

BAT G_23_08

Betrachtung von Wasserspeichern mit innenliegenden Wärmeübertragern

Die Anforderungen an die Gebäudetechnik unterliegen dem Wandel der gesellschaftlichen Normen und der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Die Warmwasserversorgung hat mit dem Streben nach energiesparenden und nachhaltigen Heizungssystemen neue Betriebsbedingungen und Temperaturanforderungen erfahren. Gleichzeitig besteht eine erhöhte Sensibilität gegenüber der Warmwasserhygiene und Personensicherheit. Moderne Heizungskonzepte erfordern zunehmend tiefe Rücklauftemperaturen, gleichzeitig wurden die Temperaturanforderungen zur Sicherstellung der Warmwasserhygiene in den revidierten Normen strikter. In der vorliegenden Arbeit wird die Vereinbarkeit der Anforderungen an die Warmwasser- und Rücklauftemperaturen bei der Verwendung von Warmwasserspeichern mit innenliegenden Rohrwärmeübertragern untersucht.

Ausgangslage

Der aktuelle Stand der Technik zur Einhaltung der lebensmittelrechtlichen Hygieneanforderungen in Warmwasserspeichern wird mitunter in den SIA Normen 385/1 (2020), 385/2 (2015) und in der SVGW W3/E3 (2020) abgebildet. Die zulässige Temperatur des Brauchwarmwassers beträgt in diesen Normen grundsätzlich $>55^{\circ}\text{C}$, Speicherbereiche mit tieferen Temperaturen dürfen nur in einem beschränktem Teilvolumen vorliegen. Die Anschlussverträge der Fernwärmenetze begrenzen die maximal zulässige Rücklauftemperatur. Der von QM-Fernwärme herausgegebene Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen spricht Empfehlungen aus, anhand derer Wasserspeicher mit innenliegenden Wärmeübertragern Rücklauftemperaturen von 45°C einhalten sollen. Die Empfehlungen sind jedoch nur Umschreibungen der Lösungsansätze, die dem Fachplaner keine konkreten Auslegungsgrundlagen bieten.

Vorgehen

Mit einer vereinfachten Modellierung und anschliessenden numerischen Simulation in Python werden theoretische Erkenntnisse über das Ladeverhalten von Warmwasserspeichern mit innenliegenden Rohrwärmeübertragern gewonnen. Als Grundlage für das Speichermodell dienen auf dem Markt verfügbare Serienspeicher, welche den Empfehlungen von QM-Fernwärme entsprechen. Der Modellierung wird ein bestehendes Berechnungsmodell zugrunde gelegt, welches an die Anforderungen der Fragestellung angepasst in vier Modellvarianten erweitert wird. Vor der Simulation werden die verwendeten Näherungsgleichungen und Nusselt-Funktionen zur Berechnung der konvektiven Wärmeübergänge in einer Parameterstudie untersucht. Die Modellvarianten verwenden unterschiedliche Berechnungsansätze und Detailierungsgrade. Speicher und Wärmeübertrager werden in 1D Modellen vertikal, in den 2D Modellen vertikal und horizontal unterteilt. Die Berechnungszeitschritte betragen ca. 1 oder 15 Sekunden. Der Wärmedurchgang wird iterativ über die beidseitigen Wärmeübergänge angenähert, welche von den Temperaturen der Oberflächen und Fluide abhängig sind. Die Speicherladung wird in allen Modellvarianten simuliert. Die Ergebnisse werden zur Plausibilisierung mit Angaben aus der Fachliteratur abgeglichen und zur Auswertung der Fragestellung gegenübergestellt.

Erkenntnisse

Mit den Simulationsergebnissen der ausgearbeiteten Modellspeichervarianten liegen Erkenntnisse vor, die eine erste Abschätzung über das Ladeverhalten von Warmwasserspeichern mit innenliegenden Wärmeübertragern ermöglichen. Nach 45 Minuten wird der Grenzwert von 45°C im Rücklauf erreicht, zu dem Zeitpunkt sind 45% des Bereitschaftsvolumen über 55°C erwärmt (Abbildung 1 und 2). Dies entspricht 36% des gesamten Speichervolumens. Nach 75 Minuten Ladezeit erreicht das gesamte

Bereitschaftsvolumen die benötigten 55°C. Die Rücklauftemperatur ist zu diesem Zeitpunkt auf 59°C angestiegen, wodurch die Temperaturanforderung des Rücklaufs während 40% der Ladezeit um bis zu 14 K überschritten wird.

Die Interpretation der Simulationsergebnisse hinsichtlich der Normen und der Empfehlungen der Fernwärmebranche deuten darauf hin, dass eine Diskrepanz zwischen den Hygieneanforderungen und den Lösungsansätzen der Fernwärmetechnik besteht. Die vorliegenden Erkenntnisse sind aufgrund der fehlenden Validierung mit reale Messdaten jedoch nicht belastbar und als begründete Vermutung zu betrachten. Zudem vernachlässigen die Modellannahmen physikalische Vorgänge, die einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf der Speicherladung haben dürften. Dies ist in weiterführenden Untersuchungen zu beachten und zu überprüfen.

Oliver Truninger

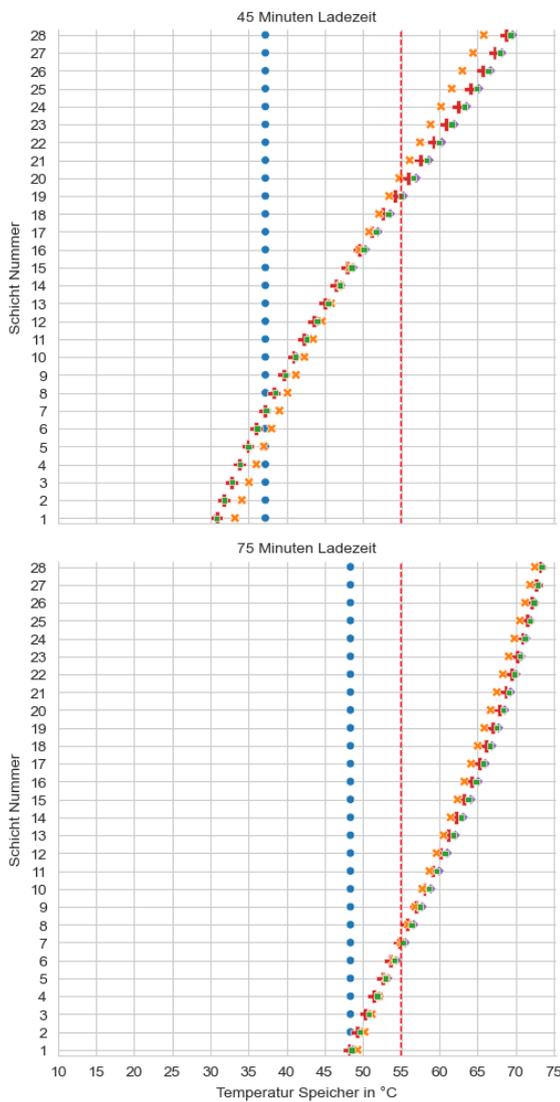


Abbildung 1: Temperaturverlauf Warmwasser der verschiedenen Modellvarianten über die Speicherhöhe nach 45 und 75 Minuten Ladezeit.

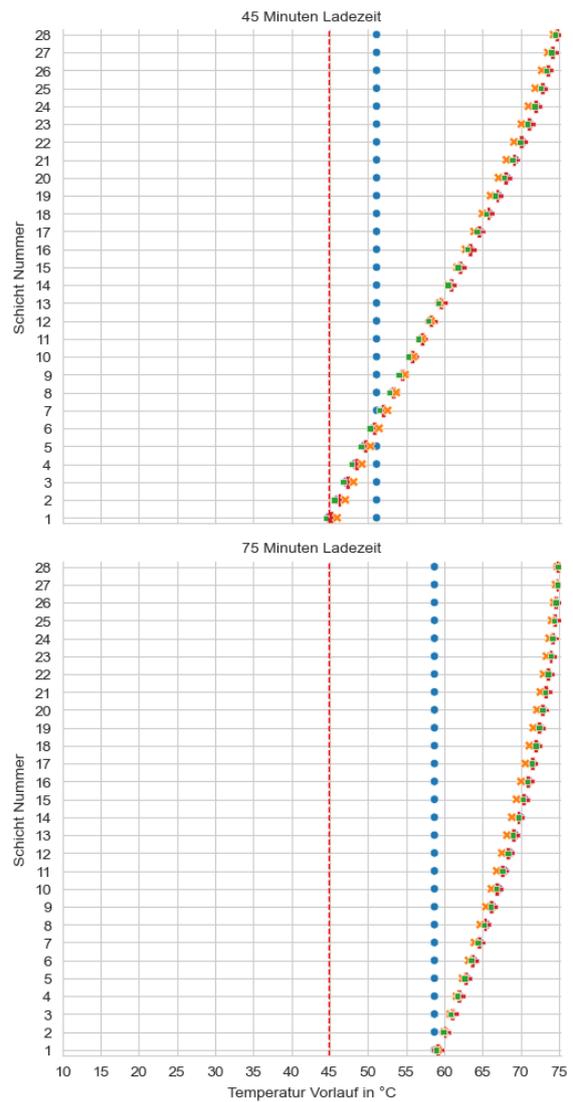


Abbildung 2: Temperaturverlauf Heizungswasser der verschiedenen Modellvarianten über die Speicherhöhe nach 45 und 75 Minuten Ladezeit.