

## Zukunft Bau

### KURZBERICHT

---

#### Titel

Dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser

#### Anlass/ Ausgangslage

Etwa 5 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Industrie, Verkehr, Haushalte und Gewerbe/Handel der Bundesrepublik Deutschland werden zur Erzeugung von Trinkwarmwasser verwendet. Bezogen auf Gebäude beträgt der Anteil des Endenergieverbrauchs für Warmwasser ca. 11 %. Diese Wärmemenge wird größtenteils ungenutzt über das Abwasser in die Entwässerungssysteme eingeleitet.

#### Gegenstand des Forschungsvorhabens

Das Forschungsvorhaben „Dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser“ verfolgt das Ziel, die Wärme der Abwasserströme dezentral innerhalb der Gebäude vor dem Einleiten in die Straßenkanalisation mit wesentlicher Energieabgabe ans Erdreich zu nutzen. Aufgrund der hohen Abwassertemperaturen im Gebäude von durchschnittlich 23 bis 26 °C kann die Effizienz und Wirtschaftlichkeit eines verwendeten Wärmepumpensystems erheblich gesteigert werden. Es bietet sich an, die Wärmepumpe zur Erzeugung des Trinkwarmwassers des Gebäudes zu nutzen und somit einen Wärmekreislauf aufzubauen, wobei sich Energieangebot und Energienachfrage größenmäßig gleichen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird eine detaillierte messtechnische Potentialanalyse (siehe Bild 1) der Energiequelle Abwasser durchgeführt. Hierzu werden in zwei Studentenwohnheimen (246 und 209 Bewohner), einem Hotel (150 Zimmer) und einem Krankenhaus (348 Betten) die Abwassertemperaturen und die Trinkkaltwassermengen als Schätzwert für die Abwassermengen gemessen. Ziel des Monitorings ist die Ermittlung von repräsentativen Ganglinien von Abwassertemperatur und Durchfluss verschiedener Gebäudetypen und Nutzung zur Identifikation des energetischen Potentials der Abwasserströme. Zur Bildung der Ganglinien einzelner Wochentage werden die im Fünfsekundenintervall ermittelten Messwerte in Stundenmittelwerte transformiert und statistisch ausgewertet. Die ermittelten Ganglinien (siehe Bild 2 bis 5) zeigen in den Morgenstunden eine ausgeprägte Trinkwasserverbrauchsspitze. Bei der Wohn- und Hotelnutzung ist abends eine zweite, schwächere Verbrauchsspitze zu erkennen. Während in Wohngebäuden die statistischen Wasserverbrauchskennwerte der BRD von durchschnittlich 122 Litern pro Tag und Person erreicht werden, sind in Hotelgebäuden und Krankenhäusern höhere Verbrauchswerte festzustellen. Die durchschnittlichen Abwassertemperaturen von 23 bis 26 °C zeigen das im Vergleich zu anderen regenerativen Energiequellen hohe Temperaturniveau der Wärmequelle Abwasser. Abwasser stellt somit eine ideale Wärmequelle für eine Wärmepumpe dar.

Hierzu wird ein Analysekonzept entwickelt, um eine energetische Beurteilung einer Wärmerückgewinnung aus Abwasser zu ermöglichen (Anlagenkonzept siehe Bild 6). Die Ergebnisse verschiedener gerechneter Szenarien zeigen hohe Leistungszahlen der Wärmepumpen, die hochgerechnet auf ein Betriebsjahr in Jahresarbeitszahlen von 3,0 bis 4,7 enden. Bei Wärmepumpensystemen, welche eine Vorerwärmung des Trinkwarmwassers auf 45 °C leisten, sind Jahresarbeitszahlen von ca. 4,5 zu erreichen. Das Konzept der Trinkwarmwasservorerwärmung mit Wärmepumpe sieht einen zweiten Erzeuger (Nacherhitzer), beispielsweise einen Gaskessel, vor, welcher den Temperaturhub von der Vorerwärmungsstufe auf die Zapftemperatur von 60 °C leistet, um somit ein hinsichtlich des Legionellenwachstums hygienisch unbedenkliches Versorgungssystem zu gewährleisten. Die Systeme zur vollständigen Trinkwarmwassererzeugung auf dem Temperaturniveau von 60 °C erzielen Jahresarbeitszahlen von ca. 3,0. Am abwasserseitigen Wärmeübertrager ist aufgrund des Nährstoffreichtums im Abwasser die Bildung von Biofilm zu erwarten, welcher durch eine isolierende Wirkung den Wärmedurchgang behindert. Die Reduktion der Biofilmbildung beispielsweise durch innovative automatisierte Reinigungsverfahren ist maßgebend für die Systemeffizienz. Das Abwasser wird durch die Wärmepumpe auf durchschnittlich 15 °C abgekühlt, so dass von keiner Beeinträchtigung der nachgeschalteten Abwasserreinigungsprozesse im Klärwerk auszugehen ist.

## **Fazit**

---

Die ermittelten Ganglinien von Abwassertemperatur und Durchfluss zeigen das hohe energetische Potential der Wärmequelle Abwasser, welches effizient mittels Wärmepumpentechnologie zur Trinkwarmwassererzeugung genutzt werden kann.

Ausgehend von einem Pro-Kopf-Trinkwarmwasserbedarf von 40 Litern pro Tag auf einem Temperaturniveau von 60 °C ergeben sich durch die Installation eines Abwasserwärmepumpensystems gegenüber konventioneller Erzeugung mit Gas- oder Ölkessel bzw. elektrischer Direktheizung auf der Basis weiterer getroffener Annahmen mögliche Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen von 25 bis 73 % sowie ein Kosteneinsparpotential von 32 bis 77 %.

## **Eckdaten**

---

Kurztitel: Wärmerückgewinnung aus häuslichen Abwässern

Forscher / Projektleitung:

Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik

RWTH Aachen University:

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

Dipl.-Wirt.-Ing. Christopher Seybold

Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement

RWTH Aachen University:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainard Osebold  
Dr.-Ing. Joachim Beyert  
Dipl.-Ing. Georg Vosen

Projektleiter: Dr.-Ing. Joachim Beyert

Gesamtkosten: 189.050,00 €

Anteil Bundeszuschuss: 115.500,00 €

Projektlaufzeit: bis 31.10.2011

## BILDER/ ABBILDUNGEN:

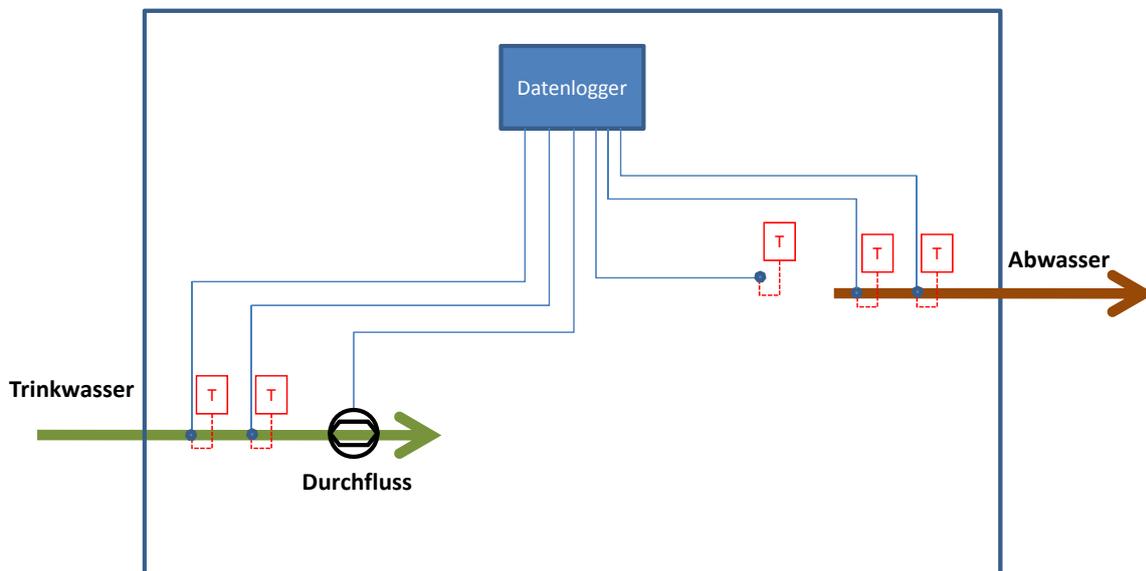


Bild 1: Monitoringkonzept

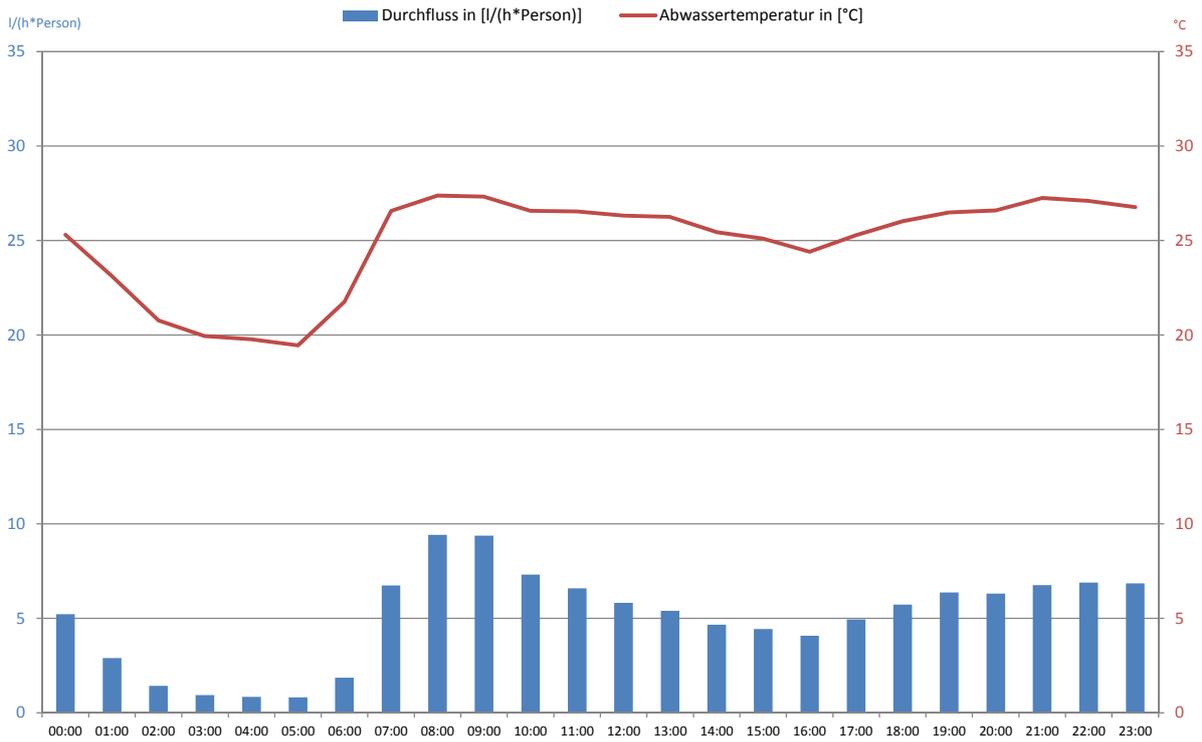


Bild 2: Theodore von Kármán Haus, Ganglinie Werktag

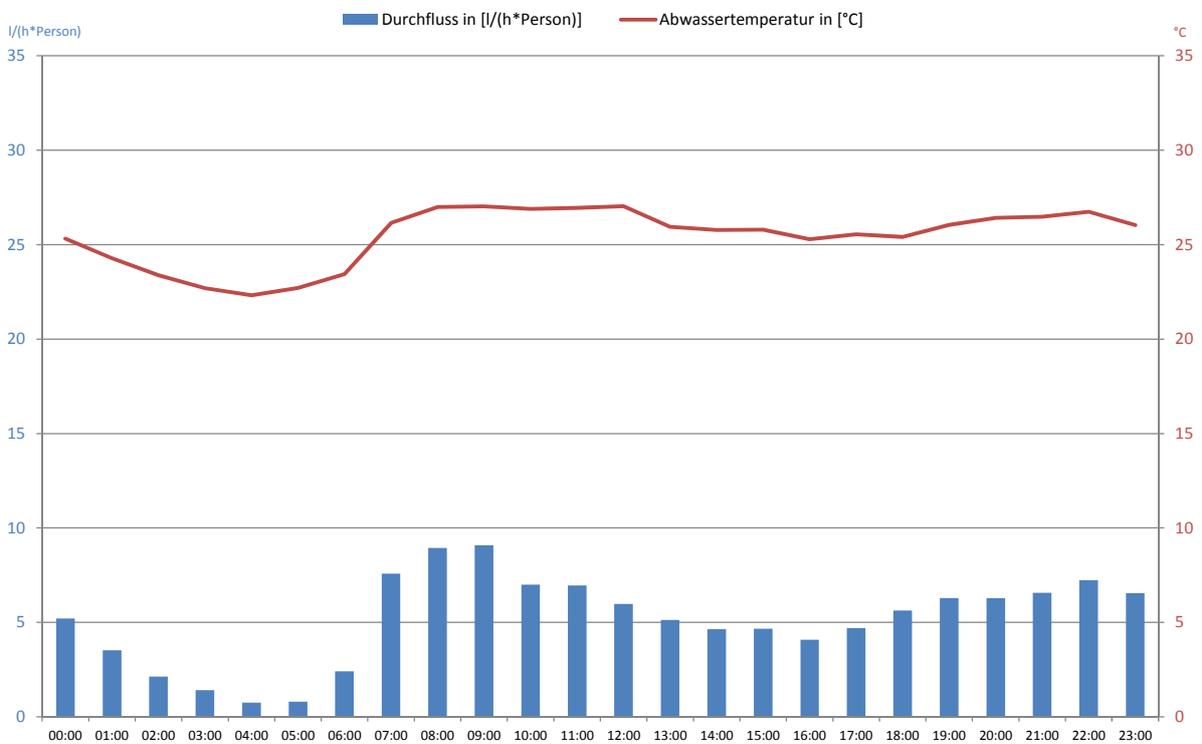


Bild 3: Otto Petersen Haus, Ganglinie Werktag

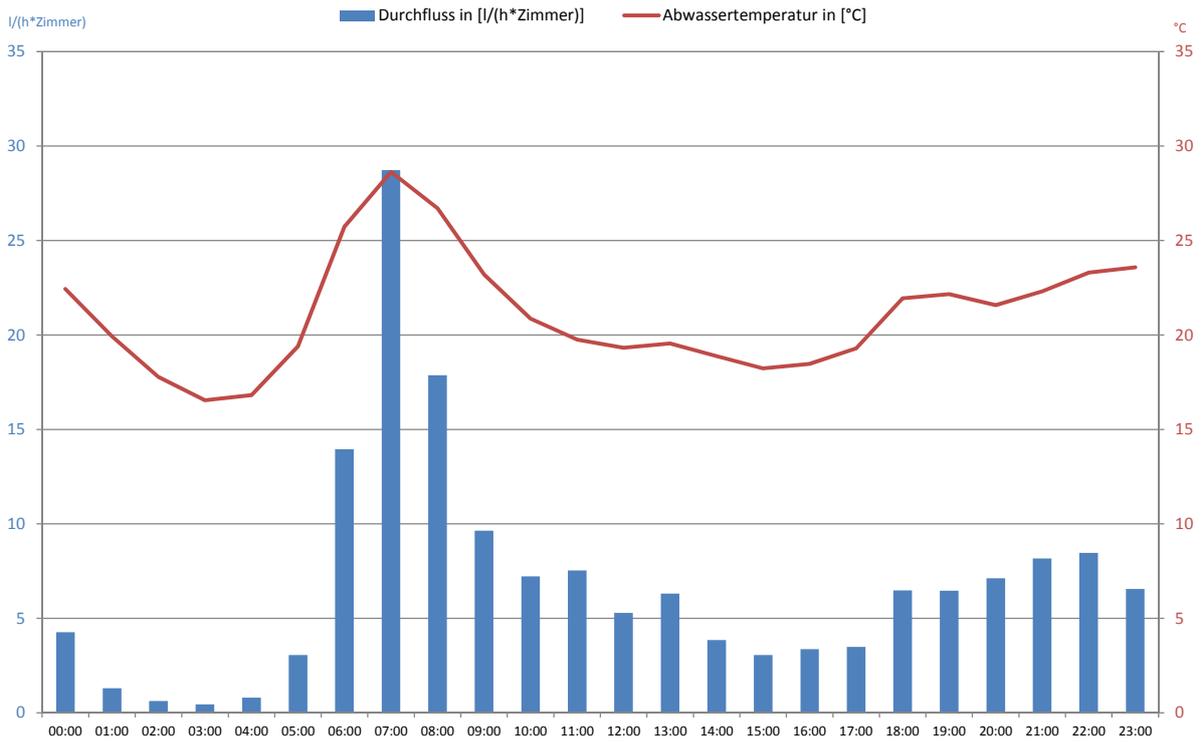


Bild 4: Business Hotel Aachen City, Ganglinie Dienstag – Freitag

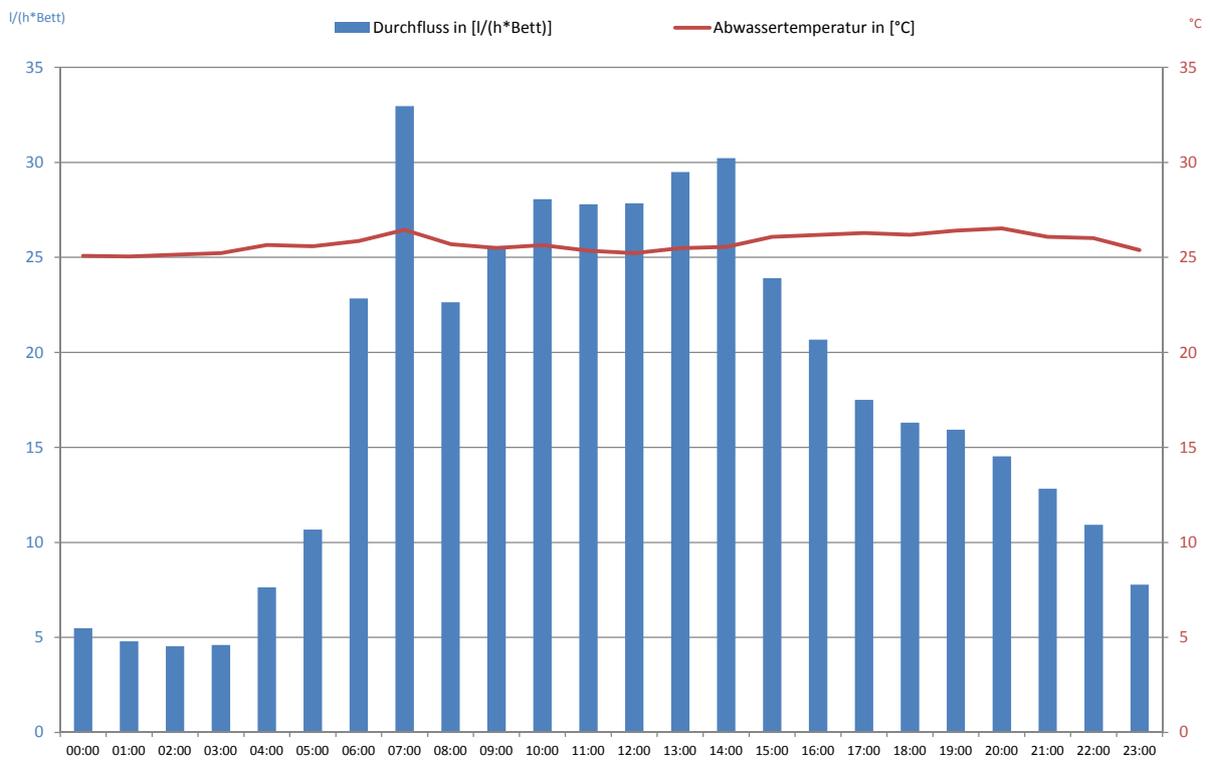


Bild 5: Luisenhospital, Ganglinie Werktag

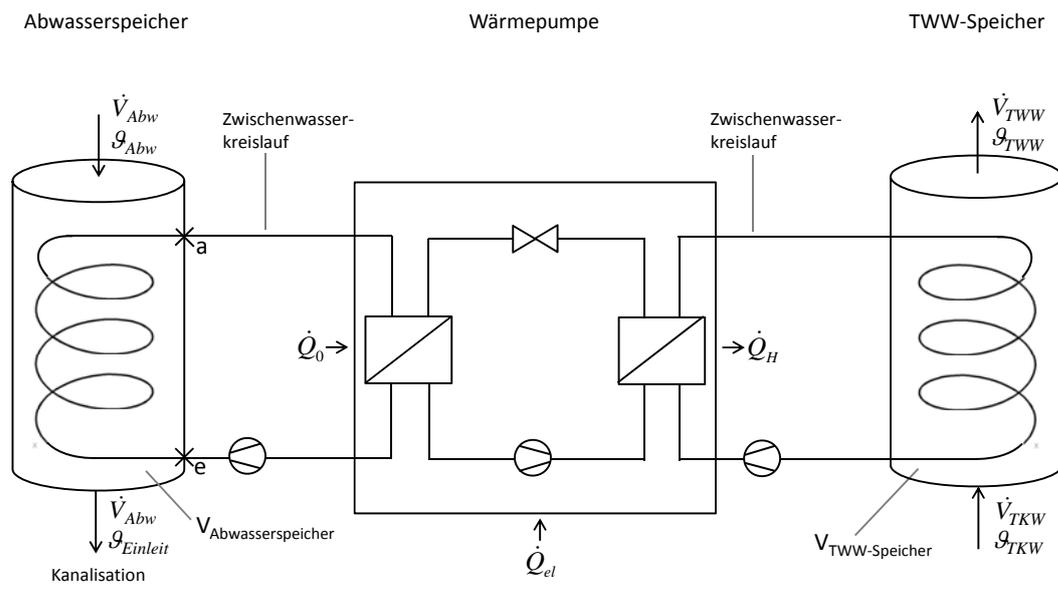


Bild 6: Anlagenkonzept dezentrales Abwasserwärmepumpensystem