BAT G_23_04

Untersuchung von effizienten Zirkulationserwärmungssystemen

Wassererwärmungsanlagen müssen die gestiegenen Komfort- und Hygieneforderungen erfüllen. Um die Ausstosszeiten einhalten zu können, werden Zirkulationssysteme verbaut. In ihrer konventionellen Ausführung verursachen diese Systeme jedoch eine Durchmischung der Speicherschichten. Ein Durchmischen der Speicherschichten führt zum häufigen Nachladen durch den BWW-Erzeuger. Dabei muss der BWW-Erzeuger mit hohen Rücklauftemperaturen arbeiten. Diese hohen Rücklauftemperaturen sorgen für einen Verlust der Effizienz.

Das Ziel der Bachelorarbeit bestand darin neue Konzepte zu erarbeiten, die eine energieeffiziente Warmwasserversorgung ermöglichen. Neben der Energieeffizienz wurden Kriterien wie Hygiene, Komfort, Fähigkeit zur Warmwasserbereitstellung, Kosten und Betriebssicherheit betrachtet.

Lösungsvarianten

Erforscht wurde das Konzept in drei Varianten in einem Versuchsaufbau im Labor des IGE der Hochschule Luzern. Alle Varianten verfolgen das Konzept der speicherexternen Zirkulationsnacherwärmung durch eine Zirkulationswärmepumpe. Die Varianten unterscheiden sich in der hydraulischen Einbindung und Betriebsart.

Messresultate

Zur Gewinnung von Erkenntnissen wurden diverse Messungen durchgeführt. Die Prinzipschemata und die Temperaturverläufe der drei untersuchten Varianten sind in Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. In grau hinterlegt sind die Temperaturverläufe der konventionellen Zirkulation. In allen abgebildeten Varianten wurde die Zirkulation in den Warmwasserspeicher zurückgeführt. In der Bachelorarbeit wurde ebenfalls die Rückführung in die Warmwasserleitung untersucht.

Zirkulationswärmepumpe mit Puffer (4)

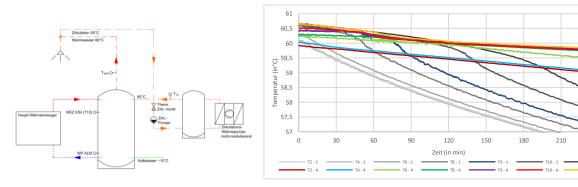


Abbildung 1: Prinzipschema und Temperaturverlauf – Zirkulationswärmepumpe mit Puffer (Szenario 4)

Modulierende Zirkulationswärmepumpe (3C)

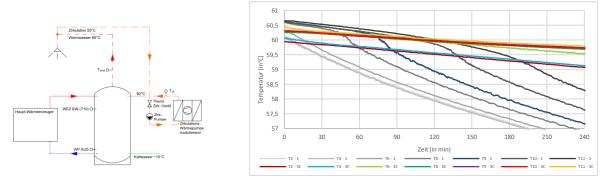


Abbildung 2: Prinzipschema und Temperaturverlauf - Modulierende Zirkulationswärmepumpe (Szenario 3C)

Die Varianten «modulierende Zirkulationswärmepumpe» und «Zirkulationswärmepumpe mit Puffer» weisen störungsarme, konstante Temperaturverläufe auf hohem Temperaturniveau auf. Die Temperaturverläufe dieser beiden Varianten sind sich ähnlich.

Nicht-modulierende Zirkulationswärmepumpe mit hydraulischer Entkoppelung (3A)

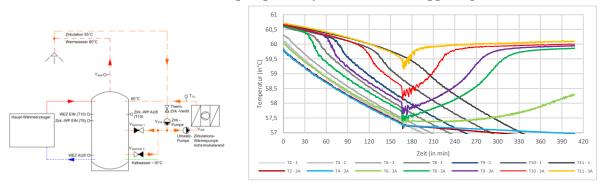


Abbildung 3: Prinzipschema und Temperaturverlauf - Nicht-modulierende Zirkulationswärmepumpe mit hydraulischer Entkoppelung (Szenario 3A)

Die nicht-modulierende Zirkulationswärmepumpe mit hydraulischer Entkoppelung hingegen zeigt einen anderen Temperaturverlauf. Die Zirkulationswärmepumpe wird erst aktiviert, sobald die Temperatur bei dem EIN-Fühler (T9) unter 58 °C fällt. In dieser Phase von etwa drei Stunden wird konventionell zirkuliert, sodass in dieser Zeit die Temperaturen fallen. Eine Optimierung der hydraulischen Einbindung und der Speicherfühlerplatzierung bei dieser Variante wurde angedacht und könnte in einer weiterführenden Arbeit untersucht werden.

Schlussfolgerungen

Der Vergleich der Abbildungen zeigt, dass zwar alle untersuchten Varianten im Vergleich zur konventionellen Zirkulation eine wesentliche Verbesserung der unterschiedlichen Kriterien ermöglichen. Dennoch sind die Varianten «Zirkulationswärmepumpe mit Puffer» und «modulierende Zirkulationswärmepumpe» auf Grund ihrer kontinuierlichen Temperaturverläufe mit geringerer Beeinflussung der Schichtung zu bevorzugen. Ihre Schichtung wirkt sich positiv auf folgende Kriterien aus:

- Energieeffizienz. Durch Gewährleisten einer guten Speicherschichtung kann ein häufiges Nachladen mit hohen Rücklauftemperaturen durch die BWW-Wärmeerzeugung verhindert werden. Dadurch verbessert sich die Energieeffizienz der Warmwasserversorgung.
- Warmwasserbereitstellung. Exergetische Betrachtungen zeigen, dass im Messintervall hohe Warmwassertemperaturen im Spitzendeckungsvolumen und im ganzen Speicher gewährleistet werden können.
- **Hygiene.** Das konstant hohe Temperaturniveau bietet ebenfalls gute hygienische Bedingungen.
- **Komfort.** Es konnten keine schwankenden Warmwassertemperaturen beobachtet werden. Die Rückführung der Zirkulation in den Warmwasserspeicher ist der Rückführung der Zirkulation in die Warmwasserleitung vorzuziehen. Die Rückführung in die Warmwasserleitung ist jedoch auch möglich.
- **Kosten.** Auf Grund einer verbesserten Effizienz können die höheren Investitionskosten durch niedrigere Betriebskosten ausgeglichen werden.
- **Betriebssicherheit.** Bei Umsetzung des Konzeptes müssen die ermittelten Anforderungskriterien mit den Herstellern der Zirkulationswärmepumpe abgesprochen werden.

Die Dimensionierung der Zirkulationswärmepumpe ist abhängig von den Leistungsverlusten der Zirkulation. Eine Marktanalyse zeigt, dass in kleinen Leistungsbereichen von unter 1.8 kW kaum modulierende Wärmepumpen, jedoch Wärmepumpen mit Puffer (Warmwasser-Wärmepumpen) verfügbar sind.

Sandro Nagl und Dominik Senn