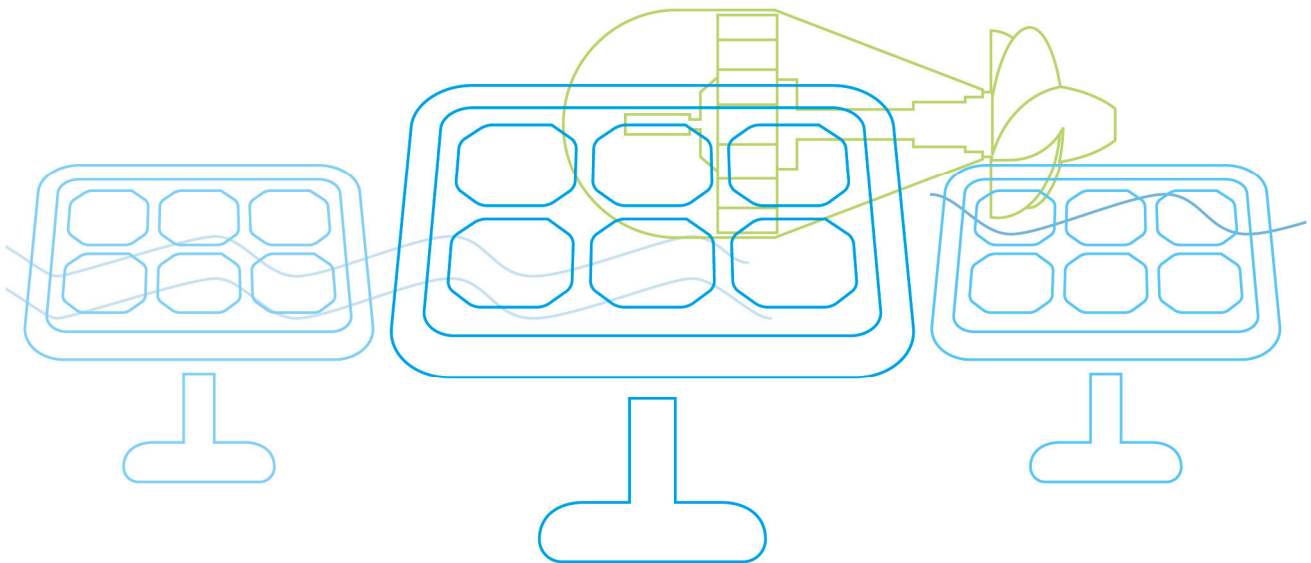




Energie aus Abwasser

Abwasser-Wärme- und –
Kältenutzung mittels hocheffizienter
Großwärmepumpen



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Einleitung	2
1 Abwasser - eine noch wenig genutzte Energiequelle	2
1.1 Im Kanal (Nutzung vor der Kläranlage)	3
1.2 Nutzung nach der Kläranlage	3
2 Wärmepumpe und Abwasserwärmetauscher – die Herzstücke jeder Abwasserenergieanlage	4
2.1 Technologie von Industrie-(Groß-)wärmepumpen	4
2.2 Wärmetauscherarten	4
3 Anlagenbeispiele	7
3.1 Anlagenbeispiel 1 – Weiz	7
3.2 Anlagenbeispiel 2 – Straubing	8
3.3 Anlagenbeispiel 3 - Amstetten	10
4 Abwasserenergienutzung aus Sicht der Kanal- und Kläranlagenbetreiber	13
5 Abwasserenergienutzung aus rechtlicher Sicht	14
6 Potenzial der Nutzung der thermischen Energie des Abwassers in Österreich	15
7 Erste Schritte zur Realisierung	18

Einleitung

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Energie aus Abwasser“ dar, das unter der Leitung der Firma OCHSNER durchgeführt und vom Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms „Neue Energien 2020“ gefördert wurde. Projektpartner waren die Österreichische Energieagentur, die Universität für Bodenkultur Wien, Wien Energie Fernwärme und EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen. Ziel war es, die Rahmenbedingungen, das Potenzial und generell die Möglichkeiten der Energierückgewinnung aus dem Abwasser mittels Wärmepumpen zu untersuchen und die Grundlagen dafür zu erarbeiten, um diese Form der Energiegewinnung in Österreich zu verbreiten.

1 Abwasser - eine noch wenig genutzte Energiequelle

Die Wärme aus dem Abwasser von Haushalten und Gewerbe wird in Österreich derzeit noch kaum genutzt. Mittels Wärmetauschern kann jedoch dem Abwasser Wärmeenergie entzogen und mit Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau gebracht werden, um etwa Gebäude zu beheizen.

In der Schweiz, in Skandinavien und in Deutschland existieren bereits viele realisierte Anlagen, die z.T. schon über 30 Jahre zufriedenstellend in Betrieb sind. Die Technologie ist also erprobt, das Potenzial aber noch sehr groß. Vom Angebot her könnte theoretisch etwa ein Achtel aller Wohnungen mit Wärme aus Abwasser beheizt werden.

Die Wärmepumpe ist in Österreich schon weit verbreitet; in einigen Bundesländern beträgt ihr Anteil im Neubau bereits über 50%¹. Wärmepumpen eignen sich nicht nur für den Einsatz in Einfamilienhäusern, sondern ebenso für großvolumige Gebäude und speziell hier könnte zukünftig Abwasser eine wichtige Rolle als Energiequelle spielen.

Abwasser fällt in großen Mengen zumeist überall dort an, wo auch Energie benötigt wird. Es weist zudem im Vergleich zu anderen Wärmequellen (Außenluft, Erdreich, Grundwasser) meist höhere Temperaturen auf und eignet sich somit bestens für den Einsatz der Wärmepumpe zum Heizen, aber auch zum Kühlen.

Voraussetzungen

Eine thermische Abwassernutzungsanlage ist vor allem bei größeren Bauten in einem gewissen Umkreis einer Kläranlage oder eines Hauptsammlers sinnvoll. Im Vergleich zu konventionellen Öl- oder Gasheizungen sind Abwassernutzungsanlagen – unter Berücksichtigung der zu erwartenden Energiepreisentwicklung – oft schon heute wirtschaftlicher. Ob die thermische Abwassernutzung an einem bestimmten Standort technisch und wirtschaftlich machbar ist, muss in detaillierten Untersuchungen gezeigt werden.

Wärme-/Kälteentnahmeorte

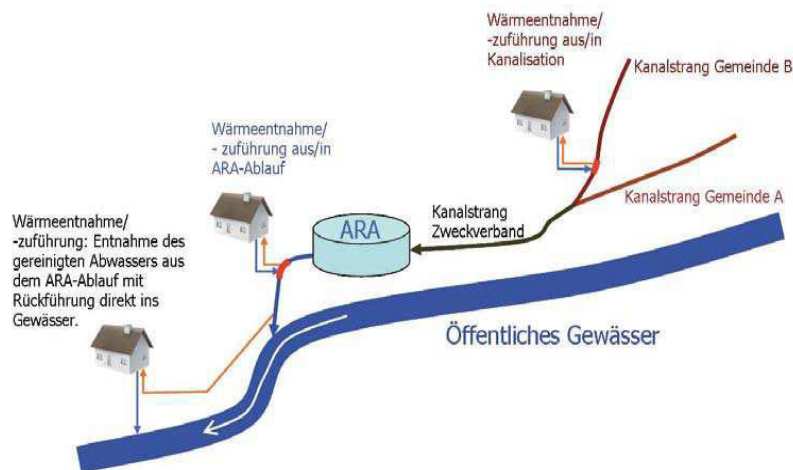
Grundsätzlich kann Wärme- und Kältenutzung des Abwassers vor oder nach der Kläranlage stattfinden oder auch im Gebäude selbst. Diese Inhouse-Nutzung (Nutzung des Abwassers vor Einleitung in den Kanal) ist vorwiegend im Zusammenhang mit der energetischen Gebäudesanierung zu prüfen und wurde im Rahmen des Forschungsprojekts nicht weiter untersucht.

¹ Lutz, G.: Roadmap Sonnenheizung Österreich 2020: Mit Umgebungswärme zum Ziel, Hrsg. v. Bundesverband Wärmepumpe Austria, Wien 2009, S. 46

1.1 Im Kanal (Nutzung vor der Kläranlage)

Hier gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Varianten der Nutzbarmachung des Abwassers: Kanalwärmetauscher sind spezielle, dem jeweiligen Kanalquerschnitt angepasste Wärmetauscherelemente, die direkt ins Kanalrohr verlegt werden.

Abb. 1: Schematische Darstellung von Wärmeentnahmen und -einträgen



Quelle: Heizen und Kühlen mit Abwasser, AWEL (Kanton Zürich)

Eine Alternative ist der Bypass, bei dem ein Teilstrom des Abwassers in einen Schacht geleitet wird, vorgesiebt durch einen Wärmetauscher fließt und anschließend wieder in den Kanal zurückgeführt wird. Hier ist der Eingriff in den Kanal geringer, die Anlage ist besser zugänglich, jedoch besteht mehr Platzbedarf außerhalb des Kanals. Diese Wärmetauscher sind heute für kleine Anlagen noch relativ teuer.

Da es bei niedrigen Abwassertemperaturen, z.B. bei Schneeschmelze, zeitweise ein zu geringes Wärmeangebot geben kann, oder im Sommer das Einleiten von Wärme ins Abwasser zu Gebäudekühlzwecken Probleme durch verstärkte Fäulnisprozesse verursachen kann, ist bei Energieentnahme aus dem Kanal im Normalfall ein Zusatzheiz-/kühlsystem (Backup-System) vorgesehen.

1.2 Nutzung nach der Kläranlage

Nach der Kläranlage besteht meist ein hohes Abwasseraufkommen. Bedingung für eine Nutzung ist aber, dass sich im Umkreis der Kläranlage, je nach Größe der Anlage und Gelände auch bis zu einigen Kilometern, genügend Energieabnehmer befinden. Beispiele zeigen, dass hier ein Backup-System nicht unbedingt notwendig ist. Die Abkühlung des gereinigten Abwassers spielt in der Regel keine Rolle, vielmehr kann dies aus Sicht des Gewässerschutzes sogar wünschenswert sein. Werden mehrere Verbraucher von einer Abwasserentnahmestelle versorgt, so kann entweder eine zentrale Wärmepumpe installiert und die diversen Abnehmer mit warmer Fernwärme versorgt werden, oder jeder Abnehmer installiert eine eigene Wärmepumpe und bezieht die Wärme aus dem kalten Fernwärmenetz. Kalte Fernwärme ist kostengünstiger und erlaubt auch größere Distanzen. Zur Wahl des Fernwärmesystems müssen u.a. Platzbedarf, Wärmeverluste und unterschiedliche Temperaturanforderungen berücksichtigt werden.

2 Wärmepumpe und Abwasserwärmetauscher – die Herzstücke jeder Abwasserenergieanlage

Die Effizienz und damit die Wirtschaftlichkeit jeder Abwasserenergieanlage hängen stark von der Optimierung der einzelnen Komponenten ab. Abwasserwärmetauscher, Wärmepumpe, Wärmeverteiler- und Wärmeabgabesystem sind sowohl hinsichtlich der Medientemperaturen als auch der Übertragungsleistungen bestmöglich aufeinander abzustimmen.

2.1 Technologie von Industrie-(Groß-)wärmepumpen

Die Anforderungen an Wärmepumpen zur Abwasserenergienutzung sind etwas komplexer als an Wärmepumpen für Ein- und Mehrfamilienhäuser. Wärmepumpen für die Abwasserenergienutzung mit erforderlichen Heizleistungen ab 80 kW bis zu mehreren MW sind auf dem Markt erhältlich, höhere Leistungen werden durch Kaskadierung mehrerer Wärmepumpen erreicht. Die Systeme sind häufig auf alternierenden oder parallelen Heiz- und Kühlbetrieb ausgelegt, was bei der Planung der Anlagenhydraulik zu berücksichtigen ist. Die Wärmepumpen werden häufig mittels eines BUS-Systems in die zentrale Leittechnik eingebunden, wobei diese die Ansteuerung der Wärmepumpen übernimmt und auch die Auswertung der externen Betriebsdaten zulässt. Wesentliche Voraussetzung für die Effizienz derartiger Systeme ist die Leistungszahl der installierten Wärmepumpe (Verhältnis Wärme- bzw. Kälteleistung zu eingesetzter Leistung unter definierten Laborbedingungen). Mittels Teilstrom-Kältemiteileinspritzung, bei Firma OCHSNER OVI-Technik (OCHSNER Vapor Injection) genannt, werden etwa 10 % höhere Leistungszahlen als bei herkömmlichen Kältekreisläufen erreicht. Durch die OVI-Technik sind Heizungsvorlauftemperaturen von 65°C möglich. Für Vorlauftemperaturen bis 95 °C sind bei OCHSNER zweistufige Wärmepumpen mit Hochtemperaturkältemitteln erhältlich.

Abb. 2: Wärmepumpen (OCHSNER Industriewärmepumpe IWWS390) können die Wärme aus dem Abwasser zu Heizzwecken aufbereiten



Quelle: OCHSNER Wärmepumpen GmbH

2.2 Wärmetauscherarten

Grundsätzlich kann zwischen Wärmetauschern zur Energienutzung aus dem ungereinigten Abwasser (vor der Kläranlage) und solchen für die Nutzung aus gereinigtem Abwasser (nach der Kläranlage) unterschieden werden.

Wärmetauscher zur Energiegewinnung aus ungereinigtem Abwasser

Hier wird zwischen im Kanal eingebauten und externen Wärmetauschern unterschieden. Die durch das Abwasser entstehende Verschmutzung und besonders die Sielhautbildung an den Wärmetauscherflächen wird bei den einzelnen Bauarten und Fabrikaten unterschiedlich berücksichtigt.

Abwasserwärmetauscher im Kanal

Meist werden diese als Segmente am Kanalboden eingebracht, hydraulisch aneinander gekoppelt und vom Abwasser überströmt.

Vorteile:

- Keine mechanische, biologische oder chemische Reinigung notwendig, meist mit Selfcleaning-Oberfläche ausgestattet
- Keine zusätzliche Infrastruktur erforderlich, die zu warten ist
- Keine bewegten mechanischen Teile
- Kein Energieverbrauch für die Förderung des Abwassers durch den Wärmetauscher
- Kein zusätzlicher Platz für Bauwerke, Filter und Schmutzfracht-Entsorgungssysteme notwendig

Nachteile:

- Während der Montage muss das Abwasser umgeleitet werden (Wasserhaltung)
- Erst ab gewissen Kanalquerschnitten möglich (Kanal muss begehbar sein)
- Erschwerte Zugänglichkeit bei möglichen Wartungs- und Reparaturarbeiten
- Zusätzlicher Genehmigungsaufwand durch Einbauten im Kanal

Abb. 3: Moderne Wärmetauscher (Thermliner Form B Prinzipdarstellung) können auf die Sohle eines bestehenden Kanals montiert werden und dem Abwasser Wärme entziehen.



Quelle: Uhrig Kanaltechnik GmbH

Der durch die unvermeidliche Sielhautbildung verschlechterte Wärmedurchgang (U-Wert-Reduktion) wird bei der Anlagendimensionierung durch größere Wärmetauscherflächen ausgeglichen.

Daneben gibt es auch Einschub-Wärmetauscher, die in Kanalrohre ab DN 500 als geschlossene Wärmetauscher eingeschoben werden. Auch Bauarten, bei denen die Wärmetauscherrohre im Kanalprofil eingebunden sind, werden bei Neubau oder Austausch bestehender Kanalisationen eingesetzt. Die hier geringere Wärmeübertragung kann durch längere Wärmetauscher ausgeglichen werden.

Abwasserwärmetauscher außerhalb des Kanals

Bei diesen Bauarten wird ein Teilstrom des Abwassers über ein Entnahmebauwerk aus dem Kanal entnommen, vorgesiebt und über den Wärmetauscher gepumpt. Das thermisch genutzte Abwasser wird wieder dem Kanalnetz zugeführt. Diese Wärmetauscherbauarten verfügen meist über mechanische Reinigungseinrichtungen, welche die Oberfläche von Ablagerungen befreien, damit die Übertragungsleistung sichergestellt wird. Die dabei entstehenden

Feststoffe werden entweder über Förderschnecken (Abb. 4) oder über Molche (Abb. 5) ausgetragen und wieder dem Abwasserstrom zugeführt.

Vorteile:

- Während der Montage muss das Abwasser praktisch nicht umgeleitet werden
- Auch bei kleineren Kanalquerschnitten einsetzbar
- Wärmetauscher ist außerhalb des Kanalnetzes und kann einfacher gereinigt, gewartet und ggf. repariert werden
- Keine Querschnittverengung des Kanals

Nachteile

- Zusätzliche Abwasserförderpumpe erforderlich (Abnutzung, Energieverbrauch)
- Bewegte mechanische Teile für die Förderanlage vorhanden
- Mechanische oder hydraulische Reinigungseinrichtung am Wärmetauscher vorhanden
- Zusätzlicher Entnahmeschacht erforderlich
- Platz für Wärmetauscher erforderlich

Abb.4: System zur Wärmeabgewinnung von Kanalabwasser außerhalb der Kanalleitung; Systemdarstellung Huber ThermWin



Quelle: HUBER SE

Abb.5: Systemdarstellung selbstreinigender Wärmetauscher für den Einsatz vor der Kläranlage



Jaske & Wolf Verfahrenstechnik GmbH

Wärmetauscher zur Energiegewinnung aus gereinigtem Abwasser

Erfolgt die Energiegewinnung aus dem gereinigten Abwasser, also gleich nach der Kläranlage, ist die Auswahl an Wärmetauschern wesentlich größer und auch kostengünstiger. Hier können sowohl Rohrbündel- als auch Plattenwärmetauscher eingesetzt werden. Häufig werden Freistrom-Plattenwärmetauscher verwendet, da sie leichter gereinigt werden können. Eine Rückspüleinrichtung und eine chemische Reinigungsmöglichkeit sind empfehlenswert, weil es z. B. durch Algen doch Ablagerungen an der Wärmetauschoberfläche geben kann.

Schlussbetrachtung

Voraussetzung für Funktion und Effizienz von Abwasserenergieanlagen ist eine sorgfältige Abstimmung der Komponenten. Für den jeweiligen Anwendungsfall sind der am besten geeignete Abwasserwärmetauscher, Wärmepumpen mit optimiertem Kältekreislauf für höchstmögliche Leistungszahlen und ein auf den Wärmepumpenbetrieb optimiertes Heizungs- / Kühlsystem auszuwählen.

Sehr wichtig ist auch die Optimierung des Temperaturniveaus schon bei der Anlagenplanung, weil dies großen Einfluss auf die Effizienz der Anlage hat.

3 Anlagenbeispiele

3.1 Anlagenbeispiel 1 – Weiz

Abb. 6 links: In Weiz wird nach der Kläranlage Wärme gewonnen und damit zwei gewerbliche Betriebe beheizt. Mit der Anlage kann auch gekühlt werden. Abb. Rechts: Einer der beiden Abwasserwärmetauscher



Quelle: Grazer Energieagentur

Autohaus und Bürogebäude werden seit 2009 mit Abwasserenergie beheizt und gekühlt

Die thermische Abwassernutzungsanlage versorgt zwei in unmittelbarer Nähe der Kläranlage befindliche gewerblich genutzte Gebäude mit Wärme und Kälte: die Pichler Werke der Energie Steiermark sowie das Autohaus Harb.

Die Abwasserreinigungsanlage Weiz, ausgelegt auf ca. 30.000 Einwohnerwerte, nimmt aus dem Mischkanalsystem im Mittel 3.500 m³/d (Trockenwetterabfluss) auf. Je nach Jahreszeit schwankt die Temperatur zwischen 9 und 19°C. Die Nutzung erfolgt nach dem Kläranlagenablauf, sodass sich keine Beeinträchtigungen z. B. hinsichtlich der Temperatur in der Kläranlage ergeben.

Die Machbarkeitsstudie zu dieser Anlage wurde von der Grazer Energieagentur durchgeführt. Die Planung und Auslegung der Wärme- und Kältegewinnungsanlage erfolgte durch Ryser Ingenieure AG (Energie Schweiz für Infrastrukturanlagen), die Detailausführung durch das Technische Büro Ing. Grabner. Die Wärme- und Kälteabnehmer übernahmen bzw. übernehmen selbst die Kosten für Planung, Errichtung und Betrieb der Anlage. Die Kläranlage garantiert eine gewisse Abwassermenge.

Anlagenbeschreibung

Für beide Nutzer ist je ein Doppelrohrwärmetauscher mit 80 mm Innendurchmesser im Gegenstromprinzip installiert. Die Wartung erfolgt durch Abnehmen der Bögen und händisches Durchspülen. Die installierte Leistung beträgt 320 kW.

Beide Nutzer haben aufgrund ihrer geografischen Position zur Kläranlage jeweils eigene Abwasserzuleitungen und Nutzungsanlagen (Wärmetauscher, Wärmepumpe, Speicher etc.).

Am Rand der letzten Reinigungsstufe wurde ein unterirdischer Pumpenschacht installiert, der die nutzereigenen Pumpen enthält. Von dort wird das gereinigte Abwasser zur jeweiligen Heizzentrale befördert, wo ihm durch den Wärmetauscher Energie entzogen, diese mittels Wärmepumpe auf das notwendige Temperaturniveau gebracht und dem Heiznetz zugeführt wird. Dann wird das gereinigte Abwasser in einer separaten Leitung dem Vorfluter (Weizbach) zugeführt. Zu Beginn der Kühlperiode wird passiv, also ohne Wärmepumpe gekühlt. Erst mit steigendem Kühlbedarf wird die Wärmepumpe auch zum Kühlen eingesetzt.

Nutzungsort 1 – Pichler Werke

Wärmetauscher und Wärmepumpe (90 kW Leistung) befinden sich im selben Raum. Das Gebäude hat kein Zusatzheizsystem. Es existieren Speicher als Puffer für eventuelle kurze Ausfälle des Abwasserzustromes. Einmal im Jahr wird der Abwasserfluss aufgrund von Reinigungsarbeiten in der Kläranlage für einige Stunden unterbrochen. Dies ist jedoch aufgrund der vorhandenen Speicher kein Problem. Es ist eine Fußbodenheizung installiert, mit der auch gekühlt werden kann.

Nutzungsort 2 – Autohaus Harb

Es sind zwei Wärmepumpen mit 110 bzw. 120 kW installiert, als Backup dienen bereits zuvor vorhanden gewesene Ölkessel. Warmwasser wird aufgrund des geringen Bedarfs elektrisch bereitgestellt. Bei zu geringem Abwasserangebot schaltet sich diese Anlage ab, sodass am benachbarten Nutzungsort 1 der Wärmebedarf gedeckt werden kann. Zum größten Teil kommt auch hier Fußbodenheizung zum Einsatz.

3.2 Anlagenbeispiel 2 – Straubing

Abb. 7 links: In Straubing werden 11 Gebäude mit 102 Wohneinheiten zuverlässig mit Abwasserwärme beheizt.

Abb. rechts: Abwasserwärmetauscher



Quelle: Tiefbauamt Stadt Straubing

Energie aus Abwasser versorgt gesamte Wohnanlage in Straubing

Wie effizient die im Abwasser vorhandene Energie weiter genutzt werden kann, beweist die Stadt Straubing eindrucksvoll. Insgesamt 102 Wohneinheiten in 11 Gebäuden werden durch Abwasserwärmepumpen mit Heizung

und Warmwasser versorgt.

Die Stadt Straubing, die städtische Wohnungsbaugesellschaft und das Tiefbauamt der Stadt Straubing verwirklichten mit dieser Anlage folgende Ziele²:

- Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- Nachhaltiges Konzept zur Erhöhung des Umweltschutzes und zur Minimierung des Energieverbrauchs
- Realisierung eines technisch sinnvollen wirtschaftlichen Anlagenkonzeptes
- Energetische Sanierung von Wohngebäuden aus den 1960er Jahren
- Energieeinsparung durch Wärmedämmung einzelner Objekte
- Ausschöpfung zusätzlicher Einsparpotenziale bei der Wärmeherzeugung

Nach zwei Heizsaisons kann eine sehr positive Bilanz gezogen werden. Die Anlage erreicht eine Jahresarbeitszahl von ca. 4,0. Das bedeutet, 3/4 der Heizenergie kommen aus dem Abwasser.

Der Strom für die Wärmepumpe stammt aus dem Klärgas der Kläranlage. Somit spart diese Heizungsanlage etwa 80 bis 90% an Primärenergie und CO₂-Emissionen im Vergleich zu einem Gaskessel ein.

Das Anlagenkonzept Straubing im Detail

Im Lageplan (Abb.8) sind die mit Abwasserwärme versorgten Wohnhäuser, der Abwasserkanal und der Abwasserentnahmeschacht ersichtlich. Vom Entnahmeschacht wird ein Teil des Abwassers zur Heizzentrale gepumpt und über spezielle Abwasserwärmetauscher (Abb.9) geführt. Bei der Entnahme wird das Abwasser gesiebt, damit Feststoffe abgeschieden werden.

Die beiden Wärmepumpen kühlen das Abwasser ab und speisen mit der so gewonnenen Heizenergie das Nahwärmenetz der Wohnhausanlage. Eine Wärmepumpe (Abb.10) mit einer Leistung von 210kW versorgt 82 mit Fußbodenheizung ausgestattete Wohneinheiten mit Heizungswasser mit einer Vorlauftemperatur von 35 °C. Die zweite Wärmepumpe mit einer Leistung von 55kW versorgt die restlichen 20 Wohneinheiten, die mit Radiatoren ausgestattet sind, mit 55 °C bis 60 °C warmem Heizungswasser. Diese Wärmepumpe übernimmt auch die Vorheizung des Warmwassers. Für die Nachwärmung auf 65°C (Legionellen-Prophylaxe) wird ein Gas-Brennwertkessel eingesetzt, der auch Bedarfsspitzen im Heizungsnetz abdecken kann. Nach der Energieentnahme fließt das Abwasser in einem neu errichteten Abwassersammler zurück zum Hauptsammler.

Schlussbetrachtung

Die Anlage ist ein gutes Beispiel für die wirtschaftliche Nutzung von Abwasserwärme. Durch die wissenschaftliche Begleitung der Anlage ab der Heizsaison 2010/2011 wird diese weiter optimiert. Dadurch sollten die Jahresarbeitszahl sowie der Umweltschutzeffekt weiter erhöht werden.

Eckpunkte Wohnhausanlage Straubing	
Wohneinheiten mit Fußbodenheizung	82
Vorlauftemperatur	35°C
OCHSNER Wärmepumpe ISWS 150ER2	
Heizleistung	200 kW
COP	ca. 4,7
Wohneinheiten mit Radiatoren	20
Vorlauftemperatur (VT)	55°C
OCHSNER Wärmepumpe OSWP56	
Heizleistung	55 kW
COP	ca. 3,8
Gasbrennwertkessel zur Nachheizung des Warmwassers und Spitzenlastabdeckung für das Nahwärmenetz	

² Tiefbauamt Stadt Straubing

Abwasserwärmetauscher Huber RoWin	2 St.
Leistung	je ca. 100kW
Entfernung vom Entnahmeschacht beim Hauptsammler zur Heizzentrale	ca. 100m
Trockenwetterabfluss	minimal 60 l/s
	Mittelwert 160l/s
Abwassertemperatur	12 bis 14°C

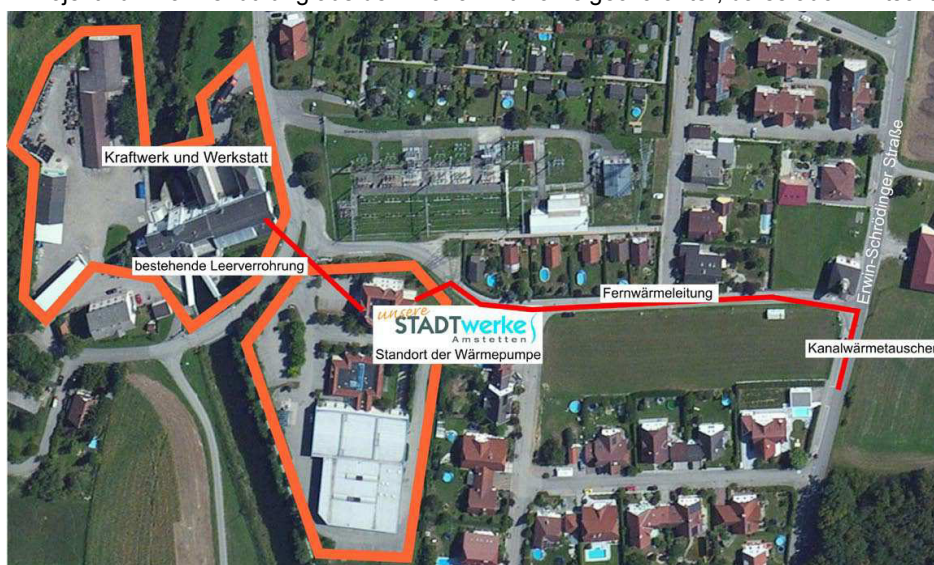
Abb.8: Blick in den Heizraum. Im Vordergrund WP OCHSNER ISWS150ER2 samt kompletter Schallschutzverkleidung.



Quelle: OCHSNER Wärmepumpen GmbH, Tiefbauamt Stadt Straubing

3.3 Anlagenbeispiel 3 - Amstetten

Abb.9:Amstetten, ein Projekt zur Wärmenutzung aus dem Kanal mit Vorzeigecharakter, da es auch wirtschaftlich rentabel ist



Quelle: STADTwerke Amstetten

Vorzeigeprojekt in Österreich – Heizen und Kühlen mit Abwasserenergie

Der Kanal als Fernwärme- und Fernkältenetz? Wie das funktioniert, zeigen die STADTwerke Amstetten mit ihrem in Österreich einzigartigen Haustechnikprojekt. Abwasser versorgt die Gebäude der STADTwerkezentrale und das Kraftwerk ab Herbst 2012 mit Wärme- und Kälteenergie.

Ausgangsbasis für die Anlage STADTwerke Amstetten war das Forschungsprojekt „Energie aus Abwasser“.

Basierend auf den Ergebnissen einer in diesem Projekt durchgeführten Machbarkeitsstudie realisierte die Stadtgemeinde Amstetten diese Anlage. Initiatoren waren der Abwasserverband sowie die STADTwerke Amstetten in Zusammenarbeit mit der Gemeinde. Bis zur Entscheidung für dieses Projekt waren mehrere Berechnungsvarianten erforderlich, aus denen dann die optimale Konfiguration gewählt wurde. Auch viele Gespräche mit dem Gemeindeabwasserverband (GAV), Gemeindevertretern und den STADTwerken waren nötig, um das Bewusstsein zu stärken, dass Abwasser eine wertvolle Energiequelle darstellt, die mit einer Wärmepumpe als „Recyclingmotor“ effizient und wirtschaftlich genutzt werden kann.

Ausgangssituation

Das Betriebsgebäude der STADTwerke samt Werkstätten ist komplett mit Fußbodenheizung ausgestattet und daher gut für Wärmepumpen geeignet. Das Kraftwerk wurde bisher mit Elektroheizung versorgt. Durch bestehende isolierte Rohrleitungen zwischen Heizraum und Kraftwerk kann dieses zukünftig von der Wärmepumpenzentrale mitversorgt werden.

Das Anlagenkonzept im Detail

Das Kraftwerk wurde auf Niedertemperaturheizung umgestellt und der bisher für Heizung verwendete Strom wird verkauft. Eine Wärmepumpe mit 228kW versorgt über Pufferspeicher und ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz das Betriebsgelände mit Heizenergie. Als Energiequelle dient das Abwasser aus einem ca. 210m entfernten Verbandssammler des GAV Amstetten. Aus diesem wird über einen Kanalwärmetauscher Energie gewonnen. Die Anlage wurde auch zur Kühlung der Gebäude ausgelegt. Die vorhandenen Gaskessel werden als Backup-System bzw. zur absoluten Spitzenlastabdeckung (99,9% erbringt das WP-System) beibehalten. Die Abwasserenergieanlage wird über die zentrale Leittechnik gesteuert und überwacht. Dafür wird die bestehende Leittechnik der STADTwerke Amstetten entsprechend adaptiert und erweitert.

Eckpunkte Abwasserenergieanlage Stadtwerke Amstetten	
Gesamtwärmebedarf	ca. 230 kW
Max. VT Nahwärmenetz	45°C
OCHSNER Wärmepumpe ISWS 210ER2	
Heizleistung	228 kW
Temperatur Energiequelle Wasser	15/10°C
(Leistungszahl) COP	5,4
Jahresarbeitszahl Anlage	5,6
Vorlauftemperatur (VT) Kühlbetrieb	16°C
Energieabgabe an	Abwasser
Kanalwärmetauscher Uhrig ThermLiner	
Gesamtlänge	ca. 42 m
Überströmte WT-Fläche	37 m ²
Entzugsleistung	186 kW
Zwischenmedium Wasser	10/15°C
Abwasserkanal Eiprofil	900/1350 mm
Trockenwetterabfluss	minimal 130 l/s, maximal 342 l/s
Abwassertemperatur	ca. 22°C
Abkühlung	0,34°C bis 0,13°C
Leistung	je ca. 100kW
CO ₂ -Reduktion	54,4 t/a bzw. 72,43%

Realisierung der Abwasserenergieanlage Amstetten

Nach gründlicher Diskussion der ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte erfolgte Ende Mai 2012 im Gemeinderat der Stadt Amstetten der einstimmige Beschluss, diese Anlage zu errichten. Anfang September 2012 begann die Realisierung. Ein Kanalwärmetauscher (Abb.13), eine Wärmepumpe (Abb.12) und eine kalte Nahwärmeleitung zwischen Kanal und Wärmepumpe wurden montiert. Weiters erfolgten der Umbau der Heizungsanlage bzw. die Umstellung des Kraftwerkes auf Niedertemperaturheizung sowie die Erweiterung der

Gebäudeleittechnik.

Die Gesamtanlage ging Anfang Oktober 2012 in Betrieb und sorgt damit ab der Heizsaison 2012/2013 für umweltschonende Wärme aus dem Abwasser. Die ersten Betriebsergebnisse zeigen, dass der Kanalwärmetauscher Heizungswasser mit 27°C Temperatur liefert. Die Anlage wird nun funktionell erweitert, damit die Gebäude in der Übergangszeit direkt mit Abwasserwärme, also ohne Einsatz der Wärmepumpe, beheizt werden können.

Ökologie und Umweltschutz

Der Energiebedarf für das Gesamtobjekt beträgt etwa 330.000kWh/a.

Die Gaskesselanlage würde 37.000 m³/a Erdgas verbrauchen und einen CO₂-Ausstoß von 75,12t/a verursachen. Die Wärmepumpenanlage verursacht einen CO₂-Ausstoß von 20,71t/a, gerechnet mit dem österreichischen Strom-Mix. Das sind 54,40 t/a bzw. 72,43 % CO₂Reduktion gegenüber der Gasheizung. Nachdem Amstetten aber überwiegend mit Strom aus Wasserkraft versorgt wird, ist der so ermittelte CO₂-Ausstoß noch viel niedriger. Diese Anlage leistet also auch einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz in der Region Amstetten. Die Auswirkungen auf die Effizienz der Kläranlage sind bei solchen Projekten natürlich auch zu berücksichtigen. Nachdem das Abwasser bei der Kläranlage nur um ca. 0,15 °C abgekühlt wird und die Abwassertemperatur im Kanal mit durchschnittlich 22 °C (im Winter) hoch ist, ist keine Beeinträchtigung des Kläranlagenbetriebs zu erwarten. Die zuständige Wasserrechtsbehörde stimmte der Errichtung dieser Anlage zu.

Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die Gesamtanlage betragen ca. € 240.000,-. Bei derzeitigen Energiepreisen ergibt sich im ersten Betriebsjahr eine Ersparnis von ca. € 20.500,- bzw. 72% gegenüber dem Gaskesselbetrieb sowie eine Amortisationsdauer von 12 Jahren (mit Kapitalverzinsung 3,5% p.a., Gaspreissteigerung 4% p.a., Strompreissteigerung 2,5% p.a.).

Abb.10: Die OCHSNER Wärmepumpe IWWS210ER2 (hier im Bild während der Montage samt den Pufferspeichern) kann dank der hohen Abwassertemperaturen von ca. 22°C äußerst effizient arbeiten.



Quelle: : STADTwerke Amstetten / OCHSNER Wärmepumpen GmbH

Abb.11: Der Abwasserwärmetauscher „Thermliner“ der Anlage STADTwerke Amstetten (hier kurz nach Montage im

Abwasserkanal) wurde in Absprache mit der Stadtentwässerung geplant und gebaut und erlaubt weiterhin einen störungsfreien Betrieb der Kanalisation.



Quelle: STADTwerke Amstetten / Uhrig Kanaltechnik GmbH

4 Abwasserenergienutzung aus Sicht der Kanal- und Kläranlagenbetreiber

Die Kanalisations- und Kläranlagen dienen primär der Siedlungshygiene, dem Schutz vor Hochwässern im urbanen Bereich sowie dem Gewässerschutz. Wenn die vorhandene abwassertechnische Infrastruktur auch für die thermische Abwassernutzung herangezogen wird, muss die Funktionsfähigkeit von Kanal und Kläranlage weiterhin sichergestellt sein.

Auswirkungen der thermischen Abwassernutzung auf die Kanalisation

Wird ein Wärmetauscher nachträglich in den Kanal eingebaut, sind aus abwassertechnischer Sicht folgende Aspekte in der Planung zu berücksichtigen:

- Die erforderliche hydraulische Kapazität des Kanalstranges muss gewährleistet sein.
- Wartung und Instandhaltung des Kanals (Reinigung, Inspektion, Sanierung) müssen ohne nennenswerten Mehraufwand weiterhin durchführbar sein.
- Vermehrte Ablagerungen, Rückstau oder Verstopfungen durch den Wärmetauscher müssen vermieden werden.
- Einbau und Wartung (Reparatur, Erneuerung) der Wärmetauscher sowie der zugehörigen Installationen müssen so erfolgen, dass der laufende Kanalbetrieb und -unterhalt ohne wesentliche Störungen aufrechterhalten werden kann.
- Alle Arbeiten im Kanal dürfen nur unter Einhaltung der sicherheitstechnischen Vorschriften und von geschultem, unterwiesenem und ausgerüstetem Personal durchgeführt werden.

Der Einbau eines Wärmetauschers im Kanal ist unter den genannten Bedingungen möglich. Da für den Kanalbetrieb die Anordnung des Wärmetauschers außerhalb des Kanals (Bypass) sinnvoller erscheint, soll auch immer diese Möglichkeit geprüft werden.

Auswirkungen der thermischen Abwassernutzung auf die Kläranlage

Die biologischen Prozesse, die die Grundlage der Abwasserreinigung in einer Kläranlage darstellen, sind temperaturabhängig. Eine Abkühlung des Abwassers ist mit einer verminderten Aktivität der Mikroorganismen und daher einer reduzierten Reinigungsleistung verbunden. Dies gilt vor allem für die Stickstoffentfernung. Daher sind hier folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Emissionsbegrenzungen der 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (1. AEVKA) für gesamten gebundenen Stickstoff bzw. Ammoniumstickstoff gelten bei Abwassertemperaturen über 12 bzw. 8°C im Ablauf der biologischen Stufe von Kläranlagen über 5.000 EW. Durch Abkühlung des Abwassers für thermische Nutzung können diese Werte frühzeitig unterschritten werden und damit mehr Stickstoff ins Gewässer gelangen als ohne thermische Nutzung. Dies ist nicht im Sinn des Gewässerschutzes und muss daher ausgeschlossen werden.
- In Hinblick auf die Kommunale Abwasserrichtlinie der EU (91/271/ EWG) hat sich Österreich aufgrund der Nichtausweisung von sensiblen Gebieten bundesweit zu erhöhten Reinigungsanstrengungen verpflichtet. Die Gesamtbelastungen an Phosphor und Stickstoff aus allen kommunalen Abwässern sind im Jahresdurchschnitt um je 75 % zu reduzieren. Die Einhaltung dieser Vorgaben darf durch thermische Abwassernutzung nicht gefährdet werden.
- Die Auswirkungen von Temperaturänderungen durch thermische Abwassernutzung auf die Reinigungsleistung der Kläranlage sollen in jedem Einzelfall entsprechend den behördlichen Vorgaben überprüft werden.

Das Aufwärmen des Abwassers bei Kühlbetrieb im Sommer ist in Bezug auf die Reinigungsleistung der Kläranlage als weniger kritisch anzusehen.

Aus abwassertechnischer Sicht ist die thermische Nutzung im Ablauf der Kläranlage vorzuziehen. Um negative Auswirkungen auf das Gewässer im Ablauf der Kläranlage zu vermeiden, sind die Temperaturanforderungen für Fließgewässer der Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (QZV Ökologie OG) sowie etwaige weitere behördliche Vorgaben zu beachten.

5 Abwasserenergienutzung aus rechtlicher Sicht

Ein zentraler Punkt bei den rechtlichen Rahmenbedingungen ist die wasserrechtliche Bewilligung, über die auf Basis von Gutachten von der zuständigen Behörde entschieden wird. Dabei sind die Auswirkungen auf Kanal und Kläranlage wesentlich.

Zu unterscheiden ist zwischen Bewilligungspflicht (Muss um wasserrechtliche Bewilligung angesucht werden?) und der Bewilligungsfähigkeit (Bei Bewilligungspflicht: Kann die Anlage bewilligt werden?). Gesetzliche Grundlage für die Bewilligungspflicht ist das Österreichische Wasserrechtsgesetz WRG 1959. Von besonderem Interesse ist dabei § 32, Abs. 3: *„Einer Bewilligung bedarf auch die ohne Zusammenhang mit einer bestimmten Einwirkung geplante Errichtung oder Änderung von Anlagen zur Reinigung öffentlicher Gewässer oder Verwertung fremder Abwässer.“* Unter Verwertung von Abwässern fallen grundsätzlich auch Anlagen zur thermischen Nutzung von Abwasser. Das WRG unterstellt sie jedoch nur dann der Bewilligungspflicht, wenn sie nicht vom „Eigentümer des Abwassers“ errichtet und betrieben werden³. Aber auch die Verwertung eigener Abwässer mit den dazugehörigen Anlagen kann als Änderung der bestehenden Anlage bewilligungspflichtig sein, zumindest, wenn dadurch Änderungen auf den konsensgemäßen Betrieb der Kläranlage zu erwarten sind.

In der Schweiz existiert auf Richtlinienenebene eine sog. Bagatellgrenze. Liegt der Temperatureinfluss auf das Abwasser in der Kläranlage unter 0,1 °C, so ist keine Genehmigung nötig. Die Behörden der Kantone lassen die Kontingente einer Wärmeentnahme vor der Kläranlage für alle Anlagen von Gutachtern gemäß AWEL-Leitfaden (Kanton Zürich) bzw. dem Schweizerischen Abwasserfachverband (VSA) und dem Bund aufgrund

wissenschaftlicher Erkenntnisse ermitteln. In der Schweiz hat sich gezeigt, dass bei den meisten Kläranlagen über rund 5.000 EW eine Wärmenutzung vor der Kläranlage bewilligt werden kann. Die Kläranlagen bzw. Gemeinden werden vom Kanton ermuntert, die Ausschöpfung der Kontingente zu unterstützen. In Österreich soll die Abwasserenergienutzung von Anfang an geregelt werden, was auch aufgrund der Gesetzeslage gefordert wird. Eine Bagatellgrenze kann nur Anhaltspunkt sein, ob eine Anlage genehmigt werden soll oder nicht. Weiters gilt nach § 32, Abs. 2b für Anlagen nach der Kläranlage: „... bedürfen einer Bewilligung insbesondere Einwirkungen auf Gewässer durch ionisierende Strahlung oder Temperaturänderung“ (vgl. auch QZV im vorigen Kapitel).

Die Bewilligungspflicht gibt den Betreibern von Abwasserreinigungsanlagen (Kommunen, Abwasserverbänden) auch Sicherheit. Zuständige Behörden für die Bewilligung sind meist die Bezirkshauptmannschaften bzw. in Statutarstädten die Magistrate. Diese werden aufgrund von Sachverständigengutachten eine Entscheidung treffen. Die Nutzung vor der Kläranlage hat auf das Abwasser nach der Kläranlage zwar physikalisch eine Auswirkung. Solange der Konsenszustand der Kläranlage aber gleich bleibt, ist dies aus rechtlicher Sicht nicht zu beachten.

Soweit Abwasserenergieanlagen z.B. für Leitungsnetze fremde Liegenschaften oder Anlagen in Anspruch nehmen sollen, ist eine Zustimmung (am besten durch vertragliche Vereinbarung) der Eigentümer nötig. In einem Nutzungsvertrag zwischen Kanal- und/oder Kläranlagenbetreiber und Errichter der Nutzungsanlage werden die gegenseitigen Rechte und Pflichten definiert. Anregungen dazu finden sich im Merkblatt DWA-M 114. Eine frühzeitige Absprache mit dem Kläranlagenbetreiber soll verhindern, dass eine Bewilligung nach erfolgten Planungsschritten nicht erteilt wird.

Für den Nachweis des Temperatureinflusses auf die Kläranlage ist eine einfache Mischungsrechnung unter Einsetzung der ungünstigsten Parameter als Worst-case-Betrachtung ausreichend. Einflüsse wie Wiederaufwärmung durch umgebendes Erdreich etc. können durch Modelle berücksichtigt werden, können den Temperatureinfluss jedoch nur reduzieren.

Schlussbetrachtung

- Anlagen zur thermischen Abwassernutzung im öffentlichen Kanal oder nach der Kläranlage sind in jedem Fall bewilligungspflichtig (siehe Wasserrechtsgesetz WRG, §32).
- Zuständig ist die Wasserrechtsbehörde, die je nach Größe und Lage der Anlage unterschiedlich sein kann (siehe Wasserrechtsgesetz WRG, § 98 ff).
- Es sind Nutzungsvereinbarungen mit Kanal- und/oder Kläranlagenbetreiber und eventuell betroffenen Grundeigentümern einerseits sowie dem Errichter der thermischen Abwassernutzungsanlage andererseits zu schließen.
- Für einen reibungslosen Ablauf wird die frühzeitige Kontaktaufnahme mit Kanal- und/oder Kläranlagenbetreiber, der Wasserrechtsbehörde sowie eventuell betroffenen Grundeigentümern empfohlen.

6 Potenzial der Nutzung der thermischen Energie des Abwassers in Österreich

Grundsätzlich muss zwischen einem theoretischen, einem technisch machbaren und einem wirtschaftlichen Potenzial unterschieden werden. Ersteres stellt eine rein theoretische Bezugsgröße dar. Um realistische und praxisrelevante Aussagen treffen zu können, müssen aber auch spezifische technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen Berücksichtigung finden.

Theoretisches Potenzial

Berücksichtigt man alle kommunalen Kläranlagen in Österreich >50EW, ergeben sich eine Ausbaugröße von rund 21,5 Mio. EW und ein jährlicher Abwasseranfall von rund 1.061 Mio. m³ Abwasser. Da ein gewisser Anteil des Abwassers eher

unregelmäßig anfällt (z. B. Niederschlagswasser), wird angenommen, dass nur rund 70 % der Abwassermenge, das sind etwa 700 Mio. m³, für die Wärmeabgewinnung theoretisch genutzt werden können. Die spezifische Wärmekapazität von Wasser/Abwasser beträgt 1,16 kWh/m³K.

Hinsichtlich des Potenzials zur Nutzung von Abwasserenergie muss unterschieden werden in die Nutzung nach der Kläranlage und die Nutzung vor der Kläranlage.

Nutzung nach der Kläranlage: Bei der Potenzialermittlung wird unterschieden zwischen dem monovalenten System, das wegen fehlender Backup-Heizsysteme auf Situationen mit minimalem Wärmeangebot während der Heizperiode ausgelegt werden muss, und bivalenten Anlagen, die dank des zusätzlichen Heizsystems auf Mittelwerte ausgelegt werden können.

Insgesamt stehen in Österreich bei allen Kläranlagen >50EW rund 120.000 m³/h Abwasser zur Verfügung, ohne Regenwasser etwa 85.000 m³/h. Bei einer mittleren Abwassertemperatur von ca. 10 °C über die Heizperiode im Winter (basierend auf einer Umfrage bei Kläranlagen > 20.000 EW, Bandbreite der minimalen Tagesmittel 6 - 23°C) und einer Abkühlung auf 5°C können dem Abwasser 5°C entnommen werden, was etwa 490MW Wärmeleistung ergibt. Damit können Wärmepumpen mit einer angenommenen Jahresarbeitszahl von 4,0 eine Wärmeleistung von rund 660MW abgeben. Bei bivalenten Anlagen wird die Wärmepumpe häufig auf ein Drittel bis auf die Hälfte der benötigten Wärmeleistung ausgelegt, sodass das gesamte Heizsystem eine Wärmeleistung von rund 1.300 bis 2.000 MW liefern kann. Wird eine Standardwohneinheit (90m² Fläche, 2,3 Einwohner, 91 kWh/m²a – 3,2 kW Wärmeleistungsbedarf) angenommen, so kann damit der Heizbedarf von 0,4 bis 0,6 Mio. Wohneinheiten oder von 0,9 bis 1,4 Mio. Bewohnern abgedeckt werden. Das reicht theoretisch zur Versorgung von einem Achtel aller Wohnungen in Österreich. Darüber hinaus verfügen die Industriekläranlagen noch über beträchtliche Potenziale (Ausbaugröße der Anlagen > 2.000 EW rund 7,4 Mio. EW). Werden hingegen monovalente Anlagen zur Abwasserwärmenutzung gewählt, so müssen diese für die kältesten Tage so ausgelegt werden, dass zur Versorgungssicherheit aus dem Abwasser immer ausreichend Wärme gewonnen werden kann, selbst wenn die Abwassermenge sehr klein und die Abwassertemperatur sehr tief ist. Bei diesem System kann deshalb nur ein kleiner Teil des oben angeführten theoretischen Potenzials genutzt werden. Das theoretische Potenzial kann nach der Kläranlage vollständig oder im Einzugsbereich vor der Kläranlage teilweise gewonnen werden.

Nutzung vor der Kläranlage: Für die Ermittlung des Potenzials aus dem Abwasser vor der Kläranlage müssen noch detaillierte Grundlagen ermittelt und ausgewertet werden, weshalb hier noch keine zuverlässigen Aussagen gemacht werden können. Jedenfalls ist dieses kleiner als nach der Kläranlage. Während der Kläranlagenablauf um mehrere Grad abgekühlt werden kann, sind vor der Kläranlage meist nur weit geringere Abkühlungen möglich. Es soll jedoch festgehalten werden, dass die thermische Abwassernutzung vor der Kläranlage bei entsprechenden Rahmenbedingungen (z. B. hohe Abwassertemperatur) jedenfalls auch sinnvoll ist, da schon durch eine geringe Abkühlung des Abwassers eine beachtliche Wärmemenge zur Verfügung gestellt werden kann. Das Beispiel Amstetten zeigt, dass vor der Kläranlage Abwassertemperaturen von 30 °C bis 35 °C gegeben sein können. Dieses hohe Temperaturniveau reicht im gegebenen Fall aus, um die Gebäude in der Übergangszeit direkt (also ohne Wärmepumpe) mit Abwasserwärme zu beheizen.

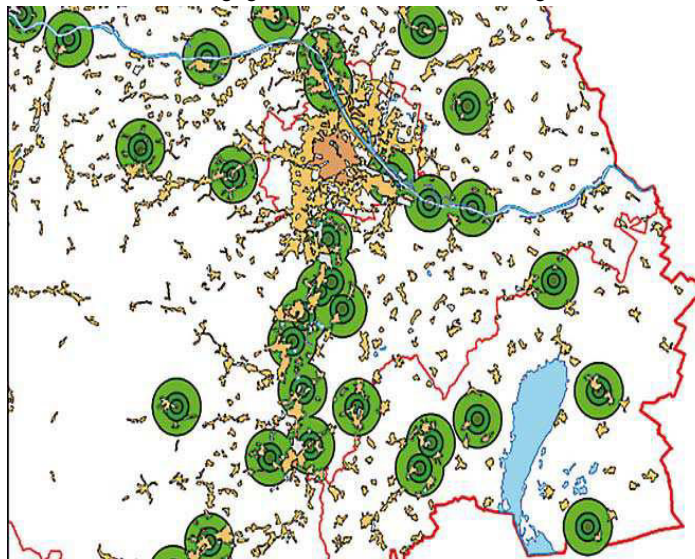
Technisches Potenzial

Im Vergleich zum theoretischen Potenzial gilt es beim technischen Potenzial darüber hinaus zu berücksichtigen, dass die Wärmeabnehmer nicht zu weit vom nutzbaren Abwasser, das über ausreichende nutzbare Wärmemenge verfügen muss, entfernt liegen. Auch die Siedlungsstruktur bzw. -dichte und der Energiebedarf sind entscheidend. Bezogen auf jene österreichischen Anlagen mit einer Ausbaugröße von über 20.000 EW gilt (vgl. Abb. 14):

- Im Umkreis von 4km liegen 136 Betriebsgebiete mit rund 9.670ha sowie 811 lose verbaute Siedlungsgebiete mit rund 161.960ha bzw. 33 dicht verbaute Siedlungsgebiete mit rund 1.920ha.
- Im Umkreis von 2km liegen 75 Betriebsgebiete mit rund 5.910ha sowie 390 lose verbaute Siedlungsgebiete mit rund 111.640ha bzw. 14 dicht verbaute Siedlungsgebiete mit rund 770 ha.
- Im Umkreis von 1km liegen 39 Betriebsgebiete mit rund 2.950ha sowie 211 lose verbaute Siedlungsgebiete mit

rund 84.980ha bzw. 3 dicht verbaute Siedlungsgebiete mit rund 110ha.

Abb.12: Großraum Wien – Gewerbe- und Siedlungsgebiete im Nahbereich der größeren Kläranlagen



Quelle: Universität für Bodenkultur Wien

Für Betriebsgebiete im Umkreis von 1km gilt daher: Auf 2.950ha würden flächenmäßig rund 14.750 Gewerbebetriebe mit einem Einzelflächenverbrauch von 2.000 m² (Grundfläche für Gebäude, Parkplätze, Straßen etc.) Platz finden. Der Wärmebedarf dieser Betriebe (bei 93kWh/m²a und einer Nutzfläche von 1.000m²) entspricht bei Berücksichtigung eines **bivalenten Systems** (Auslegung auf die Hälfte der benötigten Wärmeleistung) in etwa einer Abkühlung der Abwassermenge (870 Mio. m³) um etwa 2,5 °C. Dies erscheint bei einer mittleren Ausgangstemperatur von 10 °C über die Heizperiode technisch jedenfalls möglich. Der Wärmebedarf im Umkreis von 2km entspräche bereits einer Abkühlung von rund 4,9°C, welche machbar sein sollte. Bei 4km wären es 8,1°C, was die Möglichkeiten in dieser theoretischen Betrachtung übersteigt.

Diese Berechnungen zeigen, dass selbst bei dichter Bebauung Potenzial für die Versorgung aller Gewerbebetriebe im Umkreis bis 2 km von der Kläranlage vorhanden ist. Da diese Dichte niemals erreicht werden wird, könnten potenzialmäßig auch wesentlich weiter entfernte Betriebe versorgt werden. Limitierend wird sich daher meist die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von Verbindungsleitungen auswirken, weniger das beschränkte Energiepotenzial.

Wirtschaftliches Potenzial

Ausgehend vom technischen Potenzial müssen auch noch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt werden. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage zur thermischen Abwassernutzung hängt stark davon ab, wie groß der Wärmebedarf der potenziellen Abnehmer ist, welche anderen Energieträger vorhanden sind und welche Hürden bei der Errichtung einer Verbindungsleitung zu überwinden sind. Darüber hinaus sind die Energiepreise und deren Entwicklung sowie das Wärmeverteil- und Abgabesystem im untersuchten Gebäude zu betrachten. Auch Aspekte wie die Möglichkeiten und Kosten eines Backup-Systems bzw. eines Systems zur Spitzenlastabdeckung sind zu berücksichtigen. Österreichweit können hier noch keine sinnvollen Potenzialabschätzungen gemacht werden.

Untersuchungen in Deutschland und der Schweiz zeigen, dass bei einem theoretischen Potenzial zur Versorgung von 10 % (D)³ bzw. 15 % (CH)⁴ aller Gebäude rund ein Drittel davon umgesetzt werden könnte. In der Schweiz

³ Merkblatt DWA-M 114

⁴ Energie Schweiz für Infrastrukturanlagen, abgeleitet aus Eichler+Pauli

wurde vor 4 Jahren ein wirtschaftliches Potenzial für Energie aus Abwasser von über 2,5 % ermittelt.⁵ Damit könnten unter Einbeziehung von Spitzenlastabdeckung durch Gaskessel etc. rund 4 bis 5 % aller Gebäude wirtschaftlich mit Abwasserwärme versorgt werden.

7 Erste Schritte zur Realisierung

Dieses Kapitel beschreibt, wie Kommunen und Bauherren bei der Realisierung thermischer Abwassernutzungsanlagen vorgehen sollten.

Einsatzkriterien für eine Erstbeurteilung

Eine erste Einschätzung der möglichen Abwasserwärmenutzung kann für einen konkreten Fall aufgrund nachfolgender Faustwerte rasch und einfach durchgeführt werden. Für ein sinnvolles Projekt müssen

- sowohl ein ausreichendes Angebot an Wärme aus dem Abwasser als auch
- geeignete Gebäude/Anlagen als Energieabnehmer in einem gewissen Radius vorhanden sein.

Prüfenswert ist die Realisierung bei größeren Bauten ab einer Wärmeleistung von rund 100 kW, was dem Bedarf von etwa 30 bestehenden Wohneinheiten entspricht. Geeignet sind als Abnehmer bestehende und neue Gebäude mit nicht zu hohen Vorlauftemperaturen. Besonders günstig ist der Einsatz im Neubau oder bei ganzjährigem Wärmebedarf (z.B. Gewächshäuser, Hallenbäder). Ungeeignet sind Industriebetriebe mit hochtemperaturigem Prozesswärmebedarf über 95°C und kleine Bauten wie Einfamilienhäuser.

Erfahrungen aus zahlreichen Studien zeigen, dass für eine Nutzung im Kanal eine Abwassermenge von mindestens 10 l/s im Trockenwettermittel nötig ist, im Ablauf der Kläranlage reicht wegen der größeren Temperaturspreizung auch die Hälfte. Die überwindbare Distanz vom Abwasser zum Abnehmer ist beachtlich. Bei unbebauten Gebieten, die kaum Hindernisse für den Leitungsbau aufweisen, können Objekte mit 1 MW Wärmeleistung bis zu 1 km entfernt liegen, Objekte mit 3MW bis zu 3km und dabei die wirtschaftlichen Anforderungen erfüllen. In Siedlungsgebieten sinkt die maximal mögliche Distanz rasch auf wenige hundert Meter.

Kriterien für Einsatz von Abwasserwärme	Faustwert
Gebäudebezogen: - Minimaler Wärmeleistungsbedarf - Neubau oder bestehende Gebäude - Vorlauftemperatur	100kW Beide Übliche Temperaturen (unter 70°C), bis 95°C mit speziellen Wärmepumpen
Distanz zwischen Gebäude/Abwasser: - Unbebautes Gebiet ohne Hindernisse - Bebautes Siedlungsgebiet	Für 0,5 MW bis 0,5 km, für 2 MW bis 2km Individuell klären
Abwasser (Angaben bei Gemeinde nachfragen): - Aus Kanal: minimaler Trockenwetterabfluss - Aus Kläranlage: minimale Einwohnerzahl - Bewilligung erforderlich?	10 l/s Tagesmittel Mehr als ca. 1.000 angeschlossene Einwohner Immer einholen

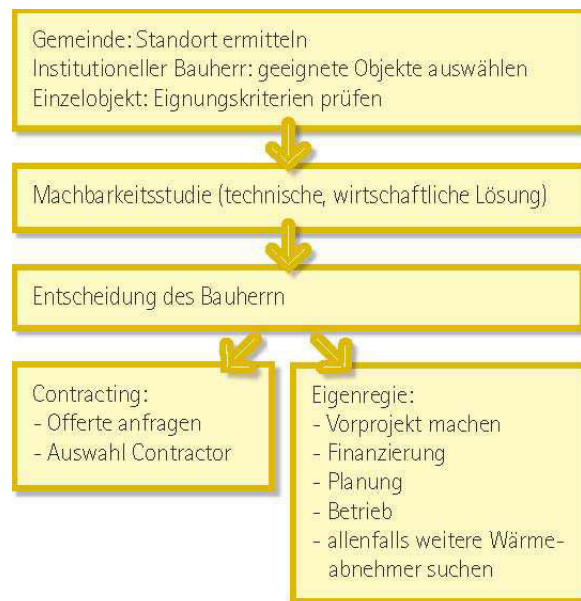
	Größe der Abnehmer (Wärmeleistungsbedarf in kW)				
	250 kW	500 kW	1.000 kW	2.000 kW	3.000 kW
Maximale Distanz (ca.)	100 m	500 m	1.000 m	2.000 m	3.000 m

⁵ Energie Schweiz für Infrastrukturanlagen, abgeleitet aus Abwasserwärmenutzung – Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung, BFE Schweiz, Juli 2008

Kommunen als Motor

Die Kommune hat einen wichtigen Stellenwert bei der Umsetzung der Abwasserwärmenutzung, da sie

- Eigentümer von vielen Gebäuden ist, die häufig für Abwasserwärmenutzung geeignet sind
- häufig (mit-) verantwortlich für das Kanalisationsnetz sowie die Kläranlage ist
- mit Pilotprojekten an eigenen Gebäuden eine Vorzeigerolle übernehmen kann
- mit Studien sinnvolle Standorte über das ganze Gemeindegebiet ermitteln und damit eine breite Umsetzung einleiten kann
- auch private Bauherren bei der Umsetzung unterstützen kann, z.B. mit Finanzbeiträgen an Machbarkeitsstudien und mit einem zügigen Bewilligungsverfahren.



Abklärungen zur Abwasserwärmenutzung sind in Gemeinden bereits ab rund 1.000 Einwohnern (nach der Kläranlage) bzw. ab rund 3.000 Einwohnern (aus dem Kanal) sinnvoll.

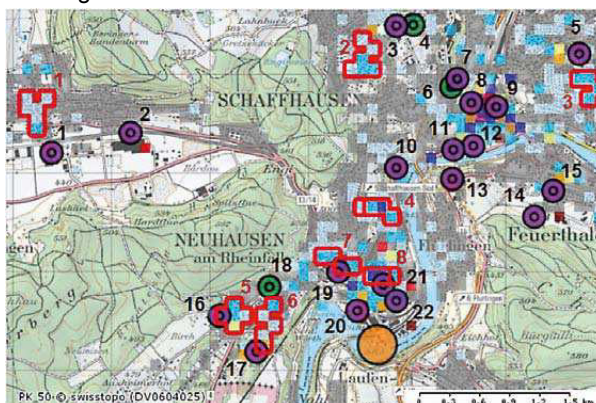
Vorgehen eines institutionellen Bauherrn

Bauherren mit mehreren größeren Gebäuden wie Gemeinden sowie private oder gemeinnützige Immobilienbesitzer können folgendermaßen bei einer systematischen Umsetzung vorgehen: Zunächst werden Gebäude mit einem Wärmebedarf über 100kW ausgewählt. Diese können nach obigen Kriterien bewertet und an den interessantesten Gebäuden Machbarkeitsstudien durch Fachleute erstellt werden. Zeigt die Studie die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit, bei der auch die Energiepreissteigerung über 15 - 30 Jahre sowie Fördermittel berücksichtigt werden müssen, so kann die Realisierung in Eigenregie oder mit einem Contractor gemäß Schema in der linken Spalte angegangen werden. Ein Contractor plant, baut, finanziert und betreibt die Anlagen und verkauft die Wärme – wie ein Fernwärmebetreiber – an die Abnehmer. Er schließt mit dem Abnehmer einen Vertrag über die Wärmelieferung und die Kosten ab und übernimmt damit auch weitgehend das Risiko für Bau und Betrieb der Anlage. Die meisten Anlagen in der Schweiz und Deutschland wurden in den letzten Jahren im Contracting realisiert. Dabei haben sich vor allem aus der Elektrizitätsbranche Contractingfirmen etabliert, die inzwischen bis zu einem Dutzend Anlagen realisiert und sich damit ein umfassendes Know-how angeeignet haben. Dies zeigt, dass die Abwasserwärmenutzung – geeignete Standortbedingungen vorausgesetzt – ein finanziell attraktives Geschäft ist. Wichtige Grundlage für diese Erfolge in der Schweiz und Baden-Württemberg sind die Initialisierungsprogramme durch die Länder mit Information, Beratung und Beiträgen an Machbarkeitsstudien.

Vorgehen bei Einzelgebäuden

Mit vorher genannten Faustformeln (S. 10) kann geprüft werden, ob ein Gebäude aufgrund der Distanz zur Kläranlage oder zu einem Hauptsammler als Verbraucher für den Einsatz von Abwasserenergie geeignet ist. Sind die Kriterien erfüllt, so ist die Erstellung einer Machbarkeitsstudie durch einen Fachmann zu empfehlen. Bei positivem Ergebnis kann die Anlage entweder in Eigenregie oder mit einem Contractor umgesetzt werden

Abb.13: Mit Energiekarten, die große Heizzentralen und Gebiete mit hohem Energiebedarf zeigen, können potenzielle Wärmeabnehmer rund um eine Kläranlage und in der Nähe von Abwasserkanälen ermittelt und die Bauherren über die Möglichkeiten der Abwasserenergienutzung informiert werden.



Quelle: GIS vom Verband Fernwärme Schweiz / Bundesamt für Energie CH

IMPRESSUM

Verfasser und Projektpartner

Herausgeber und für den Inhalt
verantwortlich:
Projektteam „Energie aus Abwasser“

Ochsner Wärmepumpen GmbH
A 3350 Stadt Haag, Ochsner-Straße 1
Tel. +43 (0) 504 24 5-8
www.ochsner.at

Fernwärme Wien GmbH
1090 Wien, Spittelauer Lände 45
Tel. +43 (0) 1 313 26-0
www.fernwaermewien.at

BOKU – Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft und
Gewässerschutz,
1190 Wien, Muthgasse 18
Tel. +43 (0) 1 47654-0
www.wau.boku.ac.at/sig.html

Institut Energie in Infrastrukturanlagen
CH 8400 Winterthur, Pflanzschulstrasse 2
Tel. +41 (0) 522 38 34 34
www.infrastrukturanlagen.ch

Österreichische Energieagentur
1150 Wien, Mariahilfer Straße 136
Tel. +43 (0) 1 586 15 24-0
www.energyagency.at

Autoren

Karl Ochsner (Projektleitung), Gottfried
Adelberger, Thomas Ertl, Florian
Kretschmer, Ernst A. Müller, Adolf Penthor,
Franz Zach

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH