

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Publizierbarer Endbericht

Gilt für Potenzial- und Machbarkeitsstudien im Rahmen des Programmes Energie aus Abwasser

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitel:	Machbarkeitsstudie für die Nutzung von Energie aus Abwasser für das Rathaus der Stadtgemeinde Tulln a. d. Donau
Dauer:	01.08.2023 bis 25.09.2023
Kontaktperson Name:	Ing. Bernhard Teufer
Kontaktperson Adresse:	Minoritenplatz, 1 3430, Tulln
Kontaktperson Telefon:	02272690237
Kontaktperson E-Mail:	Bernhard.teufer@tulln.gv.at
Projekt- / KooperationspartnerIn / Planer:	Rabmer Greentech GmbH
Schlagwörter:	Energie aus Abwasser, Rathaus Tulln
Auftragssumme:	23.400,00 Euro (inkl. 20% MwSt.)
Erstellt am:	02.10.2023

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

(max. 1 Seiten)

Kurze Darstellung des Projekts, Zusammenfassung der wesentlichen Projektergebnisse qualitativ und quantitativ.

Die Stadtgemeinde Tulln an der Donau in Niederösterreich beabsichtigt den Einsatz von Energie aus Abwasser als erneuerbare Energiequelle. Im April 2023 wurde die Rabmer GreenTech GmbH mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie beauftragt. Die vorliegende Machbarkeitsstudie beschreibt den Einsatz von „Energie aus Abwasser“ als mögliche erneuerbare Energiequelle für die teilweise Heizung und Kühlung des Rathauses in Tulln an der Donau.

Als Technologie wurde in gemeinsamer Abstimmung aller Projektteilnehmer der Einsatz von Kanalsohle-Wärmetauschern definiert. Die eingesetzte Wärmepumpe soll einen von zwei bestehenden Gaskesseln ersetzen.

Im Zuge der Potenzialerhebung wurden die verfügbaren Durchflussmengen und Temperaturen im Kanal an der Donaulände und daraus das verfügbare Energiepotential ermittelt bzw. mit dem Wärme- und Kältebedarf des Gebäudes abgeglichen. Dabei wird ersichtlich, dass der Kanal grenzwertig wenig Abwasser führt, und das Potenzial demnach nicht ausreicht, um den gesamten Wärmebedarf des Gebäudes zu decken. Es kann aber tagsüber (ca. 07:00 bis 20:00) ein Teil der benötigten Leistung abgedeckt werden und somit mit Energie aus Abwasser eine entsprechende Grundlast zur Verfügung gestellt werden – konkret 115 kW Heizleistung und 45 kW Kälteleistung während der dafür angegebenen Zeiträume. Der Einsatz einer zweiten Energiequelle zur Abdeckung der Leistungsdefizite ist notwendig. Der zweite Gaskessel bleibt somit für die Grundlastabdeckung nachts und die Spitzenlastabdeckung unter Tags erforderlich.

Weiters wurden die Investitionskosten auf Basis von Richtpreisen ermittelt und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Amortisationsrechnung im Zuge des Projektes durchgeführt und die Ergebnisse zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber abgestimmt.

Als klimaschonende Alternative zur bestehenden gasbasierten Wärme, ergibt sich ein jährliches Einsparungspotential von rd. 80 Tonnen CO₂.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

2 Hintergrund und Zielsetzung

(max. 2 Seiten)

Beschreibung von Ausgangslage, Aufgabenstellung und Zielsetzung sowie des Auftragnehmers und der Projektpartner/Planer.

Das Rathaus der Stadtgemeinde Tulln a. d. Donau wird aktuell mit zwei Gaskesseln beheizt und verfügt über keine Gebäudekühlung. Die Stadtgemeinde Tulln beabsichtigt im Zuge einer geplanten Erneuerung des Heizungssystem und Ausstieg aus Gas künftig erneuerbare Energie für die benötigte Wärme und Kälte des Rathauses und der integrierten Veranstaltungshalle (bisher keine Kühlung) zu nutzen.

Eine vorangegangene Potenzialerhebung im Winter 2022/2023 hat gezeigt, dass der betrachtete Kanal im Nahbereich des Rathauses hinsichtlich Dimension und Temperaturen grundsätzlich für eine energetische Nutzung geeignet ist, der Kanal aber relativ wenig Abwasser führt, wodurch nur eine verhältnismäßig geringe Entzugsleistung möglich ist.

Die Firma Rabmer GreenTech GmbH wurde im April 2023 von der Stadtgemeinde Tulln beauftragt eine Machbarkeitsstudie für die Nutzung von Energie aus Abwasser für das Rathaus durchzuführen. Ziel der Studie war die Ausarbeitung einer technischen Lösung für die mögliche Nutzung von Abwasser zu Heizzwecken, mit dem Ziel einen Teil der bestehenden Gasheizung zu ersetzen. Zusätzlich sollte die Möglichkeit einer Gebäudekühlung/-temperierung mittels der Abwasserwärmerückgewinnungsanlage betrachtet werden.

Als erneuerbare Energieträger wurde im Rahmen dieser Studie das Abwasser aus dem nahegelegenen Sammelkanal entlang der Donau untersucht.

Im Zuge der Studie sollte unter anderem eine erneute Messung der Abwasserparameter (Durchfluss, Füllstand, Temperatur) im vorgesehen Kanalabschnitt durchgeführt und der Kanalstandort gemäß ÖWAV-Arbeitsbehelf 65 bewertet, sowie ein technisches Konzept für eine konkrete Energie-aus-Abwasser Anlage erstellt werden. Weiters war eine Zielsetzung dieses Konzept ökonomisch und ökologisch zu bewerten. Dazu wurde eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt und die CO₂-Einsparung durch die Substitution eines bestehenden Gaskessels berechnet.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

3 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Darstellung des Projektes, der Ziele und der im Rahmen des Projektes durchgeführten Aktivitäten. Die in den Kapiteln 4.1 (Notwendige Inhalte der Potenzialstudie) bzw. 4.2 (Notwendige Inhalte der Machbarkeitsstudien) des Leitfadens „Energie aus Abwasser“ angeführten Punkte sind zu beschreiben.

3.1. Standortevaluierung nach ÖWAV-AB-65

Die vorliegende Machbarkeitsstudie richtet sich nach den Vorgaben des Auftraggebers, der Stadtgemeinde Tulln, welche im Rahmen der Angebotslegung und Beauftragung festgelegt wurden. Weiters wurden die Vorgaben des ÖWAV-Arbeitsbehelfs 65, welcher die energetische Nutzung des thermischen Potenzials von Abwasser beschreibt und sowohl den technischen als auch rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmen für die Errichtung derartiger Anlagen vorgibt, berücksichtigt und in diese Studie eingearbeitet.

Die erste Maßnahme im Rahmen dieser Prüfung gem. ÖWAV-Arbeitsbehelf 65 war die Evaluierung des Kanalstandortes gemäß den im Arbeitsbehelf definierten Anforderungen. Die zuständigen Abteilungen der Stadtgemeinde Tulln und des Abwasserverbandes Tulln wurden von Beginn an in die Standortüberlegungen miteingebunden.

Bei dem ausgewählten Kanalstandort handelt es sich um einen Mischwasserkanal dessen Entwässerungsgebiet überwiegend aus Einfamilien- und Mehrparteienhäusern sowie Geschäftslokalen besteht. Es wurden keine wesentlichen Indirekteinleiter für diesen Abschnitt des Kanalsystems identifiziert. Der gegenständliche Kanal ist aus Beton als Ei-Profil 700/1050 bzw. 800/1200 ausgeführt. Der Tagesdurchschnitt der Abwassermenge bei Trockenwetter liegt im Sommer bei rd. 5,5 l/s. Die Teilstrommenge (von der gesamten Zulaufmenge Kläranlage) am Projektstandort beträgt rd. 17 %.

Aus den im Zuge der Messung generierten Daten, insbesondere Durchfluss und Füllstand, lässt sich ableiten, dass der Kanalabschnitt im Trocken- sowie Regenwetter hydraulisch nicht überlastet ist. Damit sollten sowohl bei Trockenwetter als auch bei Regen, im Falle eines Einbaus von Wärmetauschern, keine Nachteile für die Hydraulik des Kanals entstehen.

Unter Berücksichtigung des Mischeffekts, der großen Entfernung zur Tullner Kläranlage, und der zu erwartenden Anpassung an die Umgebungstemperatur des Leitungsnetzes, sowie der Charakteristika des Leistungsbedarfs über den Jahresverlauf,

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

ist unter realen Bedingungen davon auszugehen, dass die durchschnittliche Abkühlung / Aufwärmung des Kläranlagenzulaufs durch die thermische Nutzung am Projektstandort im Jahresmittel unter 0,1 Kelvin liegen wird.

Ein zusätzlich zu installierendes Monitoring der Abwassertemperaturen vor und nach der Nutzung, gewährleistet den Nachweis der tatsächlichen Abkühlung/Erwärmung, welche nach den Erfahrungen aus anderen Referenzanlagen in Österreich oft wesentlich unter den Auslegungsdaten liegen und die Angleichung an die Umgebungstemperaturen oft bereits nach kurzer Fließstrecke eintritt.

3.2. Potenzialanalyse, Anlagendimensionierung und Gegenüberstellung mit Bedarf

Um das Potenzial des Abwassers zu erheben, wurden von Seiten des Auftragnehmers zwei mehrtägige Messungen an einem gemeinsam mit dem Abwasserverband Tulln festgelegten Messpunkt im betrachteten Kanalabschnitt durchgeführt. Eine Messung erfolgte im Zuge einer ersten Potenzialeinschätzung im Winter 2022 (Dezember) und eine im Zuge dieser Studie im Sommer 2023 (Juni). Die Bestimmung der notwendigen Abwasserparameter am ausgewählten Messpunkt erfolgte mit modernen Messgeräten zur Messung des Abwasserdurchflusses, Füllstandes sowie der Abwassertemperatur.

Bei einer gemeinsamen Begehung des Gebäudes inkl. Haustechnikanlage mit Vertretern der Projektteilnehmer wurden die Gebäudeausgangsdaten erhoben.

Im Zuge der Potenzialermittlung und -bewertung wurde wie folgt vorgegangen:

- Analyse der Tagesganglinien von Temperatur und Durchfluss auf Basis der Messdaten sowie Festlegung von Auslegungsfällen
 - Ermittlung des für eine Auslegung sinnvollen Trockenwetterdurchflusses: 6 l/s
 - Festlegung Temperaturen für Auslegungsfälle Winter/Sommer:
 - Abwassertemperatur Winter: 13 °C
 - Abwassertemperatur Sommer: 22 °C
- Auslegung der Wärmetauscher und Wärmepumpe auf Basis des technisch maximal nutzbaren Leistungspotenzials im Heiz- und Kühlfall und Ermittlung der sich daraus ergebenden Abkühlung/Aufwärmung des Abwassers. Bei dem ausgewählten Wärmetauscher handelt es sich um das Fabrikat „ThermLiner“ der Uhrig Energie GmbH. Die Module bestehen aus hochwertigem Edelstahl und haben erwartete

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Standzeiten von 50 Jahren. Die geplante Wärmetauscher-Gesamtlänge beläuft sich auf 100 Meter.

- Das Heiz- bzw. Kühlpotenzial der dimensionierten Energie-aus-Abwasser Anlage liegt untertags (ca. 07:00-20:00) bei maximal 115 kW (Heizfall) bzw. 45 kW (Kühlfall), in den Nachtstunden geht beides gegen 0 kW. Im Heizfall wird das Abwasser um maximal 3,1 Kelvin abgekühlt, im Kühlfall um maximal 2 Kelvin erwärmt.

Weiters wurden die Bedarfsdaten des Rathauses mit dem zur Verfügung stehendem Potenzial der geplanten Energie-aus-Abwasser Anlage gegenübergestellt.

- Das Ergebnis dieser Analyse zeigt, dass der Leistungsbedarf nur zum Teil mit Energie aus Abwasser gedeckt werden kann. Zur Spitzenlastabdeckung untertags, sowie zur Grundversorgung nachts muss einer der bestehenden Gaskessel weiter im Betrieb bleiben. Die Abdeckung einer Tagesgrundlast mit Energie aus Abwasser würde aber ausreichen, um einen Großteil der benötigten Energiemenge des Rathauses zur Verfügung zu stellen.

3.3. Technisches Konzept

In nachfolgender Abbildung ist die Lage der einzelnen Komponenten als Gesamtüberblick schematisch dargestellt. Der Verlegung des Wärmetauschers (orange) ist vom Einbring- & Ausbindungsschacht (auch Montageschacht) kanalabwärts geplant. Die VL/RL-Leitungen (rot/blau) werden vom Schacht über das Kellergeschoss (Gebäudeeintritt) in das Dachgeschoss zum Heiztechnikraum geführt. Die Versorgungsdistanz vom Kanal bis zur Heizzentrale beträgt dabei rund 50 Meter.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

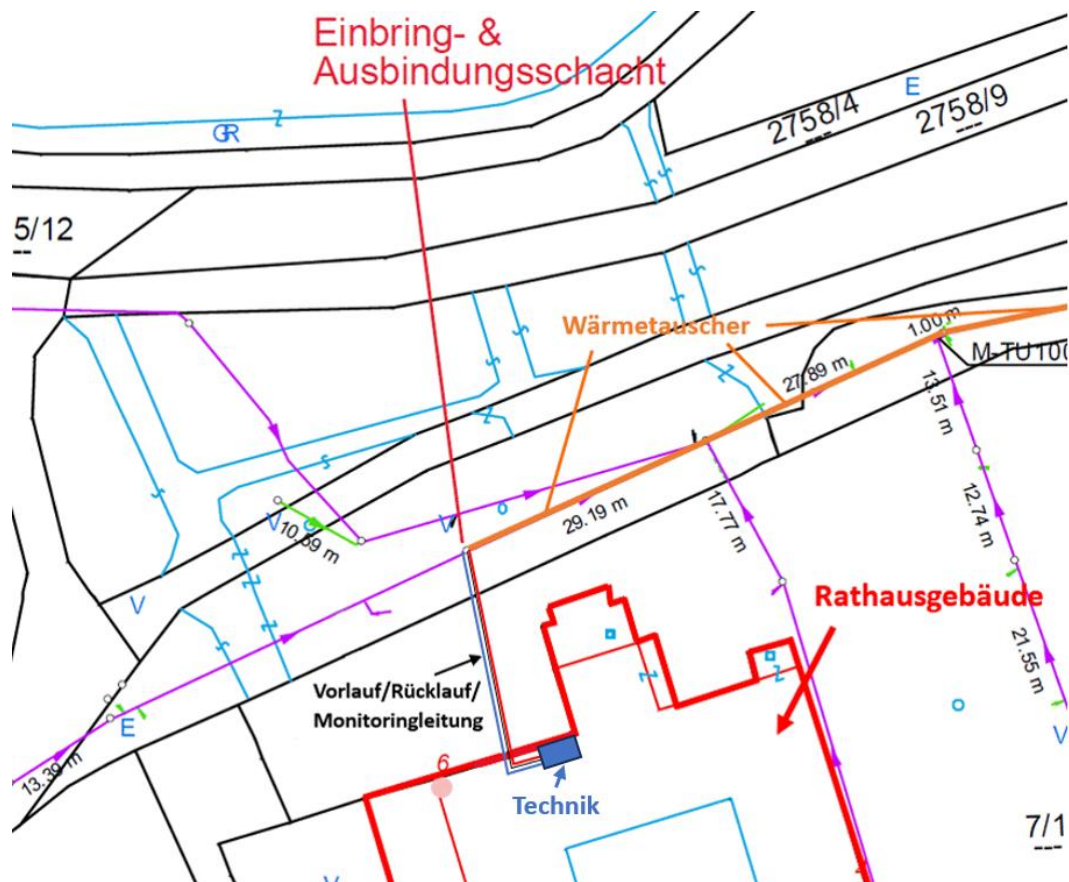


Abbildung 1: Lageplan mit möglicher Leitungsführung Vor-/Rücklauf zwischen Wärmetauscher-Wärmepumpen im Technikraum (Bildquelle: Stadtgemeinde Tulln, bearb. Rabmer GreenTech GmbH)

Das Abwasser am Projektstandort mit Temperaturen von rd. 13 °C (Winter) bis 22 °C (Sommer) kann in Kombination mit modernen Wärmepumpen im Winter für die Heizung und im Sommer im umgekehrten Prozess für die Kühlung verwendet werden. Das Herzstück der Energie-aus-Abwasseranlage ist der Wärmetauscher im Kanal. Dort wird dem Abwasser die benötigte Wärme entzogen und über die Vor-/Rücklaufleitungen des Primärkreislaufes zu den Wärmepumpen transportiert. Im Heizfall hebt die Wärmepumpe das für die bestehende Heizung notwendige Temperaturniveau auf 60 Grad. Durch die niedrigen Temperaturen im Primärkreislauf kommt dort ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole) zum Einsatz.

Im Sommer kann die Wärmepumpe als Kältemaschine betrieben werden. Die Gebäudekühlung kann im Sommer mit 8 °C kühlem Wasser gespeist werden. Die im Wärmepumpenprozess entstandene Wärme wird über die Kanalwärmetauscher auf das Abwasser „übertragen“. Die „kalte“ Seite der Wärmepumpe ist für den Kühlfall mittels Plattenwärmetauscher vom eigentlichen Kühlkreislauf im Gebäude hydraulisch getrennt. Auch die „warme“ Seite der Wärmepumpe ist vom Wärmetauscher-Kreislauf

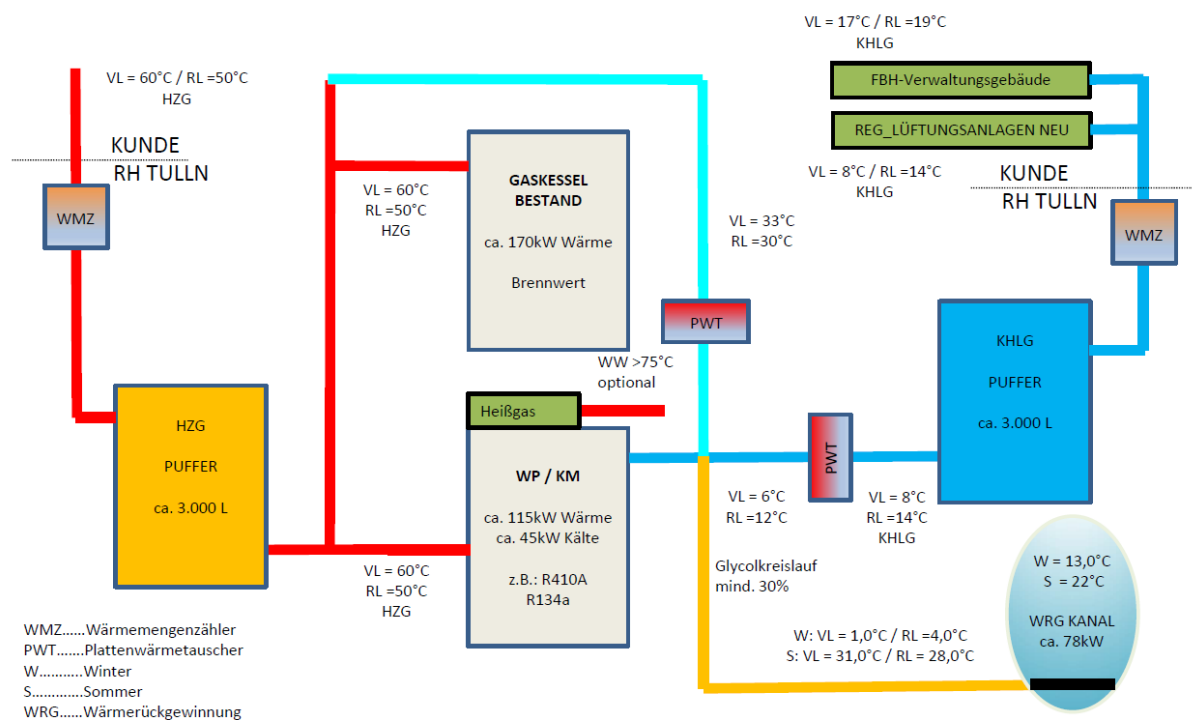
Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

hydraulisch getrennt, da im Wärmetauscher-Kreislauf ein Wasser-Glykol Gemisch zum Einsatz kommt.

Die Schnittstellen der Anlage zu der bestehenden Haustechnik sind jeweils ein Wärmemengenzähler nach den Pufferspeichern auf der „warmen“ und auf der „kalten“ Seite des Systems.

KONZEPT ENERGIE / AWWRG - „Rathaus Tulln“



Abstimmung mit dem Stromlieferanten (EVU) wegen Einbindung bzw. Anschluss der Wärmepumpe!

Abbildung 2: Konzeptdarstellung Abwasserwärmerückgewinnungsanlage (Quelle: Rabmer GreenTech GmbH)

3.4. Ökonomische und ökologische Betrachtung

Die geforderte Ermittlung der Investitionskosten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sowie Amortisationsrechnung wurden im Rahmen des Projektes durchgeführt und zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abgestimmt.

Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die Investitionskosten und Betriebskosten der Abwasserenergieanlage (Heizen und Kühlen) auf der einen Seite, mit der bestehenden gasbasierten Wärmeversorgung bzw. einer angenommenen strombasierenden Kälteversorgung auf der anderen Seite verglichen. Es wurde dabei jene Energiemenge betrachtet, die durch die Energie-aus-Abwasser Anlage ersetzt werden kann.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Unter der in der Wirtschaftlichkeitsanalyse getroffenen Annahme, dass rd. 322 MWh Gas durch erneuerbare Energie ersetzt werden, ergibt sich daraus ein jährliches CO₂-Einsparungspotential von rd. 80 Tonnen (Emissionsfaktor Erdgas: 0,247 kg/kWh).

Die CO₂-Emissionen des eingesetzten Stroms im Heiz-, sowie Kühlfall werden nicht betrachtet, da die Energie-aus-Abwasser Anlage bzw. eine optionale strombasierte Kühlung zu 100% mit „Grünstrom“ betrieben wird bzw. werden würde. Der Emissionsfaktor von „grünem“ Strom ist in dieser Rechnung vernachlässigbar gering.

3.4. Umsetzungsplan

Vorschlag:

Die nächsten konkreten Schritte zur Umsetzung waren zum Zeitpunkt der Erstellung der Machbarkeitsstudie:

Q4 2023:

- Interne Freigabe des Konzeptes
- Angebot / Auftrag notwendige Detailplanung
- Planungsphase (Erstellung Basic- und Detail-Engineering, Leistungsverzeichnis)

Q1 2024:

- Erstellung und Umsetzung Ausschreibung
- Vergabe Auftrag

Q1-Q3 2024:

- Start Projektumsetzung
- Verlegung Wärmetauscher
- Fertigstellung Energie-aus-Abwasser Anlage / Inbetriebnahme
- Übernahme Anlagenbetrieb

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

(max. 5 Seiten)

Zusammenfassung der wesentlichen Projektergebnisse. Welche Schlussfolgerungen können daraus abgeleitet werden, welche Empfehlungen können gegeben werden?

Nach Abschluss der Machbarkeitsstudie wurden folgende Schlussfolgerungen und Empfehlungen getroffen:

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

- Die energetische Nutzung des Kanals ist hinsichtlich Dimension und Abwassertemperatur grundsätzlich möglich, jedoch führt der Kanal eine relativ geringe Abwassermenge.
- Die Nutzung von Energie aus Abwasser hat unter den in der Studie dargestellten Rahmenbedingungen voraussichtlich keinen Einfluss auf den Kanal- und Kläranlagenbetrieb. Der Einsatz eines innovativen Monitoringsystems zur Kontrolle der Auswirkungen möglicher Temperaturabsenkungen/-erhöhungen im Heiz-/Kühlmodus wird empfohlen.
- Mit der in dieser Studie konzipierten Abwasserwärmerückgewinnungsanlage kann unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen untertags eine maximale Heizleistung von 115 kW bzw. eine Kühlleistung von 45 kW, jeweils an der Wärmepumpe, zur Verfügung gestellt werden. In den Nachtstunden gehen die erzielbaren Leistungen gegen Null. Damit kann der Leistungsbedarf nicht zu Gänze gedeckt werden. Es wird empfohlen einen der beiden bestehenden Gaskessel weiterhin zur Grundlastabdeckung nachts und Spitzenlastabdeckung unter Tags weiter zu betreiben.
- Mit der Abdeckung einer Grundlast untertags durch Energie aus Abwasser, kann ein Großteil der benötigten Energiemenge des Rathauses zur Verfügung gestellt werden.
- Im Zuge der ökonomischen Betrachtung des Projekts wurde ein Investitionsvolumen ermittelt und eine Amortisationsrechnung durchgeführt. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage ist im Wesentlichen von den tatsächlichen Strom- und Gaspreisen sowie dem erzielbaren Fördervolumen abhängig.
- Das Projekt stellt einen maßgeblichen Einfluss zur Senkung der Treibstoffemissionen dar. Als klimaschonende Alternative zur bestehenden gasbasierten Wärme, ergibt sich ein jährliches Einsparungspotential von rd. 80 Tonnen CO₂.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

C) Projektdetails

5 Arbeits- und Zeitplan

(max. 1 Seite)

Kurze Übersichtsdarstellung des Arbeits- und Zeitplans (keine Details).

Vorschlag:

- Mai-Juni 2023: Erhebung & Auswertung Basisdaten für die Machbarkeitsstudie, Bedarfsanalyse
- Juni 2023: Messung Abwasserdaten
- Juni-August 2024: Auswertung der Daten, Anlagendimensionierung, Erstellung technisches Konzept, Zwischenpräsentation Ergebnisse
- September 2024: Verfassung & Abgabe Endbericht

6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Tabellarische Angabe von (wissenschaftlichen) Publikationen, die aus dem Projekt entstanden sind, sowie sonstiger relevanter Disseminierungsaktivitäten.

Aktuell keine von Seiten des Auftragnehmers

Aktuell keine von Seiten des Auftraggebers

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.