonn, 2014.
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e. V., „DIN 1988-200“. Beuth Verlag GmbH, Mai 2012.
- [3] S. B. Löwe, „Risikofaktoren in Trinkwasser-Installationen für das Vorkommen von Legionellen“, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 2019. Verfügbar unter: <https://hdl.handle.net/20.500.11811/7735>
- [4] H. E. Müller, *Legionellen - ein aktuelles Problem der Sanitärhygiene Infektion und Bekämpfung*. Ehningen bei Böblingen: expert-Verl., 1992.
- [5] M. Knorr und J. Seifert, „Energetische Gesamtsystemanalyse von Trinkwarmwassererzeugungs- und Verteilsystemen“, *GI - Gebäudetechnik. Innenraumklima*, Nr. Jg.134, Nr. 1, S. 66–74, März 2013.
- [6] J. Seifert u. a., „National 5G Energy Hub - Einführung zukunfts-trächtiger Kommunikationsstandards in der Energietechnik“, Technische Universität Dresden, Dresden, Mai 2021. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2314/KXP:1802513477>
- [7] nVent Thermal Germany GmbH, „Selbstregelndes HWAT-Heizband | nVent RAYCHEM“. Verfügbar unter: <https://www.nvent.com/de-de/raychem/products/hwat-self-regulating-heating-cable-0>