

Abwasserwärmenutzung in Deutschland

Aktueller Stand und Ausblick

Ernst A. Müller (Zürich/Schweiz) und Jan Butz (Stuttgart)

Zusammenfassung

In der Schweiz und Skandinavien sind schon mehr als 100 Anlagen zur Abwasserwärmenutzung in Betrieb, mit Leistungen zwischen 100 und 70 000 kW Wärme. Auch in Deutschland existieren realisierte Anlagen, in jüngster Zeit werden ständig neue Projekte gestartet. Der Beitrag vermittelt einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten und den neusten Stand der Abwasserwärmenutzung in Deutschland.

Schlagwörter: Abwasserentsorgung, kommunal, Kläranlage, Kanalisation, Energiequelle, Wärme, Nutzung, Wärmeerzeugung

DOI: 10.3242/kae2010.05.002

Abstract

Wastewater Heat Recovery in Germany Current Status and Future Prospects

More than 100 wastewater heat recovery plants with between 100 and 70,000 kW heat are already operating in Switzerland and Scandinavia. In Germany, too, some plants have been built and more and more new projects have been launched recently. The paper gives an overview of the potential and the newest state for wastewater heat recovery in Germany.

Key words: wastewater disposal, municipal, wastewater treatment plant, sewer system, energy source, heat, recovery, heat generation

1 Erfahrungen aus der Schweiz

Im Abwasser steckt eine große Wärmemenge, die mit speziellen Wärmetauschern aus dem Abwasser gewonnen und mit Wärmepumpen zur Beheizung oder auch zur Kühlung von Ge-

bäuden genutzt werden kann. Die Wärme im Abwasser stammt aus der künstlichen Erwärmung von Warmwasser oder aus Kühlwasser. Bei der Abwasserwärmenutzung handelt es sich al-

VSB-Geschieberückhaltestation

Hohe Wartungskosten für Pumpen u. andere Ausrüstung?
Abrieb im Kanalbereich durch Sand, Kies und Geröll?

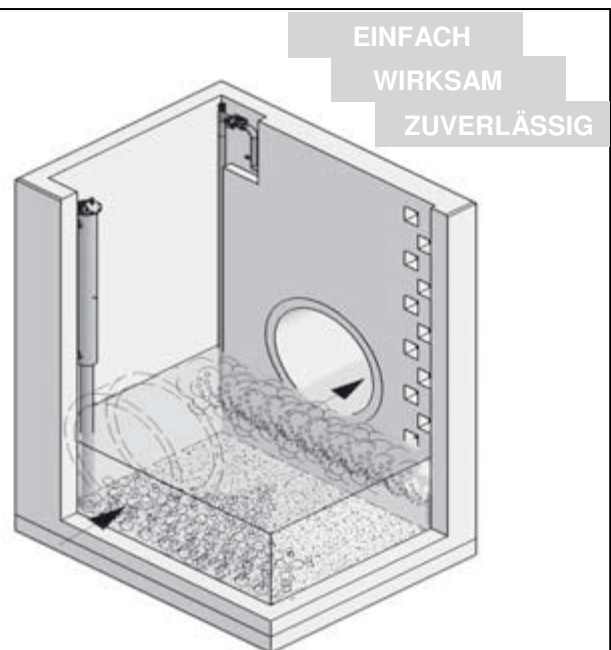
Wir empfehlen die neueste Generation unserer
Geschieberückhaltestation

- zuverlässige Trennung u. Weiterführung der Organik mittels Belüftung
- verstopfungsfreies Intervall-Belüftungssystem
- Belüftungsrohr sicher in Behälterwand integriert
- patentierte Geschiebehöhenmessung
- wartungsfrei – kein Verschleiß



Vogelsberger Umwelttechnik GmbH

Mühlstraße 9 • 36369 Lautertal-Eichenrod
Tel. 06643/9606-0 • Fax -60 • www.vsb-gruppe.de



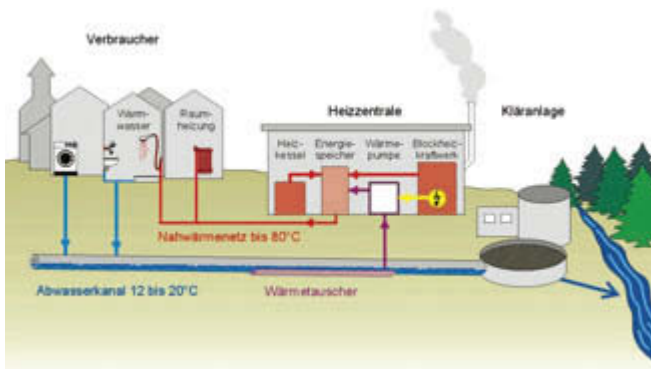


Abb. 1: Prinzip der Abwasserwärmenutzung – ein geschlossener Kreislauf dank Wärmerückgewinnung [1]

so um die Rückgewinnung von Abwärme, womit der Kreislauf wieder geschlossen werden kann (Abbildung 1). Die Abwasserwärmenutzung ist sehr umweltfreundlich, wie eine wissenschaftliche Untersuchung mit gesamtheitlichen Ökobilanzen von verschiedenen Heizsystemen zeigt. Im Vergleich zu einer Erdöl- oder Erdgasheizung kann die Umweltbelastung massiv gesenkt werden (Abbildung 2). Die Technologie der Abwasserwärmenutzung ist nicht neu, in der Schweiz wurden solche Anlagen bereits vor 30 Jahren gebaut (wie zum Beispiel Abbildung 3). Diese Anlagen sind heute noch in Betrieb und hatten keine nennenswerten Störungen zu verzeichnen. In der Schweiz wurden, nicht zuletzt wegen der gestiegenen Erdölpreise, in den letzten Jahren diverse Anlagen realisiert, sowohl mit Nutzung der Abwasserwärme aus dem Kanal wie auch nach der Kläranlage (Abbildungen 4 und 5). Die Erfolge haben auch im Ausland das Interesse geweckt, wie die zahlreichen Delegationen (selbst aus dem fernen Korea) zeigen, welche die Anlagen in der Schweiz besichtigen.

Noch kaum bekannt ist, dass auch in Deutschland bereits vor mehr als 20 Jahren solche Anlagen realisiert wurden, mit teilweise unterschiedlichem Erfolg. Um einen Überblick über die Erfahrungen zu gewinnen, wird die Entwicklung in Deutschland aufgezeigt. Dabei wird nach [1] einerseits nach Zeitphasen und andererseits nach dem Ort des Wärmeentzugs differenziert. Unterschieden wird zwischen dem Entzug innerhalb der Liegenschaft, dem Entzug aus der Kanalisation und dem Entzug auf bzw. nach der Kläranlage.

2 Entwicklung der Abwasserwärmenutzung in Deutschland

Wärmeentzug innerhalb der Liegenschaft: Ein Wärmeentzug innerhalb der Liegenschaft hat den Vorteil, dass die Abwassertemperaturen höher sind als bei einer späteren Nutzung, umgekehrt muss aber die stärkere (gröbere) Verschmutzung des Abwassers berücksichtigt werden. Diese Anwendung ist nur sinnvoll, wenn der Warmwasserverbrauch groß ist, wie zum Beispiel bei Hotels, Heimen, Hallenbädern oder Wäschereien etc. In der Schweiz wurden bereits mehr als 200 solcher Anlagen realisiert, in Deutschland besteht hingegen nur eine geringe Verbreitung. Den Autoren sind zum Beispiel zwei Anlagen in einem Stuttgarter Mineralbad bekannt, die Wärme aus Duschwasser bzw. Schwallwasser zurückgewinnen.

Wärmeentzug in der Kanalisation: Die Anlagen zur Abwasserwärmenutzung aus der Kanalisation können in Deutschland

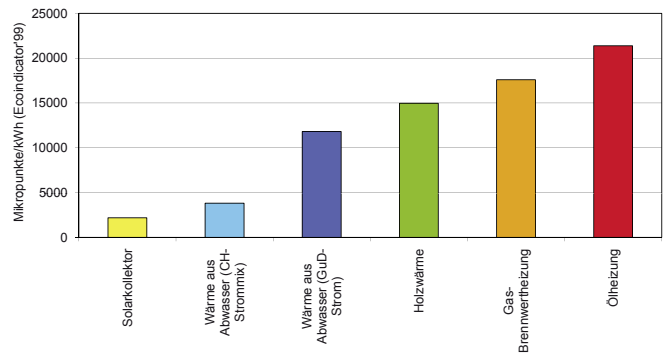


Abb. 2: Umweltbelastung von Wärmesystemen (Stadt Zürich, 2005; Quelle: BAFU, AWEL, herunterladbar unter www.infrastrukturanlagen.ch), GuD = Gaskombikraftwerk

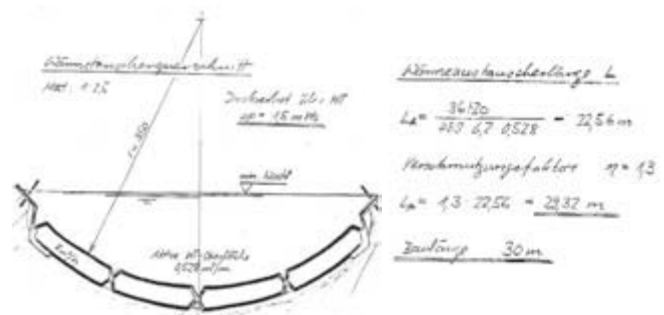


Abb. 3: Erprobte Technologie: Nach diesem Schema wurde 1985 ein Wärmetauscher im Kanal eingebaut, der heute noch ein Garderobengebäude in Binningen in der Nähe von Basel beheizt und nach einer neueren Begutachtung keinerlei Schäden aufweist.

drei Generationen zugeordnet werden. Die Anlagen der ersten Generation wurden in den frühen 1980er-Jahren errichtet, als die Technologie insgesamt neu war. Jede dieser Anlagen kann im Prinzip als Pilotanlage bezeichnet werden.

Die erste deutsche Anlage wurde 1982 in Esslingen gebaut, der Probebetrieb wurde im Mai desselben Jahres beendet. Über einen Rinnenwärmetauscher im Kanal wurde die Wärme zur Beheizung des „Salemer Pflegehofs“, einer Sozialstätte mit kulturellen Ausstellungsräumen, entzogen. Die Stilllegung erfolgte aufgrund von Mängeln der Wärmepumpe, die Wärmetauscher sind aber immer noch im Kanal installiert. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, das vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg gefördert wird [2], soll nun die Reaktivierung der Anlage geprüft werden.

Weitere Beispiele dieser ersten Generation sind die Anlagen in Wiesbaden, die ebenfalls noch im Jahr 1982 in Betrieb ging und das Hessische Finanzministerium beheizte, sowie die Anlage in Berlin (Ost), die von Dezember 1983 bis vor wenigen Jahren störungsfrei lief. Die erste Generation hat schon damals gezeigt, dass die Technologie bei guter Planung sehr zuverlässig funktioniert.

Der zweiten Generation gehören drei Anlagen an, die zwischen 2003 und 2005 in Singen, Leverkusen und Ludwigshafen von der gleichen Firma geplant wurden und nach Aussagen der Betreiber noch nicht überall optimal laufen.

Zu der dritten Generation von Abwasserwärmenutzung werden die Anlagen ab dem Jahr 2006 gezählt. Die Anlage in Berlin (Ende 2006) ist die erste dieser Generation, die Brettener Anla-

ge (2009), die voraussichtlich in KA 7/2010 näher vorgestellt wird, gilt als dritte. Zurzeit wächst die Zahl der Projekte stark. Diese Entwicklung kam dank des Fortschritts der Technologie zustande, aber auch dank des aufkommenden Problembewusstseins bezüglich der CO₂-Emissionen und der steigenden Erdölpreise, deren zwischenzeitiger „Tiefstand“ kaum von langer Dauer sein wird. Ein zusätzlicher Schub ist nicht zuletzt auch durch diverse Fachpublikationen und Referate [1, 3, 4] in der Vergangenheit, die Veröffentlichung des Merkblatts DWA-M 114 „Energie aus Abwasser“ [5] sowie den dazugehörigen vier Seminaren in ganz Deutschland 2009 sowie 2010 [6] ausgelöst worden. Die Aufnahme in Förderprogramme (z.B. [7]) und der Erlass von Gesetzen zum Einsatz regenerativer Energien in der Wärmeversorgung [8, 9] tragen wesentlich dazu bei, dass ausgelöste Projekte vermehrt auch zur Umsetzung gebracht werden können.

Wärmeentzug auf bzw. nach der Kläranlage: Am einfachsten ist die Wärmenutzung auf oder nach der Kläranlage zu realisieren, wegen der einfacheren Installation der Wärmetauscher und weil die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht tangiert wird. Dazu müssen aber auch Abnehmer in der Nähe der Kläranlage vorhanden sein, die es nicht überall gibt. Bereits 1986 wurde in Waiblingen ein großer Wärmeverbund mit Wärmeentzug nach der Kläranlage aufgebaut. Versorgt werden damit bis heute zwei Dutzend private und öffentliche Gebäude mit insgesamt 6 MW Wärmeleistung. Neuere Anlagen mit Wärmenutzung auf bzw. nach der Kläranlage wurden 2004 in Freiberg am Neckar (Versorgung einer Sporthalle und Umkleideräumen) sowie in Lingen (Versorgung eines Tagungshauses nach der Kläranlage der Erdölraffinerie Emsland) erstellt. Auf der Kläranlage selbst ist die Nutzung der Abwasserwärme interessant, wenn ein speziell großer Wärmeverbraucher wie eine Schlamm-trocknung vorhanden ist. Das Wärmeangebot aus dem Abwasser ist derart groß, dass dieses für eine Klärschlamm-trocknung bei Weitem ausreicht. Solche Anlagen wurden zum Beispiel auf den Kläranlagen Hayingen, Ebersbach und Rudersberg mit 4500 bis 23 500 Einwohnerwerten eingebaut.

3 Einsatzmöglichkeiten und Potenziale in Deutschland

Anforderungen an die Energiequelle Abwasser: Für die Abwasserwärmenutzung ist ein minimaler Abwasseranfall von 15 Liter pro Sekunde notwendig, gemessen bei Trockenwetteranfall und im Tagesmittel. Dies gilt insbesondere für die Wärmenutzung direkt aus dem Kanal. Bei neu entwickelten Systemen außerhalb des Kanals sollen weniger als 10 l/s reichen. Wärmetauscher können problemlos in bestehende Kanäle eingebaut werden, heute existieren aber auch kanalexterne Lösungen für die Wärmeentnahme. Der Kanaldurchmesser oder das Gefälle des Kanals ist deshalb nicht mehr entscheidend. Je nach Ausgangslage kann unter den verschiedenen Wärmetauschern das am besten geeignete System ausgewählt werden. Entscheidend aber ist, dass beim ausgewählten Kanalstandort oder rund um die Kläranlage geeignete Abnehmer zu finden sind.

Anforderungen an Gebäude: Aus Wirtschaftlichkeitsgründen werden Gebäude mit einem großen Wärmebedarf favorisiert. Vorzugsweise werden Objekte oder Heizanlagen von mindestens 100 kW oder besser über mehrere Hundert kW Wärmeleistung gesucht. Es können auch mehrere Objekte zu einem Wärmeverbund zusammengeschlossen werden. Geeignet sind



Abb. 4: Blick in einen Kanal mit neu eingebauten Wärmetauschern beim Objekt in Bonnstetten im Kanton Zürich (Quelle: KASAG, Langnau)



Abb. 5: Der silbern glänzende Gebäudekomplex der Post Mülligen wird mit dem Abwasser aus der Kläranlage der Stadt Zürich beheizt und auch gekühlt (Quelle: ewz)

durchaus bestehende Gebäude. Sollte in diesen Fällen die Heizung noch intakt sein, kann sie zur Spitzenlastabdeckung weiterhin verwendet werden. Besonders geeignet sind Neubauten oder Gebäude, die auch klimatisiert werden müssen. Hingegen sind Einfamilienhäuser oder kleine Mehrfamilienhäuser heute noch nicht wirtschaftlich mit Abwasserwärme zu versorgen. In Frage kommen aber nicht nur Gebäude, sondern auch Gewächs- oder Treibhäuser von Gärtnereien etc. und – wie bereits erwähnt – die Schlamm-trocknung. Ungeeignet sind hingegen Heizsysteme mit überdurchschnittlich hohen Vorlauftemperaturen, wie sie bei Industrieobjekten mit Prozesswärme oder des Öfteren bei Krankenhäusern auftreten.

Anforderungen an Distanz: Die überbrückbare Distanz zwischen der Energiequelle Abwasser und dem Abnehmer wird allgemein unterschätzt. Sie hängt sehr stark von der Größe des oder der Abnehmer ab. Bei Objekten mit einem Wärmebedarf von über 1 MW können Anlagen zur Abwasserwärmenutzung immer noch wirtschaftlich sein, selbst wenn die Distanz mehr als einen Kilometer beträgt, wenn es sich um unüberbautes Ge-

lände handelt. Bei kleineren Gebäuden unter 200 kW wird hingegen die Schwelle der wirtschaftlichen Distanz zum Teil schon bei weniger als 100 m erreicht. Einen entscheidenden Einfluss haben neben der Distanz die geografischen Verhältnisse, das heißt, ob Hindernisse überwunden oder Straßen oder Plätze mit entsprechendem baulichem Aufwand aufgerissen werden müssen. Dies ist von Ort zu Ort individuell zu begutachten, und es müssen individuelle Lösungen gesucht werden.

Potenzial: Das Potenzial der Wärme im Abwasser ist vom Angebot her derart groß, dass zehn Prozent der Gebäude in Deutschland versorgt werden könnten. Werden neben dem Angebot aber auch wirtschaftliche Kriterien angesetzt, so kann etwa die Hälfte davon realisiert werden. Oder anders ausgedrückt: Bereits heute könnte jedes 20. Gebäude mit Abwasserwärmenutzung mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand gedeckt werden [1, 5]. Das wirtschaftliche Potenzial wird aber mit steigenden Energiepreisen, der Verbreitung und Weiterentwicklung der Technologie und vermehrten Sparmaßnahmen an der Gebäudehülle noch ansteigen.

4 Aus- und Weiterbildung – Grundlage für die Erschließung neuer Märkte

Die Abwasserwärmenutzung eröffnet Kläranlagenbetreibern, Gemeinden bzw. Stadtwerken und Contractoren neue Märkte. Für Planer ergeben sich neue Betätigungsfelder und zusätzliche Auftragsmöglichkeiten. Die Nutzung der Wärme aus dem Abwasser ist aber anspruchsvoll und erfordert von den betroffenen Sachbearbeitern und Projektleitern vertiefte Fachkenntnisse, sowohl aus dem Bereich Abwasser/Kanalisation, wie auch aus dem Energiebereich (Groß-Wärmepumpen, Kraftwärmekopplung, Nah- und Fernwärme, Heizung/Lüftung/Klima etc.). Die DWA bietet Interessierten deshalb ein zweitägiges Ausbildungsseminar an, am 4./5. Mai 2010 in Pforzheim und am 29./30. Juni 2010 in Osnabrück.

Am ersten Tag können sich Entscheidungsträger von Gemeinden, Stadtentwässerungen, Bauherren, Contractoren und Fachleute über die Erfahrungen, Einsatzmöglichkeiten, die Technologien etc. informieren lassen, am zweiten Tag können sich die Bearbeiter von solchen Projekten in Workshops mit praktischen Übungen aus den verschiedenen Bereichen Know-how aneignen und viele Praxistipps einholen. Für diese Seminare hat die DWA die wohl besten Fachspezialisten aus dem In- und Ausland beigezogen, die auch über langjährige Erfahrung mit der Planung und dem Betrieb solcher Anlagen verfügen.

5 Fazit

Die Abwasserwärmenutzung hat in den letzten Jahren in Deutschland eine starke Entwicklung erfahren. Die Technologie ist inzwischen erprobt, das Interesse der Öffentlichkeit und Fachwelt nimmt ständig zu. Die gesetzlich-administrativen Rahmenbedingungen haben sich stark verbessert, so dass auch ständig neue Projekte gestartet werden. Bei entsprechenden Voraussetzungen sind Anlagen zur Abwasserwärmenutzung bereits heute wirtschaftlich konkurrenzfähig. Förderungen, wie

sie zum Beispiel vom Land Baden-Württemberg vorbildhaft geleistet werden, helfen die Realisierung von Demonstrationsbeispielen und damit auch die verbreitete Umsetzung voranzubringen. Damit kann nicht nur ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz erbracht, sondern auch ein Beitrag zur Stärkung der deutschen Wirtschaft und zur Erhaltung der regionalen Arbeitsplätze erzielt werden. Damit dies sichergestellt werden kann, müssen die Aus- und Weiterbildung sowie die Vermittlung von Know-how und Erfahrungen in Deutschland nochmals wesentlich erhöht werden, auf allen Stufen.

Literatur

- [1] Müller, E. A., Schmid, F., Kobel, B.: *Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauträger und Kommunen*, im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Zürich/Osnabrück/Berlin, 2005, 2009
- [2] *Anpassung einer Software zur Simulation der Abwassertemperatur auf Baden-Württembergische Verhältnisse und Anschubfinanzierung zur Reaktivierung eines bestehenden Abwasserwärmetauschers*, Forschungsprojekt der Universität Stuttgart (Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft), des Ingenieurbüros Klinger und Partner GmbH (Stuttgart) und des Steinbeis-Transferzentrum Technische Beratung an der Hochschule Esslingen, Förderung durch das Umweltministerium Baden-Württemberg
- [3] Müller, E. A., Kobel, B.: Nutzung von Wärme aus Abwasser mit Wärmepumpen – Erfahrungen in der Schweiz, Potenziale in Deutschland, KA, 2001 (8), 1074–1090
- [4] Klinger, H., Weber, S.: Wärmetauscher im Kanal – theoretische Grundlagen, KA, 2004 (6), 608–612
- [5] Merkblatt DWA-M 114: *Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie*, Hennef, 2009
- [6] DWA: Heizenergie aus Abwasser, Unterlagen zu den vier Seminaren in Berlin (2009), Bochum (2009), Pforzheim (4./5. Mai 2010) und Osnabrück (29./30. Juni 2010), Hennef, 2010
- [7] *Zuwendungsrichtlinien des Umweltministeriums für die Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben* (Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2009 – FrWw 2009) vom 23. Juni 2008 (Az. 5-8907.00/69, Umweltministerium Baden-Württemberg)
- [8] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) vom 7. August 2008, BGBl. Teil 1, 2008, Nr. 36 vom 18. August 2008, 1658–1665
- [9] Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG) vom 20. November 2007, Gbl., Nr. 19 vom 23. November 2007, 531

Autoren

*Dipl.-Geogr. Ernst A. Müller
Geschäftsführer InfraWatt
Leiter Institut Energie in Infrastrukturanlagen
Gessnerallee 38a
8001 Zürich, Schweiz*

*Dr. Jan Butz
Klinger und Partner
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH
Friolzheimer Straße 3
70499 Stuttgart*

E-Mail: mueller@infrastrukturanlagen.ch

