

Wärme aus Abwasser für die Gebäudeheizung

- Wege zur Erschließung -

Einleitung - Allgemeines zur Effizienz von Wärmepumpen

Bei der Abkehr von fossilen Brennstoffen rücken neben Biogas und Biomasse / Holz vor allem Wärmepumpen in den Fokus. Die Effizienz und die Höhe der Investitionen einer Wärmepumpenanlage werden durch zwei Bereiche bestimmt: Die Wärmequelle und die Systeme für Heizung und Warmwasserbereitung. Hinzu kommt gegebenenfalls der Kältebedarf für Klimatisierung.

Die verschiedenen Wärmequellen haben unterschiedliche Temperaturniveaus - je höher die Temperatur, desto besser die Effizienz (COP [Coefficient of Performance], Jahresarbeitszahl) und die Wirtschaftlichkeit, desto niedriger also die Wärmekosten.

❖ Industrielle Abwärme	+30 ... + ? °C
❖ Abluft	+20 ... +22 °C
❖ Abwasser	+8 ... +25 °C
❖ Grundwasser – Saug- und Schluckbrunnen	+6 ... +12 °C
❖ Geothermie – Erdsonden	-0 ... +10 °C
❖ Geothermie – Erdreich-Flachkollektor	-0 ... +10 °C
❖ Außenluft	-12 ... +15 °C

Beim Heizsystem ist zwischen Bestandsgebäuden und Neubauten zu unterscheiden. Entgegen gängigen Vorurteilen werden Wärmepumpen auch zur Versorgung von Bestandsgebäuden mit Radiatoren oder Plattenheizkörpern, die mit Temperaturen bis 70 °C ausgelegt wurden, erfolgreich - das heißt mit akzeptablen Heizkosten - eingesetzt. Und auch im Neubau ist nicht zwingend eine Fußbodenheizung erforderlich. Dennoch gilt natürlich: Je niedriger die erforderlichen Temperaturen für Heizung und Warmwasserbereitung, desto höher sind Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

Besonderes Augenmerk für die TGA-Planer verdient in diesem Zusammenhang die Warmwasserbereitung. Zentrale Warmwasserbereitung erfordert aus hygienischen Gründen unbedingt und fast kontinuierlich Erzeugertemperaturen von mindestens 65 °C. Dies ist durchaus mit Wärmepumpen zu gewährleisten, allerdings mit Einbußen bei der Jahresarbeitszahl. Wesentlich günstiger ist die Warmwasserbereitung mittels Wohnungsstationen über das Heiznetz. Dies ist hygienisch sicher und es sind Heizungsvorlauftempera-

turen von 48 °C und weniger realisierbar. Dies wurde von uns auch in Bestandsgebäuden bei der Sanierung von Mehrfamilienhäusern erfolgreich umgesetzt.

Abwasser als Energiequelle zum Heizen und Kühlen

Abwasser ist praktisch an allen Orten, an denen Gebäude stehen, verfügbar, jedoch nicht immer in für die Nutzung zu Heizzwecken ausreichender Menge. Grundsätzlich ist die Technologie für die Versorgung eines einzelnen Einfamilienhauses eher unwirtschaftlich. Ansonsten gibt es keine Einschränkungen. Abwasserwärmepumpen versorgen Mehrfamilienhäuser (Alt- und Neubauten), Sporthallen, Schulen, Bürogebäude, Hotels, Hallen- und Freibäder, Rathäuser, Museen, Kläranlagen oder speisen in Nahwärmenetze ein. Es gilt: Je höher der Wärme- und Kühlbedarf eines Gebäudes ist, umso wirtschaftlicher arbeitet eine Abwasserenergieanlage.

Faustwerte, wie Mindest-Nennweiten von Abwasserkanälen, Mindest-Trockenwetterabflüsse und maximal zulässige Entfernungen zwischen Heizzentrale und Kanal sind häufig von der technologischen Entwicklung der letzten 15 Jahre überholt. Aktuell gilt:

- ❖ Abwasserwärme kann aus Kanälen ab Nennweite DN 400 gewonnen werden. So werden in Oldenburg (Old.) seit 6 Jahren 90 Neubauwohnungen aus einem Schmutzwasserkanal DN 500 mit Wärme für Heizung und Warmwasserbereitung versorgt.
- ❖ In Hamburg werden 220 Altbauwohnungen bis zu einem Trockenwetterabfluss von nur 5 l/s mit Heizwärme versorgt.
- ❖ Die wirtschaftlich akzeptable Entfernung zwischen Kanal und Heizzentrale hängt von Leistung, Überbauung, Energiepreisen etc. ab. Praktisch realisiert sind Strecken bis zu 1,3 km.

Ausreichende Schmutzwasserabflüsse sind also ab einer stromauf am Kanal angeschlossenen Zahl von 4 - 5.000 Einwohnern zu erwarten. Häufig liegen beim Kanalbetreiber keine berechneten oder gemessenen Trockenwetterabflüsse vor. Für eine erste Einschätzung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie kann schon eine Inaugenscheinnahme des vorhandenen Abflusses bei entsprechender Erfahrung ausreichend sein. Zu Beginn der Planungsarbeiten zum Bau einer solchen Anlage sollte in den meisten Fällen eine zwei- bis vierwöchige Messung erfolgen, um die Investitionsentscheidung abzusichern.

Die Wärme des häuslichen und industriellen Abwassers kann an drei Stellen gewonnen werden: Im Gebäude selbst, in der Kanalisation und auf oder nach der Kläranlage [1].

- Für die Wärmerückgewinnung im Gebäude spricht die hohe Temperatur der warmen Abwässer, z. B. aus der Dusche. Existierende technische Lösungen sind allerdings nicht alle hygienisch unbedenklich. Auch ist die Wirtschaftlichkeit meist nicht gegeben, da in der Wohnung nur wenige Minuten täglich warmes Abwasser entsteht.
- Die Nutzung im Kläranlagenablauf ist technisch am einfachsten, wenngleich auch hier spezifisches Know-how gefordert ist. Jedoch gibt es meist keine größeren Wärmeabnehmer in der Nähe. Aktuell gibt es mehrere Projekte, diese großen Wärmemengen über Fernwärmenetze nutzbar zu machen.
- Das größte Potenzial liegt in der Kanalisation, wo einerseits ab einem Einzugsgebiet von etwa 5.000 Einwohnern (siehe oben) rund um die Uhr genug Wärme gewonnen werden kann, um größere Liegenschaften zu versorgen, und andererseits auch entsprechende Gebäude als Nutzer in der Nähe sind.

Existierend Anlagen zur Abwasserwärmenutzung gewinnen die Energie daher überwiegend aus der Kanalisation.

Stand der Technik

Schon Anfang der 1980er Jahre wurden in Basel, Berlin (Ost) und Waiblingen Abwasserwärmepumpen realisiert. Zwei dieser drei Anlagen liefern bis heute umweltfreundliche Wärme. In den letzten 15 Jahren wurden in Deutschland zahlreiche weitere Anlagen in Betrieb genommen.

Darunter finden sich einige technologische Besonderheiten:

So wird in Dresden (2010) und Stuttgart (2011), Regensburg (2014, 2017), Berlin (2023) mit dem Abwasser nicht nur geheizt, sondern auch gekühlt. Kältemaschinen und Rückkühlwerke werden damit verzichtbar.

In Bochum (2010, Abb. 2) liefert eine Kombination von Elektrowärmepumpe und Blockheizkraftwerk (BHKW) besonders umweltfreundliche Wärme für ein kommunales Hallen- und Freibad [2].

In Aurich (2010) wird warmes Industrieabwasser mittels einer 1,3 km langen kalten Fernwärmeleitung genutzt.

In Grevesmühlen (2010), Zweibrücken (2012), Regensburg (2014) und demnächst im Raum Hamburg liefern Wärmepumpen mittels Direktverdampfer mit bisher nicht gekannter Effizienz Wärme aus Abwasser für Schul-, Verwaltungs- und Technikgebäude oder speisen ins Fernwärmenetz ein.

Zur Wärmegewinnung werden unterschiedliche Technologien eingesetzt:

- Rinnenwärmetauscher, die nachträglich in begehbare Kanäle eingebaut werden.

- Externe Wärmeübertrager, bei denen ein Teilstrom des Abwassers über einen Wärmeübertrager außerhalb des Kanals geleitet wird (Berlin, Straubing, Stuttgart, Regensburg, ...).
- Direktverdampfer-Wärmepumpen
- Zahlreiche Anlagen gewinnen Wärme aus Abwasserdruckleitungen. Je nach Abwasserart, Leistung und Einsatzort kommen unterschiedliche Wärmeübertrager zum Einsatz, die speziell auf den jeweiligen Einsatzfall zugeschnitten sein müssen.
- Nutzung kleinerer Nennweiten nicht begehbare Kanäle: Wärmeübertrager werden eingeschoben oder wie Inliner eingezogen.
- Kombinierte Kanalrohre, die neben der Abwasserwärme auch erhebliche Anteile geothermischer Energie nutzen [siehe nachfolgenden Vortrag].

Auslegung und Wirtschaftlichkeit

Auf den Einfluss von Heizkreistemperaturen und Warmwasserbereitung auf die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen wurde bereits hingewiesen. Wichtig ist darüber hinaus:

Abwasserwärme braucht im Gegensatz zur Geothermie keine Regenerationszeiten. Die Anlagen können mit 5000 und mehr Jahresvollbenutzungsstunden betrieben werden. Wirtschaftlich optimal sind bivalent-parallel betriebene Anlagen, die bis 80% des jährlichen Energiebedarfs liefern. Zur Spitzenlastabdeckung dienen konventionelle Erdgaskessel oder auch Biomassekessel (Holz), Fernwärme und neuerdings auch Power-to-Heat-Kessel.

Genehmigung

Eine behördliche Genehmigung ist in der Regel nicht erforderlich. Aber selbstverständlich müssen die Betreiber der Kanalisation und der Kläranlage frühzeitig in das Projekt eingebunden werden. Ihr Einverständnis ist erforderlich, und sie müssen notwendige Daten zum Kanal bereitstellen, wie Trockenwetterabfluss, Temperaturniveau, Abmessungen etc.

Schließlich werden die Verantwortlichkeiten zwischen dem Wärmenutzer und dem Betreiber des Kanals vertraglich geregelt. Hierfür gibt es bewährte Muster [4].

Projektentwicklung und Planung

Technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit hängen von einer Vielzahl einzelner Faktoren ab, die sich von Standort zu Standort stark unterscheiden. Daher ist es sinnvoll, be-

reits früh ein mit dem Thema vertrautes Ingenieurbüro hinzuzuziehen. Dieses kann z. B. auch detailliert auf eventuelle Bedenken der Kanalbetreiber eingehen. Mit der technischen Planung sollte in jedem Fall ein erfahrener Fachplaner beauftragt werden, der u. a.:

- Die Schnittstelle zwischen Gebäudeeigentümer/Wärmenutzer und Kanalbetreiber/Abwasserverband abdeckt,
- Messungen von Abwassermenge und -temperatur veranlasst,
- die Gesamtanlage inkl. der Wärmeübertrager herstellerneutral auslegt,
- die günstigste Technologie des Abwasser-Wärmeübertragers ermittelt,
- die Auswirkungen auf die Kläranlage analysiert,
- Fragen der Arbeitssicherheit klärt,
- die Einbringung der Wärmeübertrager in den Kanal und die Abwasserableitung während der Bauphase koordiniert und
- ein Messprogramm erarbeitet
- das Heiznetz optimiert
- für eine optimale hydraulische und regelungstechnische Einbindung in die (bestehende) Heizzentrale sorgt.

Ausblick

Die weltweit nach wie vor steigenden CO₂-Emissionen erfordern die entschlossene Nutzung aller Einspar- und Substitutionspotenziale. Jährlich rund 5,5 Mrd. m³ Schmutzwasser können einen nennenswerten Beitrag zur Versorgung mit Wärme für Raumheizung und Warmwasserbereitung sowie zur Kühlung von Gebäuden leisten. Bewährte Technologien stehen zur Verfügung und sind wirtschaftlich konkurrenzfähig.

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Wolfram Stodtmeister ist Inhaber der ECO.S Energieconsulting Stodtmeister, Mantteuffelstraße 74, 12103 Berlin, Tel. +49-(0)30-25 930 960; stodtmeister@eco-s.net, <https://eco-s.net>

Literatur

[1] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW) GbR im Verband kommunaler Unternehmen (VKU), Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Hrsg.): Heizen und Kühlen mit Abwasser - Ratgeber für Bauherren und Kommunen. München, Osnabrück 2005.

Download unter <https://eco-s.net/energie.html>

[2] Energie & Management 15.6.2011: BHKW des Monats.

- [3] Mustervereinbarung zwischen Betreiber Kanalisation und Wärmenutzer (deutsche Fassung):
Bezug über den Autor
- [4] [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/
2_abb_kohlendioxid-konz_2023-03-20_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_abb_kohlendioxid-konz_2023-03-20_0.pdf)
-

Weitere Informationen:

Wolfram Stodtmeister

ECO.S Energieconsulting Stodtmeister

Tel.: 030/25 930 960

Fax: 030/25 930 969

E-Mail: stodtmeister@eco-s.net

<https://eco-s.net>