

Energieeffizienz und Legionellenschutz

Temperaturen für Trinkwasser warm als Hürde für Wärmepumpen absenken

Wärmepumpen sind eine Schlüsseltechnologie für die klimaneutrale Aufstellung des Gebäudesektors in Deutschland bis 2050. Zu diesem Schluss kommt ein Bericht des Umweltbundesamtes ^{1/}. Eine beträchtliche Hürde beim Einbau monovalenter Wärmepumpen in Objektbauten bilden die hohen Systemtemperaturen des Trinkwassers warm, die dem Legionellenschutz dienen. Ihre Absenkung könnte mit einem digital vernetzten Trinkwassermanagementsystem mit Ultrafiltration technisch und praktisch möglich werden.



Für einen klimaneutralen Gebäudesektor bis 2050 muss der Einsatz von Wärmepumpen auch im Geschosswohnungsbau forciert werden. Die hohen Systemtemperaturen von Trinkwasser warm stehen dem bislang im Weg.

Mit dem Einstieg in die CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger ab 2021 müssen TGA-Fachplaner die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes stärker denn je im Fokus haben. Neben dem ökologischen Aspekt nimmt auch der ökonomische an Bedeutung zu: Der Einsatz regenerativer Energieträger ist elementar, um die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes in puncto Betriebskosten langfristig auf niedrigem Niveau stabil zu halten. Wärmepumpen, die auch für

Objektbauten ausreichend Leistung bieten, sind dabei laut Umweltbundesamt (UBA) eine Schlüsseltechnik ^{1/}. Allerdings „klemmt“ der Schlüssel insbesondere bei Mehrfamilienhäusern und ähnlichen Objekten, um die Tür zu einem klimaneutralen Gebäudebestand weiter aufzustoßen. Hauptgrund ist das Temperaturniveau von Trinkwasser warm zum Schutz vor Legionellen und der Vermehrung anderer gesundheitsschädlicher Bakterien.

Wärmepumpen arbeiten am effizientesten mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Dies passt nicht zu den erforderlichen 60 °C am Austritt von Trinkwassererwärmern. Wärmepumpen erreichen damit keine ausreichend hohe Jahresarbeitszahl (JAZ) ge-



Die Nutzungstemperatur von PWH liegt mit etwa 40 °C deutlich unter den notwendigen Systemtemperaturen zum Legionellenschutz. Ein Absenken der Systemtemperatur ohne hygienische Risiken ist über das Trinkwassermanagementsystem AquaVip Solutions von Viega möglich.

mäß den Förderbedingungen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)¹. Abgesenkte Systemtemperaturen von Trinkwasser warm hingegen würden Wärmepumpen auf breiter Front zu mehr Wirtschaftlichkeit verhelfen. Technisch und praktisch möglich ist das durch ein digital vernetztes Trinkwassermanagementsystem mit Ultrafiltration, wie jetzt in Pilotanlagen nachgewiesen wurde.

Legionellenschutz – Hürde für Energieeffizienz

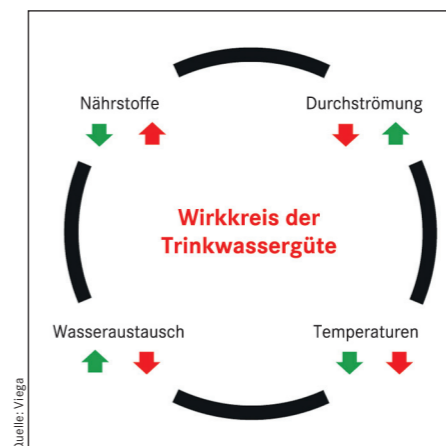
Der Temperaturhub zwischen Wärmequelle und erforderlicher Vorlauftemperatur ist die maßgebliche Einflussgröße für die Effizienz von Wärmepumpen, ausgedrückt in der Leistungszahl beziehungs-

weise dem Coefficient of Performance (COP). Zur Deckung der Heizlast in Effizienzhäusern mit Fußbodenheizung ist in der Regel eine Vorlauftemperatur von 35 °C ausreichend. Das passt ideal zum Leistungsprofil einer Wärmepumpe, deren typischer COP (Luft/Wasser-Wärmepumpe) bei 3,5 liegt – ausgehend von 2 °C Außenlufttemperatur (A2/W35 = COP 3,5). Diese Leistungszahl zur Bewertung der Effizienz einer Wärmepumpe – auf dem Prüfstand ermittelt nach DIN EN 14511 – sagt aus: Die eingesetzte elektrische Leistung der Wärmepumpe erzielt das 3,5-fache an nutzbarer Heizwärme bei dem genannten Verhältnis von Außenluft- und Vorlauftemperatur, in diesem Beispiel ein Temperaturhub von 33 K.

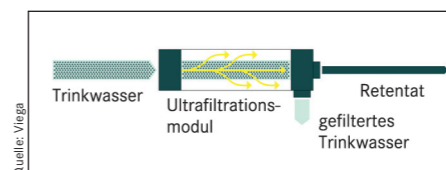
Der COP einer Wärmepumpe ist allerdings nur ein „Laborwert“ und wird erst aussagefähig, wenn er in die Berechnung der Jahresarbeitszahl (JAZ) einfließt. Dabei werden gebäudespezifisch die Dämmung, die Wärmeverteilung, die klimatischen Verhältnisse am Standort – und nicht zuletzt die Warmwasserbereitung einbezogen.

Die Effizienz einer Wärmepumpe sinkt hingegen rapide, wenn sie neben der Raumwärme auch die Trinkwassererwärmung vollständig abdecken soll, also bei einem monovalenten Betrieb. Der Hintergrund: Damit sich Bakterien – insbesondere Legionellen – nicht im Trinkwasser warm vermehren können, ist in großen Trinkwasserinstalltionen eine Temperatur von mindestens 60 °C am Ausgang des Trinkwassererwärmers und 55 °C im gesamten Zirkulationssystem sicherzustellen (DVGW-Arbeitsblatt W 551). Um das Trinkwasser von den üblichen 10 oder 12 °C Wassereintrittstemperatur am Hausanschluss auf dieses Niveau zu erwärmen, muss eine Wärmepumpe allerdings eine Vorlauftemperatur von etwa 65 °C liefern – ein Temperaturhub von 55 K. Der COP der zuvor genannten Referenzwärmepumpe sinkt jedoch bei einer Vorlauftemperatur von 65 °C auf 2,56 (A2/W55 = 2,56). Die Wärmepumpe muss also rund 36 % mehr elektrische Energie aufwenden, um die erforderliche Vorlauftemperatur zum Hygieneerhalt von Trinkwasser warm sicherzustellen. Dabei ist der konkrete Warmwasserbedarf im Mehrfamilienhaus, der in die JAZ einfließt, noch nicht berücksichtigt. Unter diesen Prämissen ist eine Wärmepumpe nicht wirtschaftlich zu betreiben.

Die Folge ist, dass in solchen Systemen bei gleichzeitiger Anforderung von Raumwärme und Warmwasser der Trinkwasser-



Wissenschaftliche Erkenntnisse belegen: Nährstoffe im Trinkwasser korrelieren mit den Parametern Durchströmung, Wasseraustausch und Wassertemperatur.



Die Reduzierung der Nährstoffe im Trinkwasser durch Ultrafiltration im Bypass von PWH-C ist die Basis für die Absenkungen der PWH-Temperatur und damit für die effiziente Nutzung von Wärmepumpen.

speicher häufig über Heizstäbe elektrisch nachgeheizt wird. Kann der Strombedarf dafür nicht durch eine eigene PV-Anlage regenerativ vor Ort gedeckt werden, ist diese Form der Warmwasserbereitung weder ökonomisch noch ökologisch. Daher ist ein monovalenter Betrieb von Wärmepumpen in größeren Objekten auch kaum anzutreffen. Stattdessen dominiert in Mehrfamilienhäusern nach wie vor der fossile Energieträger Gas mit 42,3 %. Zum Vergleich: Wärmepumpen sind nur in 0,7 % der Mehrfamilienhäuser installiert ^{2/}. Zwischenfazit: Die hohen Systemtemperaturen von Trinkwasser warm sind die größte Hürde, um die Nutzung fossiler Brennstoffe in Mehrfamilienhäusern zurückzufahren – und damit die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor weiter zu senken. Der beträchtliche Anteil unsanierter Mehrfamilienhäuser in Deutschland macht diesen Umstand umso bedeutsamer.

Dezentrale Trinkwassererwärmung hygienisch unsicher

Derzeit erfolgt in Mehrfamilienhäusern die Warmwasserbereitung zu zwei Dritteln über die zentrale Heizung. Zu einem Drittel ist dafür ein separates System installiert, in

Form elektrischer Durchlauferhitzer respektive Wohnungsstationen auf der Etage. Die dezentrale Trinkwasserbereitung ist allerdings keineswegs hygienischer als ein Zirkulationssystem. Im Gegenteil. In einer Mitteilung des Umweltbundesamtes vom 18. Dezember 2018 wurde dazu festgestellt: „Bislang werden dezentrale Trinkwassererwärmer als sicher im Hinblick auf eine Legionellenkontamination angesehen. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass es auch in dezentralen Trinkwassererwärmern und in den dahinterliegenden Leitungen zu einer Legionellenvermehrung kommen kann ^{3/}.

Eine monoenergetische Lösung auf Basis von Strom – eine Wärmepumpe für die Raumwärme und elektrische Durchlauferhitzer auf der Etage für die Warmwasserbereitung – könnte also zwar logisch erscheinen, um die Nutzung fossiler Brennstoffe im Gebäudebestand abzubauen. Unter dem Gesichtspunkt der Trinkwasserhygiene ist dieser Ansatz aber äußerst kritisch zu sehen.

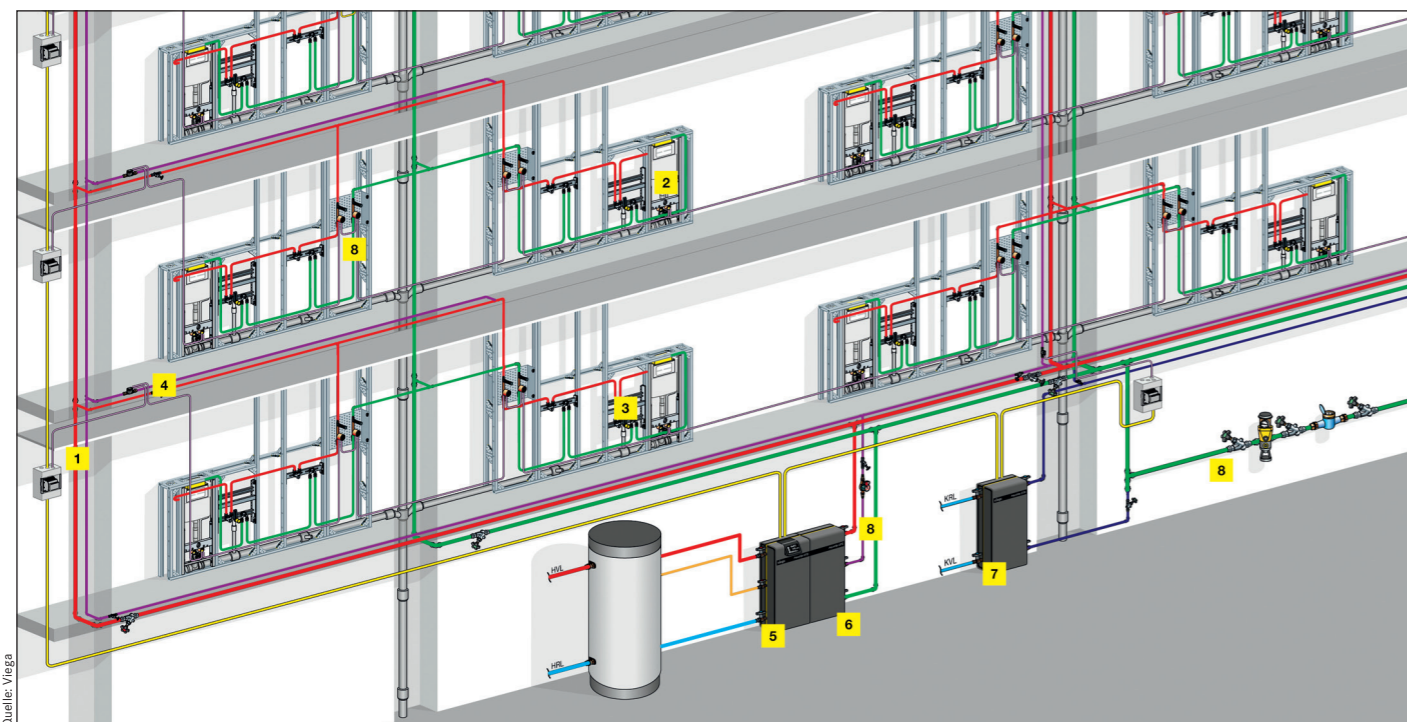
Reduzierung der Systemtemperatur denkbar

Warmwassertemperaturen ≥ 55 °C und Kaltwassertemperaturen ≤ 20 °C in Verbindung mit einem regelmäßigen Wasseraustausch definieren die einschlägigen Normen und Regelwerke aktuell als allgemein anerkannte Regel der Technik, um ein gesundheitsgefährdendes Bakterienwachstum in Trinkwasser-Installationen zu vermeiden. Allerdings lassen die Regelwerke auch Raum für technischen Fortschritt. Denn festgeschrieben ist nicht der Weg, wie die Trinkwasserhygiene sicherzustellen ist, sondern das Ziel. Es besteht gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) darin, „die menschliche Gesundheit vor den nachteiligen Einflüssen, die sich aus der Verunreinigung von Wasser ergeben, ... zu schützen“ ^{4/}. Daher räumt die DIN 1988-200 ein: „Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, auch mit anderen technischen Maßnahmen und Verfahren die Trinkwasserhygiene sicherzustellen. In diesen Fällen müssen die einwandfreien Verhältnisse durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden“ ^{5/}. Eine solche „andere technische Maßnahme“ ist das neue Trinkwassermanagementsystem AquaVip Solutions



Autor
Dr. Christian Schauer, Leiter des Kompetenzbereichs Trinkwasser, Corporate Technology, Viega, Attendorf

¹ Voraussetzung einer BAFA-Förderung für die Installation von Luft/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestand ist eine JAZ 3,5 und für die Installation in Neubauten von 4,5. (Quelle: www.bafa.de)



Digital vernetzte Überwachung der Parameter des Wirkkreises der Trinkwassergüte bei AquaVip Solutions: (1) AquaVip-Controller, (2) Prevista Dry-WC-Element mit integrierter AquaVip-Spülstation, (3) Prevista Dry-Waschtisch-Element mit AquaVip-Hygienespülmatur, (4) AquaVip-Zirkulationsregulierventil elektronisch, (5) AquaVip-Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE), (6) AquaVip-Ultrafiltrationsmodul (UFC), (7) bei Bedarf AquaVip-Durchfluss-Trinkwasserkühler (DTK), (8) AquaVip-Sensoren für Temperatur, Durchfluss und Wasserdruck

von Viega. Es vereint die Schutzziele Gesundheit und Klima, indem es die Hygienevorgaben der TrinkwV bei deutlich abgesenkten Systemtemperaturen sicherstellt. Ein Kernelement des Systems ist die Ultrafiltration, um die Gesamtzahl an Bakterien und das ihnen zur Verfügung stehende Nährstoffangebot in der Trinkwasser-Installation auf ein hygieneunkritisches Level zu verringern.

Den ökologischen Wert einer abgesenkten Trinkwasser-Temperatur macht eine Simulationsstudie deutlich /6/. Auf Basis eines sanierten Mehrfamilienhauses (KfW 70 mit 638 m² Wohnfläche) wurde der spezifische Energieaufwand (kWh/m²/a) einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (A7/W35 = COP 2,9) mit unterschiedlichen Systemen zur Trinkwassererwärmung ermittelt. Unter anderem wurde eine dezentrale, wohnungsweise Trinkwassererwärmung (45 °C) im Durchflussprinzip einer zentralen Trinkwassererwärmung (50 °C) mit Ultrafiltration gegenübergestellt. Trotz der höheren Vorlauftemperatur der zentralen Lösung mit Ultrafiltration war bei beiden Systemen der spezifische Energieaufwand der Wärmepumpe zur Bereitstellung von Raumwärme und zur Trinkwassererwärmung gleich hoch. Bei der Betrachtung der Trinkwassererwärmung lag der Energieaufwand der zentralen Erwärmung mit

Ultrafiltration sogar um 15 bis 20 % niedriger als bei der Lösung mit dezentralen Durchfluss-Trinkwassererwärmern.

Reduzierung der Systemtemperatur machbar

Der Nachweis, dass eine hygienisch stabile Trinkwasserverteilung bei abgesenkten Systemtemperaturen machbar ist, wird u. a. in dem Pilotprojekt Ev.-Luth. Gertrudenstift Baunatal bei Kassel erbracht. In diesem Seniorenpflegeheim mit rund 100 Plätzen bewährt sich seit 1,5 Jahren ein solches innovatives Energiekonzept, das 2018 mit dem Hessischen Staatspreis für innovative Energielösungen ausgezeichnet wurde: Luft/Wasser-Wärmepumpen decken den Wärmebedarf, der Betriebsstrom wird nahezu vollständig durch eine PV-Anlage geliefert. Wesentlicher Bestandteil der umfassenden Systemintegration ist allerdings eine Temperaturabsenkung des Warmwassers auf 48/45 °C. Nur dadurch können die Wärmepumpen effizient arbeiten.

Wesentliche Voraussetzung für die Reduzierung der Systemtemperatur um 10 K ohne Risiken für den Erhalt der Trinkwassergüte war dabei aber die ganzheitliche Betrachtung der Trinkwasserinstallation unter spezieller Beachtung von Wasserdynamik, Wasseraustausch und Temperatur-

haltung im Gesamtsystem. Dazu gehörte schon in der Planungsphase und in enger Abstimmung mit dem Betreiber die bedarfsgerechte Auslegung der Trinkwasserinstallation, die darüber hinaus klar strukturiert und zониert aufgebaut wurde. So ist bei bestimmungsgemäßem Betrieb schon bauseits ein regelmäßiger Wasseraustausch in allen Leitungsabschnitten gewährleistet. Zusätzlich wird die Trinkwasserverteilung im Gertrudenstift Baunatal durch ein engmaschiges Monitoring elektronisch überwacht. Fällt hier, z. B. aufgrund hygienekritischer Temperaturveränderungen oder nicht hinreichender Volumenströme, eine Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb auf, wird automatisch die Notwendigkeit einer entsprechenden Hygienespülung gemeldet. Bis hierhin deckt sich dies weitestgehend mit den etablierten Trinkwasserhygienekonzepten, wie sie dem aktuellen Erkenntnisstand folgend bereits für große Trinkwasserinstallationen in sensiblen Einrichtungen wie etwa Altenpflegeheimen oder Krankenhäusern üblich sind. Der entscheidende ergänzende Schritt zur Energieeffizienz steigernden Verringerung der Systemtemperaturen im Gertrudenstift Baunatal ist aber die Installation eines Ultrafiltrationsmoduls (UFC) im Bypass

des Zirkulationsrücklaufs (Technologie erhielt 2018 DGNB-Preis für Nachhaltigkeit). Es filtert die Mikroorganismen und Nährstoffe aus der Trinkwasserinstallation und entzieht so potenziellen Krankheitserregern die Lebensgrundlage. Das Ergebnis: Die Warmwasserbereitung erfolgt zentral für jede Zone über Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE) mit Wärmetauscher. Die notwendige Primärenergie dafür liefert eine Luft/Wasser-Wärmepumpe, die dank Absenkung der Temperatur für Trinkwasser warm im Vorlauf auf nur 48 °C eine deutlich höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) erreicht und so im Betrieb besonders wirtschaftlich, vor allem aber ressourcenschonend arbeitet. So will der Gesetzgeber die Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere durch Wärmepumpen, im Gebäudesektor vorantreiben. In energieeffizienten Ein- und Zweifamilienhäusern steht dem wirtschaftlichen Betrieb von Wärmepumpen schon heute nichts im Weg. In Mehrfamilienhäusern stellen jedoch die aus hygienischer Sicht erforderlichen hohen Temperaturen für Trinkwasser warm von 60/55 °C eine beträchtliche Hürde dar. Diese lässt sich aber durch eine Absenkung um bis zu 10 K erfolgreich nehmen, wie auch das Projekt in Baunatal bei Kassel zeigt. Wesentlicher Bestandteil ist dabei die Reduzierung von Mikroorganismen und Nährstoffen im Trinkwasser durch Ultrafiltration. Ein solches System macht den Einsatz von Wärmepumpen in Objektbauten wirtschaftlich und bietet beim Erhalt der Trinkwassergüte systemische sowie auch hygienische Vorteile gegenüber einer dezentralen Trinkwassererwärmung.

Fazit

Mit der 2021 startenden Bepreisung von CO₂-Emissionen fossiler Energieträger werden für fossil basierte Wärmesysteme die Betriebskosten kontinuierlich steigen. Im Gegenzug sinken die Stromaufschläge, die Antriebsenergie von Wärmepumpen wird also verbilligt.

Literatur

- /1/ Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus, Abschlussbericht, UBA, TEXTE 132/2019, Oktober 2019
- /2/ Cischinsky, H.; Diefenbach, N.: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016 Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand; Fraunhofer IRB Verlag 2018
- /3/ Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA), Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern; 12/2018
- /4/ Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 01/2018, § 1
- /5/ DIN 1988-200, Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Abs. 9.1 und 3.2.2, Beuth, Berlin, 05/2012
- /6/ Herkel S.: Energieperformance in Planung und Betrieb, In: van Treeck, C.; Kistemann T.; Schauer, C.; Herkel S.: Elixmann R. (Hrsg.): Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau und Betriebsprozesse, Springer Verlag Berlin, 2018, S. 309 – 310

