

Heizen und Kühlen mit Abwasser



Ratgeber für Bauherren und Kommunen

Vorwort

- 03 Zukunftsenergie Abwasser
von Dr. Fritz Brickwedde,
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Grundlagen

- 04 So funktioniert die Abwasserheizung
06 Großes Potenzial in ganz Deutschland
08 Welche Gebäude kommen infrage?

Beispiele

- 10 Heizkraftwerk Kläranlage Waiblingen
20 Jahre Abwasserwärmenutzung
12 Pionierregion Basel
Abwasserenergie frei Haus
14 Singen und Schaffhausen
Wärme und Kälte für Büros und Industrie
16 Gesundheitshaus Leverkusen
Investoren setzen auf Abwasserwärme
18 Sandvika bei Oslo
Energie aus Abwasser für ganzen Stadtteil

Fakten

- 20 Gute Noten in Ökologie
22 Wirtschaftlichkeit:
Die Vollkosten zählen!

Technik

- 24 Energieangebot und Energiegewinnung
26 Wärmeerzeugung und Wärmenutzung

Vorgehen

- 28 Die Kommune als Motor
30 Projektschritte für Bauherren
32 Anlagen finanzieren und betreiben mit Contracting

Service

- 34 Information und Beratung

Impressum

Herausgeber

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
80796 München

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
49007 Osnabrück

Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und
Wasserverwendung (ASEW) GbR im Verband
kommunaler Unternehmen
50933 Köln

Institut Energie in Infrastrukturanlagen
CH-8001 Zürich

Projektleitung, Redaktion

Ernst A. Müller, Felix Schmid
Institut Energie in Infrastrukturanlagen
Lindenhofstrasse 15, CH-8001 Zürich
Tel. 0041 44 226 30 90
Fax 0041 44 226 30 99
energie@infrastrukturanlagen.ch
www.infrastrukturanlagen.ch

Wolfram Stodtmeister
ECO.S Energieconsulting Stodtmeister
Tempelhofer Ufer 1a, 10961 Berlin

Beat Kobel
Ryser Ingenieure AG
Engestrasse 9, CH-3000 Bern 9

Wissenschaftlicher Beirat

Dr. Roland Digel, Deutsche Bundesstiftung
Umwelt, Osnabrück

Dr. Eckhard Glockner, Ministerium für Umwelt
und Verkehr des Landes Baden-Württemberg,
Stuttgart

Dipl.-Ing. Sylvia Gredigk-Hoffmann,
Forschungsinstitut für Wasser- und
Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp, Institut
für Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH
Aachen

Jutta von Reis, Forschungszentrum Jülich GmbH

Gestaltung & Produktion

FP-Werbung F. Flade GmbH
80796 München

Bezug

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Elisabethstrasse 34
80796 München
Tel. 089 2713021
Fax 089 27312891
info@waermepumpe-bwp.de
www.waermepumpe-bwp.de

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Postfach 1705
49007 Osnabrück
info@dbu.de
www.dbu.de

Schutzgebühr: EUR 8,-

© Institut Energie in Infrastrukturanlagen
Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.

Stand: 10/2005 BWP-ABW-001



Dr.-Ing. E.h. Fritz Brickwedde

Generalsekretär der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Zukunftsenergie Abwasser

Verbesserte Wärmedämmung, eine neue Generation von gut isolierenden Fenstern und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen kaum mehr Heizwärme aus modernen Gebäuden entweichen. Doch auch bei energieoptimierten Gebäuden bleibt ein Wärmeleck: die Abwasserleitung. Das Wasser, das wir zum Duschen, Baden, Waschen und Putzen brauchen, fließt lauwarm in die Kanalisation. Zieht man in Betracht, dass moderne energieeffiziente Gebäude für ihre Heizung nicht mehr Energie benötigen als zur Warmwasserbereitung, erkennt man das gewaltige Abwärmepotenzial, das in unseren Abwasserkanälen schlummert.

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) möchte dazu beitragen, dieses Potenzial zu nutzen. Die Technik ist entwickelt und effizient: Wärmepumpen ermöglichen es, die Energie aus dem Abwasser zurückzugewinnen und zur Raumheizung und Warmwasserbereitung zu nutzen. Der Wärmekreislauf lässt sich auf diese Weise schließen. Eine Vielzahl von Beispielen in Deutschland und in der Schweiz belegt die Zuverlässigkeit dieser Technologie seit über 20 Jahren. Im Vergleich zu fossilen Energieträgern ermöglicht die Energienutzung aus Abwasser einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz und zur Einsparung von Primärenergie.

Zudem beginnt sich die Wärmenutzung aus Abwasser zu lohnen. Wenn man den Gewinn für die Umwelt berücksichtigt, ist die Technologie schon heute wirtschaftlich. Jüngste Preiserhöhungen im Öl- und Gasmarkt belegen, wie wichtig es ist, vorzusorgen und in energiesparende Technologien zu investieren. Spätestens wenn eine Kanalsanierung ansteht, sollte die Abwasserwärmenutzung als ergänzende Maßnahme zur energiesparenden Wärmeversorgung größerer Gebäude oder Wohnsiedlungen in Erwägung gezogen werden.

Wie die Abwärmenutzung funktioniert und unter welchen Randbedingungen sie einsetzbar ist, darüber informiert diese Broschüre.

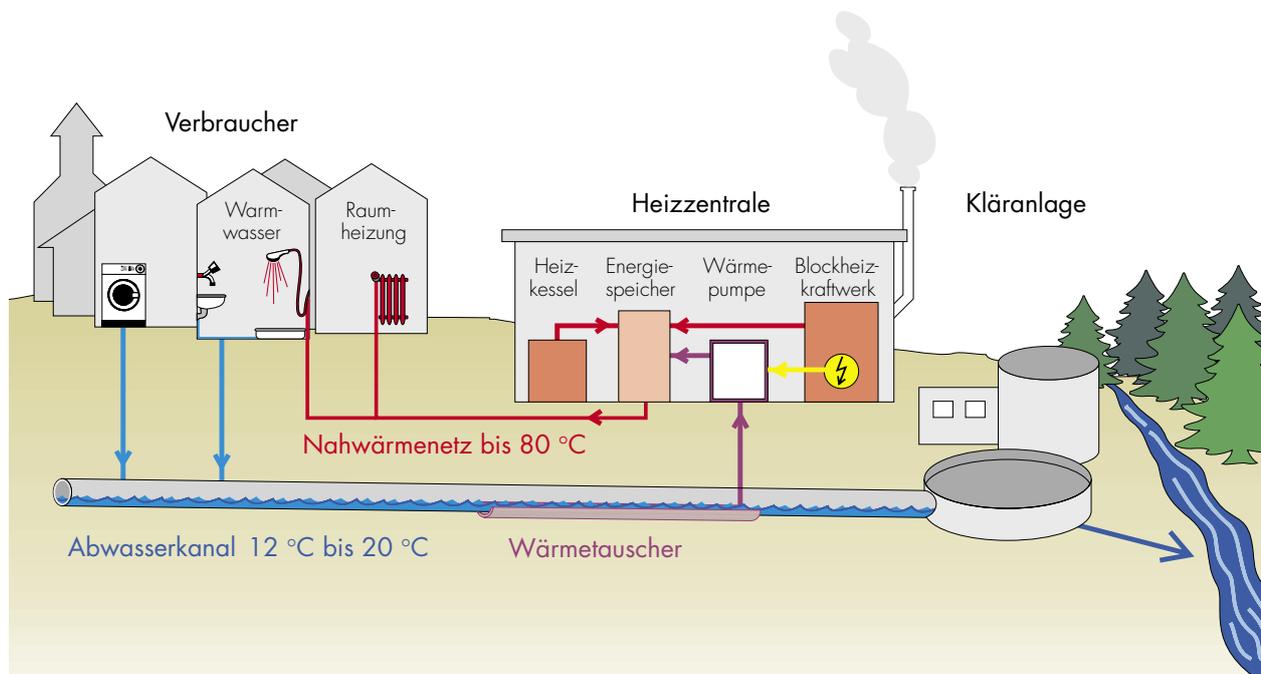
So funktioniert die Abwasserheizung

Abwasser steckt voller Energie. Im Winter können wir daraus Wärme gewinnen, im Sommer damit kühlen.

Das kommt daher, dass Abwasser im Winter deutlich wärmer ist als die Außenluft und im Sommer kälter. Im Jahresverlauf bewegt sich die Abwassertemperatur zwischen 10 °C und 20 °C. Abwasser ist deshalb eine ideale Wärmequelle für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen. Die Technik zur Energiegewinnung aus Abwasser ist einfach und erprobt. Herzstück bilden ein Wärmetauscher, der aus dem Abwasser Energie gewinnt, und eine Wärmepumpe, die die Energie für die Beheizung oder Kühlung von größeren Gebäuden nutzbar macht.

Effiziente Nutzung von Primärenergie

Die meisten Abwasserheizungen werden mit Elektrowärmepumpen betrieben. Weil Abwasser im Vergleich zu anderen Wärmequellen wie Luft, Grundwasser oder Geothermie wärmer ist, arbeiten diese Anlagen sehr effizient. Die Menge an erzeugter Nutzenergie (Raumwärme, Warmwasser) liegt deutlich höher als der Verbrauch an Primärenergieträgern (Kohle, Gas) zur Erzeugung des benötigten Stroms. Das Maß für die Effizienz von Wärmepumpen – die so genannte Jahresarbeitszahl – liegt klar über 3,5, was einer prozentualen CO₂-Einsparung gegenüber einer Ölheizung von über 40 % entspricht.



Funktionsweise der Abwasserwärmenutzung: Die Energierückgewinnung aus Abwasser ist ein sinnvoller Kreislauf.
(Grafik: Staubli)

Wärmenutzung

Abwasser-Wärmepumpen werden für die Gebäudeheizung und die Wassererwärmung von großen Gebäuden eingesetzt. Häufig versorgen sie über einen Nahwärmeverbund gleich mehrere Gebäude. Abwasser-Wärmepumpen eignen sich aber auch ausgezeichnet für die Schwimmbadheizung und – bei geeigneten Temperaturanforderungen – für gewerbliche Nutzungen. Je tiefer das Temperaturniveau der Wärmenutzung liegt, desto effizienter arbeiten die Anlagen. Im Sommer können Abwasserenergieanlagen auch zur Raumkühlung eingesetzt werden. Die Wärmepumpe wirkt dabei in „umgekehrter“ Weise als Kältemaschine. Möglich ist aber auch eine direkte Nutzung der Abwasserkälte mittels Bauteilkühlung.



Neubauten mit guter Wärmedämmung und Fußbodenheizung bieten besonders gute Voraussetzungen für eine Abwasser-Wärmepumpe. (Foto: Vaitl)

Wärmepumpe

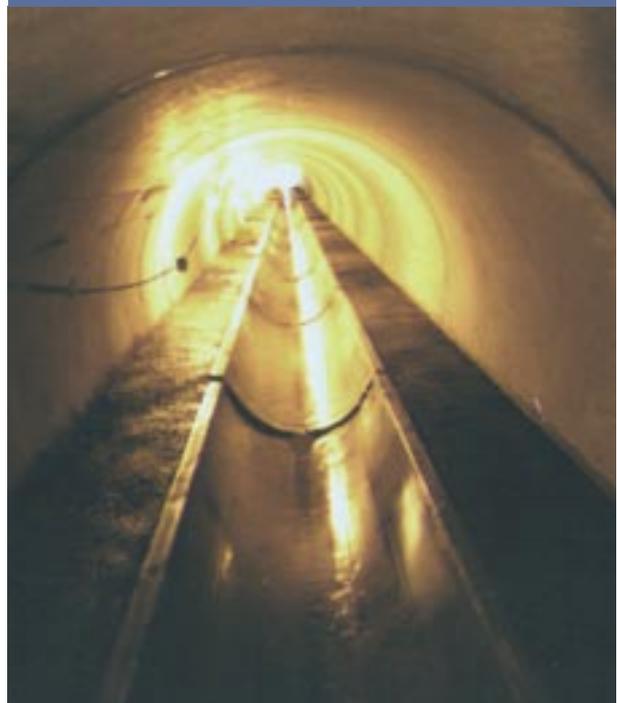
Um Wärme aus lauwarmem Abwasser für die Raumheizung und die Wassererwärmung nutzen zu können, ist eine Wärmepumpe erforderlich, die die Energie auf ein höheres Temperaturniveau hebt. Abwasser-Wärmepumpen erreichen Nutzttemperaturen bis zu 70 °C. In Kombination mit einem Heizkessel können sie selbst dort eingesetzt werden, wo höhere Temperaturen gefragt sind. Die Verknüpfung von Wärmepumpe und Heizkessel bringt aber noch weitere Vorteile: höhere Versorgungssicherheit und verbesserte Wirtschaftlichkeit. Zusätzlich kann die Wärmepumpe mit einem Blockheizkraftwerk gekoppelt werden, das neben Wärme auch Strom für den Betrieb der Wärmepumpe erzeugt.



Aus 12-gradigem Abwasser wird 60-gradiges Heizwasser: Die Technik der Wärmepumpe macht es möglich. (Foto: Morf)

Wärmetauscher

Der Wärmetauscher erfüllt zwei Funktionen: Er entzieht dem Abwasser Energie, und er trennt das saubere Heizsystem vom schmutzigen Abwasser. Der Wärmetauscher wird entweder in die Sohle eines Abwasserkanals integriert (siehe Grafik S. 4) oder in den Ablauf einer Kläranlage eingebaut. Im ersten Fall wird Energie aus dem Rohabwasser genutzt; im zweiten Fall wird die Energie aus dem gereinigten Abwasser gewonnen. Die Wärmetauscher können sowohl in bestehende Kanäle eingebaut werden als auch in Kanalabschnitte, die erneuert oder saniert werden müssen. Bei Erneuerungen kommen zunehmend vorgefertigte Kanalisationselemente mit integriertem Wärmetauscher zum Einsatz, die kürzere Bauzeiten und niedrigere Investitionskosten ermöglichen.



Mittels eines Kanal-Wärmetauschers wird der Kanalisation Wärme entzogen. (Foto: ewz)

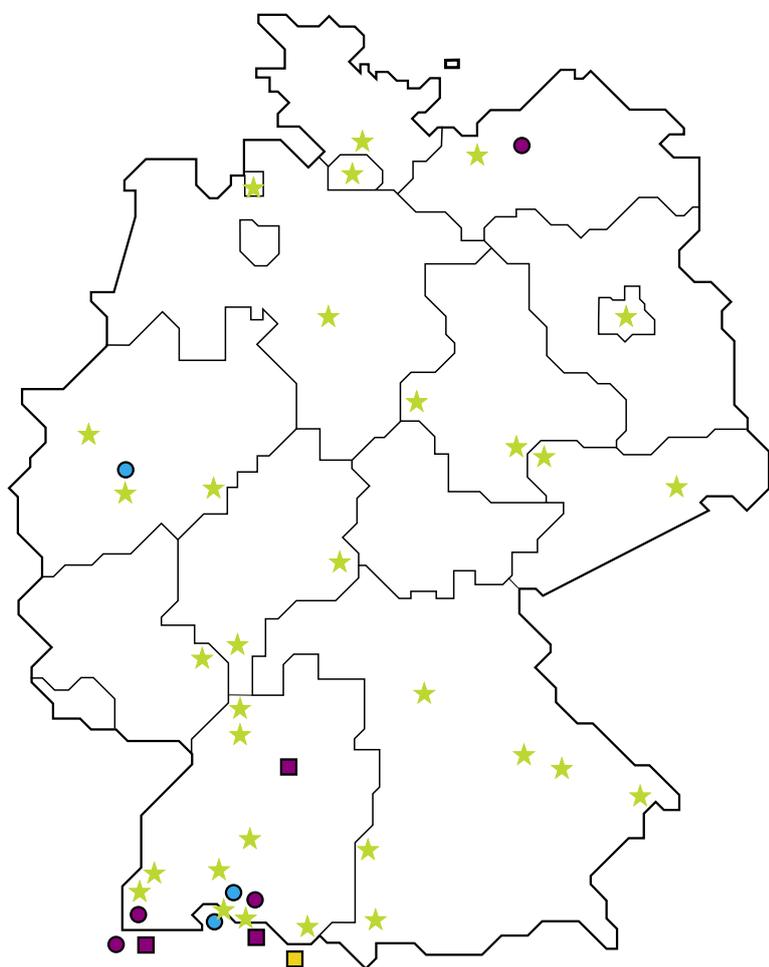
Großes Potenzial in ganz Deutschland

Das Abwasser in Deutschland enthält genügend Energie, um 2 bis 4 Millionen Wohnungen mit Wärme zu versorgen. Zehntausende Standorte eignen sich für die Energierückgewinnung aus Abwasser.

Besonders günstig sind die Voraussetzungen dort, wo in der Nähe von großen Abwasserkanälen oder von Kläranlagen Bauten oder Quartiere mit einem hohen Wärmebedarf vorhanden sind: Verwaltungsgebäude, Wohnsiedlungen, Gewerbe- und Industriebauten, Heime, Schulen und Sportanlagen. Solche Standorte finden sich in den meisten Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern und im Einzugsgebiet von regionalen Kläranlagen. In zahlreichen Kommunen und Städten liegen Potenzialstudien vor; erste Anlagen wurden bereits realisiert.

Nordrhein-Westfalen als Vorreiter

Als erstes Bundesland in Deutschland hat Nordrhein-Westfalen das Potenzial zur Energienutzung aus Abwasser systematisch untersuchen lassen. Die Studie kommt zum Schluss, dass die im Abwasser vorhandene Energiemenge ausreichen würde, um theoretisch jedes zehnte Gebäude mit Raumwärme und Warmwasser zu versorgen. Dadurch ließe sich der CO₂-Ausstoß um rund 2 Mrd. Tonnen reduzieren. Tausende von Standorten erfüllen die Voraussetzung für einen Wärmeentzug aus Abwasser.



Abwasserheizungen in Deutschland und der Schweiz

Energiegewinnung

- aus Rohabwasser (Kanal)
- aus geklärtem Abwasser (Kläranlage)

Energienutzung

- Raumheizung
- Raumheizung und Warmwasser
- Raumheizung und Klimatisierung (Kühlen)

Potenzial vorhanden

- ★ Standortabklärungen und Projektstudien

Liste der Standorte unter
www.infrastrukturanlagen.ch

Vier Beispiele

Stadtwerke Waiblingen

Wärmenutzung aus Abwasser ist in Deutschland nichts Neues. Bereits 1986 haben die Stadtwerke Waiblingen ein Heizwerk in Betrieb genommen, welches das Rathaus und andere öffentliche Bauten, aber auch private Gebäude, mit Wärme aus dem gereinigten Abwasser der Kläranlage versorgt. Die Erfahrungen mit dieser und anderen Pilotanlagen zeigen, dass Wärmenutzung aus Abwasser funktioniert und sich die Technik bewährt (s. S. 10).



Das Bürgerzentrum von Waiblingen: seit 20 Jahren mit Wärme aus Abwasser beheizt.

Pionierregion Basel

Auch Basel und Umgebung gelten als Pionierregion für die Abwasserheizung. Seit über 20 Jahren versorgt das Sportamt der Rheinstadt ein Garderobengebäude mit Raumwärme und Warmwasser aus Abwasserenergie. Weitere Abwasserwärmepumpen finden sich in einer Wohnsiedlung und in einem Nahwärmeheizwerk in zwei Vorortgemeinden. Beide Anlagen werden im Rahmen eines Contractings durch lokale Energieversorgungsunternehmen betrieben (s. S. 12).



Wohnsiedlung Ringermaten bei Basel: Die Energiequelle Abwasser liegt vor der Haustüre.

Gründerzentrum Singen

Im deutschen Singen wird seit 2003 ein Technologiezentrum mit Abwasserenergie versorgt. Die Anlage liefert im Winter Heizwärme und im Sommer Klimakälte. Auch in der Nachbarregion Schaffhausen in der Schweiz haben sich große Industriebetriebe entschlossen, Abwasserheizungen zu realisieren – die Uhrenherstellerin IWC und die SIG in Neuhausen am Rheinfl. Auslöser für die Projekte war eine kommunale Energieplanung, in deren Rahmen systematisch geeignete Standorte gesucht und Machbarkeitsstudien durchgeführt worden waren (s. S. 14).



Uhrenfabrik IWC: Komfort am Arbeitsplatz dank Energie aus Abwasser.

Gesundheitshaus Leverkusen

In der Stadt Leverkusen könnte die Abwasserwärmenutzung zum festen Bestandteil der kommunalen Energiestrategie werden. Die Stadtbehörden haben dazu Machbarkeitsstudien für geeignete Anlagenstandorte durchführen lassen. Auf dieser Grundlage hat ein privater Immobilien-Investor ein neues Dienstleistungs-Zentrum mit einer Abwasserenergieanlage ausgerüstet. Das als Gesundheitszentrum genutzte Gebäude kann als Geburtshaus der Abwasserwärmenutzung in Deutschland bezeichnet werden (s. S. 16).



Gesundheitshaus Leverkusen mit 12.500 m² Nutzfläche: Raumwärme und Klimakälte aus Abwasser.

Welche Gebäude kommen infrage?

Abwasser-Wärmepumpen eignen sich für größere Gebäude und ganze Nahwärmenetze. Infrage kommen Mehrfamilienhäuser und Wohnsiedlungen, Verwaltungsgebäude, Gewerbe- und Industriebauten, Schulhäuser und Heime, Sportanlagen und Schwimmbäder.

Nicht geeignet sind einzelne Einfamilienhäuser und Prozesswärmeverbraucher. Voraussetzung für eine wirtschaftliche Energienutzung aus Abwasser ist ein hoher Heizwärmebedarf von mindestens 150 kW und die Nähe des Objektes zu einem großen Abwasserkanal oder einer Kläranlage.



Für Abwasser-Wärmepumpen besonders geeignet: ganze Wohnsiedlungen und größere Bürogebäude.
Im Bild die mit Abwasser beheizte Wohnsiedlung Wässerwiesen in Winterthur (CH).

Anforderungen an Bauten

Abwasserenergieanlagen kommen für neue und für bestehende Gebäude infrage. Neubauten auf noch nicht bebauten Arealen bieten den Vorteil, dass die Integration der Wärmepumpe in die Heizzentrale und der Leitungsbau einfacher und kostengünstiger sind. Bestehende Gebäude liegen dafür häufig innerhalb des Siedlungsgebietes, wo sich eher geeignete Abwasserkanäle befinden. Eine Nutzung von Abwasserenergie wird in beiden Fällen durch folgende Voraussetzungen begünstigt:

Hohe Heizleistung: Interessant wird der Einsatz von Abwasserwärmepumpen bei Gebäuden oder Gebäudegruppen mit einem Leistungsbedarf für die statische Wärmeabgabe (Radiatoren, Fußbodenheizung, Bauteilkonditionierung) von mindestens 150 Kilowatt (kW), was dem Bedarf von rd. 50 Wohneinheiten entspricht.

Nähe zum Kanal: Je näher ein Gebäude zum Abwasserkanal liegt, desto kostengünstiger lässt sich die Wärmegewinnung realisieren. In überbauten Siedlungsgebieten sind – je nach Größe des Objektes – Distanzen von 100 bis 300 m möglich; größere Objekte in unüberbauten Gebieten lassen auch Distanzen über 1 km zu.

Bebauungsdichte: Je höher die Bebauungsdichte eines Areals ist, desto wirtschaftlicher lässt sich ein Nahwärmenetz mit Abwasserwärme betreiben.

Systemtemperaturen: Je tiefer die Temperaturen der Energienutzung liegen, desto effizienter arbeiten Wärmepumpen. Besonders gute Voraussetzungen für die Energienutzung aus Abwasser bieten deshalb Neubauten mit Niedertemperatur-Heizsystemen (Fußbodenheizung, Bauteilkonditionierung). Für industrielle Prozesse, die hohe Temperaturen erfordern, sind Abwasserheizungen dagegen weniger geeignet.

Wärmebedarf: Vorteilhaft für die Abwasserenergienutzung ist ein möglichst ganzjähriger Wärmebedarf, der lange Betriebszeiten der Wärmepumpe ermöglicht (Raumheizung und Warmwasser).

Ersatz des Heizkessels: Muss die Energiezentrale eines bestehenden Gebäudes ohnehin saniert werden, ergeben sich für die Umstellung auf eine Abwasserheizung interessante Kostensynergien.

Erdgasversorgung: Wo Erdgas vorhanden ist, können Abwasser-Wärmepumpen mit Gasmotor-Blockheizkraftwerken kombiniert werden, was eine besonders effiziente und wirtschaftlich interessante Energienutzung ermöglicht.

Option Klimakälte: Im Sommer kann Kanalabwasser auch zum Kühlen genutzt werden. Die Wärmepumpe wird in diesem Fall als Kältemaschine betrieben. Dadurch lässt sich die Investition besser ausnutzen.

Anforderungen an den Abwasserkanal

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Abwasserenergieanlagen stellt nicht nur Anforderungen an die Wärmenutzung, sondern auch an die Wärmequelle – den Abwasserkanal oder die Kläranlage. Für die Energiegewinnung aus Kanälen sind folgende Faktoren entscheidend:

Wassermenge: Die Energiegewinnung aus Abwasserkanälen erfordert aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eine Wassermenge von mindestens 15 Liter pro Sekunde (Tagesmittelwert bei Trockenwetter).

Temperatur des Abwassers: Eine hohe Temperatur des Abwassers erlaubt eine große Abkühlung und damit einen großen Energieertrag. Günstig sind die Voraussetzungen, wenn die Abwassertemperatur auch im Winter meistens über 10 °C liegt.

Größe und Querschnitt: Für den Einbau eines Wärmetauschers in einen Abwasserkanal ist ein Leitungsdurchmesser von mind. 800 mm erforderlich. An die Form des Kanals werden dagegen keine Anforderungen gestellt. Infrage kommen runde Kanäle, Kanäle mit Ei- und Maulprofil oder rechteckige Kanäle.

Kanalführung: Der Einbau eines Wärmetauschers in einen Abwasserkanal wird vereinfacht, wenn der Kanal keine Kurve aufweist. Ideal ist ein gerader Kanalabschnitt von mindestens 20 m, bei großen Anlagen sogar 100 m Länge.

Zugänglichkeit: Ein guter Zugang zum Abwasserkanal (Einstiegsluken) reduziert die Kosten für die Installation und die spätere Wartung des Kanalwärmetauschers.

Verbindung zum Objekt: Der Bau der Leitung vom Kanal zur Heizzentrale im Gebäude kann einen wichtigen Kostenpunkt darstellen. Kann für die Leitungsführung eine bestehende Verbindung – beispielsweise ein Seitenkanal – genutzt werden, oder kann die Leitung in unbebautem Terrain verlegt werden, lassen sich die Investitionen gering halten.

Alter des Kanals: Besonders prüfungswert ist die Nutzung von Abwasserenergie immer dann, wenn ein Kanal ohnehin saniert werden muss. Der Einbau des Wärmetauschers ist in diesem Fall wesentlich günstiger.



Bewilligung einholen

Um Abwärme aus einem Kanal zu gewinnen, ist in jedem Fall das Einverständnis der Betreiber von Kläranlage und Kanalisation erforderlich. Der Grund liegt darin, dass sich Abwasser beim Wärmeentzug abkühlt und der Betrieb der Abwasserreinigungsanlage dadurch beeinflusst werden kann. Vor Erteilung einer Bewilligung wird dieser Sachverhalt daher geprüft. Selbstverständlich dürfen auch Betrieb, Unterhalt und Reinigung des Kanalabschnittes nicht tangiert werden, weshalb der Einbau des Wärmetauschers frühzeitig mit dem Kanalbetreiber abgesprochen werden muss.



Auskunft über Abwasserkanäle

Die Datenbeschaffung über das Abwasser-Kanalsystem ist eine wichtige Voraussetzung für die Projektierung. Ansprechpartner ist der Betreiber der Kanalisation – in der Regel die Kommune. Meistens ist die Siedlungsentwässerung dem Tiefbauamt oder den Stadtwerken zugeordnet. Auskunft kann aber auch der Betreiber der örtlichen Kläranlage erteilen.

Heizkraftwerk Kläranlage Waiblingen 20 Jahre Abwasserwärmenutzung

Wärmenutzung aus Abwasser ist erprobt und effizient.
Beleg dafür ist das Heizkraftwerk der Kläranlage
Waiblingen.

Seit 1986 versorgen die Stadtwerke Waiblingen ein Fernwärmenetz, an das mehrere kommunale und private Bauten angeschlossen sind. Die Wärmebereitstellung erfolgt mit einer Elektromotorwärmepumpe, die aus gereinigtem Abwasser Energie gewinnt, sowie einem Blockheizkraftwerk, das aus Klärgas Wärme und zusätzlich Strom für den Antrieb der Wärmepumpe erzeugt. Bei Bedarfsspitzen werden bis zu vier Heizkessel zugeschaltet.



Marktdreieck (Foto), Rathaus, Kreiskrankenhaus, Hallenbad, Bürgerzentrum und Polizeipräsidium werden in Waiblingen mit Wärme aus Abwasser beheizt.

Daten

Wärmenutzung	24 Gebäude
Länge Fernwärmenetz	3,6 km
Wärmeleistungsbedarf	6.500 kW
Heizleistung Wärmepumpe	560 kW
Leistung BHKW	elektrisch 110 kW thermisch 220 kW
Heizleistung Spitzenkessel	6.500 kW
Anteil Abwasserenergie an Wärmeproduktion	rund 13 %

Beteiligte

Bauherrschaft
Stadtwerke Waiblingen GmbH,
Waiblingen

Planung, Bauleitung
EnBW Energy Solutions, Stuttgart

Lieferant Wärmepumpe
Combitherm GmbH, Fellbach

Innovative Pionierleistung

Jede Kläranlage ist auch eine Energiequelle. Mit dieser Tatsache vor Augen gingen Planer und Behörden ans Werk, als zu Beginn der 1980er-Jahre eine Erweiterung der Kläranlage Waiblingen nötig wurde. Zum einen überlegten sich die Betreiber des Klärwerks, wie sich das anfallende Klärgas möglichst effizient nutzen ließe, zum anderen erkannten sie, dass das Abwasser selber als Energierohstoff Verwendung finden könnte. Obwohl Abwasser für den Prozess der Reinigung über einen Tag lang in der Kläranlage verweilt, ist es im Auslauf immer noch über 10 °C warm – und dies auch an den meisten Tagen im Winter. Dies sind günstige Voraussetzungen für den Betrieb einer Wärmepumpe. Bei einem mittleren Trockenwetterabfluss der Kläranlage von 500 m³/h beträgt das theoretisch nutzbare Abwärmepotenzial in der Kläranlage Waiblingen 1.700 kW – genug um rund 300 neue Einfamilienhäuser zu beheizen.

Der Wunsch, die beiden erneuerbaren Energiequellen – Klärgas und Abwasser – zu nutzen, führte zu einem integralen Energiekonzept, das zur damaligen Zeit eine Pionierleistung für ganz Deutschland darstellte. Folgerichtig wurde das Heizkraftwerk in der Kläranlage Waiblingen denn auch durch das Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg und das Bundesministerium für Forschung und Technologie sowie die Europäische Gemeinschaft als Modellprojekt gefördert.

Beitrag an die Luftreinhaltung

Im Mittelpunkt des Konzeptes stand die Idee, die vorhandene Energie durch den Bau einer Heizzentrale und einer Fernwärmeversorgung für die Raumheizung und Wassererwärmung in kommunalen Bauten und bei privaten Großverbrauchern verfügbar zu machen. Als geeigneter Partner für die Realisierung des Projektes wurden die Stadtwerke gefunden, die sich bereits damals aktiv für Umweltschutzanliegen engagierten. Durch das neue Fernheizwerk gelang es, etliche alte Ölheizungen außer Betrieb zu nehmen. Insgesamt werden heute jährlich rund 280.000 Liter Heizöl eingespart, was einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 750 Tonnen entspricht.

Die Wärmebereitstellung erfolgt multivalent. Als Grundlastwärmeerzeuger dienen die Abwasserwärmepumpe und das Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie bei Bedarf ein kleinerer Heizkessel, der wie das BHKW mit Klärgas befeuert wird. Für die Spitzenlastdeckung sorgen drei große 2-Megawatt-Heizkessel, die wahlweise mit Erdgas oder Heizöl befeuert werden können. Dies erleichtert den Stadtwerken das Lastmanagement bei der Gasversorgung. Steuerung und Regelung des Heizkraftwerks erfolgen über einen zentralen Rechner, der die relevanten Daten an die Netzleitstelle der Stadtwerke weiter leitet. Dies macht den Betrieb einfach und sicher.

Kein Nachteil für Kläranlagen

Abwasserheizungen, die richtig geplant, dimensioniert, ausgeführt und betrieben werden, beeinträchtigen weder den Betrieb der Kanalisation noch der Kläranlagen. Dies zeigen Jahrzehnte lange Praxiserfahrungen sowie neue wissenschaftliche Untersuchungen der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG in der Schweiz.



Die Kläranlage Waiblingen produziert Ökowärme und Ökostrom.

Energie aus industriellem Abwasser

Abwasser aus der Industrie ist in vielen Fällen deutlich wärmer als Abwasser von herkömmlichen Siedlungsentwässerungssystemen. Es eignet sich daher besonders gut für den Einsatz von Wärmepumpen. Ein Beispiel für Wärmenutzung aus industriellem Abwasser ist die im Jahr 2004 erstellte Heizanlage des Ludwig-Windhorst-Hauses in Lingen (Niedersachsen). Für die Raumheizung und die Wassererwärmung dieser Heimvolkshochschule der katholischen Kirche wird Energie aus dem gereinigten Abwasser der nahe gelegenen Erdölraffinerie Emsland gewonnen. Die vergleichsweise hohen Abwassertemperaturen (ganzjährig zwischen 25 und 35 °C) erlauben einen äußerst effizienten Betrieb der 120-kW-Wärmepumpe. Diese wird unterstützt durch zwei Blockheizkraftwerke und einen Spitzenlast-Heizkessel. Der Beitrag der regenerativen Abwasserenergie an die gesamte Wärmebereitstellung beträgt rund 35 %. Eine weitere Besonderheit der Anlage ist der Einsatz von umweltfreundlichem CO₂ als Kältemittel der Wärmepumpe. Aufgrund des Pilotcharakters wurde der Bau der Anlage mit einem Förderbeitrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) unterstützt.

Pionierregion Basel Abwasserenergie frei Haus

Die Dreiländerregion Basel nimmt bei der Energienutzung aus Abwasser eine Vorreiterrolle ein. Seit über 20 Jahren nutzt die Stadt am Rhein Abwasserwärme für die Raumheizung und Duschwasser-Erwärmung im Garderobengebäude einer Sportanlage.

Und in mehreren Vorortgemeinden versorgen Abwasserwärmepumpen Wohnsiedlungen, kommunale Bauten und ganze Wohnviertel mit Raumwärme und Warmwasser. Betreiber der Anlagen sind lokale Energieversorgungsunternehmen, welche ihren Kunden die gesamte Dienstleistung von der Wärmebereitstellung bis zur Heizkostenabrechnung anbieten.



Anschauungsunterricht für kommende Generationen: Das Schulhaus Spiegelfeld in Binningen bei Basel wird mit Abwasserwärme geheizt. Der Strom für den Antrieb der Wärmepumpen wird mit einem Gas-Blockheizkraftwerk erzeugt.

Daten

Wärmenutzung	70 Gebäude
Länge Fernwärmenetz	3,5 km
Wärmeleistungsbedarf	4.800 kW
Heizleistung Wärmepumpe	380 kW
Anteil Abwasserwärme an Wärmeproduktion	14 %

Beteiligte

Bauträgerschaft
Wärmeversorgung Binningen AG,
CH-4102 Binningen

Betriebscontracting
Elektra Birseck Münchenstein,
CH-4142 Münchenstein

Energieplaner
Gruneko AG,
CH-4053 Basel

Wärmeverbund Binningen

Die Wärmeversorgung Binningen AG ist innovativ. In der Basler Vorortkommune betreibt sie 5 Nahwärmenetze und versorgt damit 70 Gebäude mit Energie. Angeschlossen sind öffentliche Bauten wie die Gemeindeverwaltung und ein Schulhaus, aber auch private Gebäude mit rund 600 Wohneinheiten. Getragen wird die Gesellschaft zu drei Vierteln von der Kommune und zu einem Viertel vom örtlichen Energieversorgungsunternehmen Elektra Birseck Münchenstein, das für zukunftsgerichtete Energielösungen bekannt ist. Ein beachtlicher Teil der produzierten Energie stammt aus erneuerbaren Quellen: Abwasser und Flusswasser. Elektrowärmepumpen machen die Umweltenergie für die Raumheizung verfügbar. Der Strom für den Antrieb der Wärmepumpen stammt von zwei Blockheizkraftwerken, die ebenfalls Heizwärme ins Nahwärmenetz einspeisen. Für Spitzenlasten stehen 3 Heizkessel bereit.

Kommune erfüllt Klimaziele

Die Abwasserwärmepumpe produziert 2,4 Mio. Kilowattstunden Energie für Raumheizung und Wassererwärmung im Jahr. Dadurch konnten im Jahr 2001 fossile Brennstoffe in der Größenordnung von 250.000 Litern Heizöl eingespart werden. Dies entlastet die Binninger Luft um 700 Tonnen CO₂ im Jahr. Das gute Ergebnis trägt maßgebend dazu bei, dass die Kommune Binningen die Ziele der Schweizerischen Klimapolitik (Kyoto-Abkommen) erfüllt. Unterstützt wurde das vorbildliche Projekt durch Förderbeiträge von Bund, Kanton und Kommune.

Problemloser Betrieb

Gewonnen wird die Abwasserwärme aus einem Sammelkanal der Kläranlage Basel, an den rund 30.000 Einwohner angeschlossen sind. Der 140 m lange Wärmetauscher in der Sohle der Abwasserleitung besteht aus 47 Elementen und verfügt über eine Übertragungsleistung von 330 kW. Dies entspricht 7 % der abonnierten Wärmeleistung, ermöglicht aber über das Jahr betrachtet eine Abdeckung von 14 % der gesamten Wärmeproduktion. Die Bemessung des Wärmetauschers auf die Grundlast des Wärmeverbundes bringt den Vorteil, dass die Wärmepumpe praktisch ständig läuft – während 6.500 von 8.760 Stunden im Jahr. Dies verbessert die Wirtschaftlichkeit. Der Betrieb der Wärmepumpe verlief bisher reibungslos. Störungen sind keine aufgetreten, und die Verschmutzung des Kanalwärmetauschers war so gering, dass keine zusätzliche Reinigung erforderlich war.

Wohnsiedlung Ringerplatten, Zwingen

In der Basler Vorortgemeinde Zwingen versorgt das Energiedienstleistungsunternehmen EBM mittels Contracting 31 Reiheneinfamilienhäuser mit Energie aus dem Hauptsammelkanal der Kläranlage Laufental. Die Wärmepumpe liefert die Grundlast der Raumheizung. Für Leistungsspitzen steht zusätzlich ein Gasheizkessel zur Verfügung. Die Wassererwärmung erfolgt dezentral in den Wohnungen – mittels Elektroboilern und teilweise mit Sonnenkollektoren. Weil die im Jahr 1999 erstellte Siedlung über eine sehr gute Wärmedämmung verfügt, kann die Wärme über eine Fußbodenheizung mit tiefen Vorlauftemperaturen verteilt werden. Die Abwasserwärmepumpe arbeitet dadurch sehr effizient. Sie erreicht eine Jahresarbeitszahl von 4,4 (nur Raumheizung).



Sportanlage Bachgraben, Basel-Allschwil

Der Sportplatz Bachgraben umfasst mehrere Fussball- und Rasenspielfelder, eine Leichtathletikanlage, Golf Greens und ein Tribünengebäude mit 16 Garderoben. Für die Fußbodenheizung der Umkleieräume und für die Wassererwärmung der Duschanlagen besteht eine Heizzentrale mit Wärmepumpe. Es handelt sich um eine der ersten Abwasserenergieanlagen in der Schweiz. Sie ist seit 1982 in Betrieb. Anlässlich des Ersatzes der Wärmepumpe im Jahr 2001 wurde der Kanalwärmetauscher einer umfassenden Funktionskontrolle unterzogen. Die Untersuchung ergab, dass dieser wichtige Anlagenteil problemlos noch weitere 20 Jahre genutzt werden kann. Da die Wärme hauptsächlich im Sommer benötigt wird, wenn die Abwassertemperaturen hoch liegen, erreicht die Wärmepumpe eine ausgezeichnete Jahresarbeitszahl von über 6. Dies bedeutet, dass die Wärmepumpe zur Bereitstellung von 6 Energieeinheiten lediglich 1 Einheit elektrische Energie benötigt; 5 Einheiten werden aus dem Abwasser gewonnen.

Singen und Schaffhausen Wärme und Kälte für Büros und Industrie

Bei der Energienutzung aus Abwasser gehen die Nachbarstädte Singen, Schaffhausen (Schweiz) und Neuhausen am Rheinfall ähnliche Wege: Mit Studien haben sie geeignete Standorte ermittelt und die Realisierung von Anlagen vorbereitet.

Als Contractor, Bauherr und Bewilligungsbehörde geben sie weitere wichtige Impulse für die Einführung der zukunftsweisenden Energietechnik. Das Resultat sind mehrere Großanlagen zur Beheizung und Kühlung von Büro-, Gewerbe- und Industriebauten.



Daten

Wärmenutzung	Büros, Produktion
Wärmeleistungsbedarf	350 kW
Kälteleistungsbedarf	160 kW
Heizleistung Wärmepumpe	243 kW
Kälteleistung Wärmepumpe	200 kW
Anteil Abwasserenergie an der gesamten Energieproduktion	77 %

Beteiligte

Bauträgerschaft

GW Städtische Wohnbaugesellschaft
mbH, Singen

Planer, Generalunternehmer

Rabtherm AG, Zürich

Planung Kanalbau

EB Stadtwerke Singen, Abteilung Stadt-
entwässerung

Hersteller Wärmetauscher

Kasag AG, Langnau (Schweiz)

Förderbeitrag

Wirtschaftsministerium Baden-
Württemberg

Der Technologiepark SinTec wird mit Energie aus der Kanalisation geheizt und gekühlt.

Energiesystem für innovative Leute

„Welche Art Gebäude würde sich für die zukunftsweisende Abwasserenergietechnik besser eignen als ein Technopark?“, schmünzelt Roland Grundler, Geschäftsführer der Städtischen Wohnbaugenossenschaft (GW) in Singen. Mit viel Elan hat sich der innovative Betriebswirt dafür eingesetzt, dass das Gründer- und Technologiezentrum SinTec mit Energie aus der Kanalisation versorgt wird. Der von der GW im Jahr 2003 erstellte Glasbau umfasst 4.000 m² Gesamtnutzfläche. Die Wärme für die Raumheizung im Winter und die Kälte für die Komfortkühlung im Sommer stammen aus der Kanalisation. Die Idee zur Energienutzung aus Abwasser wurde von den Stadtwerken an den Bauherren heran getragen. Anlass für den Bau der Pilotanlage bildete die Sanierung eines 75-jährigen städtischen Sammlers, der ein Einzugsgebiet von rund 15.000 Einwohnern entwässert. Weil dieser Kanal auch lauwarmes Abwasser aus einem Betrieb der Nahrungsmittelindustrie abführt, ergeben sich ideale Voraussetzungen für einen ganzjährigen Wärmeentzug: Die Temperatur des Abwassers liegt im Jahresdurchschnitt bei 15 °C. Dies ermöglicht einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe. Erwartet wird eine Jahresarbeitszahl von 3,9.

Hoch hinaus mit Energie aus Abwasser

Seit 2004 ist die Anlage in Betrieb. Im Vergleich zu einer Energieversorgung mit einem Gasheizkessel und einer Kältemaschine ergeben sich für die Abwasserenergieanlage, gemäß Angaben des Planers, um 5 % niedrigere Jahreskosten. Außerdem sinken die CO₂-Emissionen um rund 28 %. 240.000 kWh Kälte und 660.000 kWh Wärme produziert die Wärmepumpe, die restliche Wärme steuern zwei Gas-Brennwertkessel bei. Um die Energie aus der Kanalisation zu gewinnen, war ein Wärmetauscher mit 80 m Länge nötig. Aufgrund der positiven Erfahrung möchte die Stadt Singen die Abwärme im Kanalisationsnetz nun systematisch zurück gewinnen. Sie hat deshalb eine Potenzialstudie in Auftrag gegeben, die geeignete Anlagenstandorte ermitteln soll. Vorgesehen ist auch, dass sich die Stadtwerke als Contractor engagieren. Doch auch die Städtische Wohnbaugenossenschaft setzt weiter auf die regenerative Abwasserenergie. In Abklärung sind Anlagen für die neue Stadthalle und ein Hochhaus (siehe Kasten).

Projekt Hegau-Tower

Auch bei einem weiteren markanten Neubau, dem 67 m hohen Hegau-Tower, prüft die Städtische Wohnbaugesellschaft von Singen die Nutzung von Abwasserenergie. Der vom amerikanischen Architekten Helmut Jahn geplante Glasturm soll die Stadt am Hohentwiel als Sitz für internationale Firmen attraktiv machen. Das technische Konzept sieht vor, mit einem Niedrigenergie-System ein Maximum an Komfort bei einem Minimum an Energieaufwand zu erzielen. Herzstück der Anlage bildet die Energiegewinnung aus der Kanalisation und die Beheizung und Kühlung der Räume mit dem Prinzip der Bauteilaktivierung.



Bekannte Industrieunternehmen nutzen Abwasserenergie

Nur wenige Kilometer von Singen entfernt liegt eine andere Pionierstadt der Abwasserenergienutzung: das Schweizerische Schaffhausen. Im Energierichtplan der Stadt sind 5 Gebiete entlang von Abwasserkanälen eingetragen, die sich für Wärmerückgewinnung besonders eignen. Einer der Standorte ist die weltbekannte Uhrenfabrik IWC. Für den Neubau eines Produktionsgebäudes ließ das Unternehmen die Energienutzung aus Abwasser prüfen. Resultat: Im Vergleich zu einer herkömmlichen Energieversorgung mit Heizkessel und Kältemaschine ist die Lösung wirtschaftlicher. 350.000 kWh Energie wird die Anlage im Endausbau aus der Kanalisation gewinnen – im Winter zur Raumheizung und im Sommer zur Komfortkühlung der Arbeitsplätze. Eine andere Großanlage wird im benachbarten Neuhausen am Rheinfall auf einem zur Umnutzung frei gegebenen Areal des Industriekonzerns SIG geplant. In diesem Fall wird die Energie aus dem gereinigten Abwasser der angrenzenden Kläranlage gewonnen. Versorgt werden Wohnungen, Büros sowie Gewerbe- und Industriebauten.

Gesundheitshaus Leverkusen Investoren setzen auf Abwasserwärme

Im Gesundheitshaus Leverkusen werden Gesundheit und Wohlbefinden ganzheitlich verstanden: Der Bau des Health-Care-Zentrums erfolgte deshalb nach neusten Erkenntnissen der Baubiologie, und in Sachen Ökologie ist das Gebäude nach EU-Richtlinien zertifiziert.

Ein wichtiger Baustein des nachhaltigen Betriebs ist die Abwasserenergieanlage. Sie sorgt für komfortables Raumklima – im Winter mit Wärme, im Sommer mit kühler Raumluft.



Daten

Wärmenutzung	Gesundheitszentrum mit 12.500 m ² Nutzfläche
Wärmeleistungsbedarf	1.030 kW
Kälteleistungsbedarf	470 kW
Heizleistung Wärmepumpe	242 kW
Kälteleistung Wärmepumpe	200 kW
Anteil Abwasserenergie an der gesamten Energieproduktion	68 %

Beteiligte

Bauherrschaft

Health Care Immobilien, Abensberg

Eigentümer Kanalwärmetauscher

Technische Betriebe Leverkusen TBL

Trockenwetterrinne

dw Betonrohre, Dormagen

Hersteller Wärmetauscher

Wallstein GmbH, Recklinghausen

Energiecontractor

Harpen Energie Contracting, Dortmund

Generalunternehmer, Planer

Rabtherm AG, Zürich

Wellness auf sechs Geschossen: Die Energie stammt aus dem Abwasserkanal.

Der Schatz im Boden

Das Gesundheitshaus Leverkusen ist ein gemischt genutztes Büro-, Einkaufs- und Dienstleistungszentrum, das von der Idee her an eine Health-Care-Mall in den USA erinnert. Geboten werden Services rund um Gesundheit und Wohlbefinden mit entsprechenden Einkaufsmöglichkeiten und Gastronomiebetrieben. Auch beim Bau des Gebäudes hatte das Thema Gesundheit für die Investoren hohen Stellenwert. Die Baumaterialien wurden nach strengen Grundsätzen der Bauökologie ausgewählt, ein modernes Energiesystem sorgt für ein ausgeglichenes Raumklima, und der Energiebedarf wird weitgehend mit regenerativer Abwasserenergie gedeckt. „Der Schatz lag 40 m vom Gebäude entfernt im Erdreich verborgen. Wir mussten ihn nur heben“, lacht Hans Gabelberger, Initiator des Gesundheitshauses und Motor bei der Realisierung der Abwasserenergieanlage.

80 Prozent „gesunde“ Energie

Gewonnen wird die Abwasserenergie aus einem Kanal der Stadtentwässerung Leverkusen, an den rund 7.000 Einwohner angeschlossen sind. Entscheidend für die Realisierung der Anlage war der Umstand, dass dieser Kanal kurz nach Erstellung des Gesundheitszentrums saniert und erweitert werden musste. Im Vorfeld dieser Sanierung hatten die technischen Betriebe der Stadt Leverkusen eine Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung in Auftrag gegeben. Diese zeigte, dass sich eine Abwasserenergieanlage für das Gesundheitshaus Leverkusen unter Einbezug von Fördermitteln für regenerative Energien wirtschaftlich lohnen würde. Obwohl die Energieversorgung des Gesundheitshauses zu diesem Zeitpunkt bereits über einen Anschluss ans Fernwärmenetz der Stadt und eine Kältemaschine sichergestellt war, gaben die Investoren grünes Licht zum Bau der Anlage. Nicht zuletzt erhofften sie sich von der „gesunden Energie“ aus Abwasser auch einen Werbeeffect. Die Abwasserwärmepumpe deckt drei Viertel des Heiz- und Kühlenergiebedarfs im Gesundheitshaus.

Energiecontractor übernimmt Betrieb

Der Bau der Anlage wurde an ein professionelles Energie-dienstleistungsunternehmen übertragen, das über die Dauer von 25 Jahren im Rahmen eines Energiecontractings auch für den Betrieb sorgt. An den Gesamtkosten von rund 430.000 Euro beteiligte sich das Umweltministerium von Nordrhein-Westfalen mit einem Zuschuss von 50 Prozent. Der Preis, den die Mieter des Gesundheitshauses für die Abwasserenergie bezahlen, liegt leicht unter demjenigen der Fernwärme. Die Anlage liefert aber nicht nur Wärme, sie wird im Sommer auch zur Komfortkühlung eingesetzt. Dazu wird die Wärmepumpe sozusagen umgekehrt als Kältemaschine betrieben. Statt Abwärme aus der Kanalisation zu gewinnen, werden die Räume gekühlt und die überschüssige Raumwärme ans Abwasser abgeführt. Dank dem kombinierten Einsatz der Wärmepumpe sinkt der Stromverbrauch der Kälteproduktion. Insgesamt können sich die Betreiber des Gesundheitshauses rühmen, auch etwas für die Gesundheit der Umwelt getan zu haben. Gegenüber ausschließlicher Fernwärmenutzung reduziert die Abwasserenergieanlage den CO₂-Ausstoß nämlich um 22 %. Eine zusätzliche Reduktion um 11 % ergibt sich im Vergleich zu einer konventionellen Kälteanlage.

Vorfertigung senkt Kosten

Einen maßgebenden Anteil der Investitionen für eine Abwasserenergieanlage nimmt der Kanalwärmetauscher ein. Ins Gewicht fallen insbesondere die Installationskosten. Aus diesem Grund wird ein hohes Maß an Vorfertigung angestrebt. Im Falle der Anlage in Leverkusen wurden die Wärmetauscherelemente aus Chromstahl zusammen mit den Anschlussleitungen schon im Werk in die Betonelemente integriert, die als Trockenwetterrinne eingesetzt werden. Die insgesamt 40 Elemente von je 3 m Länge mussten in der Folge nur noch in den Kanal eingeschoben und verbunden werden. Dieser Arbeitsschritt wurde durch ein raffiniertes Schienensystem zusätzlich erleichtert. Eine noch rationellere Installation ist möglich, wenn der ganze Kanal erneuert werden muss oder bei neuen Abwasserkanälen. In diesem Fall werden die Wärmetauscher im Betonwerk in die fertigen Kanalelemente integriert.



Auf Schienen wurden die vorgefertigten Trockenwetterrinnen mit integriertem Wärmetauscher in den Abwasserkanal eingeschoben.



Die rationelle Installation von Kanalwärmetauschern mit vorgefertigten Kanalwärmetauscher-Elementen senkt die Investitionen.

Sandvika bei Oslo Energie aus Abwasser für ganzen Stadtteil

In einem Vorort der norwegischen Hauptstadt wird seit über 15 Jahren ein ganzes Quartier mit Abwasserenergie versorgt.

Die Anlage ist sowohl für die Betreiberin als auch für die Energieabnehmer interessant: Die Verbraucher profitieren von niedrigen Energiekosten und hoher Versorgungssicherheit; für die Baerum Energy Company ist die Fernwärmeversorgung ein einträgliches Geschäft. Die Nutzung von Abwasserenergie leistet aber auch einen wichtigen Beitrag zur Luftqualität der Stadt.

Vorteil: Kombination von Heizen und Kühlen

Die gleichzeitige Verwendung der Wärmepumpe zum Heizen und Kühlen bringt großen synergetischen Nutzen bei den Investitionen und bei der Wartung. Die Zusatzkosten für die Produktion von Kühlwasser sind im Vergleich zu einer separaten Kälteanlage relativ gering. Würde die Kälte dezentral mit Air-Condition-Anlagen erzeugt, wäre gemäß Berechnungen der Planer in Oslo das Zehnfache an Stromeinsatz nötig.

Daten

Energienutzung Wärme: 56 Gebäude
Kälte: 18 Gebäude

Länge Fernwärmenetz (Endausbau) 10 km

Länge Kältenetz (Endausbau) 4 km

Wärmeleistungsbedarf 22.000 kW

Kälteleistungsbedarf (Schätzung) 10.000 kW

Wärmeleistung Wärmepumpe zweimal 6.500 kW

Kälteleistung Wärmepumpe zweimal 4.500 kW

Anteil Abwasserenergie an der gesamten Energieproduktion 50 %

Beteiligte

Bauträgerschaft

Baerum Fjernvarme AS,
Sandvika, Norwegen

Lieferant Kältemaschinen

Friotherm AG, Winterthur, Schweiz

Heizungsplaner

Hafslund Engineering AS,
Oslo, Norwegen



Das mit Abwasserenergie versorgte Zentrum von Sandvika.

Wirtschaftliche Lösung

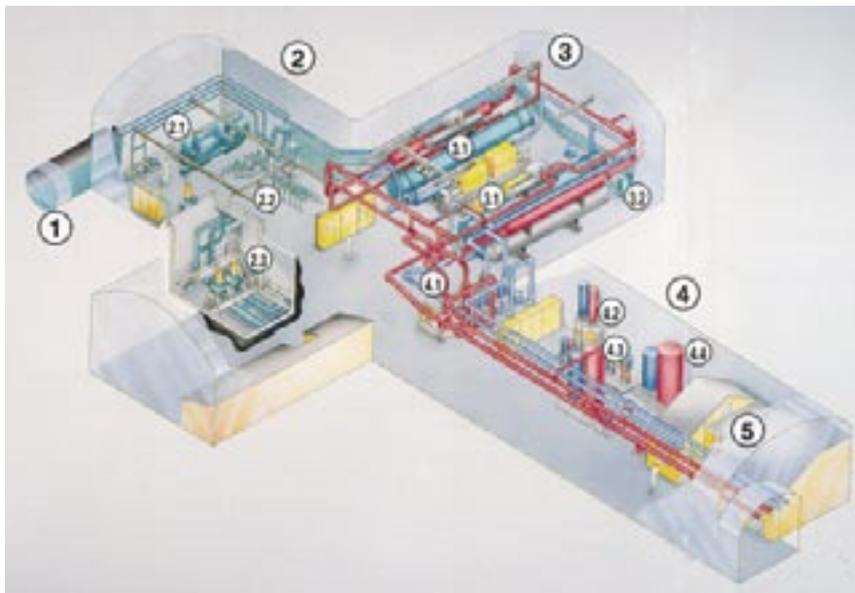
Sandvika, ein Vorort von Oslo, ist in den 1980er-Jahren stark gewachsen. Auf rund 300.000 m² Fläche entstand hier ein neues urbanes Zentrum mit gemischter Nutzung (Handel, Büros, Wohnen, Sportanlagen). Gemäß dem Entscheid des Stadtparlaments sollte dieses Gebiet über ein Fernwärmenetz mit Energie versorgt werden. Der Auftrag ging an die Baerum Energy Company, ein Energiedienstleistungsunternehmen, das durch Privatisierung aus dem örtlichen Elektrizitätswerk hervorgegangen war. Ausgangspunkt für die Planung bildete eine Energiestudie, in der verschiedene Varianten zur Energiebereitstellung verglichen wurden. Die niedrigsten Energiekosten resultierten dabei für die Variante mit Wärmepumpen. Der Grund liegt in der Kombination von Heizen und Kühlen. Über ein parallel zum Fernwärmenetz verlegtes Kältenetz können die Wärmepumpen den Stadtteil auch mit Klimakälte versorgen (4-Leiter-System). Dadurch kann auf dezentrale Kälteanlagen und Raumklimageräte verzichtet werden. Investitionen, Wartung und Unterhalt fallen geringer aus.

Gesamtheitlich betrachtet bringt diese Lösung außer wirtschaftlichen auch ökologische Vorteile: Die Kältemittel-Gesamtmenge wird reduziert und der Ausstoß an Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid und NO_x gesenkt. Energiequelle für den Betrieb der Wärmepumpen bzw. Kältemaschinen ist einer der größten Abwasserkanäle von Norwegen, an den weite Teile der Hauptstadt Oslo angeschlossen sind. Die mittlere Abwassermenge beträgt 3.000 l/s. In Betrieb ist die Anlage seit 1989.

Vorreinigung des Abwassers

Die Energiebereitstellung erfolgt in drei verschiedenen Zentralen. Die Grundlast-Energiezentrale mit den beiden Wärmepumpen bzw. Kältemaschinen liegt direkt neben dem Abwasserkanal in einer unterirdischen Felskaverne. Zur Abdeckung von Spitzenlasten wurden zusätzlich eine bereits bestehende Heizzentrale mit 3 Ölkesseln und eine konventionelle Kältemaschine in den Energieverbund integriert. Beide Anlagen liegen einige Hundert Meter von der Wärmepumpen-Zentrale entfernt. Die zwei Wärmepumpen mit einer Leistung von je 6,5 Megawatt (Kältebetrieb 4,5 MW) decken rund 80 % der Energieproduktion ab.

Im Gegensatz zu den in Deutschland und in der Schweiz realisierten kleineren Abwasserenergieanlagen erfolgt der Wärmeentzug aus dem Abwasser nicht mit einem Kanalwärmetauscher. Die erforderliche Wärmetauscherfläche wäre wegen der enormen Entzugsleistung viel zu groß geworden. Die Lösung besteht nun darin, die notwendige Menge Abwasser aus dem Kanal abzupumpen und direkt auf den Verdampfer der Wärmepumpen (Kältemaschinen) zu führen. Damit diese nicht verschmutzt werden, ist eine 2-stufige Filteranlage zur Vorreinigung des Abwassers eingebaut (mechanische Reinigung und Sedimentation). Nach dem Wärmeentzug wird das abgekühlte Wasser wieder in den Kanal zurückgeführt. Speziell ist auch die Energienutzung: Neben Raumheizung, Wassererwärmung und Komfortkühlung wird die Abwasserenergie im Winter auch zum Auftauen vereister Gehsteige verwendet, was in Deutschland nicht erlaubt ist.



Schematische Darstellung der Abwasser-Energiezentrale in Sandvika

- 1 Abwasserkanal
- 2 Filterstation
 - 2.1 Mechanische Filtrierung
 - 2.2 Sedimentierung
 - 2.3 Abwasserpumpen
- 3 Energieproduktion
 - 3.1 Wärmepumpen bzw. Kältemaschinen
 - 3.2 Vier-Wege-Ventile zum Umstellen der Strömungsrichtung
- 4 Maschineneinheit
 - 4.1 Pumpen
 - 4.2 Vakuum-Entlüfter
 - 4.3 Expansionsanlage
 - 4.4 Speisewassertanks
- 5 Steuerung, Regelung

Gute Noten in Ökologie

Abwasser ist eine regenerative Energiequelle. Ihre Nutzung ist nachhaltig und umweltfreundlich.

Im Vergleich zu Öl- und Gasheizungen oder herkömmlichen Klimageräten verfügen effiziente Abwasserwärmepumpen über die bessere Energiebilanz und verursachen weniger Luftschadstoffe. Dies macht sie sowohl für Firmen und Investoren interessant, die als fortschrittlich und innovativ auftreten möchten, als auch für Kommunen, die sich zu einem nachhaltigen Umgang mit Ressourcen verpflichten.

Abwasserwärmenutzung schont Gewässer

Durch die Energierückgewinnung aus Abwasser wird das Abwasser abgekühlt und gelangt kälter in die Flüsse. Für die Gewässer bringt dies Vorteile: Die natürliche Fauna und Flora gedeihen besser, wenn das eingeleitete Wasser keine Wärme einträgt. Abwasserwärmenutzung leistet somit auch einen Beitrag für den Gewässerschutz.

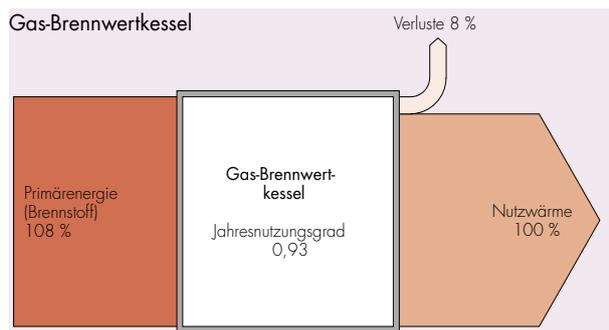


Verglichen mit einer Gas-Brennwertheizung verbraucht eine Abwasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Blockheizkraftwerk 53 % weniger Primärenergie.

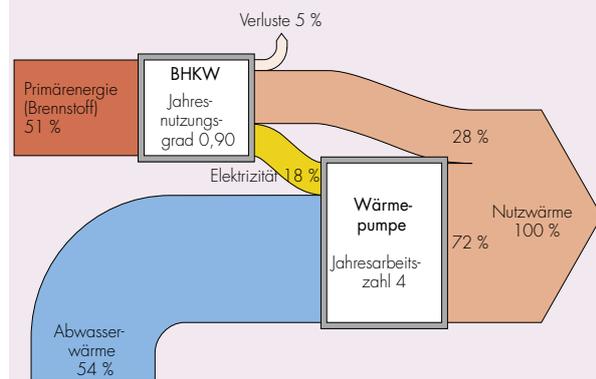
Effizient

Abwasser-Wärmepumpen arbeiten effizient. Der Aufwand an Energierohstoffen (Primärenergie) im Verhältnis zur erzeugten Nutzenergie (Raumwärme, Warmwasser) ist deutlich geringer als bei herkömmlichen Systemen zur Wärme- und Kälteerzeugung. Verglichen mit einer modernen Gas-Brennwertheizung verbraucht eine Abwasser-Wärmepumpe (mit Spitzenlast-Heizkessel) 11 % weniger Primärenergie, verglichen mit einer Ölheizung sogar 44 % weniger. Noch deutlicher wird der Vorteil, wenn die Wärmepumpe mit einem Blockheizkraftwerk kombiniert wird (Grafik).

Auch im Vergleich zu anderen Wärmepumpensystemen (Luft, Grundwasser, Erdsonden) schneiden Abwasseranlagen gut ab. Der Grund liegt darin, dass die Wärmequelle Abwasser ganzjährig günstige Temperaturen aufweist. Abwassersysteme erreichen bei richtiger Planung und bei optimiertem Betrieb daher hohe Jahresarbeitszahlen (JAZ) bis über 4. Die JAZ ist das Maß für die Effizienz einer Wärmepumpe. Ein Wert von 4 bedeutet beispielsweise, dass für die Produktion von 4 Einheiten Wärme lediglich 1 Teil Strom für den Betrieb der Wärmepumpe eingesetzt werden muss. 3 Teile stammen in diesem Fall aus Abwasser.



Kombination Abwasserwärmepumpe-Blockheizkraftwerk (BHKW)



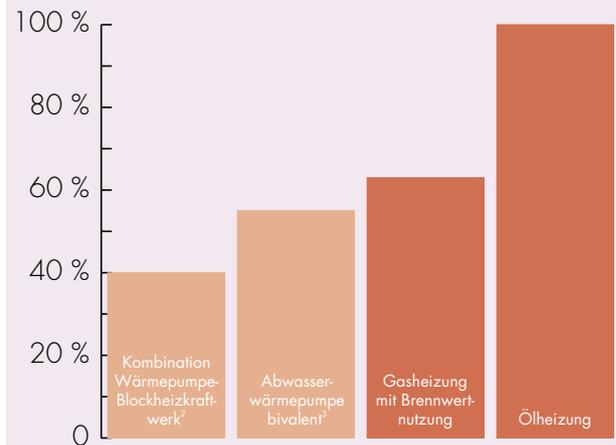
Energieeffizienz im Vergleich – Eine Abwasserheizung mit Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk verbraucht im Vergleich zu einer modernen Gasheizung nicht einmal halb soviel Brennstoffenergie (Primärenergie), um dieselbe Menge an Raumwärme und Warmwasser (Nutzenergie) zu erzeugen – und dies ohne zusätzlichen Stromverbrauch aus dem Netz.

Sauber

Abwasserenergieanlagen sind umweltfreundlich. Sie reduzieren den Ausstoß an gefährlichen Stickoxiden und Treibhausgasen. Im Vergleich zu einer Ölheizung verursacht eine Abwasserwärmepumpe mit Gas-Spitzenkessel 45 % weniger CO₂-Emissionen. Wird der Strom für den Antrieb der Abwasserwärmepumpe mit einem Gasmotor-Blockheizkraftwerk erzeugt, reduzieren sich die Emissionen sogar um 60 % (Grafik). Wird mit der Abwasserenergie neben Wärme auch Kälte produziert, ergeben sich für das Gesamtsystem gegenüber der herkömmlichen Energiebereitstellung mit Rückkühlwerken zusätzliche Umweltvorteile. Abwasserenergieanlagen können daher einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz und zur Verbesserung der Luftqualität in Städten und Kommunen leisten.

Relative CO₂-Emissionen von Energiesystemen

Summe aller für den Treibhauseffekt relevanten Emissionen in CO₂-Äquivalenten¹



- 1 Grundlage für die Bewertung der Elektrizität: Strom-Mix der Bundesrepublik Deutschland
- 2 Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe 4; Anteile an der Wärme-Produktion: Wärmepumpe 70 %, Spitzenkessel Gas 30 %
- 3 Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks: Strom 35 %, Wärme 55 %; Anteile an der Wärmeproduktion: Wärmepumpe 50 %, BHKW 30 %, Spitzenkessel Gas 20 %

(Quellen: GEMIS, Ökoinstitut Freiburg und ETH Zürich)

Wirtschaftlichkeit: Die Vollkosten zählen!

Abwasserenergieanlagen sind in vielen Fällen wirtschaftlich. Dies zeigt sich aber erst, wenn eine Vollkosten-Rechnung erstellt wird.

Dabei werden neben den Kapital- und den Betriebskosten auch die externen Folgen der Energienutzung kalkuliert (Umweltschäden, CO₂-Emissionen). Zu berücksichtigen gilt es auch, dass die im Vergleich zu konventionellen Energieanlagen heute höheren Investitionen für Abwasserenergieanlagen mit zunehmender Verbreitung der jungen Technologie noch sinken werden.



Viele Teile einer Anlage zur Abwasserwärmenutzung sind sehr dauerhaft. Bei Kanalwärmetauschern wird beispielsweise mit einer Lebensdauer von bis zu 50 Jahren gerechnet. Entsprechend hoch kann die Abschreibungszeit der Investitionen angesetzt werden. (Foto: Rabtherm AG)

Lohnende Aspekte

Kostenvergleiche zwischen Abwasserenergieanlagen und herkömmlichen Energiesystemen zeigen: Die höheren Investitionen und die damit verbundenen höheren Kapitalkosten werden durch niedrigere Energiekosten weitgehend kompensiert. Wenn sämtliche wirtschaftlichen Vorteile der Abwasserenergie in die Kostenbetrachtung einbezogen werden, schneiden Abwasserenergieanlagen in vielen Fällen sogar besser ab. Eine Vollkostenrechnung berücksichtigt neben den herkömmlichen Kapital- und Betriebskosten auch folgende Faktoren:

Langer Abschreibungshorizont: Die bei den Anschaffungskosten von Abwasserenergieanlagen besonders ins Gewicht fallenden Anlagenteile (Kanalwärmetauscher, Fernleitung usw.) weisen lange Lebensdauern von 30 bis 50 Jahren auf.

Interessante Finanzierung: Die KfW Förderbank gewährt für Anlagen mit regenerativen Energien zinsgünstige Darlehen (siehe Seite 32).

Imagegewinn: Innovative Energielösungen können das Ansehen von Unternehmen und Vermietern erhöhen und damit die Chancen am Markt verbessern.

Energieeinsparung und Klimaschutz: Abwasserenergieanlagen leisten für viele Kommunen und Unternehmen einen wichtigen Beitrag zur Erreichung von Energie- und Klimazielen.

Kommunen rechnen mit externen Kosten

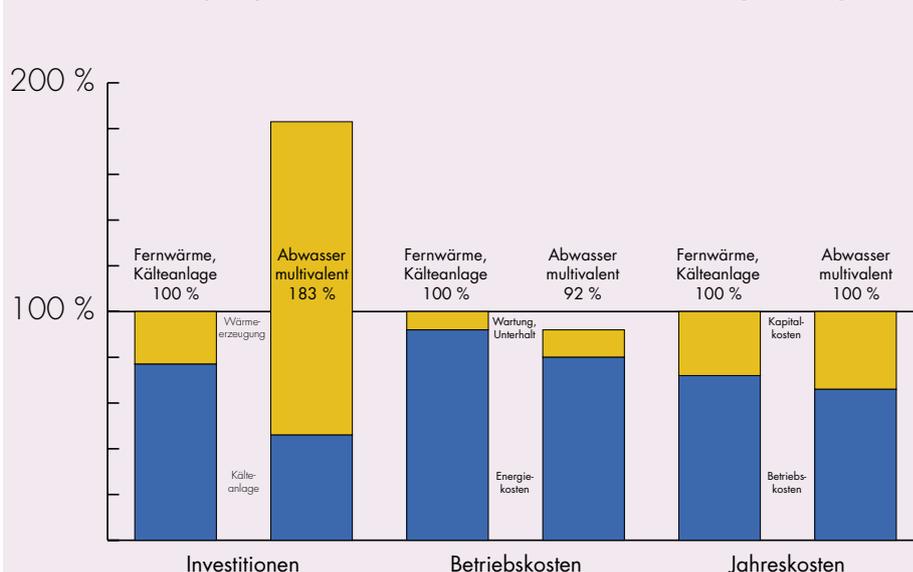
Die heutigen Energiepreise vernachlässigen die Umweltbelastung und Risiken der Energiesysteme. Der Bund sowie verschiedene Bundesländer und Kommunen fällen ihre Investitionsentscheidungen bei Neu- und Umbauten daher unter Berücksichtigung der so genannten externen Kosten (Pro vermiedene Tonne CO₂-Emissionen darf gemäß dem Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung an der Universität Stuttgart eine Gutschrift von rund 50 Euro eingesetzt werden). Auch für private Bauherren gehört es aber schon bald zu den Regeln der Baukunst, Entscheidungen über Bauvorhaben unter Berücksichtigung der externen Kosten zu fällen. Eine entsprechende EN-Norm ist in Erarbeitung (Pro verbrauchte Kilowattstunde Erdgas soll beispielsweise ein Zuschlag von rund 3 Cent erfolgen). Die ganzheitliche Wirtschaftlichkeitsrechnung wird es einem Bauträger ermöglichen, nach einheitlichen Grundsätzen diejenige Lösung mit dem volkswirtschaftlich besten Kosten-Nutzen-Verhältnis zu finden. Da Abwasserheizungen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen mit fossilen Energien geringere externe Kosten verursachen, verbessert sich ihre Wirtschaftlichkeit bei dieser Betrachtungsweise erheblich.

Förderbeiträge für Abwasserenergieanlagen

EU, Bund, Länder, Kommunen, Energieversorger und Banken unterstützen die umweltfreundliche Energienutzung aus Abwasser und die Kombination mit Blockheizkraftwerken mit Zuschüssen, Darlehen, Zins- und Steuervergünstigungen. Mehrere Informationsstellen geben Auskunft über die Vielzahl von Förderprogrammen (siehe Seite 34). Unterstützung für Abwasserenergieanlagen wird in verschiedenen Förderkategorien gewährt: Klimaschutz (CO₂-Reduktion), erneuer-

bare Energiequellen, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung, Nahwärme/Fernwärme, Demonstrationsanlagen, Contracting. Voraussetzung ist in jedem Fall, dass die Antragstellung vor Baubeginn erfolgt. Die Kombination von verschiedenen Zuschüssen wird von einigen Förderprogrammen bis zu einer bestimmten Höchstgrenze zugelassen, von anderen ausgeschlossen. Eine frühzeitige Abklärung der Möglichkeiten ist daher lohnend. Darlehens- und Zuschussprogramme können in der Regel ohne Einschränkung kombiniert werden.

Abwasserwärmepumpe und herkömmliche Wärmebereitstellung im Vergleich



Typisches Resultat für den Kosten-Vergleich einer Abwasserenergieanlage mit einer konventionellen Energieerzeugungsanlage (für Wärme und Kälte): Bei den Investitionen liegt die Abwasserwärmepumpe deutlich höher (ohne Berücksichtigung möglicher Förderbeiträge), bei den Betriebskosten liegt die konventionelle Energieerzeugung höher (in diesem Fall ein Fernwärmeanschluss und eine Kältemaschine), und bei den Jahreskosten (in diesem Fall ohne Berücksichtigung der externen Kosten) liegen beide Varianten praktisch gleichauf. (Quelle: Vorstudie zur Anlage in Leverkusen)

Energieangebot und Energiegewinnung

Die Kanalisationssysteme in Deutschland sind weit verzweigt. Es bieten sich daher viele Standorte an, um die Wärme aus dem Abwasser zu gewinnen.

Die erste Frage zur Abklärung eines Standortes ist, ob die zur Verfügung stehende Abwassermenge ausreicht, um den Wärmeleistungsbedarf der zu versorgenden Gebäude vollständig oder teilweise abzudecken. Mit Hilfe von einfachen Faustformeln können auch Laien das Energieangebot abschätzen und eine grobe Beurteilung vornehmen.

Standorte zur Energiegewinnung aus Abwasser

Für die Energiegewinnung aus Abwasser kommen drei Standorte in Frage:

Gebäude: Bei Bauten, die einen hohen und konstanten Abwasseranfall aufweisen (Krankenhäuser, Industriebetriebe, Hallenbäder), kann die Abwasserwärme innerhalb des Gebäudes zurück gewonnen werden. Zu diesem Zweck wird das Abwasser vor der Einleitung in die Kanalisation in einem Speicher gesammelt, wo ihm die Wärme entzogen wird. Vorteil dieses Systems sind die relativ hohen Abwassertemperaturen.

Kanalisation: Die Wärmeabgewinnung aus Rohabwasser in größeren Abwasserkanälen oder Abwasser-Druckleitungen bringt den Vorteil, dass ausreichende und kontinuierliche Wassermengen zur Verfügung stehen. Diese Art der Abwasserwärmenutzung weist das größte Potenzial auf, da sich die meisten größeren Bauten inmitten von Siedlungsgebieten befinden, die mit einem dichten Kanalisationsnetz überzogen sind.

Kläranlage: Bei diesem System wird die Energie aus gereinigtem Abwasser gewonnen. Dies vereinfacht die technische Konzeption der Wärmeentnahme. Der Anwendung sind allerdings räumliche Grenzen gesetzt, weil die Kläranlagen oft vom Siedlungsgebiet und damit von den Energienutzern zu weit entfernt liegen.

Abwassermenge und Energieangebot bestimmen

Ob die in einem Kanal vorhandene Wassermenge ausreicht, um ein Gebäude oder ein Quartier zu beheizen und wie viel Energie aus einem Abwasserkanal gewonnen werden kann, lässt sich mit den unten stehenden Formeln auf einfache Weise abschätzen. Grundlage bildet der so genannte Trockenwetterabfluss – die mittlere Abwassermenge an niederschlagsfreien Tagen. Dieser Wert kann beim Betreiber einer Kanalisation erfragt werden.

Benötigte Abwassermenge

Benötigte Wassermenge¹ (Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses in l/s) = Wärmeleistungsbedarf² (kW) geteilt durch Faktor 32

Energieangebot eines Abwasserkanals

Maximale Entzugsleistung³ in Kilowatt (kW) = Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses (l/s) mal Faktor 8.

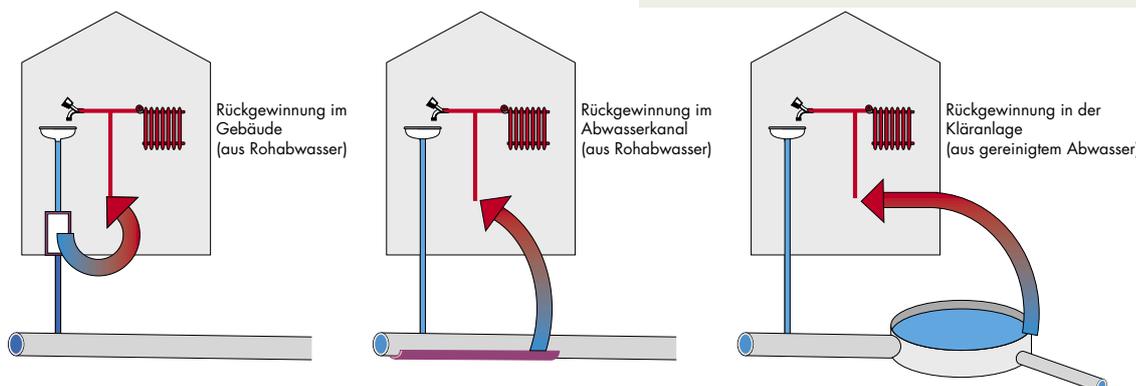
Die Faustformeln basieren auf folgenden Annahmen:

- Mittl. Abkühlung Abwasser im Kanal durch Wärmeentzug: 3 Grad
- Sicherheitsfaktor: üblicherweise 0,64
- Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe: 4
- Anteil Wärmepumpe an ges. Wärmeerzeugungsleistung: 33 %

¹ Aus technischen Gründen kommen für die Abwasserwärmenutzung nur Kanäle mit mindestens 15 l/s Durchfluss in Frage.

² Der Wärmeleistungsbedarf entspricht der erforderlichen Heizleistung für die statische Wärmeabgabe (Radiatoren, Bodenheizung, Bauteilaktivierung).

³ Durch Multiplikation der Entzugsleistung des Wärmetauschers mit Faktor 4 ergibt sich die maximale Heizleistung einer bivalenten Abwasserheizung.



Drei Arten zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Varianten der Wärmegegewinnung

Wärmetauscher im Kanal: Bei vielen Abwasserwärmepumpen erfolgt die Energiegewinnung über einen Wärmetauscher in der Sohle eines Abwasserkanals. Für den Einbau in einen bestehenden Kanal wird der Wärmetauscher in Einzelanfertigung konfektioniert. Dieses Vorgehen setzt voraus, dass der Kanal mindestens 80 cm Durchmesser aufweist, in gutem Zustand ist und noch langfristig in Betrieb sein wird. Beim Ersatz oder beim Neubau eines Kanals können dagegen vorgefertigte Kanalelemente mit integriertem Wärmetauscher eingesetzt werden. Hier liegt das Minimum des Kanaldurchmessers bei 50 cm. Es sind Lösungen für alle Formen des Kanalquerschnitts möglich.

Wärmetauscher im Bypass eines Kanals: Eine interessante Lösung ist der Bau eines Bypass zum Abwasserkanal für die Installation des Wärmetauschers. Diese Lösung bietet mehrere Vorteile: Erstens kann auf eine Wasserumleitung während der Bauzeit verzichtet werden. Zweitens ergeben sich klare Eigentumsgrenzen. Und drittens können der Kanaldurchmesser des Bypass und der Wärmetauscher genau auf die benötigte Wassermenge dimensioniert werden.

Wärmetauscher im Vorlagebecken einer Pumpstation: Viele Kanalisationen verfügen über Pumpstationen zur Förderung des Abwassers. Dies ermöglicht eine Entnahme der Wärme über einen Rohrwendel-Wärmetauscher im Pumpensumpf der Anlage. Im Vergleich zu den beiden Varianten mit Kanalwärmetauschern sind für diese Lösung geringere Investitionen nötig.

Energietransport zur Heizzentrale

Jede Anlage zur Abwasserwärmenutzung muss die Wärme vom Abwasserkanal oder von der Kläranlage zur Heizzentrale transportieren.

Einrohrsystem: Diese Lösung kommt ausschliesslich bei Anlagen mit gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen zum Einsatz. Das Abwasser wird in diesem Fall ohne Wärmetauscher direkt auf die Wärmepumpe geführt. Nach dem Energieentzug im Verdampfer kann das abgekühlte Wasser direkt in ein Gewässer oder eine Dachwasserleitung eingeleitet werden. Eine einzelne nicht wärmedämmte Rohrleitung zwischen Kläranlage und Energiezentrale genügt für diese schlanke Lösung.

Zweirohrsystem: Erfolgt die Wärmegegewinnung aus unge-reinigtem Abwasser, muss ein geschlossener Zwischenkreislauf aus zwei Rohren (Vorlauf und Rücklauf) als Verbindung zwischen Abwasserkanal und Heizzentrale eingesetzt werden. Diese Lösung erfordert höhere Investitionen; sie bietet aber auch Vorteile: beispielsweise wird die Kombination von verschiedenen Wärmequellen – Abwasserwärme, Abwärme aus der Industrie, Wärme aus Grundwasser usw. – einfacher.



Rinnenwärmetauscher vor dem Einbau in einen Kanal.



Einbringen eines Wärmetauscher-Elementes in einen bestehenden Kanal.



Umleitung des Abwassers während der Bauzeit.

Reinigung des Wärmetauschers

Durch den Schmutz im Abwasser bildet sich auf der Oberfläche eines Kanalwärmetauschers mit der Zeit ein Biofilm. Dieser reduziert die Wärmeübertragung. Bei der Dimensionierung von Kanalwärmetauschern muss diesem Umstand Rechnung getragen werden. Zwei Strategien kommen dabei zur Anwendung. Im ersten Fall wird der Wärmetauscher in Abhängigkeit der Abwasserqualität periodisch gereinigt. Damit lässt sich die Einbuße bei der Energiegewinnung in Grenzen halten; es entsteht aber ein höherer Wartungsaufwand. Im anderen Fall wird auf die Reinigung verzichtet und die Einbuße der Energiegewinnung durch eine Vergrößerung der Wärmetauscherfläche kompensiert, was höhere Investitionskosten bedeutet. Welche der beiden Lösungen gewählt wird, sollte anhand von Kostenüberlegungen unter Berücksichtigung der Abwasserqualität beurteilt werden.

Wärmeerzeugung und Wärmenutzung

Herzstück jeder Anlage zur Abwasserwärmenutzung ist die Wärmepumpe. Sie macht die aus dem Abwasser gewonnene Niedertemperaturabwärme für die Wassererwärmung und die Raumheizung verfügbar.

Wärmepumpen erzeugen in der Regel Heiztemperaturen von bis zu 60 °C. Zur Erreichung höherer Heiztemperaturen, zur sinnvollen Leistungsabstufung und zur Steigerung der Versorgungssicherheit werden sie in vielen Fällen mit einem Heizkessel ergänzt. Zusätzlich kann die Energiebereitstellung mit einem Blockheizkraftwerk unterstützt werden, das neben Wärme auch Strom für den Antrieb der Wärmepumpe liefert. Abwasserwärmepumpen können auch als Kältemaschinen betrieben werden, die mit Energie aus Abwasser kühlen.

Variante 1: 100 Prozent Wärmepumpe

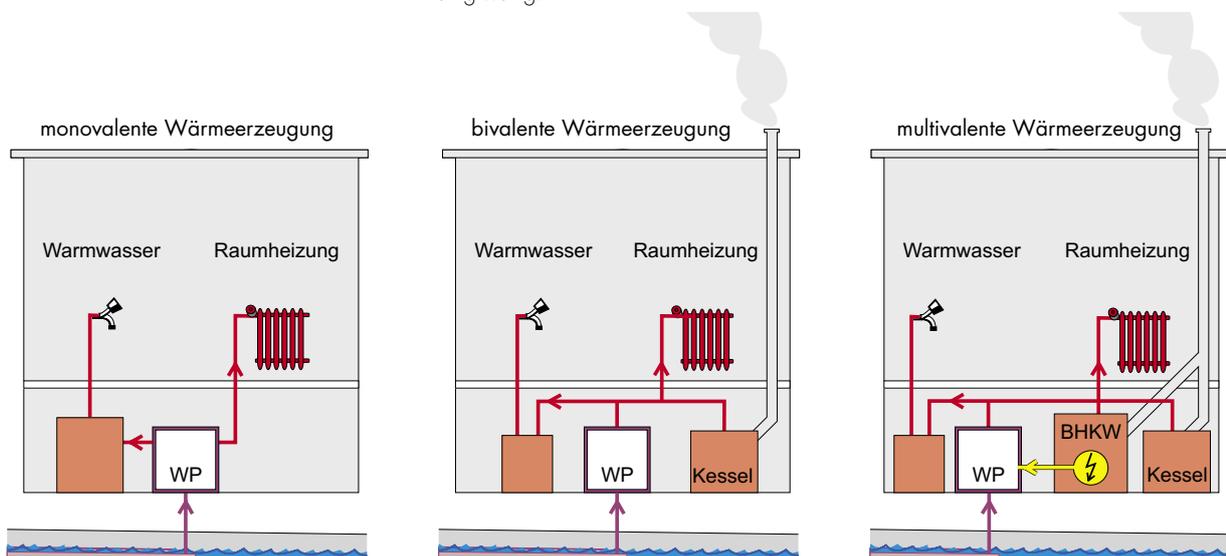
Die Konzeption der Wärmeerzeugung einer Abwasserheizung hängt in erster Linie von der Zielsetzung ab. Soll möglichst viel Abwasserenergie genutzt und auf fossile Energieträger verzichtet werden, wird die Wärme ausschließlich mit der Wärmepumpe bereitgestellt. Man spricht von einem monovalenten Betrieb. Um die Heizleistung variieren zu können, kommen in diesem Fall Aggregate mit 2 bis 4 Kompressoren zum Einsatz, oder es werden mehrere Wärmepumpen parallel geschaltet. Dieses Vorgehen erhöht die Betriebssicherheit; außerdem lassen sich für die Raumheizung und die Wassererwärmung unterschiedliche, optimal auf den Verwendungszweck zugeschnittene Aggregate verwenden. Der Nachteil von monovalenten Anlagen gegenüber den nachfolgenden Systemen sind niedrigere Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen. Zudem braucht es deutlich größere Abwassermengen.

Variante 2: Heizkessel für Lastspitzen

Bei den meisten Abwasserheizungen wird die Wärmepumpe aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Betriebssicherheit mit einem Heizkessel ergänzt. Man spricht von einem bivalenten Betrieb. Er gewährleistet die Energieversorgung auch dann, wenn die Wärme aus der Kanalisation aus irgendeinem Grund einmal nicht zur Verfügung steht. Im regulären Betrieb wird der Heizkessel allerdings nur zu Spitzenlastzeiten eingeschaltet. Die Kombination mit einem Heizkessel erlaubt es, die Wärmepumpe auf den Grundlastbetrieb auszulegen und die Leistungsabstufung beim Wärmepumpenbetrieb zu vereinfachen. Das Resultat ist eine geringere Schalthäufigkeit der Wärmepumpe und eine bessere Jahresarbeitszahl. Im Vergleich zur Variante 1 liegen die Investitionen für eine bivalente Abwasserheizung niedriger. Der Anteil Abwasserenergie an der gesamten Energieproduktion reduziert sich verhältnismäßig wenig.

Variante 3: Kombination effizienter Techniken

Die besten Noten in Sachen Energieeffizienz erzielt die Kombination der Abwasserwärmepumpe mit einem Blockheizkraftwerk, das Wärme für die Heizung und Strom für den Antrieb der Wärmepumpe produziert. Über den gesamten Prozess der Energiebereitstellung betrachtet (von der Stromproduktion bis zur Wärmenutzung im Gebäude), benötigt diese Variante am wenigsten Primärenergie (Energierohstoffe). Dem Bauherren bringt die multivalente Abwasserheizung außerdem die Möglichkeit zur Notstromversorgung. Stehen weitere Wärmequellen zur Verfügung – zum Beispiel Grundwasser oder Abwärme aus Kälteanlagen, technischen Prozessen, Rauchgasen und Druckluftanlagen – können diese ebenfalls genutzt werden. Multivalente Heizzentralen werden vorwiegend bei sehr großem Wärmebedarf realisiert.



Mit Abwasser kühlen

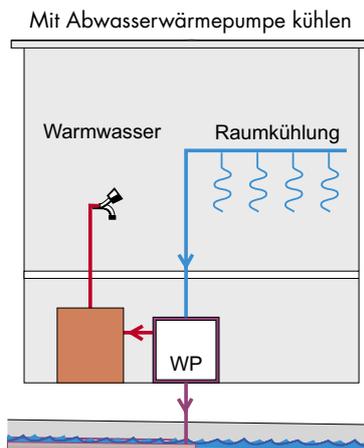
Viele Bauten, die sich aufgrund ihrer Größe für die Nutzung von Abwasserwärme eignen, verfügen auch über einen Kältebedarf – beispielsweise für die Klimatisierung oder für gewerbliche Kühlzwecke. Auch hier bietet eine Abwasserenergieanlage eine interessante Alternative zu herkömmlichen Techniken mit Rückkühlwerken. Da Abwasser in der Kanalisation auch im Sommer kaum je über 20 °C warm wird, kann es die überschüssige Wärme aufnehmen. Der Vorteil ergibt sich aus den Synergien mit der Wärmeerzeugung: Alle wesentlichen Elemente der Abwasserheizung – Kanalwärmetauscher, Zwischenkreis und Wärmepumpe – können nämlich eins zu eins auch zum Kühlen eingesetzt werden. Es sind keine zusätzlichen Aggregate bzw. Investitionen für die Kälteerzeugung notwendig.

Drei unterschiedliche Betriebsarten sind beim Kühlen mit einer Abwasserenergieanlage möglich:

Reiner Kühlbetrieb der Wärmepumpe (Kältemaschine): Die überschüssige Abwärme aus der Kälteerzeugung wird über den Zwischenkreis und den Kanalwärmetauscher ans Abwasser abgegeben. Diese Betriebsart wird typischerweise im Sommer angewendet.

Kombinierter Heiz- und Kühl-Betrieb der Wärmepumpe: In diesem Fall bezieht die Wärmepumpe sowohl Abwärme aus den zu kühlenden Räumen als auch dem Abwasser und gibt sie ans Heiznetz ab. Diese Lösung ist typisch für Gewerbe- und Industrieanlagen, wo zeitgleich Wärme und Kälte benötigt werden.

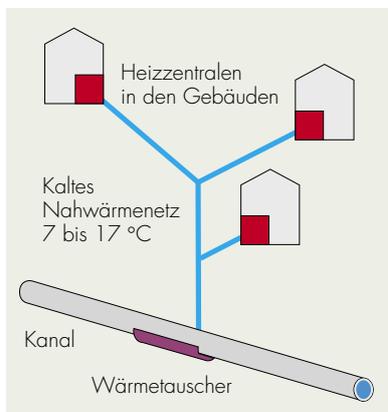
Kühlen ohne Wärmepumpe (Free-Cooling): Bei diesem System wird die anfallende Abwärme über den Kanalwärmetauscher direkt dem Abwasser zugeführt. Dieses System kommt dort zum Einsatz, wo die verlangte Kühltemperatur über derjenigen des Abwassers liegt – beispielsweise bei Komfortklimaanlagen mit Kühldecken oder Bauteilkühlsystemen.



Zentral oder dezentral?

Abwasserenergieanlagen erfordern eine gewisse Größe, um wirtschaftlich mit herkömmlichen Energiesystemen (Heizkessel, Kältemaschine) konkurrieren zu können. In vielen Fällen reicht der Energiebedarf eines einzigen Gebäudes für den wirtschaftlichen Betrieb einer Abwasserwärmepumpe nicht aus; in diesem Fall macht es Sinn, einen Energieverbund von mehreren Gebäuden zu prüfen. Dabei stellt sich die Frage nach der Konzeption der Energiebereitstellung. Diese kann für alle Energienutzer gemeinsam in einer einzigen Zentrale erfolgen oder aber in mehreren Einheiten dezentral bei den einzelnen Verbrauchern (siehe Kasten). Folgende Kriterien spielen bei der Entscheidung eine Rolle:

- Distanz zwischen den Energienutzern
- Raumangebot für die Energiebereitstellung
- Integration bestehender Energieanlagen (Heizkessel, Abwärmequellen, Fernleitungen)
- Art der Wassererwärmung
- Systemtemperaturen der unterschiedlichen Wärmenutzungen
- Eigentumsverhältnisse
- Finanzierung und Betrieb (Contracting)

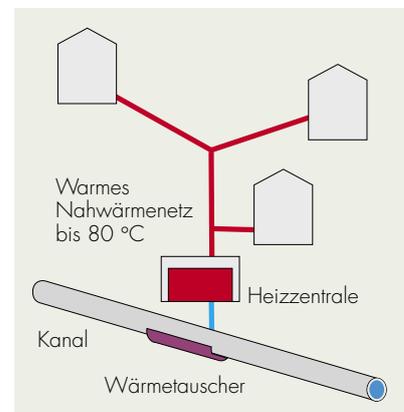


„Kalte“ Nahwärme

Bei diesem Konzept wird die Energie dezentral in mehreren Einheiten bereitgestellt. Das gemeinsame Verbundnetz ist der Energieerzeugung vorgeschaltet. Der Energietransport erfolgt auf tiefem Temperaturniveau bei 8 bis 15 °C. Anwendung findet diese Lösung hauptsächlich bei langen Distanzen zwischen dem Ort der Energiegewinnung (Abwasserkanal, Kläranlage) und den Energienutzern.

Vorteile:

- Die Wärmeverluste der Leitungen sind gering.
- Es können kostengünstige, nicht wärmegeleitete Kunststoffleitungen verwendet werden.
- Auch große Distanzen bis zu 2 km sind möglich.
- Die dezentrale Energieerzeugung erlaubt optimal auf die unterschiedlichen Voraussetzungen und Bedürfnisse der Energienutzer abgestimmte Lösungen (Beispiel: Systemtemperaturen).
- Ein Ausbau des Wärmeverbundes in Etappen ist einfach.



„Warme“ Nahwärme

In diesem Fall wird die Wärme zentral an einem Ort bereitgestellt und danach auf hohem Temperaturniveau bei 50 bis 80 °C zu den einzelnen Wärmeabnehmern transportiert. Die Leitungen müssen daher wärmegeleitet werden, was zu höheren Investitionen für die Wärmeverteilung führt. Anwendung findet dieses System hauptsächlich bei kurzen Distanzen zwischen den Wärmenutzern.

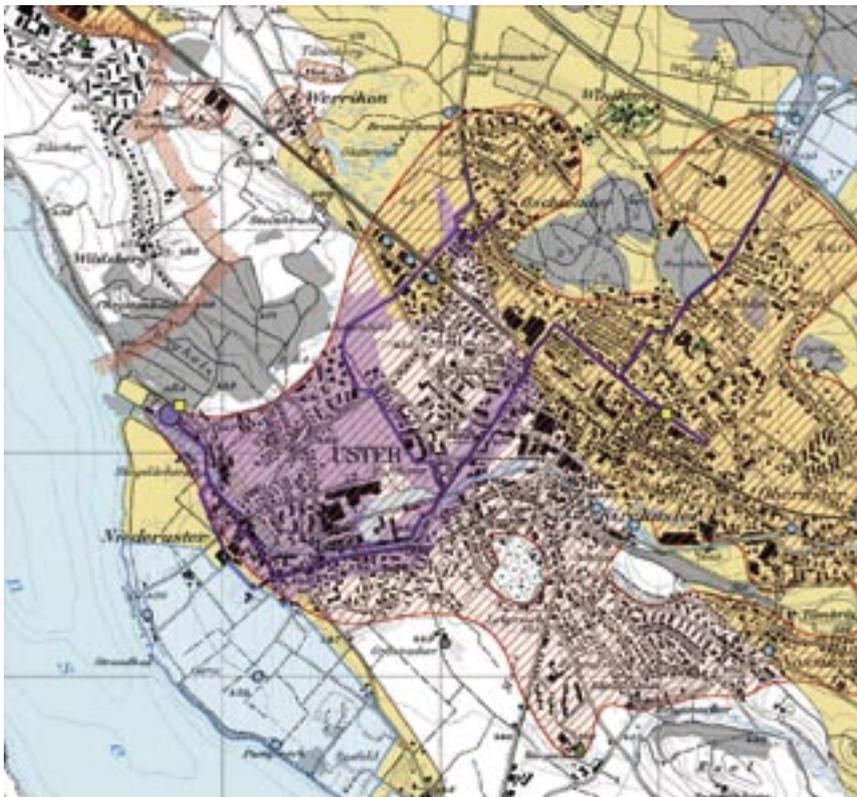
Vorteile:

- Unterhalt und Wartung werden zentralisiert und vereinfacht.
- Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (Blockheizkraftwerk) wird erleichtert.
- Die Voraussetzungen für ein Contracting sind besser.
- Die Investitionen für eine große Heizzentrale liegen niedriger als für mehrere kleine Heizzentralen.
- Der Raumbedarf für die energietechnischen Installationen in den angeschlossenen Gebäuden wird reduziert.

Die Kommune als Motor

Die Energienutzung aus Abwasser kann einen namhaften Beitrag zur Umsetzung kommunaler Zielsetzungen im Umwelt- und Energiebereich leisten.

Städte und Kommunen können dabei auf vielfältige Weise aktiv zur Verbreitung der innovativen Technik beitragen – beispielsweise durch systematische Ermittlung geeigneter Standorte, mit Förderbeiträgen zu Voruntersuchungen und Realisierungen oder mit dem Bau von eigenen Abwasserwärmepumpen in kommunalen Bauten wie Schulhäusern, Verwaltungsbauten oder Schwimmbädern. Solche Anlagen in öffentlichen Bauten haben nicht nur eine wichtige Vorbildfunktion für private Bauherrschaften, sie sind auch ideale Imageträger.



Die meisten Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern verfügen über ein Potenzial zur Energienutzung aus Abwasser. Im Bild ein Ausschnitt aus dem Energieversorgungsplan der Schweizer Stadt Uster bei Zürich: Violett eingezeichnet das „Prioritätsgebiet für Wärmenutzung aus Abwasser“ entlang von Hauptsammelkanälen (blau) und in der Umgebung der Kläranlage. Rot schraffiert das Gasversorgungsgebiet. (Grafik: Basler+Hofmann)

Mögliche Aktivitäten von Kommunen

- Ermittlung des Potenzials und geeigneter Standorte
- Durchführung oder Unterstützung von Machbarkeitsstudien für konkrete Objekte
- Prüfung der Energienutzung aus Abwasser bei sämtlichen Neubauten und Sanierungen von kommunalen Bauten
- Integration der Ergebnisse in den Abwasserbeseitigungsplan
- Contracting von Abwasserenergieanlagen durch die Stadtwerke
- Ergänzung bestehender Nahwärmenetze mit Abwasserwärmepumpen
- Information von Bauherren im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren
- Finanzielle Unterstützung von privaten Anlagen mit Pilotcharakter

Systematische Standortsuche

Viele mögliche Abwasserenergieanlagen werden nicht realisiert, weil die Technik bei Planern und Bauherren noch zu wenig bekannt ist, aber auch, weil angesichts immer engerer Terminvorgaben für Bauprojekte, die Zeit für die nötigen Vorabklärungen oft nicht vorhanden ist. Um dieser unglücklichen Situation zu begegnen, übernehmen zahlreiche innovative Kommunen diese Grundlagenarbeit in eigener Regie. Sie lassen Potenziale abklären und geeignete Standorte für die Nutzung von Abwasserenergie ermitteln. In der Regel reicht ein Gespräch mit Spezialisten, um in einem ersten Schritt bereits einige interessante Standorte zu identifizieren. Soll das Potenzial in der Folge systematisch untersucht werden, erweist sich die Erstellung einer so genannten Energiekarte als nützliche Strategie. Der Aufwand für eine solche Energiekarte ist in der Regel gering, denn viele Kommunen haben einfachen Zugriff auf die nötigen Grundlagen und Informationen. Angaben über Kanalgröße, Wassermenge und Sanierungsbedarf der Abwasserleitungen finden sich beim Betreiber der Kanalisation; Daten zur Heizleistung und zum Alter der Heizanlagen sind in der Regel beim zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister vorhanden; Neubaugebiete sind im Flächennutzungsplan ausgewiesen. Alle geeigneten Kanäle und Objekte werden auf einer Karte eingetragen. Aus der Nähe von großen Abwasserleitungen und Heizenergieverbrauchern ergeben sich die möglichen Standorte.

Grobcheck als Entscheidungsgrundlage

Eine Standortabklärung oder eine Energiekarte geben allerdings noch keinen Aufschluss über die technische Machbarkeit oder die Wirtschaftlichkeit der Energienutzung aus Abwasser an einem möglichen Standort. Dazu bedarf es einer weiteren Abklärung durch einen Fachingenieur. Erster Schritt dazu besteht in einem Grobcheck. Die Kosten dafür belaufen sich in der Regel auf wenige Tausend Euro.

Ein Grobcheck umfasst folgende Inhalte:

- Allgemeine Darstellung der Situation (Lage, Kanal, Gebäude, Bebauungsdichte)
- Quantifizierung von Energieangebot und Energienachfrage
- Vorabklärung mit den Betreibern von Kanalisation und Kläranlage
- Beurteilung der technischen Machbarkeit und der Umsetzungschancen
- Grobkonzept für Energierückgewinnung und Energieerzeugung
- Empfehlung über das weitere Vorgehen

Sind diese Informationen und Unterlagen einmal vorhanden, können Kommunen die Bauherren frühzeitig auf die Möglichkeiten der Abwasserenergienutzung aufmerksam machen.

Projekte auslösen

Fortschrittliche Kommunen lassen es nicht dabei bewenden, mit dem Instrument Energiekarte lediglich Grundlagen zur Nutzung von Abwasserenergie bereitzustellen. Sie engagieren sich darüber hinaus aktiv beim Anstoß von Projekten – und zwar nicht nur für gemeindeeigene Objekte. So hat beispielsweise die Stadt Singen nach dem Vorliegen von Potenzialstudien in eigener Regie Grobanalysen und Machbarkeitsstudien für besonders geeignet erscheinende Standorte, konkrete Bauvorhaben und Neubaugebiete in Auftrag gegeben oder sich an solchen beteiligt. Derartige Vorleistungen für private Bauherren sind für Kommunen zwar unüblich. Angesichts der Tatsache, dass Abwärmeeinrichtungen – insbesondere im Wärmeverbund – zur Reduktion der CO₂-Emissionen und zur Luftreinhaltung beitragen, ist das Vorgehen aber berechtigt und im Sinne einer regionalen Wirtschaftsförderung auch begründbar. Privaten Bauherren fehlt oft die Zeit, um im Rahmen eines Bauvorhabens selber Vorstudien durchzuführen. Sind bereits Grundlagen vorhanden, können sie sich leichter ein Bild über die innovative Technologie machen und sich für die Energienutzung aus Abwasser entscheiden. Die Mithilfe der Kommune kann die Realisierungschancen daher deutlich steigern.

Koordination mit anderen Energieträgern

Da es sich bei der Abwärmegewinnung aus Abwasser um eine ortsgebundene Form der Energienutzung handelt, ist eine Koordination mit dem Einsatz anderer Energieträger, die an einen Standort oder an ein Leitungsnetz gebunden sind, sinnvoll (z. B. Grundwasser, Abwärme aus Industrien, Fernwärme). Verschiedene Städte und Kommunen integrieren das Thema Abwasserenergienutzung daher in ihr Energieversorgungskonzept. Genau wie Gebiete für die Erdgas- oder die Fernwärmeversorgung festgelegt werden, erfolgt auch eine Gebietszuteilung für die Wärmenutzung aus Abwasser. In der Schweiz, wo dieses Vorgehen sehr verbreitet ist, können Kommunen gestützt auf das Energie- sowie das Bau- und Planungsgesetz sogar soweit gehen, einen Bauherren zur Nutzung der Abwasserenergie zu verpflichten, sofern sich diese Lösung als wirtschaftlich vertretbar erweist. Dies bedeutet, dass ein Bauherr die Option „Abwasserenergie“ mindestens prüfen und einen Wirtschaftlichkeitsvergleich vorlegen muss.

Vorbild Bremerhaven

Ein Musterbeispiel dafür, wie die Initiative zur Nutzung von Abwasserenergie auf kommunaler Ebene ergriffen werden kann, ist Bremerhaven. Den Einstieg ins Thema brachte eine Potenzialstudie im Auftrag der Bremer Energie-Konsens GmbH, dem mehrere lokale Energiedienstleistungsunternehmen und die Freie Hansestadt Bremen angehören. Die Untersuchung zeigt auf, wo geeignete Kanäle liegen und welche Gebiete sich besonders eignen. Für drei bestehende Gebäude (Museum, Schule, Schwimmbad) wurde außerdem die Machbarkeit untersucht. Fazit:

- Die ökologische Bilanzierung verschiedener Systeme verdeutlicht, dass der Einsatz von Abwasserwärmepumpen zu einer Senkung der CO₂-Emissionen führt.
- Ein wirtschaftlicher Betrieb unter den derzeitigen Marktbedingungen ist möglich, wenn eine Vollkostenkalkulation für die unterschiedlichen Wärmebereitstellungssysteme zu Grunde gelegt wird. Als nächster Schritt soll jetzt eine Pilotanlage realisiert werden.

Stadtwerke Güstrow

Die Stadtwerke Güstrow betreiben seit 1997 eine Abwasserwärmepumpe zur Raumheizung und Wassererwärmung in einem Büro- und Werkgebäude. Laut Dr. Joachim Schreier, Geschäftsführer der Firma Spartec Wärmepumpen, lag die Entscheidung für die regenerative Abwasserenergie auf der Hand. Grund: In unmittelbarer Nachbarschaft des Werkhofs liegt eine Pumpstation des städtischen Abwasserbetriebs. Dies ermöglichte es, die Wärmequelle einfach zu erschließen. Mit kostengünstigen Kunststoffrohren wurde im Vorlagebecken der Abwasserpumpen ein Rohrwendel-Wärmetauscher installiert, der über einen Sole-Zwischenkreis mit der Wärmepumpe verbunden wurde. Die Anlage läuft seit der Inbetriebnahme ohne eine einzige Störung. Auch der Betriebsaufwand hält sich in Grenzen: Weil die Verschmutzung des Wärmetauschers gering ist, genügt eine einmalige Reinigung pro Jahr.



Wärmetauscher im Vorlagebecken einer Abwasserpumpe. (Foto Spartec)

Projektschritte für Bauherren

Wie plant und realisiert man eine Anlage zur Abwasserwärmenutzung? Im Vergleich zu einer Gas- oder einer Ölheizung ist die Aufgabe vielfältiger.

Sie erfordert eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem Bauherrn, den Betreibern von Kläranlage und Kanalisation und der Gemeinde. Ein Bauherr kann die Realisierung selbst in die Hand nehmen oder einen Contractor suchen, der Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb übernimmt. In beiden Fällen hat sich ein Vorgehen in Schritten – koordiniert durch ein spezialisiertes und erfahrenes Planungsbüro – bewährt.



Schlüssel zum Erfolg:
Abwasserenergieanlagen
erfordern eine gute
Zusammenarbeit von Bauherr,
Kommune, Contractor, Klär-
anlagenbetreiber und Planer.

Die Sanierung eines
Abwasserkanals in der
näheren Umgebung bietet
eine ideale Chance für die
Realisierung einer Abwasser-
energieanlage.

Starten mit Machbarkeitsstudie

Der Weg von der Idee zur fertigen Abwasserenergieanlage verläuft in mehreren Schritten. In vielen Fällen steht am Anfang eine Potenzialstudie der Gemeinde, welche mögliche Standorte aufzeigt, oder ein Grobcheck, der bereits die grobe Beurteilung einzelner Standorte ermöglicht. Eine fundierte Aussage über die Erfolgchancen bietet aber erst eine Machbarkeitsstudie, welche die nötigen Informationen beim Kanalbetreiber einholt, die technische Umsetzung analysiert, Variantenvergleiche mit herkömmlichen Energiesystemen anstellt und die Wirtschaftlichkeit rechnet. Die Durchführung einer solchen Studie sollte einem erfahrenen Ingenieurbüro überlassen werden. Die Kosten liegen im Normalfall bei mehreren Tausend Euro. Das Resultat der Machbarkeitsstudie ermöglicht einen seriösen Projektentscheid. Als nächster Schritt – noch vor Beginn der eigentlichen Projektierung – empfiehlt es sich, ein Finanzierungs- und Betriebskonzept zu erarbeiten. Dabei geht es um mögliche Fördermittel und um die Frage, ob die Bauherren die Energieanlage selber erstellen und betreiben oder ob sie diese Aufgaben einem professionellen Energiecontractor überlassen (siehe Seite 32).

In 7 Schritten zur Abwasserenergieanlage (Projekttablauf)

1. Grobcheck, Machbarkeitsstudie
2. Grundsatzentscheid des Bauherren
3. Finanzierungs-konzept: Eigenbetrieb oder Contracting
4. Vertrag mit dem Kanalbetreiber, gewässerschutzrechtliche Bewilligung
5. Ausarbeitung des Projektes
6. Bau der Anlage, Inbetriebnahme
7. Betrieb

Der richtige Zeitpunkt

Besonders günstig ist der Zeitpunkt für die Realisierung einer Abwasserenergieanlage, wenn sich Synergien mit anderen Vorhaben ergeben:

- Neubau, Erweiterung
- Heizungssanierung
- Kanalerneuerung im Umfeld des Gebäudes
- Neubau oder Ertüchtigung einer Kälteanlage
- Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Treibhausgas-Emissions-handelsgesetz (TEHG)

Genehmigung einholen

Einverständnis des Kanalisationsbetreibers: Abwasser gelangt beim Eintritt in die Kanalisation rechtlich in den Besitz der Öffentlichkeit, welcher die Entsorgungspflicht obliegt. Die Ressource sollte daher jedermann unentgeltlich zur Energienutzung zur Verfügung stehen. Voraussetzung für eine Abwasserenergieanlage ist jedoch das Einverständnis der Betreiber von Kläranlage und Kanalisation. Dabei gilt der Grundsatz, dass die Funktionsfähigkeit von Abwasserkanal und der Abwasserreinigung nicht beeinträchtigt werden darf.

Gewässerschutzrechtliche Genehmigung: Spezifische gesetzliche Grundlagen zur Wärmenutzung aus Abwasser kennen in Deutschland weder das kommunale Satzungsrecht noch das Wasserrecht – im Gegensatz zur Wärmenutzung aus Grundwasser, Flüssen und Seen. In verschiedenen Bundesländern bedürfen jedoch „sonstige Abwasseranlagen“ einer Genehmigung. Es wird daher empfohlen, jedes Projekt bei der zuständigen Wasserbehörde anzuzeigen (in vielen Fällen das Amt für Umweltschutz und Wasserwirtschaft). Das Einverständnis dieser Stelle hängt in der Regel davon ab, dass die Abwasserreinigung und die Siedlungsentwässerung nicht negativ beeinflusst werden.

Vorgaben für Abwassernutzung zur Kühlung: Wird Abwasser zu Kühlzwecken genutzt, darf es gemäß der ATV-Empfehlung A 115 und dem Nachfolgedokument M 115-2 mit einer Temperatur von maximal 35 °C in eine öffentliche Abwasseranlage eingeleitet werden.

Der Abwasser-Vertrag

Das Verhältnis zwischen Bauherren und Betreiber der Kanalisation (bzw. Kläranlage) wird i. d. R. in einem Vertrag geregelt, der in vielen Fällen als Dienstbarkeit im Grundbuch eingetragen wird. Eine solche Vereinbarung sollte beinhalten:

- Zweck der Vereinbarung, Recht auf Energienutzung
- Eigentumsverhältnisse, Schnittstellen, Zutrittsrecht
- Gegenseitige Informationspflicht
- Verfügbarkeit des Abwassers (Recht zur Unterbrechung)
- Wärmeentzugsleistung, Abkühlung bzw. Aufwärmung des Abwassers
- Einzuhaltende technische Grenzwerte der Abwasserreinigung
- Anforderungen an die Einbauten im Kanal
- Zuständigkeiten und Abläufe für Einbau, Kontrolle, Wartung und Reinigung
- Sicherheits- und Schutzmaßnahmen bei Installation und Wartung
- Haftung bei Schäden durch Einbau und Wartung
- Außerbetriebnahme der Wärmenutzungsanlage

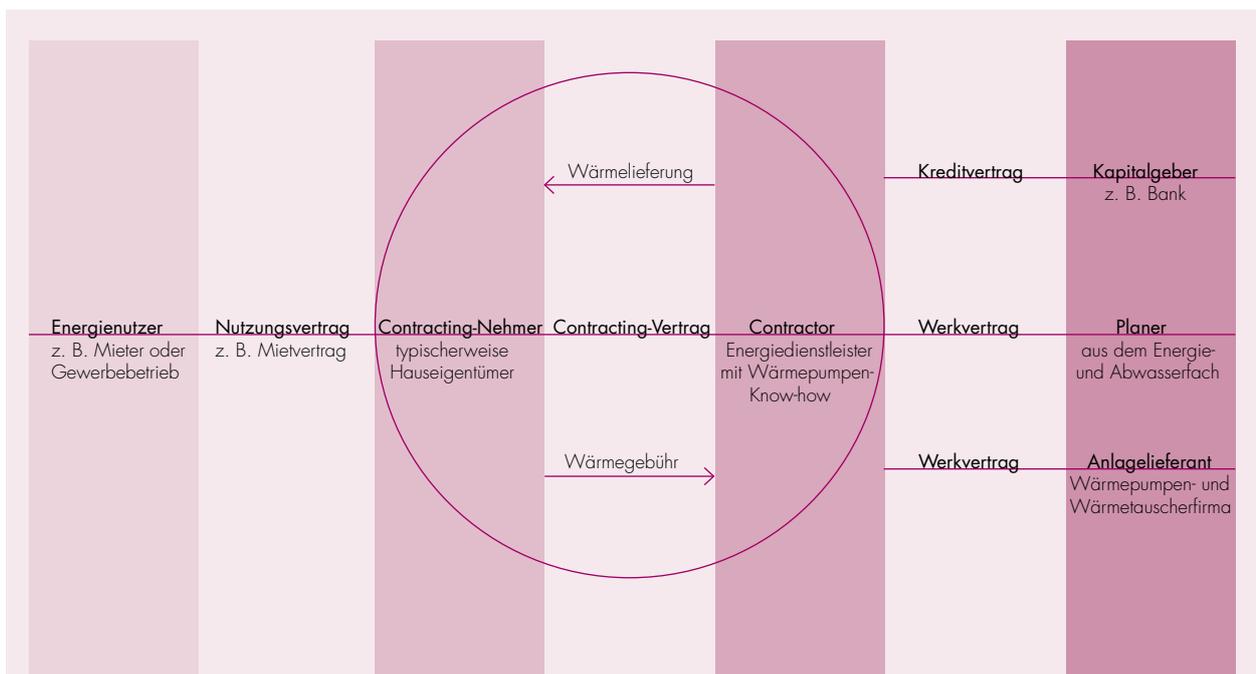
Empfehlung der Abwasserfachleute

Das einwandfreie Funktionieren einer Kläranlage ist von der Temperatur des Abwassers abhängig. Um die Qualität der Abwasserreinigung nicht zu beeinträchtigen, darf Rohabwasser zum Zwecke der Wärmeentnahme nur innerhalb ganz bestimmter Grenzen abgekühlt werden. Laut Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp, Leiter des Lehrstuhls und Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, ist eine Abwasserwärmenutzung i. d. R. unproblematisch, sofern die Abwassertemperatur im Einlauf der Kläranlage nicht unter 10 °C fällt und die Abkühlung nicht mehr als 0,5 °C beträgt. Die gleichen Grenzwerte gelten gemäß einer Empfehlung der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz und des Verbandes Schweizerischer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute in der Schweiz. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, ist durch Abwasser-spezialisten abzuklären, ob eine Wärmenutzung ohne Beeinträchtigung der Abwasserreinigung dennoch zugelassen werden kann.

Anlagen finanzieren und betreiben mit Contracting

Die meisten Abwasserheizungen für öffentliche oder private Einrichtungen werden mittels Energie-Contracting realisiert. Beim Contracting überlässt der Liegenschaftsbesitzer die Energieversorgung einem spezialisierten Unternehmen, dem so genannten Contractor.

Dieser plant, baut, finanziert, betreibt und wartet die Anlagen und verrechnet dem Contracting-Nehmer die gesamten Leistungen über den Wärmepreis. Der Bauherr muss selber also keine Investitionen tätigen. Grundlage des Contractings bildet ein Vertrag (englisch „contract“), in dem die Modalitäten der Energielieferung, die Eigentumsverhältnisse und Verantwortlichkeitsgrenzen festgelegt sind. Die Vertragslaufzeit liegt in der Regel im Bereich der gesicherten Anlagenlebensdauer; üblich sind bei Abwasserenergieanlagen 15 bis 30 Jahre.



Per Vertrag verpflichtet sich der Contractor zur Energielieferung an den Contracting-Nehmer (Eigentümer der Liegenschaft). Er erledigt alle dazu nötigen anfallenden Aufgaben: Finanzierung, Erstellung, Betrieb und Unterhalt.

10 Vorteile

Für öffentliche und private Bauträger, Bauherren und Investoren bringt Contracting folgenden Nutzen:

Reduziertes Risiko: Das gesamte technische und finanzielle Risiko wird vom Contractor getragen.

Finanzielle Entlastung: Anfangs- und Ersatzinvestitionen in neue oder sanierungsbedürftige Anlagen sind Sache des Contractors. Dies entlastet den Eigentümer der Liegenschaft.

Budgetkontrolle: Der vertraglich definierte Energiepreis erlaubt es, die Heizkosten im Budget besser einzuplanen.

Zuverlässige Energieversorgung: Der Contractor garantiert eine reibungslose ausfallsichere Energieversorgung. Viele Contractoren verfügen dazu über einen professionellen Bereitschaftsdienst (24-Stunden-Service).

Zeit fürs Kerngeschäft: Dank der Auslagerung der Energieversorgung kann sich der Eigentümer der Liegenschaft ganz auf seine Kernaufgaben konzentrieren. Außerdem spart er Personalkosten.

Klare Zuständigkeiten: Im Contractor hat der Liegenschaftsbesitzer einen einzigen zuständigen Ansprechpartner für die Energieversorgung.

Innovative Lösungen: Dank des spezifischen Know-how und der Kapitalkraft des Contractors können fortschrittliche Energieprojekte mit erneuerbaren Energien und Wärmekraftkopplung sinnvoll umgesetzt werden.

Mehr Service: Bei vermieteten Immobilien können Contractoren neben der Energieproduktion auch die Verteilung der Heizkosten und den Zahlungsverkehr mit den Mietern übernehmen.

Werbeeffekt: Für professionelle Contractoren sind Abwasserenergieanlagen Werbeträger. Von der Medienpräsenz profitieren auch die Bauherren, Hauseigentümer und Mieter.

Vorteile bei Vermietung und Verkauf: Contracting ermöglicht niedrigere Grundmieten und Verkaufspreise für Gebäude und Wohnungen. Im Falle von Eigentümergemeinschaften vereinfacht es die Verwaltung: Die Investitionen für die Wärmeerzeugung entfallen, Beschlüsse über Betrieb und Instandsetzung erübrigen sich.

Bereich	Eigenbetrieb	Energie-Contracting
Garantie	kein Risiko	kein Risiko
Reparaturen nach Garantieende	volles Risiko	kein Risiko
Energiepreisentwicklung	volles Risiko	volles Risiko
Wartung	volles Risiko	kein Risiko
Verfügbarkeit der Anlage	volles Risiko	kein Risiko
Zustand der Anlage	volles Risiko	kein Risiko
Kapitaldienst	volles Risiko	kein Risiko
Verkauf der Liegenschaft	keine Abhängigkeit	Abhängigkeit

Risikosituation des Hauseigentümers bei Eigenbetrieb und bei Contracting im Vergleich: Beim Energie-Contracting trägt der Eigentümer einer Liegenschaft lediglich noch das Risiko der Energiepreisentwicklung.

Einen Contractor finden

Contracting ist eine langfristig angelegte Partnerschaft. Der Contractor will daher sorgfältig ausgewählt sein. Das Interesse von privaten und öffentlichen Bauherren an Contracting hat in den vergangenen Jahren in Deutschland stark zugenommen. Auch für Anlagen zur Energienutzung aus Abwasser besteht mittlerweile eine breite Auswahl an professionellen Contractoren mit Praxiserfahrungen und finanziellem Hintergrund. Der Contracting-Nehmer soll den Wettbewerb nutzen und von verschiedenen Contracting-Anbietern Angebote einholen. Oft lassen sich damit die Kosten optimieren und technisch wie auch finanziell bessere Lösungen finden.

Drei Schritte zum Contracting-Vertrag

Der Weg zum Energie-Contracting umfasst drei Phasen:

- 1. Machbarkeitsstudie:** Eine Vorabklärung der Machbarkeit durch ein spezialisiertes Ingenieurbüro bildet die Basis für eine Contracting-Ausschreibung.
- 2. Contracting-Ausschreibung:** Mit einer Contracting-Ausschreibung gibt der Bauherr einen für alle Bieter einheitlichen Vertragsentwurf vor. Meistens lässt er sich dabei von einem erfahrenen Consultant unterstützen.
- 3. Wahl des geeigneten Contractors und Vertragsverhandlung:** Mit dem besten Anbieter werden die vertraglichen Details geregelt.



Martin Dietler, Energiecontractor: „Zusammen mit dem Betrieb der Abwasser-Wärmepumpe übernehmen wir auch die individuelle Heizkosten- und Warmwasser-Abrechnung.“

Information und Beratung

Information über Abwasserenergie

Institut Energie in Infrastrukturanlagen:

Diese neutrale Anlaufstelle zum Thema Energierückgewinnung aus Abwasser gibt Auskunft über die Realisierung von Anlagen und geeignete Standorte. Weiter konzipiert und leitet das Institut Umsetzungsprogramme für Länder und Kommunen. Zielpublikum sind Stadtwerke, Energiedienstleistungsunternehmen, Bauträger, Betreiber, Ingenieure und Contractoren.

Kontakt:

Institut Energie in Infrastrukturanlagen
Lindenhofstrasse 15, CH-8001 Zürich
Tel. 0041 44 226 30 90
Fax 0041 44 226 30 99
E-mail: energie@infrastrukturanlagen.ch
Internet: www.infrastrukturanlagen.ch

ECO.S Energieconsulting: ECO.S ist herstellerunabhängiger Ansprechpartner zu Fragen der Abwasserenergienutzung. Das Büro berät von der Vorauswahl geeigneter Standorte über technische Fragen und Fördermöglichkeiten bis hin zur Vermittlung von Contractoren und plant Abwasserenergieanlagen.

Kontakt:

ECO.S Energieconsulting Stodtmeister
Tempelhofer Ufer 1a, 10961 Berlin
Tel. 030 2 59 30 96-0
Fax 030 2 59 30 96-9
E-mail: energie@eco-s.net
Internet: www.eco-s.net

Weiterführende Literatur

„Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer“, 33 Seiten; Osnabrück, Bern 2004. Download unter www.dbu.de oder www.infrastrukturanlagen.ch.

Information über Wärmepumpen

Bundesverband WärmePumpe (BWP): Der BWP ist der größte europäische Verband für alle Bereiche der Wärmepumpenwirtschaft und deren bundesweite Interessenvertretung. Er ist seit 1993 neutraler Mittler zwischen Industrie, Fachhandwerk und Bauherren. Nahezu alle Wärmepumpenhersteller, Energieversorgungsunternehmen, Bohrfirmen sowie Handwerksbetriebe und Planer zählen zu den Mitgliedern. Der BWP ist in Deutschland Ansprechpartner für alle Fragen rund um das Thema Wärmepumpe und koordiniert die Informationsvermittlung und Beratung.

Kontakt:

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Elisabethstrasse 34, 80796 München
Tel. 089 2713021, Fax 089 27312891
E-Mail: info@waermepumpe-bwp.de
Internet: www.waermepumpe-bwp.de

Information über Energiedienstleistungen

Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW): Die ASEW wurde 1989 im Verband kommunaler Unternehmen (VKU) gegründet. In ihr sind über 200 kommunale Versorgungsunternehmen in Deutschland organisiert. Ziel der ASEW ist die Förderung rationeller, sparsamer und umweltschonender Energie- und Wasserverwendung. Als zukunftsorientierte Energiedienstleistungsunternehmen bieten die ASEW-Mitglieder ihren Kunden Unterstützung im Bereich der Wärmeversorgung – beispielsweise in Form von Energiecontracting an.

Kontakt:

Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW) GbR im Verband kommunaler Unternehmen (VKU)
Eupener Strasse 148, 50933 Köln
Tel. 0221 93 18 19-0
Fax 0221 93 18 19-9
E-Mail: info@asew.de
Internet: www.asew.de

EnBW Regional AG: Die EnBW Regional AG ist eine 100-prozentige Tochter der EnBW Energie Baden-Württemberg AG mit einer gewachsenen regionalen Verankerung in Baden-Württemberg. Sie ist das Verteilunternehmen der EnBW – mit rund fünf Millionen Kunden. Die EnBW Regional AG steht für Versorgungssicherheit und kunden-nahen Netzservice im EnBW-Kerngebiet Baden-Württemberg. Sie betreibt Netze spartenübergreifend, neutral und wettbewerbsfördernd. Kommunen und Stadtwerken bietet die EnBW Regional AG Lösungen in den Bereichen Energie, Wasser, Abwasser, Infrastruktur und Informationstechnologie. Dazu gehören beispielsweise Gutachten und Betriebsführungen für Wasser- und Abwasseranlagen, Wärmecontracting sowie der Energiebericht.

Kontakt:

EnBW Regional AG
Kriegsbergstrasse 32, 70174 Stuttgart
Tel. 0711 289-46000
E-Mail: Vertrieb-RegionalAG@enbw.com
Internet: www.enbw.com/kommunen

Information über Contracting

Verband für Wärmelieferung e. V. (VFW):

Der VFW unterstützt und fördert mittelständische Unternehmen der Heizungsbranche, die Energielieferung als Energiedienstleister anbieten. Er bietet interessierten Stadtwerken, Energieversorgungsunternehmen, Ingenieurbüros sowie Anlagen- und Heizungsbauern Informationen und Schulungen zu Themen rund um das Contracting, vergibt an entsprechend qualifizierte Betriebe ein Qualitätssiegel und unterstützt seine Mitglieder mit folgenden Tätigkeiten:

- Information, Beratung, Projektbegleitung, Aus- und Weiterbildung
- Mustervorlagen von Verträgen
- Projektprüfung, Finanzierungsempfehlung, Weiterbetriebsgarantie von Projekten im Falle des Ausfalls des Contractors
- Vermittlung von Contractoren, Projektbörse

Kontakt:

Verband für Wärmelieferung e. V.
Ständehausstrasse 3, 30159 Hannover
Tel. 0511 3 65 90-0
Fax 0511 3 65 90-19
E-Mail: Hannover@vfw.de
Internet: www.energiecontracting.de

Information über Förderbeiträge

Informationsdienst BINE: Der Informationsdienst BINE des Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH bietet einen umfassenden Überblick über alle Fördermaßnahmen im Energiebereich. Er wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA).

Kontakt:

BINE Informationsdienst
Mechenstrasse 57, 53129 Bonn
Hotline: werktags von 9 Uhr bis 12 Uhr,
Tel. 0228 9 23 79-14
E-Mail: foerderinfo@bine.info
Internet: www.energiefoerderung.info

Broschüre „Geld vom Staat fürs Energiesparen“: Überblick über die zahlreichen Förderprogramme von EU, Bund, Ländern, Kommunen und Energieversorgungsunternehmen, die auf eine nachhaltige Energieversorgung zielen.

Bezug:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU
11055 Berlin, Tel. 01888-305-0
E-Mail: service@bmu.bund.de
Internet:
www.bmu.de/files/geld_energiesparen.pdf

KfW Förderbank: Die KfW-Bankengruppe ist Träger verschiedener Förderprogramme aus den Bereichen Bauen, Wohnen, Energiesparen, Umwelt- und Klimaschutz. Detaillierte Informationen und Beratung unter folgender Adresse:

KfW Bankengruppe, Beratungszentrum
Bockenheimer Landstrasse 104
60325 Frankfurt am Main
Tel. 069 7431-3030
Fax 069 7431-1706
E-Mail: infocenter@kfw.de
Internet: www.kfw-foerderbank.de

Projektträger



Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de



Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
www.waermepumpe-bwp.de



Institut Energie in Infrastrukturanlagen
www.infrastrukturanlagen.ch

Die Herausgeber danken folgenden Sponsoren für die finanzielle Unterstützung zur Realisierung dieser Broschüre:

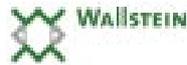
Sponsoren



EnBW Regional AG, 70174 Stuttgart
www.enbw.com/kommunen



Uhrig Strassen- und Tiefbau GmbH, 78187 Geisingen
www.uhrig-bau.de



Wallstein Ingenieur/Service GmbH, 45657 Recklinghausen
www.wallstein.de



Spartec-Wärmepumpen, Güstrower Maschinenbau GmbH, 18273 Güstrow
www.spartec-waermepumpen.de

Folgende Partner arbeiten mit den Herausgebern an der Verbreitung des Themas Abwasserenergie zusammen:

Partner



Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e. V.
www.bfw-bund.de



Deutscher Städtetag
www.staedtetag.de



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
www.dwa.de



Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V.
www.bauindustrie.de



Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e. V.
www.fbsrohre.de



Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik e. V.
www.izw-online.de



Verband für Wärmelieferung e. V.
www.vfw.de



Dr. Schmidt-Hieber, Oberbürgermeister der Stadt Waiblingen: „Im Heizkraftwerk unserer Kläranlagen nutzen wir gereinigtes Abwasser zur sinnvollen und sicheren Energieerzeugung.“



Dr. Joachim Schreier, Spartec GmbH, Güstrow: „Dank der Wärmenutzung aus Abwasser können wir unseren Kunden umweltfreundliche Energie anbieten.“



Hans Gabelsberger, Geschäftsführer des Gesundheitshauses Leverkusen: „Abwasserenergie ist ein verborgener Schatz, den es zu heben gilt.“



Gerald Lübars, Stadtwerke Güstrow: „Die Abwasserwärmepumpe in unserem Werkhof läuft seit Jahren problemlos – wir empfehlen diese innovative Technik daher gerne weiter.“



Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Laue, Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik – IZW e. V., Hannover: „Abwasser ist eine ideale Wärmequelle für den energieeffizienten und umweltfreundlichen Betrieb von Wärmepumpen.“



Dieter Wallstein, Hersteller von Kanalwärmetauschern, Recklinghausen: „Die Gewinnung von regenerativer Energie aus dem Abwasser gehört für unser Gewerbe zu den Innovationen mit großen Erfolgsaussichten.“



Cecile Bossart, Bewohnerin der Siedlung Ringermatten bei Basel: „Wir heizen mit sauberer Abwasserenergie, damit uns auch in Zukunft Luft zum Atmen bleibt.“



Klaus Bölling, Betriebsleiter der Kläranlage Bibertal-Hegau: „Die Energiegewinnung aus Abwasser beeinträchtigt den Betrieb unserer Kläranlage nicht.“

Der Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V. entwickelt über den Einsatzbereich Ein- und Mehrfamilienhäuser hinaus neue Konzepte für die Wärmepumpentechnologie in Wohnanlagen, Industrie und Gewerbe. Ein Schwerpunkt ist hier auch die Nutzung der Abwasserenergie.



Der BWP ist der größte europäische Verband für alle Bereiche der Wärmepumpenwirtschaft und deren bundesweite Interessenvertretung. Er ist seit 1993 neutraler Mittler zwischen Industrie, Fachhandwerk und Bauherren. Nahezu alle Wärmepumpenhersteller, Energieversorgungsunternehmen, Bohrfirmen sowie Handwerksbetriebe und Planer sind Mitglieder. Der BWP verfügt über große Technikkompetenz und besitzt als neutrale Beratungsinstitution hohe Akzeptanz. Er entwickelt Marketingkonzepte, leistet Presse- und Öffentlichkeitsarbeit vor allem durch Aufklärungs- und Überzeugungsaktivitäten, persönliche Kontakte, Veranstaltungen und regelmäßige Information.

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Elisabethstr. 34, 80796 München
Tel.: 089 271 30 21, Fax: 089 27 31 28 91
E-Mail: info@waermepumpe-bwp.de
Internet: www.waermepumpe-bwp.de