

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

Weiterentwicklung neuartiger Ansätze einer dezentralen Wärmerückgewinnung aus Abwasserströmen innerhalb von Gebäuden mittels moderner Wärmepumpentechnologie zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich

Anlass/ Ausgangslage

Etwa 12% des Gebäudeendenergieverbrauchs wird für die Trinkwassererwärmung verwendet. Diese Wärmemenge wird größtenteils ungenutzt über das Abwasser abgeführt. In der Rückgewinnung dieser Wärme direkt innerhalb des Gebäudes liegt ein großes, bisher weitgehend ungenutztes Potential zur Entwicklung von energieeffizienten gebäudetechnischen Anlagen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die Forschungsarbeiten knüpfen an das im Frühjahr 2012 abgeschlossene, ebenfalls mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung geförderten Forschungsvorhaben „Dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser“ (SF-10.08.18.7-10.4) an. Ziele des aktuellen Vorhabens sind die Fortführung der messtechnischen Potentialanalyse an vier Gebäuden des Vorprojektes (2 Studentenwohnheime, 1 Hotel, 1 Krankenhaus), die Erweiterung der messtechnischen Potentialanalyse durch Aufnahme von zwei Mehrfamilienhäusern in die Analyse, die Erstellung von repräsentativen, wochentagsabhängigen Ganglinien der Energiequelle Abwasser auf Grundlage von Langzeitmessungen und der Untersuchung der maßgebenden Einflussgrößen auf das Energiepotential sowie die Konzeption, Simulation und Bewertung von dezentralen Abwasserwärmepumpensystemen.

Als Ergebnis der Potentialanalyse ist ein täglicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch bei der Wohnnutzung von 113 - 128 Litern pro Person und Werktag (Montag bis Freitag) und 103 - 145 Liter pro Person und Wochenendtag sowie ein täglicher Pro-Zimmer- bzw. Pro-Bett-Wasserverbrauch von 157 - 197 Litern pro Zimmer und Tag (Hotel) und von 182 - 327 Litern pro Bett und Tag (Krankenhaus) festzustellen. Alle Ganglinien (siehe Bild 1 bis 6) zeigen in den Morgenstunden eine ausgeprägte Trinkwasserverbrauchsspitze. Die mittleren täglichen Abwassertemperaturen von 21 bis 26 °C zeigen das im Vergleich zu regenerativen Energiequellen hohe Temperaturniveau der Wärmequelle Abwasser. Die höchsten stündlichen Mittelwerte der Abwassertemperatur von über 28 °C treten während der Trinkwasserverbrauchsspitzen auf, wodurch eine mögliche dezentrale energetische Verwendung unterstützt wird. Die Analyse der Einflussgröße einer schwankenden Trinkkaltwassertemperatur auf das Abwassertemperaturniveau ergibt eine hohe Korrelation der beiden Temperaturen. Das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt, dass eine Erhöhung bzw. ein Absinken der Trinkkaltwassertemperatur um 1 K eine Erhö-

hung bzw. ein Absinken der mittleren Abwassertemperatur um 0,3-0,38 K bei der Wohnnutzung bzw. 0,47-0,51 K bei Hotel und Krankenhaus bewirkt. Eine jahreszeitliche Schwankung der Abwassermenge kann nicht festgestellt werden. Mittels einer Umfrage in den beiden Studentenwohnheimen wurde das Duschverhalten der Bewohner abgefragt. Als Ergebnis ist festzustellen, dass vorwiegend in den Morgenstunden geduscht wird, womit die Morgenspitze in den Ganglinien erklärt werden kann.

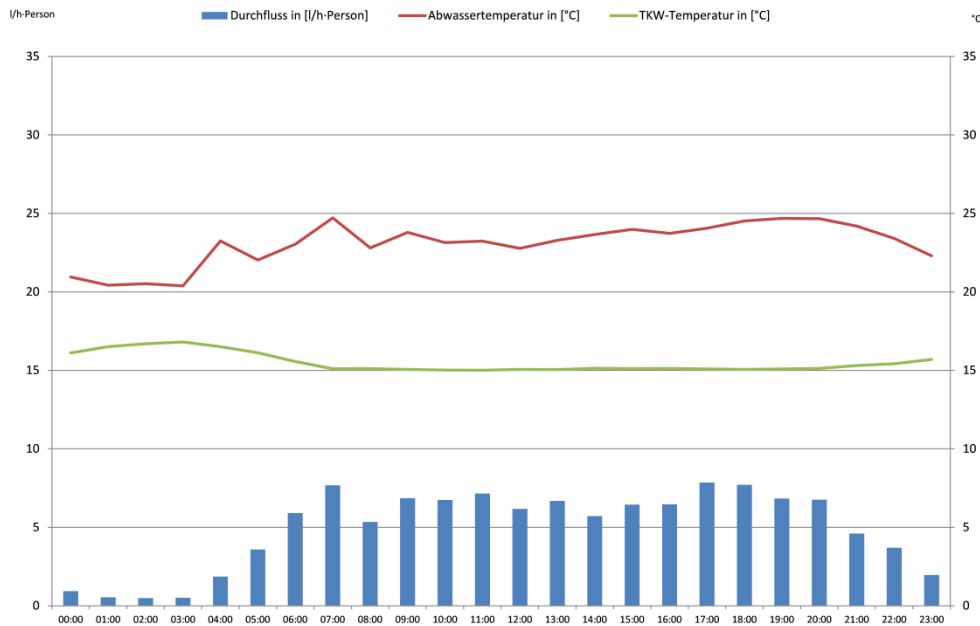


Bild 1: Ganglinie MFH in Düren (DNW), Werktag

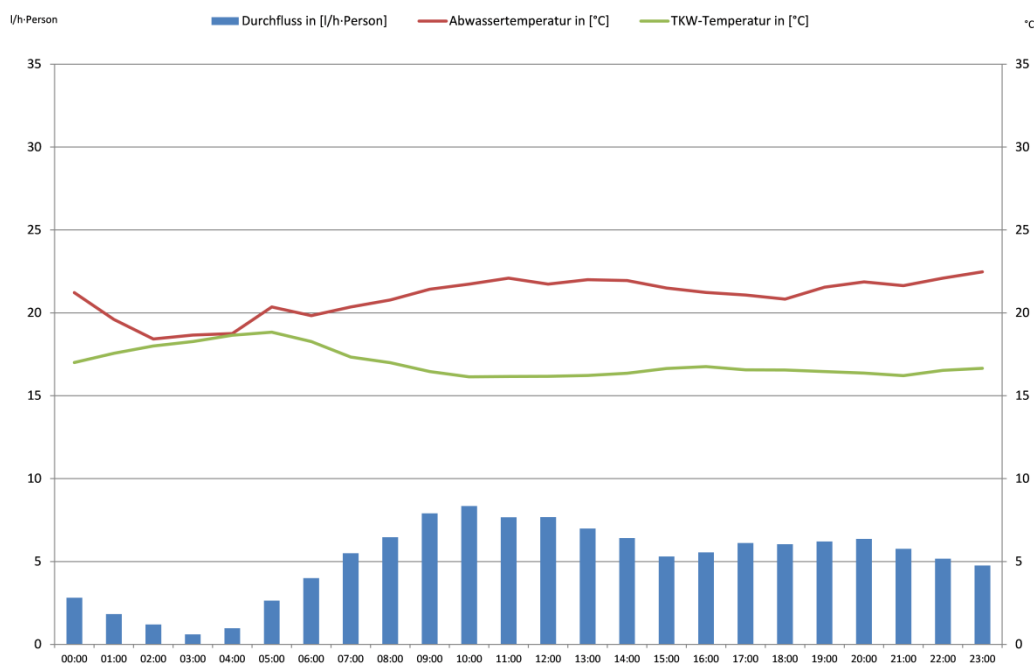


Bild 2: Ganglinie MFH in Pforzheim (PFG), Werktag

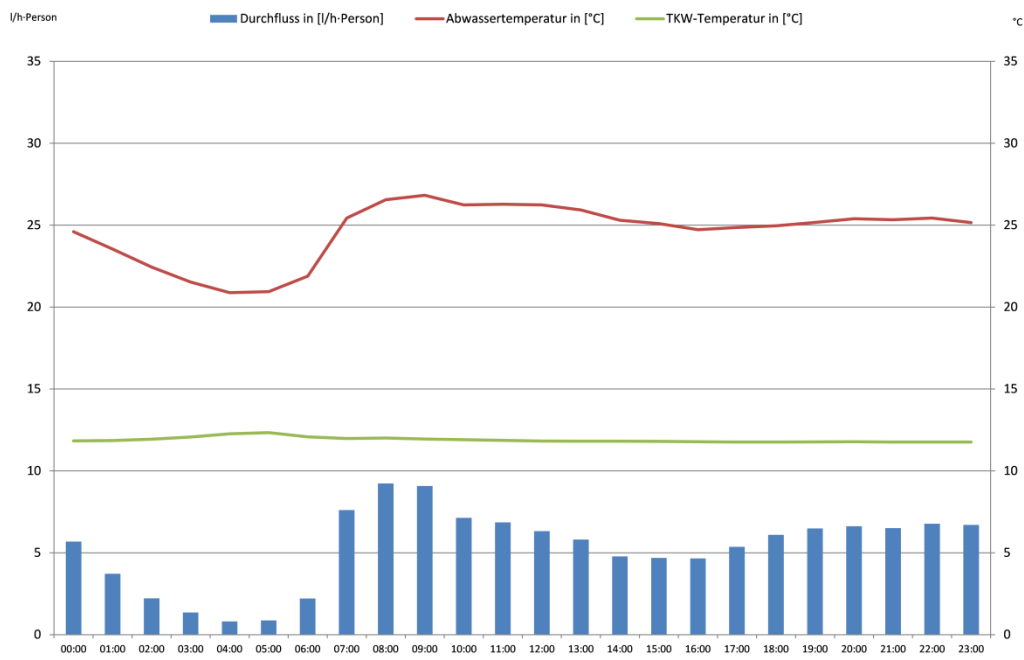


Bild 3: Ganglinie Otto Petersen Haus (OPH), Werktag

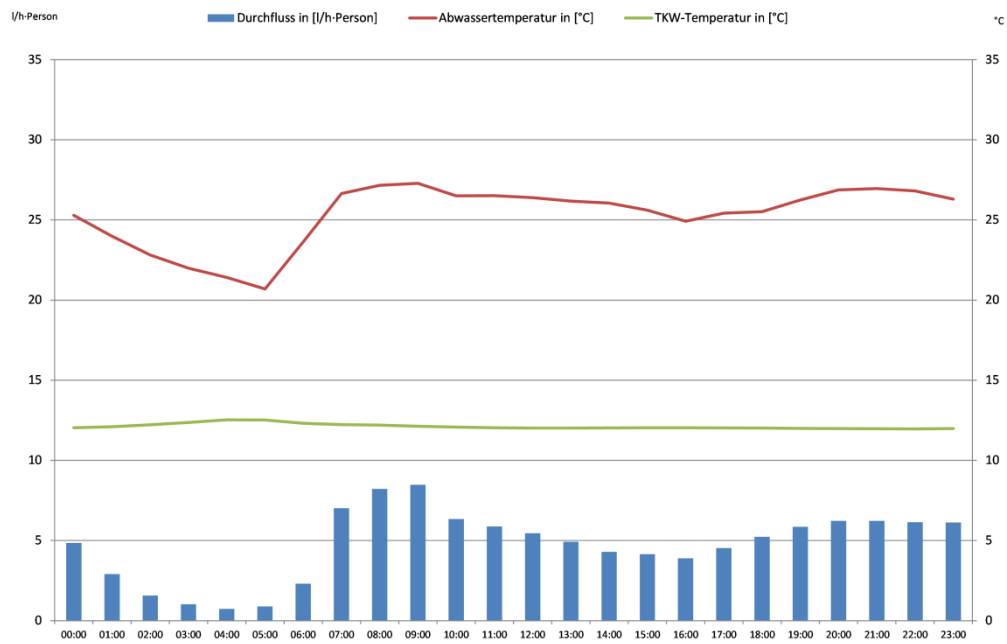


Bild 4: Ganglinie Theodore von Kármán Haus (TKH), Werktag

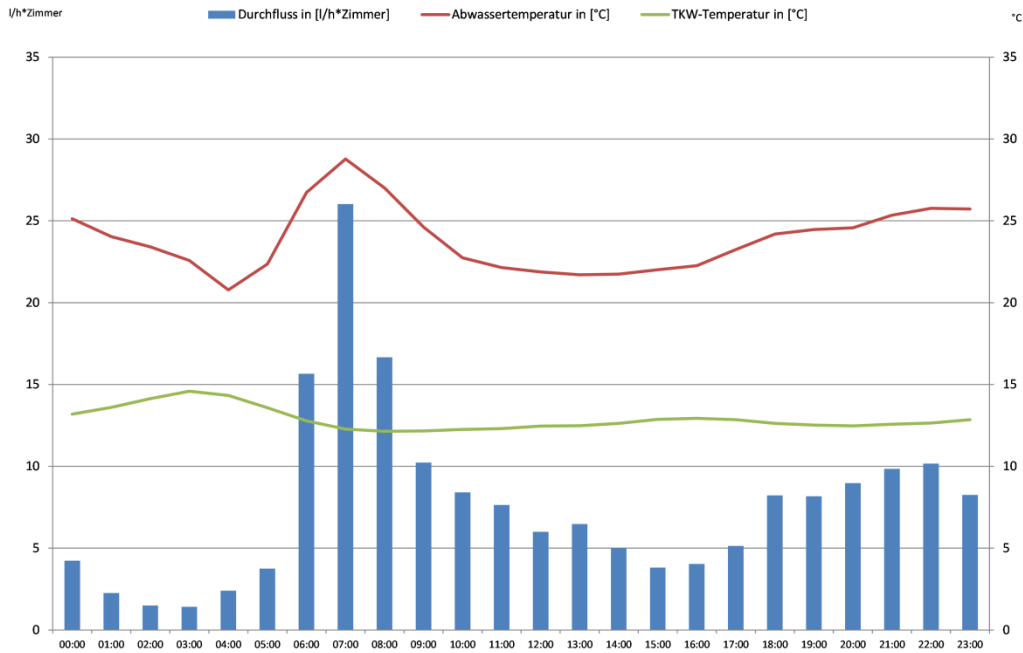


Bild 5: Ganglinie Business-Hotel, Dienstag - Freitag

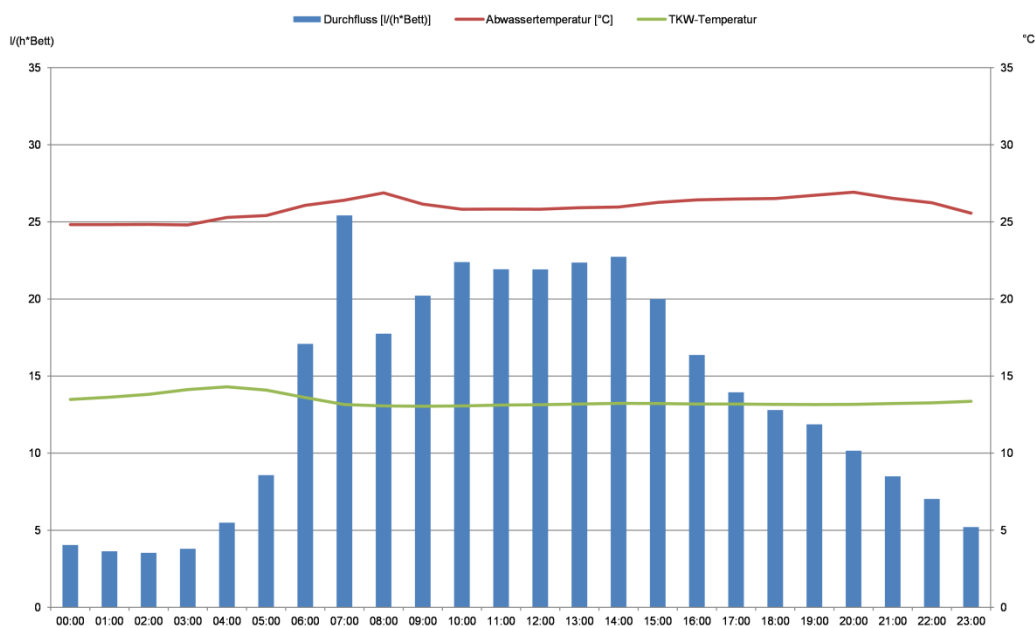


Bild 6: Ganglinie Luisenhospital (LUI), Werktag

Ein mögliches Anlagenkonzept zur Nutzung der Abwasserwärme stellt die Trinkwassererwärmung mittels bivalentem Speicher-Trinkwassererwärmer dar, welcher sowohl durch eine Abwasserwärmepumpe als auch durch einen konventionellen, zweiten Erzeuger (bspw. Gaskessel) gespeist wird (siehe Bild 7). Der bivalente Speicher ermöglicht eine Teilerwärmung des Trinkwarmwassers durch die Wärmepumpe und eine weitere Erwärmung auf die aus hygienischen Gründen erforderliche Mindesttemperatur von 60 °C durch den zwei-

ten Erzeuger. Die Ergebnisse der Simulation dieses Anlagenkonzeptes für die vier betrachteten Wohngebäude zeigen - auf Basis der getroffenen Annahmen - bei einer mittleren Biofilmschichtdicke von 1 mm am abwasserseitigen Wärmeübertrager in einem Abwasserzweischenspeicher und einer Teilerwärmungstemperatur durch die Abwasserwärmepumpe von 45 °C Jahresarbeitszahlen von 4,6 bis 5,5, was einer Energiekostensparnis von 18,8 bis 22,6 € pro Person und Jahr sowie einer Reduktion der CO₂-Emission von 37,9 bis 47,1 kg pro Person und Jahr entspricht. Mit dieser Energiekostensparnis ist für die betrachteten Gebäude die Investition in ein dezentrales Abwasserwärmepumpensystem wirtschaftlich vorteilhaft. Eine Erhöhung der mittleren Biofilmschichtdicke am abwasserseitigen Wärmeübertrager führt aufgrund der isolierenden Wirkung zu einer Verschlechterung der Effizienz der eingesetzten Wärmepumpe. Die Jahresarbeitszahl reduziert sich beispielsweise für eines der Studentenwohnheime von 5,5 auf 3,5 (Deckungsgrad 48 %) bei einer Zunahme des Biofilms von 1 auf 5 mm. Bereits ab einer mittleren Biofilmschichtdicke von 3 mm ist ein unwirtschaftlicher Betrieb des Systems zu erwarten.

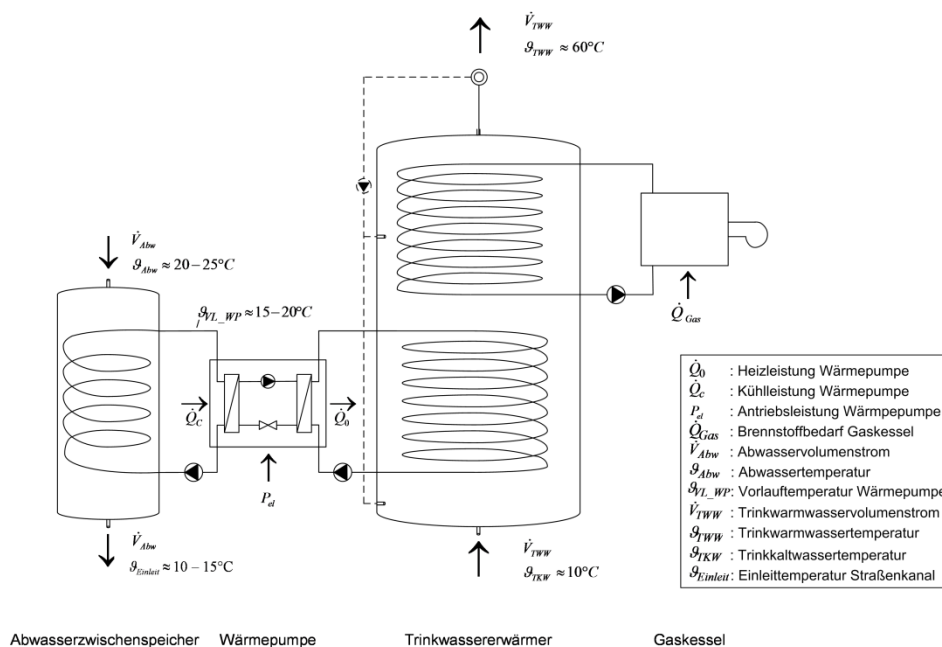


Bild 7: Anlagenkonzept zur Trinkwassererwärmung

Fazit

Häusliches Abwasser besitzt innerhalb von Gebäuden ein hohes energetisches Potential, welches mit dezentraler Wärmepumpentechnologie effizient genutzt werden kann. Die hohen Arbeitszahlen der Abwasserwärmepumpe zeigen, dass erstens das Abwasserwärmepumpensystem energiepolitisch positiv und bei überschaubaren Amortisationszeiten wirtschaftlich eingesetzt werden kann und zweitens ein erheblicher Beitrag zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes von Gebäuden möglich ist. Allein der sich bildende Biofilm erschwert die Energie-Rückgewinnung und erfordert weitere Analysen. Weiterhin wird ein praxistaugliches wartungsarmes Reinigungsverfahren zur Abreinigung des Biofilms benötigt.

Eckdaten

Kurztitel: Dezentrale Abwasserwärmerückgewinnung zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden

Forscher / Projektleitung:

Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik

RWTH Aachen University:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Marten F. Brunk

Dipl.-Wirt.-Ing. Christopher Seybold

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Marten F. Brunk

Gesamtkosten: 116.860,00 €

Anteil Bundeszuschuss: 77.200,00 €

Projektlaufzeit: bis 31.05.2013