

Abwasserwärmenutzungsanlagen in der Schweiz (Zürich und Umgebung)

1. Anlage: 8906 Bonstetten, Stallikerstrasse 5

Diese Abwasserwärmenutzungsanlage (AWNA) wurde 2008 in Betrieb genommen und beheizt ein Hotel sowie 4 Mehrfamilienhäuser (MFH).

Der Wärmetauscher hat eine Länge von 42 m, besteht aus 14 Elementen und befindet sich im Kanalrohr (Mischwasserkanal), welches einen Durchmesser von etwa 1,5 m besitzt, mehrere Kilometer vor der Kläranlage. Das Abwasser wird beim Wärmetauscher im Mittel um 2°C abgekühlt. Abbildung 1 zeigt den Querschnitt des Kanals mit Wärmetauscheranlage.

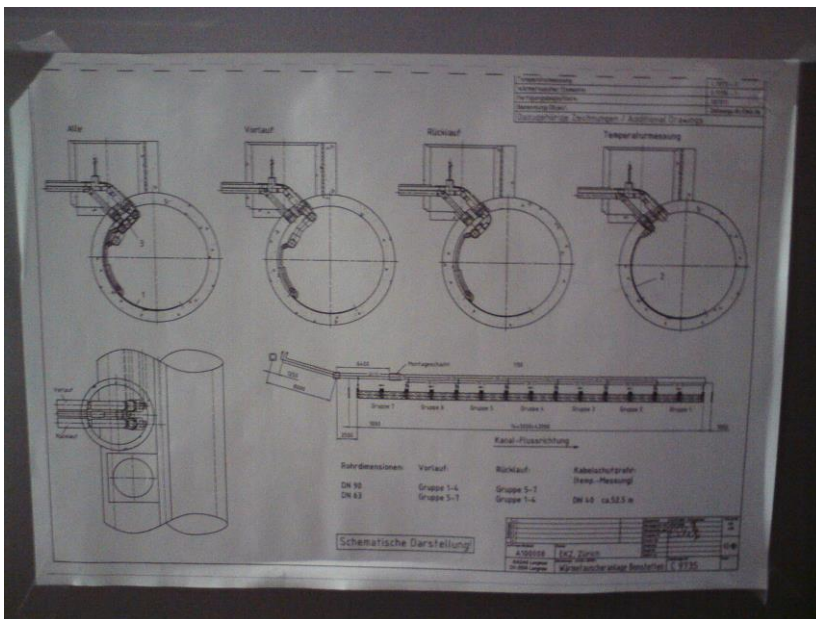


Abbildung 1: Querschnitt des Kanals mit Wärmetauscher inkl. Verrohrungen

Die Häuser sind mit einem Niedertemperaturheizsystem ausgestattet, sodass niedrige Vorlauftemperaturen für den Heizbetrieb (ca. 35°C) ausreichen.

Die Kommunikation mit dem Kanalbetreiber in der Planungsphase wird als eher eingeschränkt beschrieben, Probleme im Betrieb haben daraus bisher jedoch nicht resultiert. Der Kanal-/Kläranlagenbetreiber bekommt keinerlei finanzielle Abgeltung. Abbildung 2 zeigt den für die Wärmenutzung verwendeten Kanalabschnitt während der Bauphase, Abbildung 3 die Gebiet, unter dem sich das verwendete Kanalstück befindet.

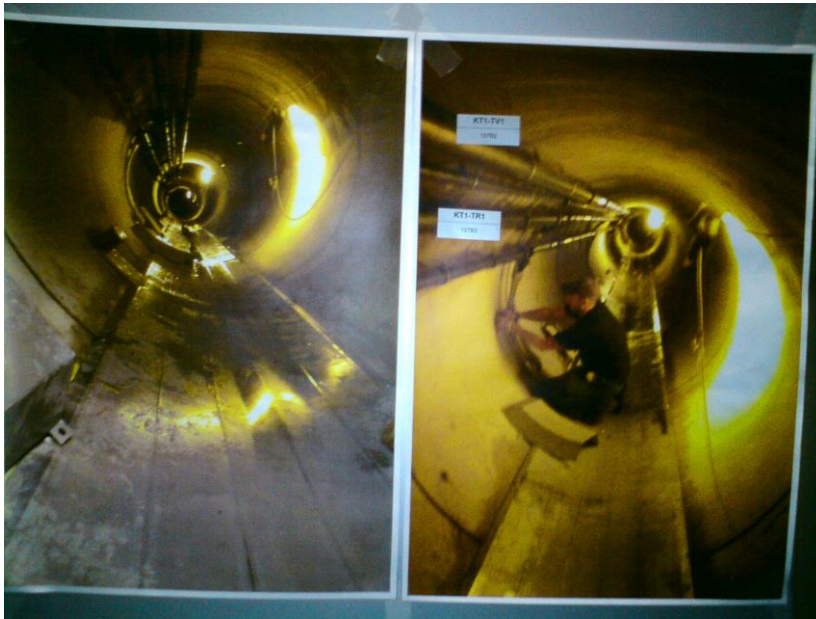


Abbildung 2: Foto des Kanals während der Bauphase der Wärmetauscheranlage

Die Wärmepumpe liefert praktisch konstant eine Leistung von knapp 100 kW (Nennleistung: 85 kW bei S0W35, d.h. bei Temperatur des Wärmemediums Erdreich/Sole von 0°C und einer Vorlauftemperatur von 35°C). Die Jahresarbeitszahl beträgt etwa 3,4.

Als Zusatzheizsystem fungiert ein Gaskessel, der so ausgelegt ist, dass er die gesamte Last decken kann, während die Wärmepumpe allein dazu nicht in der Lage wäre (diese Auslegungsvariante ist aufgrund der besten Wirtschaftlichkeit die meistgewählte).



Abbildung 3: Kanalenschacht (rechts) und Kanaltrasse; ganz links ist eines der von der Anlage versorgten Gebäude zu erkennen

Die Wärmepumpe kann auch auf halber Leistung laufen. Dies wird dann umgesetzt, wenn die Abwassertemperatur unter ca. 8°C fällt.

Die Leitung zwischen Wärmetauscher und Wärmepumpe, welche sich im Keller des dem Kanal nächstgelegenen MFH befindet, beträgt etwa 20 – 25m. Die Leitung besteht aus

Kunststoff und ist nicht extra gedämmt (wie alle Nahwärmeleitungen der besichtigten Anlagen und, soweit bekannt, auch bei allen anderen AWNAs).

Zunächst war eine Aufteilung Wärmepumpe : Gaskessel = 60 : 40 vorgesehen; aufgrund eines höheren Wärmebedarfs als berechnet und der Grundlasteigenschaft der Awna brachte es die WP bisher auf einen Anteil von 44%.

Etwa dreimal am Tag werden die Warmwasserspeicher mit Hilfe des Gaskessels aufgeladen (außer im Sommer). Die Warmwasserbereitung wird teilweise über Elektroboiler bereitgestellt.

Ein Schweizer Gesetz besagt, dass 20% des Energiebedarfs von Gebäuden durch erneuerbare Energie gedeckt werden muss. Der niedrige Strompreis in der Schweiz begünstigt zudem den Einsatz von Wärmepumpenanlagen.

2. Anlage: 8800 Thalwil, Seestrasse 57

Die Anlage wurde 2006 errichtet und beheizt Seniorenwohnheime bzw. Pflegeheime. Die Wärmepumpe hat eine Nennleistung von ca. 800 kW.

Der Wärmetauscher befindet sich im Ablauf der Kläranlage (im Gegensatz zu den anderen drei besichtigten Anlagen mit Wärmetauschern im Kanalnetz (ungereinigten Abwasser) – davon eine Inhouse-Anlage), siehe Abbildung 4.

Es wird eine (gemessene) Jahresarbeitszahl von etwa 4,5 erreicht.

Dem Kläranlagenablauf wird durch zwei Wärmetauscher Wärme entzogen, die Heizzentrale mit den Wärmepumpen über eine kalte Fernwärmeleitung (Zwischenkreislauf mit glykolfreiem Wasser gefüllt) erreicht.



Abbildung 4: Wärmetauscheranlage im Gebäude der Kläranlage

Die Wärmetauscher werden mehrmals in der Woche mit Frischwasser durchgespült, damit sich keine Verunreinigungen festsetzen, die die Zerlegung der Wärmetauscher notwendig machen würden.

Die Gesamtlänge der Leitung beträgt etwa 1,5 km (siehe Abbildung 5). Unter anderem wurden eine Bahnlinie, mehrere Straßen und Privatgrundstücke gekreuzt. Die Zustimmung der Anrainer zur Leitungslegung war größtenteils problemlos; lediglich eine Eigentümergemeinschaft verursachte eine mehrmonatige Verzögerung. Eine Dämmung des

Kaltwasserleitungsring wäre laut Aussage des Planers aufgrund der Einbautiefe von durchschnittlich 1 m nicht wirtschaftlich gewesen und verursacht bei Abwassertemperaturen von wenigen °C über der Temperatur des umliegenden Erdreichs nur marginale Verluste.



Abbildung 5: Plan der Abwasserwärmenutzungsanlage Thalwil

Im Jahresdurchschnitt beträgt die Abwassertemperatur etwa 14°C mit den üblichen jahreszeitlichen Schwankungen.

Die Kläranlage entwässert ein Gebiet mit etwa 20.000 Einwohnern.

Bei der Planung wurde auf bestehende oder geplante Gebäude (hauptsächlich gewerbliche Nutzung), die in Zukunft an einem Anschluss interessiert sein könnten, Rücksicht genommen. Die Investition wird erst dann wirtschaftlich, wenn sich einige dieser vorgesehenen Gebäude auch an den Leitungsring angeschlossen haben. Dies ist eine gängige Vorgangsweise, die auch oft von Fernwärmeunternehmen gewählt wird.

Als Zusatzheizsystem sind Gas- und Ölkessel vorhanden (Altbestand). Die Gaskessel sind deshalb von Nachteil, weil durch die auftretenden Lastspitzen die Anzahl der Volllaststunden gering ist und sich daher der Leistungspreis (welcher bei Öl natürlich nicht gegeben ist) stark negativ auf die Energiekosten auswirkt.

Beide Anlagen 1 und 2 wurden bzw. werden von einer Contractingfirma geplant und betrieben. Das Unternehmen (EKZ – Elektrizitätswerke des Kantons Zürich) betreibt etwa 400 Heizanlagen mit Bezug zu erneuerbaren Energien, darunter 11 thermische Abwassernutzungsanlagen nach und eine vor der Kläranlage (siehe 1. Beispiel). Die Kunden zahlen einen vorher vereinbarten Wärmepreis. Dies bedeutet, dass eine hohe Jahresarbeitszahl im Sinne des Errichters ist: Die Stromkosten werden vom Contractor getragen. Ist die JAZ hoch, bedeutet dies hohe Wärmemengen bei wenig Stromverbrauch, was sich für den Contractor günstig auswirkt. Weiters ist der Contractor an niedrigen Reparaturkosten interessiert, weshalb schon deswegen höherwertige Materialien und gute Verarbeitung angestrebt werden. Der Kunde gibt seine benötigte Leistung, die Vorlauftemperaturen und den zu erwartenden Energieverbrauch bekannt. Auf dieser Basis wird der Wärmepreis berechnet. Der Energiepreis beträgt rund 4ct./kWh, der Grundpreis bewegt sich umgelegt auf den Verbrauch in einer ähnlichen Höhe. Im Falle einer Nutzungsabweichung (höhere Vorlauftemperatur, höhere Heizlast, etc.) sind nachträgliche Preisadjustierungen möglich.

Defekte nach der Wärmepumpenstation, also beim Kunden (in der Wohnung direkt) sind nicht im Verantwortungsbereich des Contractors. Allerdings gibt es bei Contracting viele verschiedene Varianten bezüglich des Zuständigkeitsgebiets. Fernwärme Wien als Wärmecontractor z.B. kümmert sich auch um Defekte bis hin zum Thermostatventil am Heizkörper. Dies ist von den getroffenen Vereinbarungen abhängig.

In der Schweiz und speziell im Kanton Zürich wird die Wirtschaftlichkeit durch einen Strompreis für Wärmepumpen (Spezialtarif) von etwa 8 ct./kWh (Mittel aus Hoch- und Niedertarif);

http://www.ekz.ch/internet/ekz/de/privatkunden/Tarife_neu/waermetarife_mixstrom.html)

stark begünstigt (in Österreich liegt dieser – ohne Berücksichtigung eventueller Sondertarife – etwa doppelt so hoch).

3. Anlage: 8005 Zürich, Limmatstraße 90, Limmatschule

Die AWNA in der Limmatschule ist seit etwa drei Jahren in Betrieb. Das Gebäude wurde 1909 erbaut. Aus Denkmalschutzgründen konnte keine Fassadendämmung vorgesehen werden. Die Vorlauftemperatur für die Heizung beträgt dementsprechend etwa 60°C. Der Kanalrinnenwärmetauscher ist 120 Meter lang, hat eine Fläche von 72 m² und befindet sich unter der Straße entlang des Gebäudes in einem Mischwasserkanal, die Distanz zur Wärmepumpe ist also minimal (ca. 20 m an der nächsten Stelle). Die minimale Abwassertemperatur bisher betrug 6°C – bei dieser Temperatur wird die Anlage abgeschaltet. Im Durchschnitt werden 14,4°C erreicht. Die Anlage wurde von KASAG geplant und ausgeführt.



Abbildung 6: Wärmepumpe im Heizungskeller

Im vergangenen Jahr musste die Anlage auf Anordnung der Kläranlage (diese wurde in die Planung der AWNA nicht eingebunden und steht u. a. deshalb weiteren AWNA im Einzugsgebiet skeptisch gegenüber) zwei Monate lang stillgelegt werden (Jänner und Februar), was die Wirtschaftlichkeit deutlich verschlechtert. Auch in diesem Winter kam es wieder zu Abschaltungen aufgrund niedriger Kläranlagenzulauftemperaturen. Derzeit werden Verhandlungen geführt, um solche Zustände in Zukunft möglichst vermeiden zu können (v. a. auch deshalb, weil die Stadt Zürich erneuerbare Energien weiter forcieren möchte). Allerdings

ist auch eine Abschaltmöglichkeit durch die Kläranlage (zentral für alle Anlagen im Einzugsgebiet) im Gespräch.



Abbildung 7: Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung

Allein der Wärmetauscher kostete über 200.000 €, die Gesamtinvestitionskosten betragen etwa 550.000 €. Es wird daher mit einer eher langen Amortisationszeit gerechnet, die Anlage ist im Wesentlichen aber auch als Pilotprojekt gedacht gewesen.

Den Großteil der Zeit wird das Warmwasser mit etwa 50°C bereitgestellt, nur am Sonntag wird kurzfristig auf 60°C aufgeheizt (Legionellenschaltung).

Ein Jahr vorher wurde ein neuer Gaskessel installiert (Abbildung 7), der – im Gegensatz zur Wärmepumpe – allein die Heizlast decken kann und nun als Zusatzheizsystem eingesetzt wird. Die Wärmepumpe liefert momentan knapp über die Hälfte der Energie.

Im letzten Jahr lieferte die Wärmepumpe (Abbildung 6) bei einer Nennleistung von 250 kW über 600.000 kWh Energie. Ein 4 m³-Speicher sorgt dafür, dass die Wärmepumpe in Niederlastzeiten Wärme einspeichern kann und die Lastspitzen abgemildert werden.

Zunächst rechnete man mit einer JAZ von etwa 3,5. In Realität beträgt diese 2,6. Als Hauptgrund werden Mängel im Verteilsystem innerhalb des Hauses angesehen. Bei der momentanen JAZ ist die Anlage nicht wirtschaftlich. Durch Optimierung der Hydraulik wird jedoch eine Verbesserung der Situation erwartet.

Die Wärmepumpe verwendet als Kältemittel Propan (ca. 18 l insgesamt). Dies wurde aus ökologischen Gründen gewählt (u. a. vergleichsweise niedriges Treibhausgaspotential); der Theorie nach sollte Propan zu höheren JAZ führen als etwa R134a, welches bei den drei anderen Anlagen eingesetzt wird. Allerdings ist die Technologie hier aufgrund niedriger Stückzahlen noch nicht ausgereift. Eine – allerdings zu bewältigende – Herausforderung stellt die Brennbarkeit von Propan dar. Dieses ist schwerer als Luft und kann dementsprechend in einem Auffangbecken gesammelt werden. Dieser Fall trat bereits einmal ein und führte zu keinen weiteren Sicherheits- oder sonstigen Problemen.

Liefert die Wärmepumpe keine Energie, so springt automatisch der Gaskessel ein (dies ist bei allen Anlagen der Fall). Allerdings kommt es vor, dass durch unbeabsichtigte Betätigung eines Notschalters die Wärmepumpe abgeschaltet wird, obwohl diese betriebsbereit wäre. Daher müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass eine Abschaltung gleich bemerkt wird.

4. Anlage: 8051 Zürich, Helen Keller-Strasse 20, Sportanlage Heerenschürli

Die Anlage versorgt ein Sportzentrum in Heerenschürli. Sie wurde Ende 2009 in (Probe-) Betrieb genommen. Hier gelangt das Abwasser, vornehmlich der Duschen und WCs, vor der Übergabe in das öffentliche Kanalnetz in einen 22 m³ fassenden zylinderförmigen Sammelbehälter (oberirdische Ansicht siehe Abbildung 8). Das Abwasser strömt über die Oberkante des Behälters ein („Überlauf“ mit grobmaschigem Sieb) und fließt nach Kontakt mit dem Wärmetauscher über ein in der Mitte des Behälters angeordnetes Überlaufrohr ins öffentliche Kanalnetz. Genehmigungen von Kanal- und Kläranlagenbetreibern sind in der Schweiz dafür nicht erforderlich (die österreichische Situation müsste erst abgeklärt werden). Die mittlere Abwassertemperatur beträgt aufgrund des hohen Anteils aus den Duschen 24°C und wird auf 18°C abgekühlt. Damit wird der Großteil der Warmwasserbereitung (derzeit ca. 80%) bereitgestellt. Der Rest sowie die Heizwärme (welche hier einen niedrigeren Beitrag als das Warmwasser ausmacht) werden von einem Gaskessel übernommen.

Die Gesamtinvestitionskosten betragen ca. 100.000 €. Eine solche Inhouse-Anlage ist im Verhältnis günstiger als ein Kanalwärmetauscher. Vor allem wurde diese Anlage gleichzeitig mit der Errichtung des Gebäudes installiert, was generell zu Kostensynergien führt.

Es wird mit einer Jahresenergiemenge von etwa 188.000 kWh gerechnet. Die Wärmepumpe hat eine Leistung von 60 kW – damit wird eine Volllaststundenzahl von über 3.000 erreicht.

Es sind vier Speicher mit einer Gesamtkapazität von 10 m³ vorhanden.



Abbildung 8: Außenansicht der Sportanlage Heerenschürli; unter den 7 Deckeln befindet sich das Abwassersammelbecken zur Wärmeentnahme

Man rechnet mit einer JAZ von 3,7, was zu einer Amortisationsdauer von 10 Jahren gegenüber einer alleinigen Gasversorgung führen würde. Momentan kann die Erreichung dieses Wertes noch nicht verifiziert werden. Sollte der Wert nicht erreicht werden, wurde (nach den Erfahrungen in der Limmatschule) der Planer verpflichtet, Nachbesserungen zu tätigen. Dieser Vertragsbestandteil wird bei Nicht-Contracting-Anlagen generell empfohlen.

