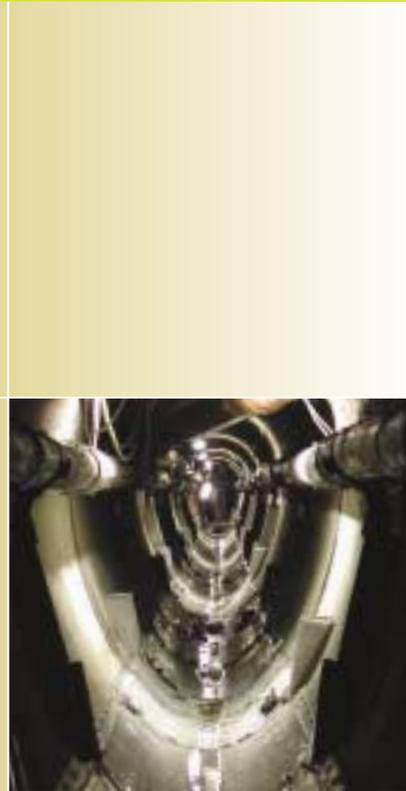
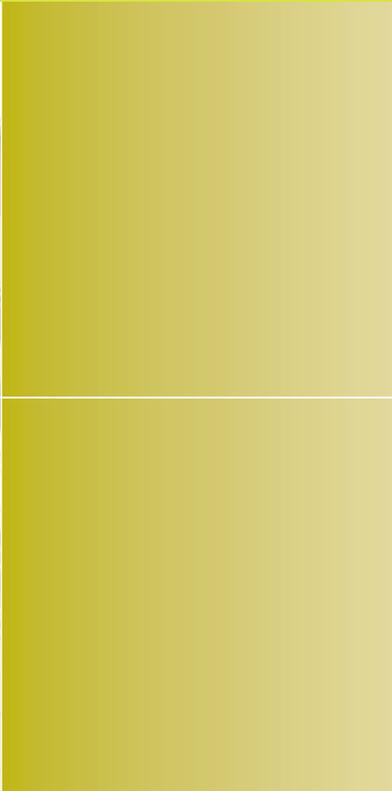


Heizen und Kühlen mit Abwasser

Ratgeber für Bauherrschaften und Gemeinden



Inhalt

Vorwort

von Bundesrat Moritz Leuenberger 1

Grundlagen

So funktioniert die Abwasserheizung 2

Grosses Potenzial in der Schweiz 4

Welche Gebäude kommen in Frage? 6

Beispiele

Pionierregion Basel:

20 Jahre Abwasserwärmenutzung 8

Beispiel Stadt Uster:

Abwasserwärme vom Contractor 10

Wohnsiedlung in Winterthur:

Investor setzt auf Kanalabwärme 12

Schaffhausen und Singen:

Wärme und Kälte für die Industrie 14

Sandvika bei Oslo:

Energie für ganzen Stadtteil 16

Fakten

Gute Noten in Ökologie 18

Wirtschaftlichkeit: Die Vollkosten zählen! 20

Technik

Energieangebot und Energiegewinnung 22

Wärmeerzeugung und Wärmenutzung 24

Vorgehen

Die Gemeinde als Motor 26

Projektschritte für Bauherrschaften 28

Mit Contracting Anlagen finanzieren und betreiben 30

Service

Information und Beratung 32

Impressum

Herausgeber

EnergieSchweiz,
Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Projektleitung

Ernst A. Müller, Felix Schmid
Aktion «Energie in Infrastrukturanlagen»
Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich
Telefon 01 226 30 98, Fax 01 226 30 99
energie@infrastrukturanlagen.ch
www.infrastrukturanlagen.ch

Grafiken

Susanne Staubli, Zürich

Layout

Thomas Bruggisser, Zürich
www.grafiktraktor.ch

Bezug

Bundesamt für Bauten und Logistik BBL
3003 Bern, www.bundespublikationen.ch
Bestellnummer 805.691.d

Vorwort

Den Kreislauf schliessen

Wir bauen heute Häuser, die nur noch ein Minimum an Heizenergie brauchen. Verbesserte Wärmedämmung, Wärmeschutzfenster und Wärmerückgewinnung beim Lüften verhindern, dass Wärme nach aussen entweicht.

Doch sogar bei Minergie-Bauten bleibt ein Wärmeleck: die Abwasserleitung. Das Wasser, das wir zum Duschen, Baden, Waschen und Putzen brauchen, fliesst lauwarm in die Kanalisation. Die Energie, die so in der ganzen Schweiz verloren geht, würde ausreichen, um Hunderttausende Gebäude zu heizen.

EnergieSchweiz möchte dieses enorme Potenzial nutzen. Die Technik ist entwickelt und erprobt: Wärmepumpen ermöglichen es, die Energie aus dem Abwasser auf wirtschaftliche Weise zurückzugewinnen und zur Raumheizung und Wassererwärmung einzusetzen. Der Kreislauf lässt sich auf diese Weise schliessen. So könnten wir einen wichtigen Beitrag an die Ziele der Schweizerischen Energie- und Klimapolitik leisten.

Zudem beginnt sich die Wärmenutzung aus Abwasser zu lohnen. Die Technologie steht an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit. Kommt dazu, dass die Abwasserwärmenutzung eine langfristig sichere und unabhängige Energieversorgung ermöglicht und dass sie von einer allfälligen CO₂-Abgabe befreit würde.

Zudem entwickeln und produzieren mehrere Firmen in unserem Land die benötigten Systeme. Ihr Know-how in diesem Bereich gehört in Europa zur Spitze; die Produkte und Dienstleistung sind deswegen auch im Ausland gefragt. Wer zur Verbreitung dieser umweltfreundlichen Energietechnik beiträgt, unterstützt die einheimische Wirtschaft.

Es gibt in fast jeder Gemeinde Gebäude, die sich für die Energienutzung aus Abwasser eignen – vielleicht ist es Ihres. Darüber, wie die Wärmenutzung aus Abwasser funktioniert und wie vorzugehen ist, informiert diese Broschüre.

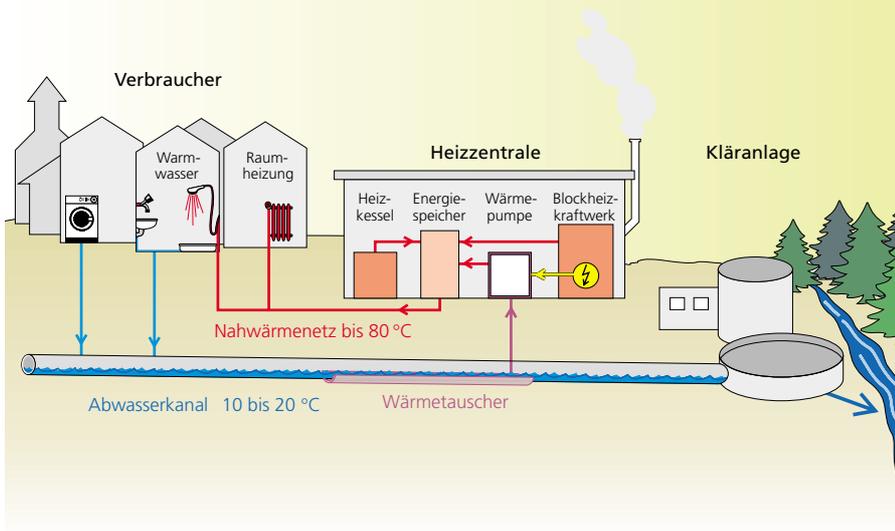


Moritz Leuenberger, Bundesrat



So funktioniert die Abwasserheizung

Abwasser steckt voller Energie. Im Winter können wir daraus Wärme gewinnen; im Sommer können wir 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 mehrheitlich zwischen 10 °C und 20 °C. Die Technik zur Energiegewinnung aus Abwasser ist einfach, umweltfreundlich und erprobt. Herzstück bilden ein Wärmetauscher, der dem Abwasser die Energie entzieht, und eine Wärmepumpe, die sie für die Beheizung oder Kühlung von grösseren Gebäuden nutzbar macht.



Die Energienutzung aus Abwasser ist ein sinnvoller Kreislauf.

Kein Nachteil für Kläranlagen

Abwasserheizungen, die richtig geplant und entsprechend den Vorgaben des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) dimensioniert, ausgeführt und betrieben werden, beeinträchtigen weder den Betrieb der Kanalisation und der Kläranlagen noch stellen sie eine Gefahr für die Gewässer dar. Dies zeigen Untersuchungen der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

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 für die Schwimmbadheizung und – bei geeigneten Temperaturanforderungen – für gewerbliche Nutzungen. Je tiefer das Temperaturniveau der Wärmenutzung liegt, desto effizienter arbeiten die Anlagen. Im Sommer werden Abwasserenergieanlagen auch zur Raumkühlung eingesetzt. Die Wärmepumpe wird dabei in «umgekehrter» Weise als Kältemaschine betrieben. Möglich ist aber auch eine direkte Nutzung der Abwasserkälte mittels Bauteilkühlung.

Wärmepumpe

Um Wärme aus lauwarmem Abwasser für die Raumheizung und die Wassererwärmung nutzen zu können, braucht es eine Wärmepumpe, die die Energie auf ein höheres Temperaturniveau hebt. Abwasser-Wärmepumpen erreichen Nutzttemperaturen von 50°C bis 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. In Gebieten mit Erdgas-Versorgung kann die Wärmepumpe zusätzlich mit einem Blockheizkraftwerk gekoppelt werden, das neben Wärme auch Strom für den Betrieb der Wärmepumpe erzeugt.

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 des Abwasserkanals integriert (Grafik links) oder in der 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, was kürzere Bauzeiten und tiefere Investitionen ermöglicht.



Neubauten mit guter Wärmedämmung und Niedertemperatur-Bodenheizung bieten besonders gute Voraussetzungen für eine Abwasser-Wärmepumpe. Foto Gian Vaitl, Zürich



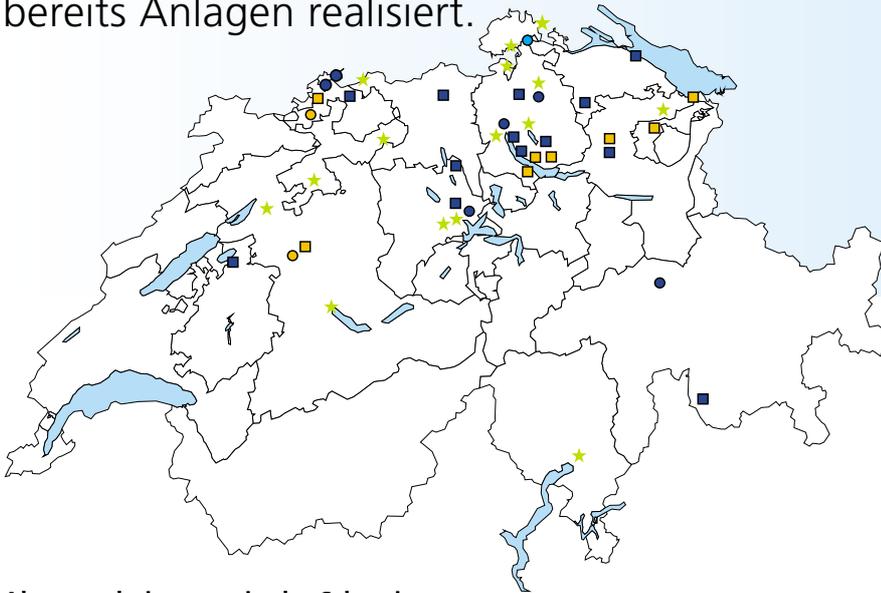
Aus 12-gradigem Abwasser wird 70-gradiges Heizwasser: Die Technik der Wärmepumpe macht es möglich. Foto Satag Thermotechnik



Der 200 m lange Wärmetauscher der Abwasserenergieanlage von Zürich-Wipkingen.

Grosses Potenzial in der Schweiz

Das Abwasser in der Schweiz enthält genügend Energie, um über 300 000 Wohnungen mit Wärme zu versorgen. Tausende von Standorten sind für den Bau von Abwasserheizungen geeignet. Besonders günstig sind die Voraussetzungen dort, wo in der Nähe von grossen Abwasserkanälen und Kläranlagen grössere Bauten oder ganze Quartiere mit einem hohen Wärmebedarf liegen: Verwaltungsgebäude, Wohnsiedlungen, Gewerbebauten, Heime, Schulen und Sportanlagen. In zahlreichen Gemeinden und Städten liegen Potenzialstudien vor und wurden bereits Anlagen realisiert.



Abwasserheizungen in der Schweiz

Energiegewinnung	○ aus Rohabwasser (Kanal)
	□ aus geklärtem Abwasser (Kläranlage)
Energienutzung	■ Raumheizung
	■ Raumheizung und Warmwasser
	■ Raumheizung und Klimatisierung (Kühlen)
Potenzial vorhanden	★ Standortabklärungen und Projektstudien

Vollständige Liste der Standorte unter:
www.infrastrukturanlagen.ch

Warmwasser für 900 000 Personen

Jeder Schweizer Einwohner verbraucht im Durchschnitt 160 Liter Wasser pro Tag. Aus allen Haushalten zusammen fliesst somit täglich über eine Milliarde Liter warmes Wasser in die Kanalisation. Gewerbe und Industrie steuern noch einmal so viel bei. Theoretisch lassen sich aus der gesamten Menge an Schmutzwasser täglich über 2 000 000 Kilowattstunden Wärme gewinnen – eine Energiemenge, die ausreicht, um das Warmwasser für 900 000 Einwohner bereitzustellen.

Vier Beispiele

Pilotregion Basel

Basel und Umgebung gilt als Pionierregion für die Abwasserheizung. Die erste Anlage in der Rheinstadt wurde bereits 1982 gebaut. Sie versorgt das Garderobengebäude einer Sportanlage mit Heizwärme und Warmwasser und erfüllt diese Funktion bis heute zur vollen Zufriedenheit. Weitere Beispiele sind die Wohnsiedlung Ringerplatten im Laufentaler Dorf Zwingen und ein Nahwärmeverbund in der Gemeinde Binningen, an den mehrere öffentliche und private Bauten angeschlossen sind. Beide Anlagen wurden im Rahmen eines Contractings finanziert. > *Mehr Seite 8.*

Stadt Uster

Die Initiative für die Energienutzung aus Abwasser ging in der Stadt Uster von der Gemeinde aus. Der Stadtgenieur und die Betreiber der Kläranlage gaben im ersten Schritt gemeinsam eine Potenzialstudie in Auftrag. Diese zeigte, dass insbesondere die Neubaugebiete in der Umgebung der Kläranlage interessante Voraussetzungen für die Abwasserenergienutzung aufweisen. Die ersten Anlagen wurden in den Jahren 2000 und 2003 für zwei Wohnsiedlungen realisiert. Speziell an diesen Anlagen ist die Wärmegewinnung aus dem gereinigten Abwasser im Auslauf der Kläranlage. > *Mehr Seite 10.*

Modellstadt Winterthur

In der Stadt Winterthur ist Abwasserwärmenutzung im kommunalen Energieplan verankert. Für das ganze Stadtgebiet sind geeignete Abwasserkanäle bezeichnet, in deren Umgebung bei Neubauten eine Abwasserheizung geprüft werden muss. Zudem wurden im Rahmen einer Studie Objekte ermittelt, für welche die Energienutzung aus Abwasser wirtschaftlich sein könnte. Eine erste Anlage für 400 Wohnungen ist seit 2003 in Betrieb. Sie wurde durch ein privates Generalunternehmen realisiert. > *Mehr Seite 12.*

Schaffhausen und Singen

Eine weitere Pionierrolle bei der Anwendung der Abwasserheizung nehmen Schaffhausen und Singen (D) ein. Beide Städte haben das Potenzial zur Abwasserwärmenutzung systematisch untersucht und für geeignete Standorte Machbarkeitsstudien durchführen lassen. Aufgrund dieser Vorarbeiten hat die Schaffhauser Uhrenfabrik IWC im Jahr 2004 eine Abwasserenergieanlage zur Beheizung und Klimatisierung eines Neubaus realisiert. Und in Singen versorgt eine Baugenossenschaft einen Technopark mit Abwasserenergie. > *Mehr Seite 14.*



Wohnsiedlung Ringerplatten: Die Energiequelle Abwasser liegt vor der Haustüre.



Zufriedene Bewohner dank guter Kombination: Abwasserheizung und Minergie-Bauweise.



Überbauung Wässerwiesen in Winterthur: Abwasserwärme für 1000 Bewohner.



Die Uhrenfabrik IWC heizt und kühlt mit Abwasser.

Welche Gebäude kommen in Frage?

Abwasser-Wärmepumpen eignen sich für grössere Gebäude und ganze Quartierheizungen. In Frage 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 sind ein hoher Wärmeleistungsbedarf von mindestens 150 kW und die Nähe des Objektes zu einem grossen Abwasserkanal oder einer Kläranlage.



Für Abwasser-Wärmepumpen besonders geeignet: Bürogebäude, Wohnsiedlungen und ganze Quartierheizungen. Im Bild das Gründer- und Technologiezentrum Sintec in Singen (D).

Anforderungen an die Bauten

Abwasserenergieanlagen kommen für neue und bestehende Gebäude in Frage. Neubauten auf 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 geeignete Abwasserkanäle befinden. Die 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 Wärmeleistungsbedarf von mindestens 150 Kilowatt (kW), was dem Bedarf von rund 50 Wohneinheiten entspricht. Bei bestehenden Bauten kann die Leistung der installierten Wärmeerzeugungsanlage als Anhaltspunkt genommen werden. In diesem Fall gelten 200 kW als untere Grenze.

Nähe zum Kanal: Je näher ein Gebäude dem Abwasserkanal liegt, desto kostengünstiger lässt sich die Wärmeabgewinnung realisieren. In überbauten Siedlungsgebieten sind – je nach Grösse des Objektes – Distanzen von 100 m 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. Gebäude, die innerhalb eines Radius von 100 m liegen, können an eine gemeinsame Heizzentrale angeschlossen werden.

Systemtemperaturen: Je tiefer die Temperaturen der Energienutzung liegen, desto effizienter arbeiten Wärmepumpen. Besonders gute Voraussetzungen für die Energienutzung aus Abwasser bieten Neubauten mit Niedertemperatur-Heizsystemen (Bodenheizung, Bauteilkonditionierung). Für industrielle Prozesse, die Temperaturen über 70 °C erfordern, sind Abwasserheizungen dagegen weniger geeignet.

Ganzjähriger Wärmebedarf: Vorteilhaft ist ein möglichst permanenter Wärmebedarf, der lange Betriebszeiten der Wärmepumpe garantiert (Raumheizung und Warmwasser).

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.

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

Anforderungen an den Kanal

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 Energieentzug. 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 mindestens 80 cm erforderlich. An die Form des Kanals werden dagegen keine Anforderungen gestellt. In Frage kommen runde Kanäle, Kanäle mit Ei- und Haubenprofil oder rechteckige Kanäle.

Kanalführung: Der Einbau eines Wärmetauschers in einen Abwasserkanal wird deutlich 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 entscheidenden 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 prüfenswert ist die Nutzung von Abwasserenergie immer dann, wenn ein Kanal ohnehin saniert werden muss, da der Einbau des Wärmetauschers in diesem Fall günstiger ist.



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 Baubewilligung 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 zum Abwasserkanal

Wie kommt eine Bauherrschaft zu Daten über das Abwasser-Kanalsystem? Ansprechpartner ist der Betreiber der Kanalisation – in der Regel die Kommune. Meistens ist die Siedlungsentwässerung dem Tiefbauamt oder den Stadtwerken zugeordnet. Auskunft erteilt aber auch der Betreiber der örtlichen Kläranlage.

20 Jahre Abwasserwärmenutzung

Die Wärmenutzung aus Abwasserkanälen funktioniert. Dafür bietet Basel gleich mehrfach Belege: Seit über 20 Jahren nutzt die Stadt Abwasserwärme für die Raumheizung und Duschwasser-Erwärmung im Garderobegebäude einer Sportanlage, und in der Vorortgemeinde Binningen versorgt eine Abwasserwärmepumpe mit dem Prädikat «Pilot- und Demonstrationsanlage des Bundesamtes für Energie» über 70 private und kommunale Bauten.



Anschauungsunterricht für kommende Generationen:
Das Schulhaus Spiegelfeld in Binningen wird mit Abwasserwärme geheizt.

Daten

Wärmenutzung	70 Gebäude
Länge Fernwärmenetz	3,5 km
Wärmeleistungsbedarf	4800 kW
Heizleistung Wärmepumpe	380 kW
Anteil Abwasserwärme an	
Wärmeproduktion	14 %

Bauträgerschaft

Wärmeversorgung Binningen AG

Betriebscontracting

EBM Elektra Birseck Münchenstein

Energieplaner

Gruneko AG, Basel

Hersteller Wärmetauscher

Kasag AG, Langnau

Wärmeverbund Binningen

Die Wärmeversorgung Binningen AG ist innovativ. In der Basler Vorortgemeinde betreibt sie 5 Nahwärmenetze und versorgt damit rund 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 Einwohnergemeinde und zu einem Viertel vom Energiedienstleistungsunternehmen EBM (Elektra Birseck Münchenstein), das für zukunftsgerichtete Energielösungen bekannt ist. Ein beachtlicher Teil der produzierten Energie stammt aus erneuerbaren Quellen: Abwasser und Flusswasser. Zwei Elektrowärmepumpen machen die Umweltenergie für die Raumheizung verfügbar. Der Strom für den Antrieb der Wärmepumpen stammt aus zwei eigenen Blockheizkraftwerken, die ebenfalls Heizwärme ins Nahwärmenetz einspeisen. Für Spitzenlasten stehen 3 Heizkessel bereit.

Gemeinde erfüllt Klimaziele

Die Abwasserwärmepumpe produziert 2,4 Mio. kWh Energie für Raumheizung und Wassererwärmung im Jahr. Dank der Umstellung auf Abwasserenergie im Jahr 2001 konnten fossile Brennstoffe in der Grössenordnung von 250 000 Liter Heizöl eingespart werden. Dies entlastet die Binninger Luft um 700 Tonnen CO₂ im Jahr. Das gute Ergebnis trägt massgebend dazu bei, dass die Gemeinde Binningen die Ziele der Schweizerischen Klimapolitik (Kyoto-Abkommen) erfüllt. Unterstützt wurde das vorbildliche Projekt durch Förderbeiträge von Bund, Kanton und Gemeinde.

Problemloser Betrieb

Gewonnen wird die Abwasserwärme aus einem kantonalen Sammelkanal, 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 6500 von 8760 Stunden im Jahr. Dies verbessert die Wirtschaftlichkeit. Mit dem Betrieb der Wärmepumpe hatte die EBM, die den Wärmeverbund im Mandat betreibt, bisher keine Sorgen. Störungen sind keine aufgetreten, und die Verschmutzung des Kanalwärmetauschers war so gering, dass keine zusätzliche Reinigung erforderlich war.

Sportanlage Bachgraben, Basel-Allschwil

Der Sportplatz Bachgraben umfasst mehrere Fussball- und Rasenspielfelder, eine Leichtathletikanlage, Golf Greens und ein Tribunengebäude mit 16 Garderoben. Für die Fussbodenheizung der Umkleieräume und für die Wassererwärmung der Duschanlagen sorgt 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 Anlageteil problemlos noch weitere 20 Jahre genutzt werden kann. Da die Wärmeerzeugung hauptsächlich im Sommer genutzt wird, wenn die Abwassertemperaturen hoch liegen, erreicht die Wärmepumpe eine ausgezeichnete Arbeitszahl von gegen 7. Dies bedeutet, dass die Wärmepumpe zur Bereitstellung von 7 Energieeinheiten lediglich 1 Einheit elektrische Energie benötigt; 6 Einheiten werden aus dem Abwasser gewonnen.



Wohnsiedlung Ringermatten, Zwingen

In der Baselbieter Gemeinde Zwingen versorgt eine Abwasserwärmepumpe 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 (Raumheizung).

Beispiel Stadt Uster

Abwasserwärme vom Contractor

In der Stadt Uster werden drei Wohnsiedlungen mit Abwasserwärme beheizt. Mit einer Vorstudie, die auf der Grundlage der kommunalen Energieplanung durchgeführt wurde, hat die Stadtbehörde massgebend zur Realisierung beigetragen. Finanziert und erstellt wurden die Anlagen durch das Elektrizitätswerk des Kantons Zürich, das im Rahmen eines Energie-Contractings auch den Betrieb führt. Gewonnen wird die Energie in der Kläranlage aus gereinigtem Abwasser.



Sichere Wärmeversorgung rund um die Uhr dank Energie-Contracting. Foto Minergie

Daten

Wärmenutzung	133 Gebäude
Länge Fernwärmenetz	1,2 km
Wärmeleistungsbedarf	820 kW
Heizleistung Wärmepumpe	806 kW
Anteil Abwasserwärme an	
Wärmeproduktion	70 %

Bauträgerschaft

Eigentümergeinschaft Seegarten, Uster;
 Prevista Anlagestiftung für Personalvorsorge,
 Zürich; Pensionskasse CIBA, Spezialitäten
 Chemie, Basel; R. Fuchs AG, Generalunter-
 nehmer, Volketswil; ARGE CAWA, E. Wenger
 AG, Horgen

Planer und Contractor

Elektrizitätswerk des Kantons Zürich EKZ

Aktive Stadtbehörde

Gemäss dem Energieplanungsbericht 2002 besteht im Kanton Zürich ein Potenzial zur Wärmenutzung aus Abwasser in der Grösse von rund 650 Mio. kWh – genug, um 80 000 Wohnungen zu beheizen. Für die Behörden von Uster waren diese Zahlen Anlass, im Rahmen der kommunalen Energieplanung die Möglichkeiten der Abwasserenergienutzung auf dem Stadtgebiet zu untersuchen. In enger Zusammenarbeit mit den Betreibern der Kläranlage wurden Machbarkeitsstudien in Auftrag gegeben und geeignete Areale und Standorte im Energieplan festgehalten. Doch liess es der aktive Stadtgenieur nicht bei der Grundlagenarbeit bewenden. Um die Realisierung von Anlagen voranzubringen, unterstützte er interessierte Bauherrschaften bei der Suche nach einem Energie-Contractor. Die erste Anlage für eine Wohnsiedlung mit 52 Wohnungen wurde im Jahr 2000 fertig gestellt. Gemäss der Machbarkeitsstudie liegen die Jahreskosten dieser Anlage ohne Berücksichtigung der Förderbeiträge, aber unter Einbezug der externen Kosten (siehe Seite 21) lediglich 3 % höher als bei einer Gasheizung. Gegenüber einer Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Gasheizkessel erwies sich die Abwasserwärmepumpe dagegen als wirtschaftlicher. Ausserdem leistet sie einen beachtlichen Beitrag an die Umwelt: Die Einsparung an Erdgas beträgt 157 Tonnen im Jahr, die Reduktion der CO₂-Emissionen 340 Tonnen.

Energieversorgung mit 24-Stunden-Service

Abwasserenergieanlagen werden in den meisten Fällen auf der Grundlage eines Energie-Contractings realisiert und betrieben. Contractor für die drei Anlagen in Uster ist das Elektrizitätswerk des Kantons Zürich (EKZ), das insgesamt rund 100 Energieanlagen im Contracting betreibt. Zwischen dem EKZ und den Wärmenutzern bestehen Energielieferverträge, welche die gegenseitigen Rechte und Pflichten sowie den Wärmepreis festlegen. Die Vertragsdauer ist auf 15 respektive 30 Jahre festgesetzt. Als professionelles Energiedienstleistungsunternehmen unterhält das EKZ einen 24-Stunden-Service. Alle Anlagen werden ausserdem mittels einer Web-basierten Steuerung fernüberwacht. Dies garantiert den Wärmenutzern eine hohe Versorgungssicherheit.

Ausbau in Etappen

Da die Siedlung Turicumstrasse nur einige Hundert Meter von der Kläranlage entfernt liegt, wird die Energie aus gereinigtem Abwasser gewonnen (siehe Kasten). Aufgrund der guten Betriebserfahrungen mit dieser Anlage konnten in der Folge weitere Bauherrschaften im Umkreis der Kläranlage für die Ab-

wasserenergienutzung gewonnen werden, so dass nun über 130 Wohnungen, Büros und Verkaufsgeschäfte versorgt werden. Die Pumpen und Rohre der Abwasserenergieleitung wurden beim Bau der ersten Anlage in weiser Voraussicht bereits so dimensioniert, dass ein etappenweiser Ausbau möglich wurde. Insgesamt weist der Wärmeverbund heute eine Länge von 1,2 km auf. Alle drei Heizzentralen verfügen über mehrere Wärmepumpen, was eine Abstufung der Wärmeleistung ermöglicht. In einem Fall ist zusätzlich ein Ölheizkessel zur Deckung der Spitzenlast installiert. Neben der Raumheizung erfolgt in allen Siedlungen auch die Wassererwärmung mit Abwasserenergie.



Energiegewinnung in der Kläranlage

Die Anlagen in Uster gewinnen die Abwasserenergie aus der Kläranlage. Zwei lastabhängig regulierte Pumpen fördern gereinigtes Abwasser zu den Heizzentralen der angeschlossenen Siedlungen. Obwohl der Klärprozess mehr als einen Tag dauert, weist das Abwasser auch nach der Reinigung eine Temperatur über 10°C auf und ist daher immer noch zur Energienutzung geeignet. Gegenüber der Energiegewinnung aus Rohabwasser in der Kanalisation ergeben sich bei der Energiegewinnung aus gereinigtem Abwasser zwei Vorteile: Im Vergleich zur Wärme-gewinnung aus Rohabwasser ist die Installation des Wärmetauschers einfacher und kostengünstiger, und für die Fernwärmeleitung zu den Heizzentralen ist nur ein Rohr nötig. Grund: Nach dem Wärmeentzug kann das Abwasser direkt bei den Wärmenutzern in eine Meteorwasser-ableitung oder einen Vorfluter geleitet werden. Dies erlaubt einen wirtschaftlichen Betrieb der Fernleitung auch bei grösseren Distanzen über 1 km.

Wohnsiedlung in Winterthur

Investor setzt auf Kanalabwärme

Der Unternehmer Leopold Bachmann aus Rüslikon baut Wohnsiedlungen im grossen Stil. Allein in den Jahren 1998 bis 2003 hat er im Kanton Zürich 1500 Wohnungen fertig gestellt. Sein Markenzeichen sind kurze Bauzeiten und tiefe Mietzinse. Trotz höherer Investitionen gegenüber einer Gasheizung hat sich Bachmann bei der Siedlung Wässerwiesen in Winterthur für eine Abwasserheizung entschieden. Grund: Die Wärmenutzung aus Abwasser kostet im langjährigen Vergleich weniger als ein konventionelles Energiesystem. Dies zeigte eine Vergleichsrechnung, die die Stadt Winterthur auf der Basis des kommunalen Energieplans von Bachmann verlangt hatte.



400 Wohnungen der Siedlung Wässerwiesen in Winterthur werden mit Wärme aus Abwasser beheizt. Foto L. Blazevic, tec21

Daten

Wärmenutzung	400 Wohnungen
Länge Fernwärmenetz	ca. 200 m
Wärmeleistungsbedarf	1150 kW
Heizleistung Wärmepumpe	820 kW
Anteil Abwasserwärme an	
Wärmeproduktion	70 %

Bauherrschaft

Leopold Bachmann, Rüslikon

Planer Generalunternehmer

Rabtherm AG, Zürich

Lieferant Wärmepumpe

Kapag AG, Zumikon

Hersteller Wärmetauscher

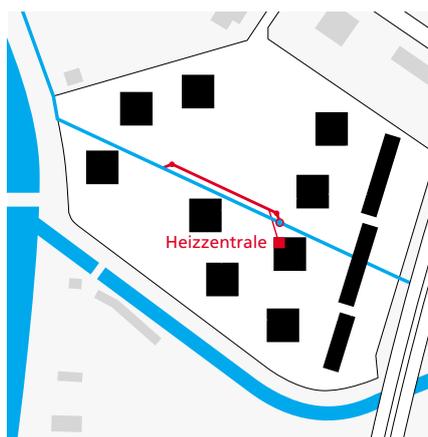
Wallstein GmbH, D-Recklinghausen

Kanalbau

Uhrig AG, D-Geisingen

Von Abwasserenergie begeistert

Die meisten Wohnsiedlungen, die Bachmann bisher gebaut hat, werden mit Gas beheizt. Dies wäre auch bei der Siedlung Wässerwiesen der Fall, hätte die Stadt Winterthur den Bauherrn nicht verpflichtet, die Nutzung von Abwärme aus Abwasser zu prüfen. Gemäss dem kommunalen Energierichtplan hat ortsgebundene Abwärme und Umweltwärme bei der Energienutzung gegenüber Erdgas Vorrang. Die Siedlung Wässerwiesen liegt direkt am Hauptabwasserkanal der Stadt, unweit der Kläranlage. Mit der Abwärme aus dem Abwasser des rund 150 000 Einwohner zählenden Einzugsgebietes könnten theoretisch über 10 000 Wohnungen beheizt werden. Dies ergab eine Studie, die Winterthur im Rahmen der Energieplanung in Auftrag gegeben hatte. Um das grosse Potenzial zu nutzen, verlangt die Stadt bei Neubauten entlang wichtiger Abwasserkanäle eine Machbarkeitsstudie. Erweist sich die Nutzung von Abwasserenergie als wirtschaftlich vertretbar, wird sie in der Baubewilligung vorgeschrieben. Staatliche Zwängerei? Im Gegenteil, meint Unternehmer Bachmann. «Ich bin der Stadt dankbar, dass sie mich auf diese tolle Energiequelle aufmerksam gemacht hat! Denn langfristig zahlt sich die Abwasserenergienutzung aus.»



Plan der Siedlung: blau der Hauptabwasserkanal, rot der Bypass mit dem Wärmetauscher.

27 geeignete Standorte in Winterthur

Gemäss einer Studie der Energiefachstelle verfügt Winterthur über 41 Standorte, die sich technisch für die Energienutzung aus der Kanalisation eignen. Für 7 Standorte wird die Wirtschaftlichkeit als besonders gut beurteilt (Minderkosten gegenüber konventionellen Energiesystemen), 27 Standorte werden als «wirtschaftlich vertretbar» bezeichnet (Mehrkosten bis maximal 10%). Würden alle Anlagen realisiert, liesse sich der Brennstoffverbrauch in der Stadt um 4000 Tonnen im Jahr reduzieren. Die CO₂-Emissionen könnten dadurch um jährlich über 7000 Tonnen gesenkt werden. In volkswirtschaftlicher Hinsicht ergäbe sich ein Investitionsschub von 27 Mio. Fr. Zudem könnten jährlich 2 Mio. Fr. an externen Kosten eingespart werden, weil Wärmepumpen weniger Umweltschäden verursachen.

Wirtschaftliche Vorteile

Die Einsparungen bei den Jahreskosten betragen rund 12 % gegenüber einer konventionellen Gasheizung. Mit berücksichtigt sind dabei allerdings auch die Fördermittel des Bundes und des Kantons Zürich, die die Anlage als Pilot- und Demonstrationsprojekt unterstützt haben. Doch die Wärmepumpe weist auch noch einen indirekten Vorteil auf. Der Grund liegt bei den Energievorschriften des Kantons Zürich, die auch in anderen Kantonen angewendet werden. Diese geben vor, dass bei Neubauten nur 80 % des erlaubten Heizenergiebedarfs mit fossilen Energien gedeckt werden dürfen. Eine Wärmepumpe, die 70 % der Jahresenergie zur Raumheizung und Wassererwärmung aus Abwasser gewinnt, erreicht diese Limite spielend. Würde die Wohnsiedlung dagegen mit einer Gasheizung versorgt, müsste die Anforderung mit zusätzlicher Wärmedämmung erfüllt werden. Die Folge wären höhere Investitionen bei der Gebäudehülle. Die tieferen Anschaffungskosten einer Gasheizung verglichen mit einer Abwasserwärmepumpe würden dadurch mehr als kompensiert. Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil ergibt sich bei der Einführung einer CO₂-Abgabe, weil die Abwasser-Wärmepumpe nur halb so viel Treibhausgas-Emissionen verursacht wie eine Gasheizung.



Vorgefertigte Kanalelemente senken Kosten

Statt den Wärmetauscher in den bestehenden Kanal einzubauen, wurde bei der Anlage in Winterthur parallel zum Abwasserkanal ein Bypass erstellt. Dieses Vorgehen brachte mehrere Vorteile: Erstens konnte das Abwasser während der gesamten Bauzeit ungestört durch den bestehenden Kanal abfliessen. Zweitens ergab die Vorfertigung tiefere Investitionen und eine kürzere Bauzeit: Die gesamten Arbeiten für den 6 m tiefen Aushub und den 78 m langen Bypass dauerten lediglich 3 Wochen. Drittens konnte der Bypass optimal für den Wärmeentzug konfektioniert werden. Um die Wärmeleistung abzudecken, muss nur ein Teilstrom des Abwassers (40%) über den Bypass geführt werden. Durchmesser und Form des Wärmetauschers liessen sich genau auf diese Wassermenge abstimmen.

Schaffhausen und Singen: Wärme und Kälte für die Industrie

Bei der Energienutzung aus Abwasser gehen die Nachbarstädte Schaffhausen und Singen ähnliche Wege: Mit Studien haben sie geeignete Standorte ermittelt und die Realisierung von Anlagen vorbereitet. Als Contractor, Bauherr und Bewilligungsbehörde geben sie laufend weitere wichtige Impulse für die Einführung der zukunftsweisenden Technologie. Das Resultat sind mehrere grosse Projekte und Anlagen zur Beheizung und Kühlung von Büro-, Gewerbe- und Industriebauten.



Abwasserenergie sorgt für komfortable Arbeitsplätze in der Uhrenfabrik IWC.

Daten

Wärmenutzung	21 000 m ³
Wärmeleistungsbedarf	600 kW
Kälteleistungsbedarf	400 kW
Wärmeleistung Wärmepumpe	370 kW
Kälteleistung Wärmepumpe	
im Winter	242 kW
im Sommer	324 kW
Anteil Energie aus	
Abwasser und Grundwasser	60 %

Bauträgerschaft

IWC International Watch + Co. Ltd., Schaffhausen

Planer

E+H Ingenieurbüro AG, Schaffhausen

Lieferant Wärmetauscher

Kasag AG, Langnau

Lieferant Kälteanlage

Axima AG, Winterthur

Energiestadt Schaffhausen

Die Stadt Schaffhausen ist «Energiestadt». Sie trägt diese Auszeichnung des Programms EnergieSchweiz wegen besonderer Anstrengungen und Erfolge bei der Umsetzung der Energie- und Klimaziele des Bundes. Als eine der ersten Gemeinden in der Schweiz hat Schaffhausen systematisch auf die Nutzung von Energie aus Abwasser gesetzt. Auslöser war eine Potenzialstudie des Kantons im Jahr 2001. Sie zeigte auf, dass aus dem Abwasser der Munotstadt theoretisch Wärme zur Beheizung von 2000 Wohnungen gewonnen werden könnte. In einem ersten Schritt hat die Stadt Schaffhausen daraufhin die Einsatzmöglichkeiten der Abwasserwärmenutzung in ihren gemeindeeigenen Schulen, Heimen, Museen usw. systematisch abgeklärt. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen in den kommunalen Energierichtplan ein: Es wurden fünf Areale im Umfeld von grossen Abwasserkanälen bezeichnet, in denen Abwärme aus der Kanalisation bei der Energienutzung Priorität einnimmt. Die Festsetzung im Energierichtplan verpflichtet sowohl öffentliche wie private Bauherrschaften, die Abwasserenergienutzung zu prüfen und anzuwenden, sofern sich die Lösung als wirtschaftlich tragbar erweist.

Abwasserenergie bietet Komfort am Arbeitsplatz

Einer der für Abwasserenergienutzung geeigneten Standorte in Schaffhausen ist das Fabrik-Areal der IWC. Die weltbekannte Uhrenherstellerin nahm den Neubau eines Produktionsgebäudes und die Sanierung der Heizzentrale zum Anlass, die Möglichkeiten der Abwasserenergienutzung zu prüfen. Resultat: Im Vergleich zu einer herkömmlichen Wärmeerzeugung

Wohnen am Rheinflall, heizen mit Abwasser

Durch die Umstrukturierung des Industriekonzerns SIG seit Beginn der 2000er-Jahre wird in Neuhausen am Rheinflall ein Areal von rund 120 000 m² frei. Im Zeitraum bis 2030 soll die Industriebrache etappenweise mit Neubauten und der Umnutzung bestehender Gebäude wieder belebt werden. Vorgesehen ist eine gemischte Nutzung aus Wohnen, Gewerbe und Büros. Grundlage bildet ein Richtplan, der eine umweltschonende Energieversorgung vorgibt. Die dazu in Auftrag gegebene Studie zeigt, dass das ganze Areal mit der aus dem gereinigten Abwasser der benachbarten Kläranlage gewonnenen Energie wirtschaftlich versorgt werden könnte. Die durchschnittliche Abwassermenge von 1000 m³ je Stunde erlaubt eine Wärmepumpenleistung von rund 8000 kW. Besonders innovativ ist die Idee, das gereinigte Abwasser auch zur Gartenbewässerung und Toilettenspülung zu verwenden. In der ersten Etappe sollen die grossen bestehenden Verwaltungsbauten und eine neue Wohnsiedlung gehobenen Standards mit freiem Blick auf den Rheinflall versorgt werden. Für die Finanzierung und den Betrieb der Anlage haben bereits mehrere Contractoren Offerten eingereicht.

mit Heizkesseln und dem Einsatz einer Kältemaschine führt die Lösung «Heizen und Kühlen mit Abwasser» zu geringeren Jahreskosten. Wird dereinst eine CO₂-Abgabe eingeführt, resultiert sogar ein deutlicher Gewinn. Herzstück der Abwasserenergieanlage ist eine Wärme-Kälte-Maschine, die alternierend oder gleichzeitig Wärme und Kälte produziert. Als Wärmequellen dienen neben Abwasser auch Grundwasser sowie Abwärme aus Fertigungsprozessen und aus der Druckluftherzeugung. Um den Komfort an den Arbeitsplätzen der Uhrenmacher sicherzustellen, wird im Sommer mit der gleichen Anlage gekühlt. Die Kühldecken können dazu nach dem Prinzip des «Free Cooling» direkt mit Abwasserkälte versorgt werden.



Stadt Singen will hoch hinaus

Wie Schaffhausen gehört auch die deutsche Nachbarstadt Singen zu den Pioniergemeinden der Abwasserenergienutzung. Im Jahr 2003 wurde hier eine der ersten Anlagen zur Nutzung von Abwasserenergie in Deutschland in Betrieb genommen. Sie liefert Raumwärme und Klimakälte für das Gründer- und Technologiezentrum SinTec mit 4000 m² Geschossfläche. Auch bei einem weiteren markanten Neubau, einem 67 m hohen Glasturm, prüft die Städtische Wohnbaugesellschaft nun die Nutzung von Abwasserwärme zur Beheizung und Kühlung der Räume nach dem Prinzip der Bauteilaktivierung.

Sandvika bei Oslo

Energie 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 Energiebezüger interessant: Die Verbraucher profitieren von tiefen Energiekosten und hoher Versorgungssicherheit; für die Baerum Energy Company ist die Fernwärmeversorgung ein einträgliches Geschäft. Idee, Know-how und Technik der Anlage stammen aus der Schweiz.



Das mit Abwasserenergie versorgte Zentrum von Sandvika.

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 Stromverbrauch nötig.

Daten

Energienutzung	
Wärme	56 Gebäude
Kälte	18 Gebäude
Länge Fernwärmenetz	10 km
Länge Kältenetz	4 km
Wärmeleistungsbedarf	22 000 kW
Kälteleistungsbedarf	ca. 10 000 kW
Wärmeleistung Wärmepumpe	2mal 6500 kW
Kälteleistung Wärmepumpe	2mal 4500 kW
Anteil Abwasserenergie an	
Energieproduktion	50 %

BauTrägerschaft

Baerum Fjernvarme AS, Sandvika, Norwegen

Lieferant Kältemaschinen

Friotherm AG, Winterthur

Heizungsplaner

Hafslund Engineering AS, Oslo, Norwegen

Wirtschaftliche Lösung

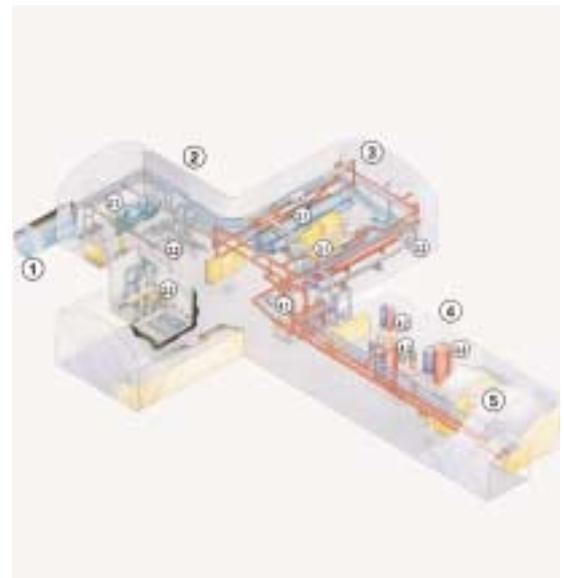
Sandvika, ein Vorort von Oslo, ist in den 1980er-Jahren stark gewachsen. Auf rund 300 000 m² Fläche entstand hier ein neues urbanes Zentrum mit gemischter Nutzung (Handel, Büros, Wohnen, Sportanlagen). Gemäss dem Entscheid des Stadtparlaments sollte dieses Gebiet über ein Fernwärmenetz mit Energie versorgt 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 tiefsten Energiekosten resultierten dabei für die Variante mit einer Abwasser-Wärmepumpe. 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 3000 l/s. In Betrieb ist die Anlage seit 1989.

Vorreinigung des Abwassers

Die Energiebereitstellung erfolgt in drei verschiedenen Zentren. 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. Der Anteil der Abwasserenergie an der gesamten Energieversorgung liegt bei 50 %.

Im Gegensatz zu den in der Schweiz und in Deutschland 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 der Schweiz nicht erlaubt ist.



Schematische Darstellung der Abwasserenergie-Zentrale 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 Vakuumentlüfter
 - 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 Abwasserenergieanlagen über die bessere Energiebilanz und verursachen weniger Luftschadstoffe. Dies macht sie sowohl für innovative Bauherrschaften und Firmen interessant als auch für Gemeinden, die sich zu einem nachhaltigen Umgang mit Ressourcen verpflichten.

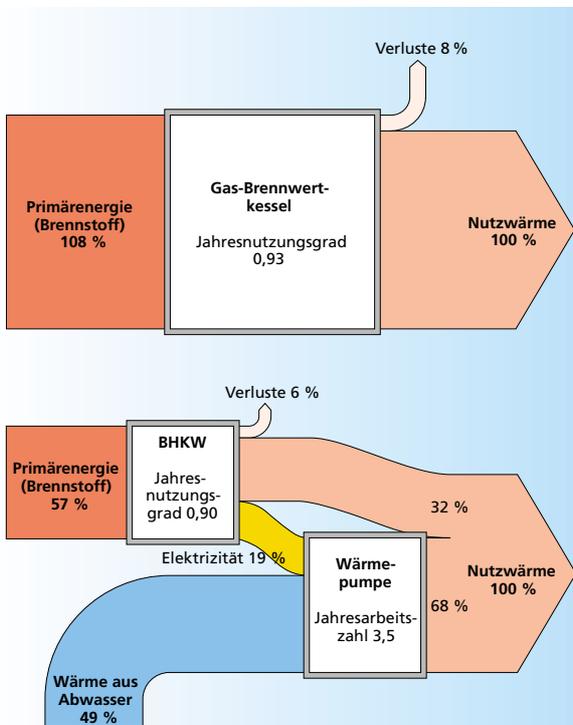


In Zürich-Wollishofen wird eine Siedlung mit über 200 Wohnungen mit Wärme aus dem Netz der Wasserversorgung geheizt. Foto ewz

Effizient

Abwasserwärmepumpen arbeiten effizient. Der Aufwand an Energierohstoffen (Primärenergie) im Verhältnis zur erzeugten Nutzenergie (Raumwärme, Warmwasser) liegt deutlich tiefer als bei herkömmlichen Systemen zur Wärme- und Kälteerzeugung. Verglichen mit einer Gas-Brennwertheizung verbraucht eine Abwasser-Wärmepumpe z.B. 20 % weniger Primärenergie. Noch deutlicher wird der Vorteil, wenn die Wärmepumpe mit einem Blockheizkraftwerk kombiniert wird (Grafik).

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



Energieeffizienz im Vergleich

Eine Abwasserheizung mit Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk verbraucht im Vergleich zu einer modernen Gasheizung nur halb so viel Brennstoffenergie, um dieselbe Menge an Raumwärme und Warmwasser (Nutzenergie) zu erzeugen.

Sauber

Abwasserenergieanlagen sind auch umweltfreundlich. Sie reduzieren den Ausstoss an gefährlichen Treibhausgasen und Stickoxiden und senken den Verbrauch an endlichen, fossilen Energieträgern. Im Vergleich zu einer Ölheizung verursacht eine bivalente Abwasserwärmepumpe (mit Spitzenlast-Heizkessel), die vorwiegend mit Strom aus schweizerischen Kraftwerken angetrieben wird, lediglich 22 % an CO₂-Emissionen. Wird der Strom für den Antrieb der Abwasserwärmepumpe mit einem Gasmotor-Blockheizkraftwerk erzeugt, reduzieren sich die Emissionen auf 41 % (Tabelle). In einer vom Amt für Hochbauten der Stadt Zürich in Auftrag gegebenen Ökobilanz kommen die Autoren zum Schluss, dass Abwasserwärmepumpen in der gesamtökologischen Bewertung (nach dem Modell Ecoindicator'99) um Faktor 2 bis 5 besser abschneiden als ein Erdgas-Heizkessel. Abwasserenergieanlagen leisten somit einen wesentlichen Beitrag an den Klimaschutz und an die Luftreinhaltung in Städten und Gemeinden.

Relative CO₂-Emissionen von Energiesystemen

Ölheizung	100 %
Gasheizung mit Brennwertnutzung	63 %
Kombination Wärmepumpe-Blockheizkraftwerk ¹	41 %
Abwasserwärmepumpe, bivalent ²	22 %

¹ Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks: Strom 35 %, Wärme 55 %; Anteile an der Wärmeproduktion: Wärmepumpe 50 %, BHKW 30 %, Spitzenkessel Gas 20 %

² Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe 3,5; Anteile an der Wärmeproduktion: Wärmepumpe 80 %, Spitzenkessel Gas 20 %. Grundlage für die Bewertung der Elektrizität: Strom-Mix Schweiz

Quelle: GEMIS, ETH Zürich

Auch im Trinkwasser steckt «saubere» Umweltwärme

Nicht nur Abwasser, auch Trinkwasser kann als Energiequelle für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen verwendet und zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden genutzt werden. Grund: Das durch das Netz der Wasserversorgungen fließende Trinkwasser weist ganzjährig Temperaturen zwischen 5°C und 16°C auf, was für den Wärmepumpenbetrieb günstig ist. In der Schweiz sind bereits mehrere Trinkwasser-Wärmepumpen in Betrieb. Der grösste Teil des Potenzials dieser erneuerbaren Energiequelle ist aber noch ungenutzt.

Wirtschaftlichkeit: **Die Vollkosten zählen!**

Abwasserheizungen werden zunehmend konkurrenzfähig. Dies zeigt sich aber erst, wenn eine Vollkosten-Rechnung angestellt wird. Grund: Erneuerbare Energien weisen nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile auf, die in einer herkömmlichen Betriebsrechnung oft vergessen gehen: zum Beispiel Guthchriften bei der Erfüllung von Energiestandards und Wärmeschutzvorschriften, günstige Bedingungen bei der Kapitalaufnahme oder die Befreiung von zukünftigen Umweltabgaben. Ausserdem bringen sie unserer Volkswirtschaft beträchtlichen Nutzen: Die externen Folgekosten der Energiebereitstellung infolge von Umweltschäden, Luftverschmutzung und Auswirkungen auf die Gesundheit fallen bedeutend geringer aus als bei herkömmlichen Anlagen mit fossilen Energien.



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 tiefere 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: Kanalwärmetauscher und Fernleitung weisen Lebensdauern bis zu 50 Jahren auf.

Energiepreisteuerung: Die Nutzung von regenerativer Abwasserenergie ist weniger abhängig von zukünftigen Energiepreiserhöhungen und Umweltabgaben.

Bonus bei Energievorschriften: Immer mehr Kantone (Zürich, Bern usw.) gewähren beim Einsatz von erneuerbaren Energien Erleichterungen beim Wärmeschutz. Dies führt zu Kosteneinsparungen beim Bau des Gebäudes.

Minergie-Standard: Der Einsatz von Wärmepumpen erleichtert die Erreichung zukunftsgerichteter Baustandards.

Umwelthypotheken: Viele Banken gewähren für Anlagen mit regenerativen Energien zinsgünstige Hypotheken.

Förderbeiträge: Diverse Gemeinden und Kantone entrichten Förderbeiträge an die Planung und Realisierung von Anlagen.

Kostensynergien: Abwasserenergieanlagen ermöglichen die Kombination von Wärme- und Kälteerzeugung. Im Vergleich zu herkömmlichen Energiesystemen können dadurch Investitionen und Betriebsaufwand gesenkt werden.

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

Die externen Kosten einrechnen!

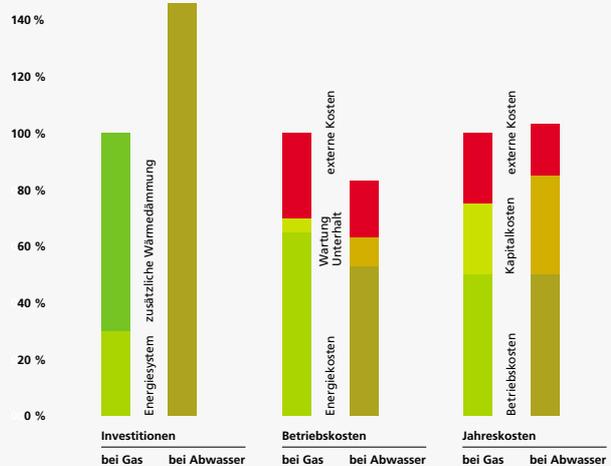
Gemäss der im Jahre 2004 erlassenen Norm SIA 480 «Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Investitionen im Hochbau» müssen öffentliche und private Bauherrschaften ihre Investitionsentscheidungen bei Neu- und Umbauten unter Berücksichtigung der externen Kosten fällen. Nur diese ganzheitliche Wirtschaftlichkeitsrechnung ermöglicht es, nach einheitlichen Grundsätzen diejenige Lösung mit dem volkswirtschaftlich besten Kosten-Nutzen-Verhältnis zu finden. Da Abwasserheizungen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen mit fossilen Energien nur rund halb so viel externe Kosten verursachen, verbessert sich ihre Wirtschaftlichkeit dabei beträchtlich.

Wärme franko Haus

Die meisten Abwasser-Wärmepumpen werden von professionellen Energiedienstleistungsunternehmen betrieben. Diese verrechnen ihren Kunden die gelieferte Energie über den Wärmepreis. Darin sind sämtliche Kosten der Energiebereitstellung enthalten. Erfahrungsgemäss sind die Wärmekosten für Abwasserenergie vergleichbar mit denjenigen von anderen Nah- und Fernwärmeversorgungen mit erneuerbaren Energien.

Förderbeiträge für Abwasserenergieanlagen

Diverse Kantone und Gemeinden sowie Energieversorger und Finanzinstitute unterstützen die umweltfreundliche Energienutzung aus Abwasser mit Zuschüssen, Darlehen sowie Zins- und Steuervergünstigungen. Voraussetzung ist in jedem Fall, dass die Antragstellung vor Baubeginn erfolgt. Eine frühzeitige Abklärung der Möglichkeiten ist daher lohnend.



Abwasserwärmepumpe und Gasheizung im Vergleich

Resultat beim Vollkosten-Vergleich einer Abwasserenergieanlage mit einer Gasheizung: Bei den Investitionen liegt die Abwasserwärmepumpe höher, bei den Betriebskosten die Gasheizung. Bei den Jahreskosten liegen beide Varianten nahe zusammen. Der Vollkosten-Vergleich berücksichtigt auch die externen Kosten (rot) und die kantonalen Wärmedämmvorschriften: Wird beispielsweise im Kanton Zürich ein Gebäude ausschliesslich mit fossiler Energie beheizt, so gelten strengere Anforderungen an den Heizenergiebedarf als bei der Verwendung von erneuerbaren Energien. Dies hat Mehrinvestitionen bei der Wärmedämmung zur Folge (dunkelgrün).
 Quelle: Machbarkeitsstudie zur Anlage «Schlifi Süd» in Uster

Energieangebot und Energiegewinnung

Die Kanalisationssysteme in der Schweiz 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 abzudecken. Mit Hilfe von einfachen Faustformeln können auch Laien das Energieangebot abschätzen und eine grobe Beurteilung vornehmen.

Standorte zur Gewinnung von Abwasserenergie

Gebäude: Bei Bauten, die einen hohen und konstanten Abwasseranfall aufweisen – Spitäler, Heime, Hallenbäder, Waschanstalten –, kann die Abwasserwärme innerhalb des Gebäudes zurückgewonnen 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; Nachteil ist der hohe Aufwand für die Reinigung der Wärmetauscher.

Kanalisation: Die Wärmeabgewinnung aus Rohabwasser in grösseren Abwasserkanälen bringt den Vorteil, dass ausreichende und kontinuierliche Wassermengen zur Verfügung stehen. Diese Art der Abwasserwärmenutzung weist in der Schweiz 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 Wärmeentnahme und erlaubt eine grössere Abkühlung des Abwassers. Der Anwendung sind allerdings örtliche Grenzen gesetzt, weil die Kläranlagen oft in grosser Distanz zum Siedlungsgebiet und damit zu den Energienutzern 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 in der Regel ohne Umstände in Erfahrung gebracht werden.

Benötigte Abwassermenge

Benötigte Wassermenge ¹ (l/s) = Wärmeleistungsbedarf ² (kW) geteilt durch Faktor 25

¹ Bemessungsgrösse ist der Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses. Aus technischen Gründen kommen nur Kanäle mit mindestens 15 l/s Durchfluss in Frage.

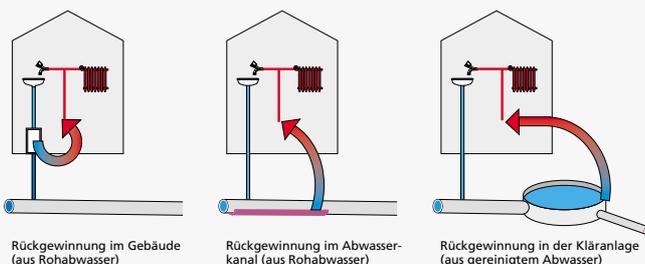
² Der Wärmeleistungsbedarf entspricht der erforderlichen Heizleistung für Raumheizung und Warmwasser.

Energieangebot eines Abwasserkanals

Maximale Entzugsleistung (kW) = Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses (l/s) mal Faktor 6

Die Faustformeln basieren auf folgenden Annahmen:

Mittlere Abkühlung des Abwassers im Kanal durch den Wärmeentzug: 3 Grad • Dimensionierungswert des Wärmetauschers für die maximale Entzugsleistung: 70% des Tagesmittels des Trockenwetterabflusses • Faktor zur Berücksichtigung der Verschmutzung des Wärmetauschers: 0,7 • Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe: 3,5 • Anteil der Wärmepumpe an der gesamten Wärmeerzeugungsleistung 35%



Abwasserenergie ist vielerorts verfügbar: In Gebäuden mit grossem Warmwasserverbrauch, in der Kanalisation und in Kläranlagen.

Technische Varianten der Wärmegegewinnung

Wärmetauscher im Kanal: Bei den meisten realisierten 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 mehrere Jahre in Betrieb sein wird. Beim Ersatz oder beim Neubau eines Kanals werden dagegen vorgefertigte Kanalelemente mit integriertem Wärmetauscher eingesetzt. 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 wird der Abfluss des Abwassers während der Bauzeit praktisch nicht gestört. Zweitens kann auf eine Wasserumleitung während der Bauzeit verzichtet werden, da keine Überschwemmungsgefahr droht. Drittens ergeben sich klare Eigentumsgrenzen. Und viertens können der Kanaldurchmesser des Bypass und der Wärmetauscher genau auf die benötigte Wassermenge dimensioniert werden.

Energietransport zur Heizzentrale

Jede Anlage zur Abwasserwärmenutzung muss die Wärme vom Abwasserkanal oder von der Kläranlage über eine Leitung zur Heizzentrale transportieren. Dabei werden zwei Systeme unterschieden:

Einrohrsystem: Diese Lösung kommt ausschliesslich bei Anlagen zum Einsatz, die mit gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen betrieben werden. Das Abwasser wird in diesem Fall ohne Wärmetauscher direkt zur Wärmepumpe geführt. Nach dem Energieentzug im Verdampfer wird das Wasser in ein Gewässer oder eine Meteorwasserleitung geleitet. Eine einzige nicht wärmegeämmte Rohrleitung zwischen Kläranlage und Energiezentrale genügt für diese schlanke Lösung. Sie spart Investitionskosten und ermöglicht grössere Distanzen zwischen Kläranlage und Wärmenutzern.

Zweirohrsystem: Erfolgt die Wärmegegewinnung aus ungereinigtem Abwasser, übernimmt ein geschlossener Zwischenkreislauf aus zwei Rohren (Vorlauf und Rücklauf) die Verbindung zwischen Abwasserkanal und Heizzentrale. 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. – deutlich einfacher.



Rinnenwärmetauscher vor dem Einbau in einen Kanal.



Einbringen des Wärmetauschers in einen bestehenden Kanal.



Vorgefertigtes Kanalelement mit eingebautem Wärmetauscher.



Umleitung des Abwassers während der Bauzeit.

Reinigung des Wärmetauschers

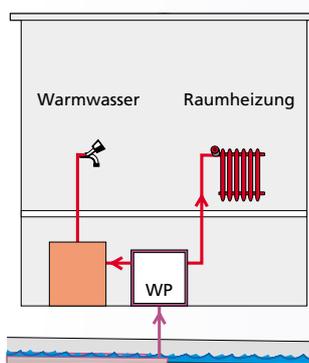
Durch den Schmutz im Abwasser bildet sich auf der Oberfläche eines Kanalwärmetauschers mit der Zeit ein Biofilm. Dieser reduziert die Wärmeübertragung. Bei der Dimensionierung von Kanalwärmetauschern muss diesem Umstand Rechnung getragen werden. Zwei Strategien kommen dabei zur Anwendung. Im einen Fall wird der Kanalwärmetauscher in Abhängigkeit der Abwasserqualität periodisch gereinigt. Damit lässt sich die Einbusse bei der Energiegewinnung in Grenzen halten; es entstehen aber höhere Wartungskosten. 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 Heiztemperaturen von bis zu 65 °C. Zur Erreichung höherer Heiztemperaturen, zur sinnvollen Leistungsabstufung und zur Steigerung der Versorgungssicherheit werden sie in vielen Fällen mit einem Heizkessel ergänzt. In Gebieten mit Gasversorgung kann die Energiebereitstellung zusätzlich 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

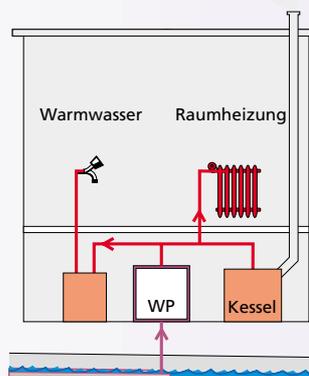
Die Konzeption einer Abwasserheizung hängt in erster Linie von der Zielsetzung ab. Soll möglichst viel Abwasserenergie genutzt und auf fossile Energieträger verzichtet werden, wird die Wärme ausschliesslich mit der Wärmepumpe bereitgestellt. Man spricht von einem monovalenten Betrieb. Um die Heizleistung variieren zu können, kommen in diesem Fall Aggregate mit 2 bis 4 Kompressoren zum Einsatz, oder es werden mehrere Wärmepumpen parallel geschaltet. Dadurch 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 tiefere Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen. Zudem braucht es deutlich grössere Abwassermengen.



monovalente Energieerzeugung

Variante 2: Heizkessel für Lastspitzen

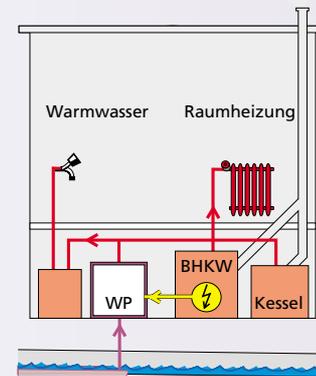
Bei den meisten Abwasserheizungen wird die Wärmepumpe aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Betriebssicherheit mit einem Heizkessel ergänzt. Man spricht von einem bivalenten Betrieb. Er gewährleistet die Energieversorgung auch dann, wenn die Wärme aus der Kanalisation aus irgendeinem Grund einmal 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 auszuliegen und die Leistungsabstufung beim Wärmepumpenbetrieb zu vereinfachen. Das Resultat ist eine bessere Effizienz der Wärmepumpe. Im Vergleich zur Variante 1 liegen die Investitionen tiefer. Der Anteil Abwasserenergie an der gesamten Energieproduktion reduziert sich nur wenig.



bivalente Energieerzeugung

Variante 3: Kombination effizienter Techniken

Die besten Noten in Sachen Energieeffizienz erzielt die Kombination der Abwasserwärmepumpe mit einem Blockheizkraftwerk, das Wärme 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). Vom Bauherrn einer Abwasserheizung erfordert die multivalenten Abwasserheizung höhere Investitionskosten, bringt aber auch Vorteile: beispielsweise 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 Energieerzeugung

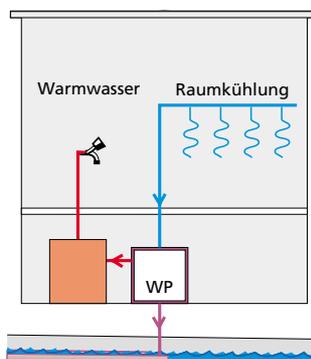
Mit Abwasser kühlen

Viele Bauten, die sich aufgrund ihrer Grösse für die Nutzung von Abwasserwärme eignen, verfügen über einen Kältebedarf – beispielsweise für die Klimatisierung oder für gewerbliche Kühlzwecke. Auch hier bietet eine Abwasserenergieanlage interessante Alternativen zu herkömmlichen Techniken, beispielsweise Kühltürmen. Da Abwasser in der Kanalisation auch im Sommer kaum über 20 °C warm wird, kann es die überschüssige Wärme abführen. Diese Lösung ermöglicht Synergien mit der Wärmeerzeugung: Alle wesentlichen Elemente der Abwasserheizung – Kanalwärmetauscher, Zwischenkreis und Wärmepumpe – können 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:** 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: In diesem Fall wird die Abwärme aus den Kühlprozessen zusammen mit der Abwasserenergie zu Heizzwecken genutzt. Diese Lösung ist typisch für Gewerbe- und Industrieanlagen, wo zeitgleich Wärme und Kälte benötigt werden.

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



Kühlbetrieb im Sommer

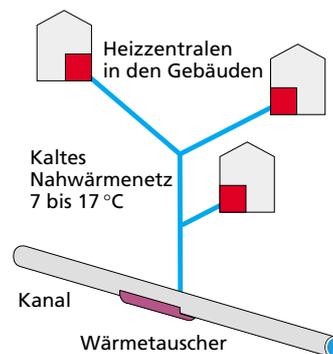
Zentral oder dezentral?

Abwasserenergieanlagen erfordern eine gewisse Grösse, um wirtschaftlich mit herkömmlichen Energiesystemen (Heizkessel, Kältemaschine) konkurrieren zu können. In vielen Fällen reicht der Energiebedarf eines einzelnen 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

«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 7 °C bis 17 °C. Anwendung findet diese Lösung hauptsächlich bei langen Distanzen zwischen dem Ort der Energiegewinnung (Abwasserkanal, Kläranlage) und den Energienutzern. Vorteile:

- Die Wärmeverluste sind geringer.
- Es können kostengünstige, nicht wärmegeämmte Kunststoffleitungen verwendet werden.
- Distanzen über 1 km sind möglich.
- Die dezentrale Energieerzeugung erlaubt optimal auf die unterschiedlichen Voraussetzungen und Bedürfnisse der Energienutzer abgestimmte Lösungen (z.B. unterschiedliche Temperaturen).
- Ein Ausbau des Wärmeverbundes in Etappen ist einfach



kalte Nahwärme

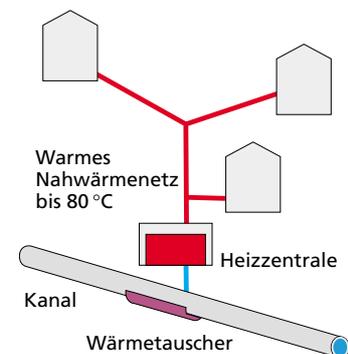
mehreren Einheiten dezentral bei den einzelnen Verbrauchern (siehe Grafik). Folgende Kriterien spielen bei der Entscheidung eine Rolle:

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

«Warme» Nahwärme

In diesem Fall wird die Wärme zentral an einem Ort bereitgestellt und danach auf hohem Temperaturniveau bei 65 °C bis 80 °C zu den einzelnen Wärmebezüglern transportiert. Die Leitungen müssen daher wärmegeämmt werden, was zu höheren Investitionen für die Wärmeverteilung führt. Anwendung findet dieses System hauptsächlich bei kurzen Distanzen zwischen den Wärmenutzern. Vorteile:

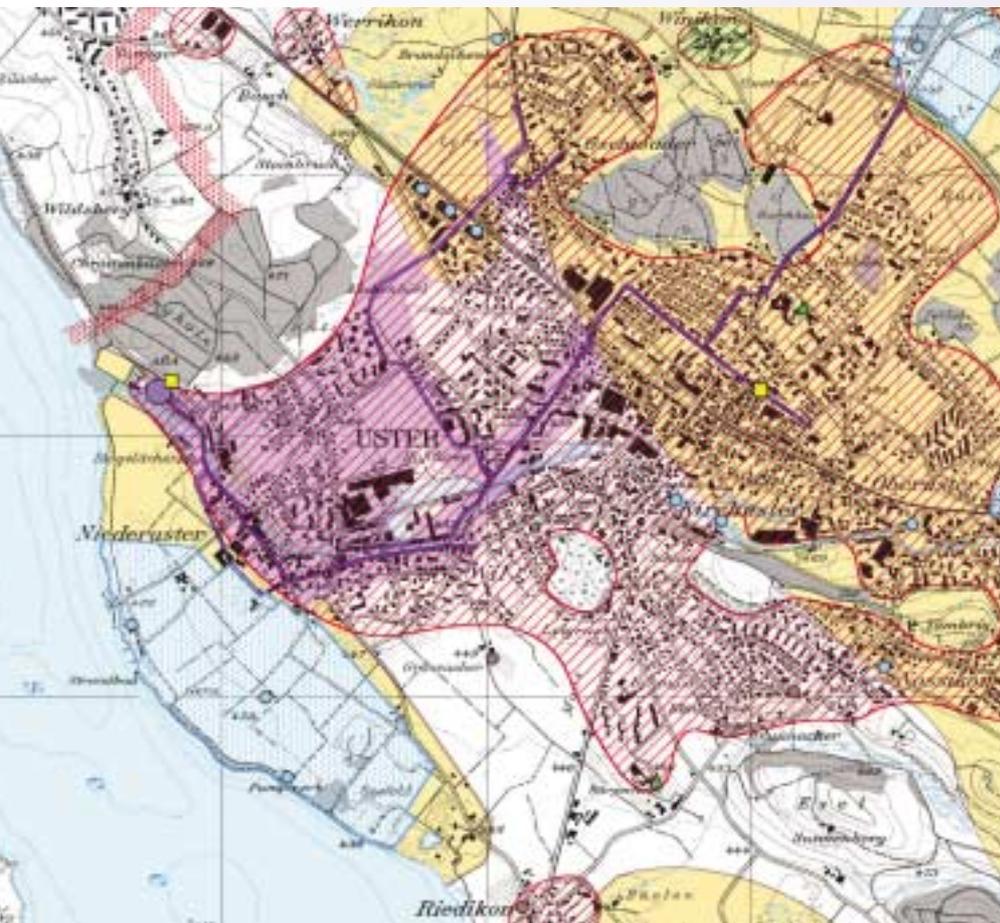
- Unterhalt und Wartung werden zentralisiert und vereinfacht.
- Der Einsatz von Wärme-Kraft-Kopplung (Blockheizkraftwerk) wird erleichtert.
- Die Voraussetzungen für ein Contracting sind einfacher.
- Die spezifischen Investitionen für eine grosse Heizzentrale liegen tiefer als für mehrere kleine Heizzentralen.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



warme Nahwärme

Die Gemeinde als Motor

Die Energienutzung aus Abwasser kann einen namhaften Beitrag an die Umsetzung kommunaler Ziele im Umwelt- und Energiebereich leisten. Städte und Gemeinden können dabei auf vielfältige Weise aktiv zur Verbreitung der innovativen Technik beitragen – beispielsweise durch systematische Ermittlung geeigneter Standorte, mit Förderbeiträgen an 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.



Mögliche Aktivitäten

- Ermittlung des Potenzials und geeigneter Standorte
- Durchführung oder Unterstützung von Machbarkeitsstudien
- Prüfung der Energienutzung aus Abwasser bei sämtlichen Neubauten und Sanierungen von kommunalen Bauten
- Festlegung der Abwasserenergienutzung in der kommunalen Energieplanung
- Integration der Ergebnisse in den Generellen Entwässerungsplan GEP
- Contracting von Abwasserenergieanlagen durch die Stadtwerke
- Ergänzung bestehender Nahwärmenetze mit Abwasserwärmepumpen
- Information von Bauherrschaften im Rahmen von Baubewilligungsverfahren
- Finanzielle Unterstützung von privaten Anlagen mit Pilotcharakter

Gemeinden mit mehr als 3000 Einwohnern verfügen in der Regel über ein Potenzial zur Energienutzung aus Abwasser. Im Bild ein Ausschnitt aus dem Energieplan der Stadt Uster: Violett eingezeichnet das «Prioritätsgebiet für Wärmenutzung aus Abwasser» entlang von Hauptsammelkanälen (blau) und in der Umgebung der Kläranlage. Rot schraffiert das Gasversorgungsgebiet. *Quelle: Basler + Hofmann*

Systematische Standortsuche

Viele Abwasserenergieanlagen scheitern, weil angesichts immer engerer Terminvorgaben für Bauprojekte die Zeit für die nötigen Vorabklärungen 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 systematisch ermitteln. In Gemeinden mit weniger als 10 000 Einwohnern reicht in der Regel ein Gespräch mit Spezialisten, um interessante Standorte einfach und schnell zu identifizieren; für Städte mit einem verzweigten Kanalisationsnetz erweist sich dagegen die Erstellung einer Energiekarte als nützliche Strategie. Der Aufwand für eine solche Energiekarte ist in der Regel ebenfalls gering, denn viele Kommunen verfügen bereits über die nötigen Grundlagen und Informationen. Angaben über Grösse, Wassermenge und Sanierungsbedarf der Abwasserleitungen finden sich beim Betreiber der Kanalisation; Daten zur Heizleistung von Bauten und zum Alter der Heizanlagen sind beim zuständigen Amt für die Feuerungskontrolle vorhanden; Neubaugebiete sind im Zonenplan ausgewiesen. Alle geeigneten Kanäle und Objekte werden auf einer Karte eingetragen. Aus der Nähe von grossen Abwasserleitungen und Heizenergieverbrauchern ergeben sich die möglichen Standorte.

Grobanalyse als Entscheidungsgrundlage

Eine Standortabklärung oder eine Energiekarte geben noch keinen Aufschluss über die technische Machbarkeit oder die Wirtschaftlichkeit der Energienutzung aus Abwasser an einem möglichen Standort. Dazu bedarf es weiterer Abklärungen durch einen Fachingenieur in Form einer Grobanalyse. Die Kosten dafür belaufen sich in der Regel auf wenige Tausend Franken. Eine Grobanalyse 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 Energiegewinnung und Energieerzeugung
- Abschätzung der Investitions- und der Energiegestehungskosten
- Grobbeurteilung der Wirtschaftlichkeit
- Empfehlung über das weitere Vorgehen

Instrument Energieplanung

Da es sich bei der Abwärmegewinnung aus Abwasser um eine ortsgebundene Energienutzung handelt, ist eine Koordination mit dem Einsatz anderer erneuerbarer Energien (Grundwasser, Abwärme usw.) und leitungsgebundener Energieträger (Fernwärme, Erdgas) sinnvoll. Das Instrument zur Koordination der Energieträger ist die Energieplanung. Viele Kantone und Gemeinden in der Schweiz haben verbindliche Energiepläne, die auch die Wärmenutzung aus Abwasser beinhalten. So weist zum Beispiel der Energierichtplan 2002 des Kantons Zürich zahlreiche Standorte mit einem ungenutzten Potenzial zur Abwärmenutzung aus Kläranlagen von rund 650 Mio. kWh im Jahr aus. Verschiedene Gemeinden im Kanton Zürich haben angesichts dieses Potenzials im Rahmen der kommunalen Energieplanung geeignete Gebiete für die Abwasserwärmenutzung festgelegt. Gemäss dem Energie- und dem Bau- und Planungsgesetz ist es den Gemeinden möglich, gestützt auf den Energieplan Bauherrschaften zur Nutzung der Abwasserenergie zu verpflichten, sofern sich diese Lösung als wirtschaftlich erweist.

Projekte auslösen

Fortschrittliche Gemeinden lassen es nicht dabei bewenden, lediglich Grundlagen zur Nutzung von Abwasserenergie zu erstellen. Sie engagieren sich vielmehr aktiv bei der Initialisierung von Projekten – und zwar nicht nur für gemeindeeigene Objekte. Beispielsweise haben nach dem Vorliegen der Energiekarte die Städte Köniz, Luzern, Schaffhausen, Uster, Winterthur und Zug in Zusammenarbeit mit privaten Bauherrschaften Grobanalysen und Machbarkeitsstudien für besonders geeignet erscheinende Standorte, Bauvorhaben und Neubaugebiete durchführen lassen. Angesichts der Tatsache, dass Abwärmennutzungsanlagen – insbesondere im Wärmeverbund – eine längere Vorlaufzeit erfordern als herkömmliche Energiesysteme, ist dieses Vorgehen sinnvoll. Privaten Bauherrschaften fehlt die Zeit, sich über die Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung eingehend zu informieren und im Rahmen eines Bauvorhabens selber Vorstudien durchzuführen. Sind aber bereits Grundlagen mit Angaben zur Wirtschaftlichkeit vorhanden, lassen sich viele Bauherren für die Idee gewinnen. Die Vorarbeit der Gemeinde kann die Realisierungschancen somit deutlich steigern. Der Nutzen ist bessere Luft und Lebensqualität.

Energie aus Abwasser hat hohe Priorität

Bei der Festlegung von Versorgungsgebieten in Kommunen gelten klare Prioritäten entsprechend der energiepolitischen Bewertung und Bedeutung der unterschiedlichen Energieträger. Abwasserenergie nimmt dabei einen sehr hohen Status ein. Als Energieform der Kategorie «ortsgebundene Niedertemperatur-Abwärme und Umweltwärme» ist ihr gegenüber Erdgas, Energieholz, Solarwärme, Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Heizöl Vorrang einzuräumen. Als «hochwertiger» ist einzig Hochtemperatur-Abwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen und Industriebetrieben eingestuft.

Prioritätenliste für Gebietsausscheidungen

1. Ortsgebundene Hochtemperatur-Abwärme: Hochtemperatur-Abwärme aus der Kehrlichtverbrennung und der Industrie
2. Ortsgebundene Niedertemperatur-Abwärme und Umweltwärme: Wärme aus Abwasser, Grundwasser und Flüssen, Industrie
3. Bestehende Erdgas-Versorgung
4. Regional verfügbare erneuerbare Energieträger: Einheimisches Energieholz, Biogas aus Vergärungsanlagen
5. Örtlich ungebundene Umweltwärme: Wärme aus Umgebungsluft, Sonnenenergie
6. Frei einsetzbare fossile Energie: Wärme-erzeugung mit Heizöl



Binningen als Vorbild: Schulhäuser, die Gemeindeverwaltung und das Hallenbad werden mit Abwasserenergie versorgt.

Projektschritte für Bauherrschaften

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 der Bauherrschaft mit den Betreibern der Kläranlage und der Kanalisation sowie der Gemeinde. Eine Bauherrschaft kann die Realisierung selbst an die Hand nehmen oder einen Contractor suchen, der Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb übernimmt. In beiden Fällen hat sich ein schrittweises Vorgehen – koordiniert durch ein spezialisiertes und erfahrenes Planungsbüro – bewährt. Ratsam ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie vor dem Entscheid zur Projektierung.



Schlüssel zum Erfolg: Abwasserenergieanlagen erfordern ein gutes Teamwork von Bauherrschaft, Kommune, Contractor, Kläranlagenbetreiber und Planer.



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

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 eine Grobanalyse, die für konkrete Standorte eine erste grobe Beurteilung ermöglicht. Eine fundierte Aussage über die Erfolgchancen bietet aber erst eine Machbarkeitsstudie, welche Abklärungen beim Kanalbetreiber vornimmt, 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 bewegen sich im Normalfall zwischen 6000 Fr. und 15 000 Fr. 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 hauptsächlich um die Frage, ob die Bauherrschaft die Energieanlage selber erstellt und betreibt oder ob sie diese Aufgaben einem professionellen Energiecontractor überlässt (siehe Seite 30).

In 7 Schritten zur Abwasserenergieanlage

1. Grobanalyse, Machbarkeitsstudie
2. Grundsatzentscheid der Bauherrschaft
3. Finanzierungskonzept: Eigenfinanzierung oder Contracting
4. Vertrag mit dem Kanalbetreiber, gewässerschutzrechtliche Bewilligung
5. Ausarbeitung des Projektes
6. Bau der Anlage, Inbetriebnahme
7. Betrieb

Bewilligung einholen

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

Standpunkt der Fachorgane: Gemäss dem Verband Schweizer Gewässerschutz- und Abwasserfachleute (VSA) und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) ist eine Wärmenutzung aus Abwasser unproblematisch, wenn zwei Kriterien erfüllt sind: Erstens sollte die gesamte in die Kläranlage eingeleitete Wassermenge durch den Wärmeentzug nicht um mehr als 0,5 Grad abgekühlt werden. Und zweitens darf die Temperatur des Abwassers beim Eintritt in die Kläranlage 10 °C nicht unterschreiten. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, ist durch Abwasserspezialisten weiter abzuklären, ob eine Wärmenutzung ohne Beeinträchtigung der Abwasserreinigung dennoch zugelassen werden kann.

Gewässerschutzrechtliche Bewilligung: Gesetzliche Grundlagen zur Wärmenutzung aus Abwasser bestehen in der Schweiz nicht – im Gegensatz zur Wärmenutzung aus Grundwasser, Flüssen und Seen. Dennoch wird empfohlen, jedes Projekt beim kantonalen Amt für Gewässerschutz und Wasserbau anzuzeigen. Das Einverständnis dieser Stelle hängt in der Regel davon ab, dass die Abwasserreinigung und die Siedlungsentwässerung nicht negativ beeinflusst werden. Als bisher einziger Kanton in der Schweiz hat Zürich dafür einen Standard geschaffen, an den sich auch die Empfehlung des VSA anlehnt.

Abwassernutzung zur Kühlung: Wird gereinigtes Abwasser zu Kühlzwecken genutzt, darf das nachfolgende Gewässer, in das es eingeleitet wird, um maximal 1,5 Grad erwärmt werden. Weiter gibt die Gewässerschutzverordnung vor, dass die Temperatur 25 °C nicht übersteigen darf. Beide Grenzwerte werden in der Praxis kaum je erreicht.

Der Abwassernutzungs-Vertrag

Das Verhältnis zwischen einer Bauherrschaft und dem Betreiber der Kanalisation (bzw. der Kläranlage) wird in der Regel mit einem Vertrag geregelt, der in vielen Fällen als Dienstbarkeit im Grundbuch eingetragen wird. Eine solche Vereinbarung sollte folgende Punkte beinhalten:

- Zweck der Vereinbarung, Recht auf Energienutzung
- Eigentumsverhältnisse, Schnittstellen, Zutrittsrecht
- Gegenseitige Informationspflicht
- Verfügbarkeit des Abwassers (Berechtigung 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 (Rückbau)

Der richtige Zeitpunkt

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

- Neubau, Erweiterung von Gebäuden
- Heizungssanierung
- Neubau oder Ertüchtigung einer Kälteanlage
- Kanalerneuerung im Umfeld des Gebäudes
- Massnahmen im Hinblick auf ein CO₂-Gesetz

10 Vorteile

Für öffentliche und private Bauträger, Bauherren und Investoren bringt Contracting eine Reihe von 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 Contractors 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 dem 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.
- **Werbeeffect:** Für professionelle Contractoren sind Abwasserenergieanlagen Werbeträger. Von der Medienpräsenz profitieren auch die Hauseigentümer und Mieter.
- **Vorteile bei Vermietung und Verkauf:** Contracting ermöglicht tiefere Grundmieten und Verkaufspreise für Wohnungen. Im Falle von Eigentümergemeinschaften vereinfacht es die Verwaltung: Der Investitionsfonds für die Wärmeerzeugung entfällt, Beschlüsse über Betrieb und Instandsetzung ebenfalls.



Martin Dietler, EBM Technik AG: «Zusammen mit dem Betrieb der Abwasser-Wärmepumpe übernimmt der Energiecontractor auch die individuelle Heizkosten- und Warmwasser-Abrechnung.»

Risiken des Hauseigentümers bei Eigenbetrieb und bei Contracting

Bereich	Eigenbetrieb	Energie-Contracting
Garantie	kein Risiko	kein Risiko
Reparaturen nach Ende der Garantie	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

Einen Contractor finden

Contracting ist eine langfristig angelegte Partnerschaft. Der Contractor will daher sorgfältig ausgewählt sein. Das zunehmende Interesse von privaten und öffentlichen Bauherren an Contracting hat in den vergangenen Jahren einen breiten Markt geschaffen. Auch für Anlagen zur Energienutzung aus Abwasser besteht eine breite Auswahl an professionellen Contractoren mit Praxiserfahrung und finanziellem Hintergrund. Der Contracting-Nehmer soll den Wettbewerb nutzen und von verschiedenen Contracting-Anbietern Angebote einholen. Damit lassen sich Kosten optimieren und technisch bessere Lösungen finden.

Drei Schritte zum Contracting-Vertrag

- 1. Machbarkeitsstudie und Ausschreibung:** Eine gründliche Abklärung der Machbarkeit bildet die Basis für eine Contracting-Ausschreibung. Viele Bauherrschaften ziehen für die Machbarkeitsstudie und die Ausschreibung spezialisierte Fachleute bei.
- 2. Wahl des geeigneten Contractors:** Mit dem besten Anbieter werden die vertraglichen Details geregelt.
- 3. Externe Prüfung und Vertragsabschluss:** Häufig lassen sich Bauherrschaften die langfristig einzugehende Partnerschaft durch eine zweite Meinung absichern, bevor sie den Vertrag unterzeichnen.

Information und Beratung

Aktion «Energie in Infrastrukturanlagen»

Die Aktion «Energie in Infrastrukturanlagen» des partnerschaftlichen Programms EnergieSchweiz ist ein Kompetenzzentrum für Energieeffizienz und Energieproduktion in Kläranlagen, Wasserversorgungen und Kehrlichtverbrennungsanlagen. Die Energienutzung aus Abwasser bildet einen Schwerpunkt. Zielpublikum sind Gemeinden, private Bauräger, Generalunternehmer, Ingenieure, Contractoren sowie Betreiber von Kläranlagen und Kanälen. Die Aktion «Energie in Infrastrukturanlagen» erteilt Auskunft über Fachfragen, Vorgehen und Finanzbeiträge. Zu den Dienstleistungen gehören:

- Kostenlose Erstberatung
- Bewertung Ausgangslage und Potenzialabschätzung
- Unterstützung von Ingenieuren bei der Erstellung von Analysen
- Vermittlung von Contractoren

Kontakt:

Energie in Infrastrukturanlagen
Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich
Tel. 01 226 30 98, Fax 01 226 30 99
E-mail: energie@infrastrukturanlagen.ch
Internet: www.infrastrukturanlagen.ch

Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS)

Der Verein der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS verfolgt das Ziel, mit koordinierten Aktivitäten und qualitativ hochwertigen Produkten und Dienstleistungen das grosse Potenzial der Wärmepumpen in der Schweiz auszuschöpfen. Die FWS vereinigt alle wichtigen Organisationen und Gruppierungen, die sich für die Förderung und Verbreitung der Wärmepumpe einsetzen. Dazu gehören insbesondere die Branchenverbände von Installateuren und Planern, die Wärmepumpenindustrie, die Energiewirtschaft und die öffentliche Hand.

Kontakt:

Informationsstelle Wärmepumpen
Steinerstrasse 37, 3006 Bern
Tel. 031 350 40 65, Fax 031 350 40 51
Internet: www.fws.ch

Swiss Contracting

Swiss Contracting, das Forum für Energiedienstleistungen, ist das Kompetenzzentrum für Energie-Contracting in der Schweiz. Als neutraler und privater Verband hat es zum Ziel, der ökonomisch wie ökologisch sinnvollen Dienstleistung «Energie-Contracting» in der Schweiz zum Durchbruch zu verhelfen. Swiss Contracting unterstützt Nutzer, Anbieter und Partner in allen Fragen rund um das Contracting.

Kontakt:

Geschäftsstelle Swiss Contracting
Birmensdorferstrasse 65, 8004 Zürich
Tel. 01 365 20 15, Fax 01 365 20 18
Internet: www.swisscontracting.ch

Weiterführende Literatur

«Wärmenutzung aus Abwasser – Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen», 20 Seiten, Zürich und Bern 2004.
Bezug unter www.infrastrukturanlagen.ch.

Sponsoren

Friotherm AG, 8401 Winterthur, www.friotherm.com

Viessmann (Schweiz) AG, 8957 Spreitenbach, www.viessmann.ch

SATAG Thermotechnik, 9320 Arbon, www.satagthermotechnik.ch

EBM (Elektra Birseck Münchenstein), 4142 Münchenstein, www.ebm.ch



Partner

Schweizerischer Städteverband – Fachorganisation für

Entsorgung und Strassenunterhalt FES, www.staedteverband.ch

Schweizerischer Gemeindeverband, www.chgemeinden.ch

Hauseigentümerverschweiz HEV, www.hev-schweiz.ch

Schweizerischer Verband für Wohnungswesen SVW, www.svw.ch

Verband der Immobilien-Investoren und -Verwaltungen VIV, www.viv.ch

Verband Schweizerischer Generalunternehmer VSGU, www.vsgu.ch

Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie SBI, www.schweizer-bauindustrie.ch

Gruppe der Schweizerischen Gebäudetechnik-Industrie GSIGI, www.gsigi.ch

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, www.svgw.ch

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, www.strom.ch





Marcel Wenger
Stadtpräsident Schaffhausen

«Abwasserenergieanlagen leisten einen wertvollen Beitrag an die Energie- und Klimaziele unserer Stadt.»



Dr. Hans Büttiker
CEO EBM (Elektra Birseck Münchenstein)

«Die Kombination von Abwasserwärmenutzung und Contracting ermöglicht eine sichere und kostentransparente Energieversorgung.»



Ruedi Fässler
Stadttingenieur von Uster

«Die innovative und nachhaltige Abwärmennutzung überzeugt durch wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen für alle Beteiligten.»



Cécile Bossart
Bewohnerin der Siedlung Ringerplatten in Zwingen

«E suuberi Sach: Wir heizen mit Abwasserenergie, damit uns auch in Zukunft Luft zum Atmen bleibt.»



Karl Völlmin
Leiter Haustechnik des Hochbauamtes Basel

«Die Technik der Abwasserwärmenutzung ist einfach, unsere Erfahrungen sind positiv.»



Robert Oppliger
Chefmonteur von Kanalwärmetauschern, Langnau

«Die Nutzung von einheimischer Abwasserenergie schafft Arbeitsplätze im Inland.»



Klaus Bölling
Betriebsleiter der Kläranlage Bibertal-Hegau

«Die Energiegewinnung aus Abwasser beeinträchtigt den Betrieb unserer Kläranlage nicht.»

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Telefon 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch