

Publizierbarer Endbericht

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

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitel:	Potenzialanalyse der gemeindeeigenen Objekte der Stadt Leonding
Dauer:	24.11.2021 bis 30.04.2022 (Schlussbericht)
Kontaktperson Name:	Ing. Markus Höllinger
Kontaktperson Adresse:	Stadtgemeinde Leonding, Stadtplatz 1, 4060 Leonding
Kontaktperson Telefon:	0732 6778 DW 140301
Kontaktperson E-Mail:	markus.hoellinger@leonding.at
Projekt- / KooperationspartnerIn / Planer:	Energie aus Abwasser Rabmer GreenTech GmbH Dr. Rainer Wiedemann
Schlagwörter:	Nachhaltiges Heizen und Kühlen - Abwassernetz
Auftragssumme:	9.000,00 Euro
Erstellt am:	20.4.2023

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

(max. 1 Seiten)

Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse konnte in ausgewählten Bereichen von Leonding eine grobe Darstellung des energetischen Potenzials in kommunalen Kanälen ab einem Trockenwetterabfluss von 10l/s erarbeitet werden. Diese stellt die Basis für mögliche künftige Entscheidungen der Energieraumplanung und etwaige konkrete Investitionen, Sanierungen etc. in Leonding dar. Auf der Grundlage der darauf basierenden Auslegungen wurden mögliche technologische Lösungen vorgestellt.

Nach dem Zusammenfluss unterschiedlicher Sammler liegen in den Kanälen im Bereich

- Bereich Salzburger Straße bis zur Einmündung Linz AG
- Bereich Harter Plateau Richtung Füchselbachkanal
- Bereich Zone Zentrum Gerstmayerstr./ Füchselbachkanal

ein mögliches energetisches Potenzial vor, welches in einer Potenzialkarte dargestellt wurde. Dieses könnte in Zukunft für städtebauliche Erweiterungen in diesem Gebiet etc. genutzt werden für

- Heizung/Kühlung von Einzelobjekten
- Sanierung bestehender Einrichtungen, Ablösung z.B. von Gas-Heizungen
- Einspeisung in lokale Nahwärmenetze
- Kalte Netze

Für die Bereiche des derzeitig geplanten Neubaus der

- Volksschule Leonding
- Entwicklung Wohngebiet UNO-City

liegen derzeit in den dortigen Kanälen keine ausreichenden Mengen für eine belastbare Heizung/Kühlung vor.

2 Hintergrund und Zielsetzung

(max. 2 Seiten)

Im Rahmen der von Stadt Leonding und der Firma Rabmer Greentech GmbH erstellten Vorüberlegungen ergab sich ein mögliches Potenzial der energetischen Nutzung von kommunalem Abwasser in bestimmten Bereichen des Kanalnetzes der Stadt Leonding. Leonding und Umgebung sind

Zuzugsgebiete, man rechnet kurz- und mittelfristig mit der Realisierung neuer Wohnbaugebiete, so z.B. im Bereich der „UNO-City“, Neubauten/Sanierungen von kommunalen Gebäuden wie Schulen etc. Auch die ständige Erweiterung von Gewerbeansiedlungen führt zu einer Erhöhung des Abwasseraufkommens.

Langfristig ist die Nutzung von Abwasserwärme in der Region zum Heizen und Kühlen von bestehenden Gebäuden als Alternative zu herkömmlichen, fossilen Brennstoffen im Bewusstsein der Gemeinden verankert. Exakte Messungen von mindestens 24h sind notwendig, um bei Trockenwetter den tatsächlichen Anfall an kommunalen und gewerblichen Abwässern in den einzelnen Kanalbereichen zu ermitteln. Im Rahmen von Vorbesprechungen und Begehungen wurden gemeinsam mit Herrn Ing. Höllinger als Teamleiter Tiefbau/Kanalnetzbeauftragten der Stadt Leonding repräsentative Messpunkte im Kanalnetz festgelegt. Diese wurden so gewählt, dass einerseits die wichtigsten Zonen des Katasters und andererseits möglichst umfassend das Stadtgebietes erfasst wird. Ziel ist die Eingrenzung von Gebieten, in welchen möglicherweise entsprechendes thermischen Potenzial vorhanden ist und sich in der Nähe entsprechende Verbraucher wie Gewerbebetriebe, künftige städtische Bauprojekte etc. befinden.

Als Basis für künftige Entscheidungen bezüglich der möglichen energetischen Nutzung von Abwasser, wurden an ausgewählten Messstellen entsprechende Analysen, Messungen etc. durchgeführt. Auf deren Basis wurde die nachfolgende Potenzialanalyse erstellt. Im Zuge dieser wird das thermische Energiepotenzial im Kanal evaluiert und gekennzeichnet. In den für die Versorgung mit Energie aus Abwasser geeigneten Bereichen werden potenzielle Objekte identifiziert und abgeschätzt. Die kommunalen und gewerblichen Abwässer der Stadtgemeinde Leonding werden über die von der Linz AG/ Linz Service GmbH gewarteten öffentlichen Kanäle in die Kläranlage Asten geleitet. Das Abwassernetz von Leonding ist im Wesentlichen auf 7 Zonen aufgeteilt (siehe auch Abb 2.). Über zentrale Sammler wie z.B. in Salzburger Straße, den besonders wichtigen wichtiger und großen Sammler Fuchselbachkanal etc. erfolgt in verschiedenen Bereichen die Übergabe des Abwassers in das Kanalsystem der Stadt Linz. Von dort wird das Abwasser in die Hauptkläranlage der Linz AG in Asten geleitet. Die Entfernung der Kläranlage ASTEN zu den Kanälen der Stadt Leonding beträgt mehr als 30 km. Damit ist ausreichend Fließstrecke vorhanden in der sich die Temperatur wieder angleichen kann.

Das Kanalnetz der Stadtgemeinde Leonding weist in bestimmten Bereichen ein mögliches energetisches Potenzial mit relativ hohen Abwassermengen etc. auf.

Im Rahmen der gegenständlichen Analyse wurden die Potenziale, die für den Einsatz der Technologie der energetischen Nutzung des Abwassers im Bereich der Stadt Leonding bestehen, aufgezeigt und in Folge die Bereiche für mögliche Umsetzung konkreter Projekte geprüft. Dafür wurde das Potenzial in allen relevanten Zonen geprüft.

3 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Analyse Ist-Zustand / Erhebung Basisdaten etc. Potenzialanalyse:

Als Basis für die Erstellung einer Potenzialanalyse in kommunalen Kanalnetzen der Stadt Leonding, wurden zunächst die Detaildaten zum Kanalsystem (Misch- und Trennsysteme, Konfiguration, DN, Haltungen, Schächte) mit Herrn Ing. Höllinger besprochen. Auf Basis der Kanaldaten und einer gemeinsamen Begehung im gesamten Stadtgebiet wurden die Messpunkte gewählt. Ziel war die Potenzialerhebung und der Abgleich mit potenziellen Interessenten. Dazu wird im Rahmen der Analyse aufgezeigt in welchen Kanalabschnitten ausreichend thermisches Potential des Abwassers für eine mögliche energetische Nutzung vorhanden ist. Zusätzlich werden potenziell für das Heizen und Kühlen mit Energie aus Abwasser geeignete Objekte identifiziert.

Generelle Analyse:

- Abschätzung/Übersicht Gesamtmengen, Temperaturen und Ganglinien im Stadtgebiet Leonding, Analyse des Netzplanes der Stadtgemeinde
- Gemeinsame Auswahl von Messpunkten, geeigneten Kanälen ab DN400 und Aufnahme von 24h-Verlauf verteilt über das Stadtgebiet für eine Abschätzung möglichst wesentlicher Gebiete des Kanalnetzes
- Abschätzung des energetischen Potenzials an einzelnen Kanalsträngen

Energie aus Abwasser

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

Analyse und Abstimmung Detaildaten Kanäle im Stadtgebiet Leonding

Gemeinsam mit dem Teamleiter Tiefbau, Herrn Ing. Höllinger, wurden die Detaildaten des öffentlichen Abwassernetzes diskutiert und auf eine mögliche künftige energetische Nutzung geprüft. Seitens des Fachbereiches wurden notwendige Unterlagen wie Zeichnungen, Pläne, Dimensionierungen, Lage/Tiefe usw. zur Verfügung gestellt.

Im Kanalnetz der Stadt Leonding gibt es einige große Kanäle wie beispielsweise den Fuchselbachkanal mit einer Breite von 4,50 m. Die Messpunkte wurden in Kanälen mit einem Durchmesser von 400 mm bis Breite von 4,50 m definiert.

Ab einer Kanaldimension von 400 mm ist der Einbau von Abwasserwärmetauschern mit Robotern, ab DN 800 mm händisch möglich. Des Weiteren wurden Konfiguration, Ausführung, Haltungen / Schächte etc. an den ausgewählten Messstellen in die Betrachtungen einbezogen. Als Basis für die Untersuchungen im kommunalen Kanalnetz wurde für den minimal notwendigen Trockenwetterabfluss in den kommunalen Abwasserkanälen eine Untergrenze des Trockenwetterabflusses von mindestens 10 l/s festgelegt.

In der ersten Phase wurde eine Abschätzung für alle relevanten Kanalabschnitte vorgenommen. Auf dieser Basis wurden gemeinsam Messpunkte für intensivere Analysen bzw. Messungen festgelegt.

Für die 24h-Messungen wurde ein Zeitraum ausgewählt, bei welchem der tatsächliche Trockenwetterabfluss und kein Einfluss durch Regen- oder Schmelzwasser vorherrschte. Die Messungen am 24./25.01.2022 fanden während einer typischen Trockenwetterphase statt.

Hier konnte in den einzelnen Strängen der tatsächliche Trockenwetterabfluss ermittelt werden. Aus diesen Messungen sowie der Kenntnis der einzelnen Zonierungen etc. kann eine erste Abschätzung des tatsächlichen energetischen Potenzials getroffen werden.

Für die intensivere Analyse wurden gemeinsam folgende Messpunkte (MP) festgelegt:

Messpunkt 1:

Zone 3 DOPPL: Salzburgerstraße in Einbahnstraße parallel zu Fa. Banner

- Mischwasserkanal
- Dimension Eiprofil 1000 mm/ 1500 mm

Messpunkt 2:

Zone 6 Reith-Hart: Entwässerung Harter Plateau vor Einmündung in Fuchselbachkanal

- Mischwasserkanal
- Dimension Eiprofil 1000 mm/1500 mm

Energie aus Abwasser

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

Messpunkt 3:

Zonen 5 GAUMBERG – BUCHBERG und 7 HAAG: Fuchselbachkanal bei Richterstraße

- Mischwasserkanal
- Dimension Haubenprofil 4500 mm/3570 mm

Messpunkt 4:

Zone 4 Zentrum-Alharting: Gerstmayerstraße

- Mischwasserkanal
- Dimension Maulprofil 3000 mm /2100 mm

Messpunkt 5:

Zone 2 RUFLING-BERGRAM: in der Nähe der Zughaltestelle Leonding Straßfeld

- Mischwasserkanal
- Dimension Maulprofil 2200 mm/ 1600 mm

Messpunkt 6:

Zone 4 ALHARTING : im Bereich des Kindergartens Leonding

- Dimension Profil DN 400 mm rund

Messpunkt 7:

Zone 1 ZAUBERTAL-HOLZHEIM: im Waldabschnitt hinter dem Sonnenhof Freinberg

- Mischwasserkanal
- Dimension Eiprofil 1000 mm/ 1500 mm

Mit diesen Messpunkten können die 7 Zonen des Kanals der Stadt Leonding entsprechend bewertet bzw. abgeschätzt werden. Die Messpunkte befinden sich in kommunalen Abwasserkanälen mit mindestens DN 400 mm. Für die Auswahl wurden Schächte ausgewählt, bei denen während der Messungen keine signifikanten Verkehrsbeschränkungen verursacht wurden.

Des Weiteren wurden auch die Kanalsysteme vor potenziell wichtigen Bauvorhaben wie z.B.

- **UNO City Leonding**
- **aktueller Standort Volksschule/Musikschule Leonding am Alhartinger Weg**

geprüft.

Energie aus Abwasser

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

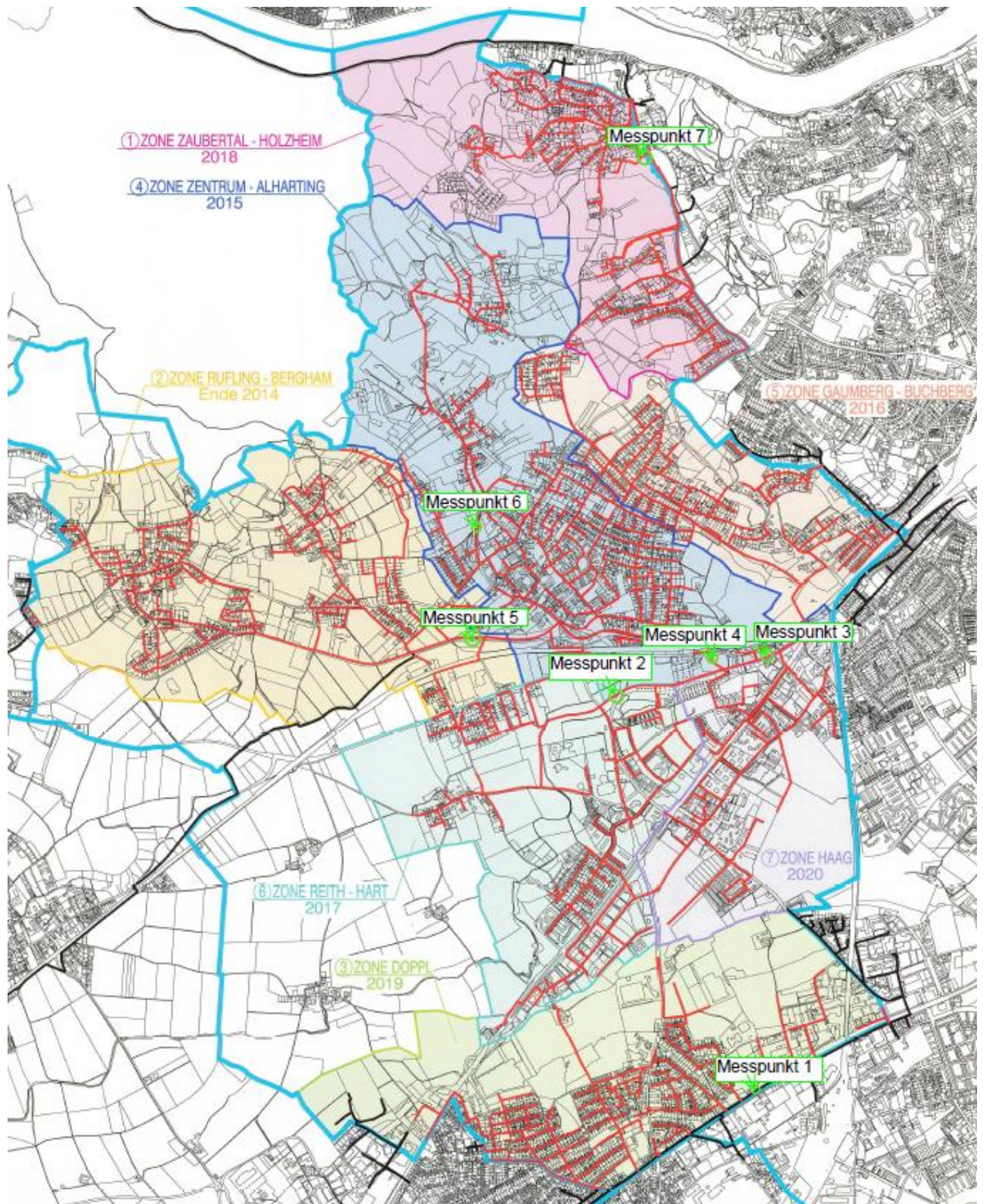


Abb.2: Übersicht Lage Messpunkte 1-7 sowie Einteilung Zonen Abwasserentsorgung in Leonding

Energie aus Abwasser

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

Messungen Abwassermengen und –temperaturen in kommunalen Abwasserkanälen der Stadt

Leonding

Methodische Vorgehensweise

Die Bestimmung der jeweiligen Abwassermengen und –temperaturen in den einzelnen Messpunkten erfolgte jeweils mit modernen Messgeräten zur punktuellen Messung des jeweiligen Abwasserdurchflusses, Füllstandes etc. im konkreten Sammler sowie der jeweiligen Abwassertemperatur.

Die Messungen wurden über den Einsatz eines Messbusses der Fa. Rabmer Greentech GmbH mit modernen Mess-Geräten der Fa. NIVUS sowie den notwendigen Zusatzausrüstungen durchgeführt. Die verwendeten Messgeräte sind ideal einsetzbar für die Erstabschätzung eines Potenzials und können nicht nur für punktuelle Messungen, sondern auch künftig für stationäre Messungen, z.B. über einen Zeitraum von mehreren Wochen oder Monaten im jeweiligen Kanal eingesetzt werden. Das Messgerät wurde auf die jeweiligen Schachtkonfigurationen wie z.B. DN Eiprofil 1000 mm/1500 rund oder jeweiliges Profil kalibriert, die Messungen erfolgen auf dem Prinzip der modernen orts aufgelösten Ultraschallkreuzkorrelation. Die Messungen sind sowohl bei Teil- als auch Vollfüllung des Kanales durchführbar. Der Messumformer mit eingebautem GPRS etc. erlaubt eine Datenfernübertragung auch unter schwierigen Arbeitsbedingungen, die Messungen können problemlos bis in Kanaltiefen von 6 m, aber auch bei höherer Tiefe durchgeführt werden. Die Messungen wurden pro Einzel- Messung verteilt über einen durchgehenden Zeitraum von 24 h jeweils über einen Zeitraum von mindestens 15-Minuten pro Einzelmessung vorgenommen.

Mit diesen Messpunkten können – gemeinsam mit bestehenden Voruntersuchungen und weiteren Korrelationen – die wesentlichen Einzugsbereiche in der Stadt Leonding entsprechend bewertet und abgeschätzt werden.

Energie aus Abwasser

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



Abb.3-4: Prinzipielle Darstellung Positionierung Mess-Sonde über Teleskopstangen, mobile Messungen mit Mess-Sonden, Analyse-Station im Messbus und entsprechendem Sicherheitsgitter für offenen Schacht

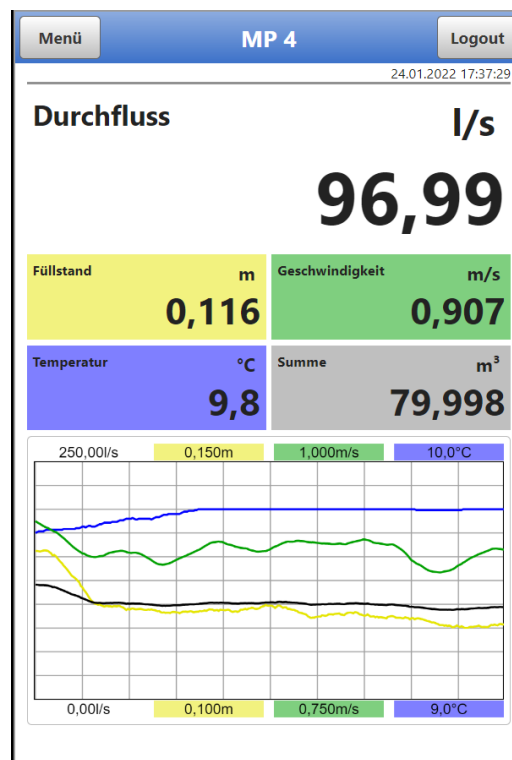


Abb.5.: Beispiel für Messprotokolle (Messpunkt 4, Gerstmayrstraße) einer Messung mit Ermittlung des Durchflusses, Abwassertemperatur, Geschwindigkeit und Füllstand

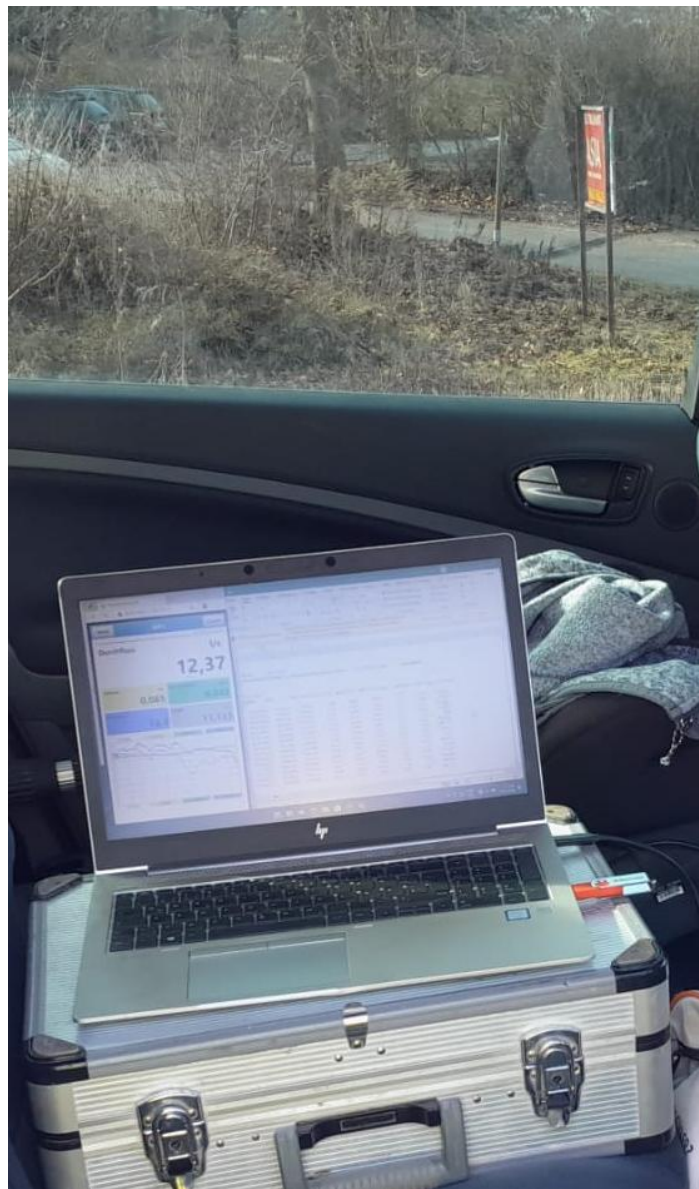
Energie aus Abwasser

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



Abb.6-7.: Beispiel Lage Messpunkt 4 Gerstmayrstraße

Die Daten der Durchflussmessung (Temperatur, Geschwindigkeit und Durchfluss) können in Echtzeit dargestellt werden. Dadurch kann rasch auf mögliche Verschmutzungen des Sensors durch im Kanal



enthaltene Tücher reagiert werden. Die Datenerfassung erfolgt über einen Messumformer, an dem ein Sensor für die Erfassung der Temperatur und der Geschwindigkeit und über integrierte Druckmesszelle auch für den Füllstand angeschlossen ist. Über hinterlegte Daten zur Hydraulik der vorliegenden Geometrie wird aus diesen Daten der Durchfluss ermittelt.

Abb.8: Datenerfassung auf dem Laptop über W-LAN Verbindung mit Nivus - Durchfluss und Temperaturmessgerät am Beispiel Messpunkt 2 Harter Plateau

Energie aus Abwasser

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



Abb.9/10: Bilder Messpunkt 2 Harter Plateau, Messpunkt 3 Fuchselbachkanal Richterstraße



Abb.11/12: Beispiel Tagmessung bei Messpunkt 1 Salzburgerstraße

Energie aus Abwasser

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



Abb. 13: Nachtmessung bei Messpunkt 1 Salzburgerstraße



Abb.14: Messung bei Messpunkt 5 zum Erfassen der Abwassermengen der Zone RUFLING-BERG

Energie aus Abwasser

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



Abb.15/16: Messung bei Messpunkt 6 in der Nähe des Kindergartens Leonding



Abb.17/18: Messpunkt 7 Zaubertal nach Sonnenhof Freinberg

Energie aus Abwasser

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

Übersicht Messergebnisse an ausgewählten Messpunkten

Die Messungen an ausgewählten Messpunkten wurden seitens Rabmer GreenTech am 24./25.01.2022 über einen Zeitraum von 24 h durchgeführt. Für die Messungen lagen die tatsächlichen Trockenwetterabflüsse vor, es gab keinen Einfluss durch Regenereignisse, Schneeschmelze etc. Über die jeweiligen Messpunkte wurden entsprechende Messprotokolle, Tendenzen, Spitzen sowie Ganglinien aufgenommen.

Messergebnisse 24 h -Tagesganglinien

24./25.01.2022

(Tiefstwerte des Abwasseranfalls erfahrungsgemäß zwischen 03.00-05.00 Uhr)

Messpunkt 1

Zone 3 DOPPL: Salzburgerstraße in Einbahnstraße parallel zu Banner

- Abwassermenge Trockenwetter 5,6 – 23,3 l/s (durchschnittlich 14,5 l/s)
- Abwassertemperatur 11,4-13,3 °C (durchschnittlich 12,4 °C)
- Füllstand: 8,6-16,9 cm (durchschnittlich 12,5 cm)

Temperaturen sind mit ca. 12°C typisch für Jahreszeit. Abwassermengen erreichen durchschnittlich 14,5 l/s. Der Verlauf von Durchfluss und Temperatur im Tagesverlauf ist in den Abbildungen 14 und 15 dargestellt. Tagsüber liegt der Durchfluss mit nur leichten Schwankungen bei ca. 21 l/s. Nachts sinkt der Durchfluss und erreicht in den Morgenstunden einen Tiefstwert von 5,6 l/s.

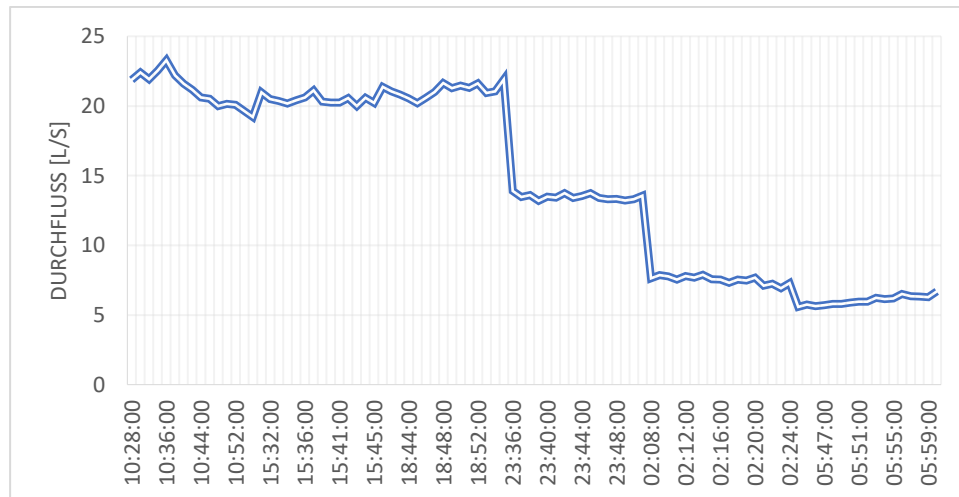


Abb.19: Verlauf des Durchflusses beim Messpunkt 1 (Salzburgerstraße)

Energie aus Abwasser

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

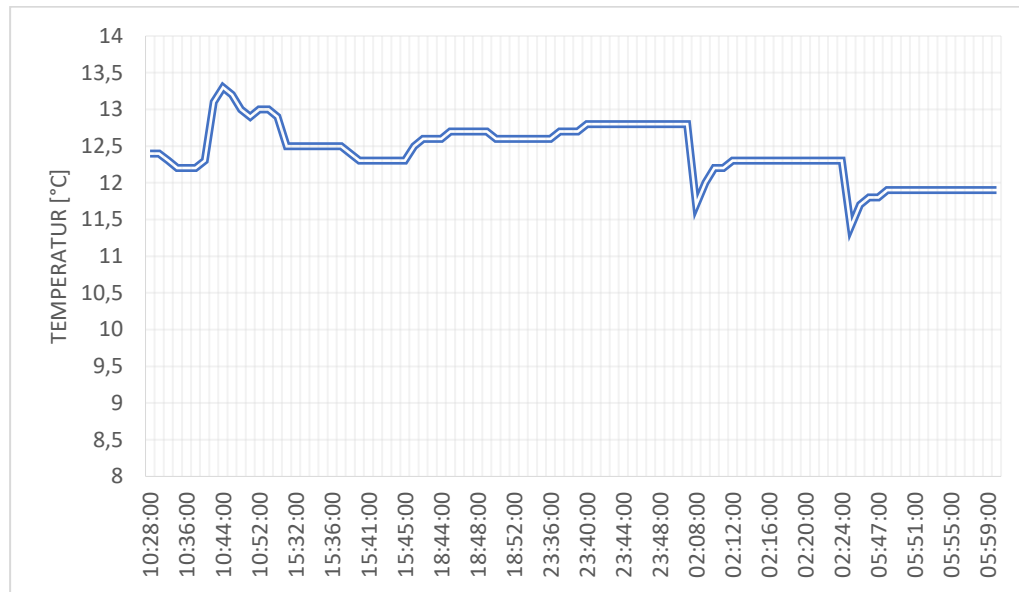


Abb.20: Verlauf der Temperatur beim Messpunkt 1 (Salzburgerstraße)

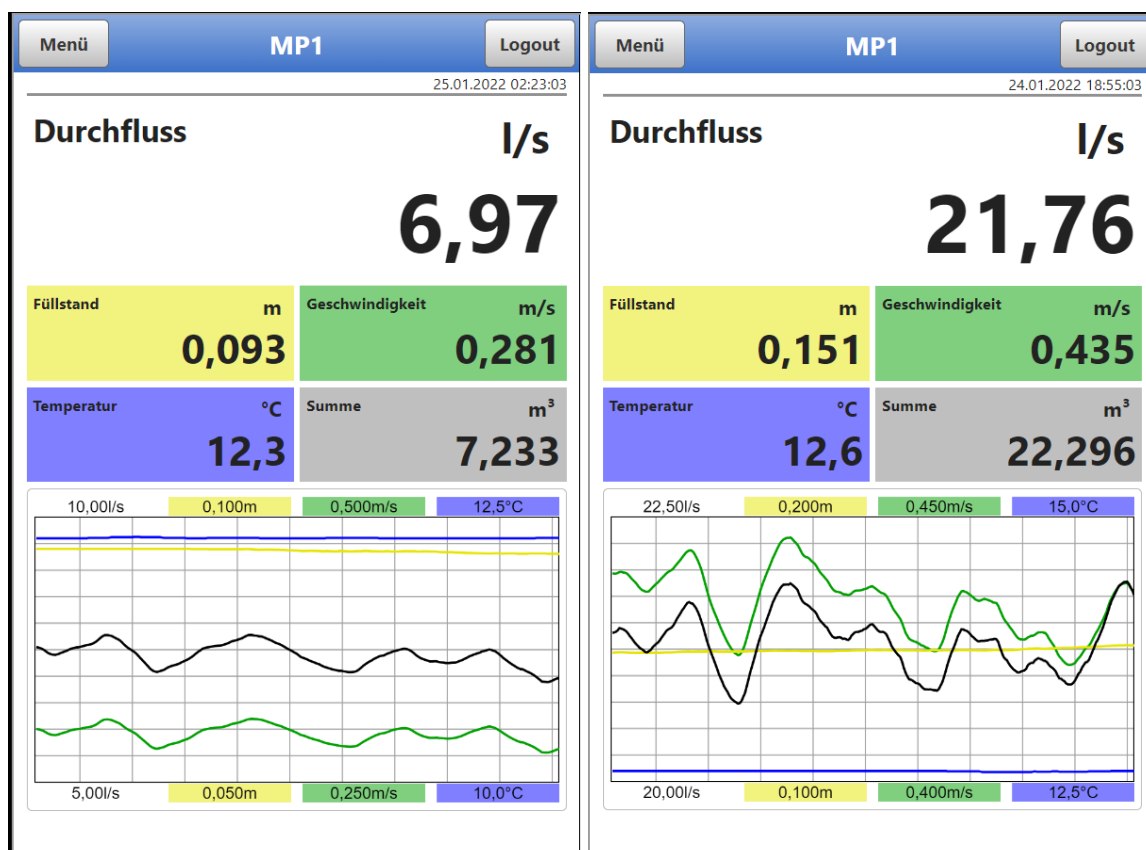


Abb.21-22: Typische Messergebnisse Messpunkt 1 in der Nacht bzw. Nachmittag

Messpunkt 2:

Zone 6 Reith-Hart: Harter Plateau vor Einmündung in Fuchselbachkanal

- Abwassermenge Trockenwetter 1-24,4 l/s (durchschnittlich 10,6 l/s)
- Abwassertemperatur 11,9 °C – 16,9 °C (durchschnittlich 14,6 °C)

Energie aus Abwasser

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

- Füllstand: 3-12,3 cm (durchschnittlich 7 cm)

Temperaturen sind (wie in Abbildung 24 dargestellt) leicht höher als bei MP 1 und liegen im Durchschnitt bei 14,6 °C. Abwassermengen erreichen, wie in Abbildung 20 ersichtlich, bis 24,4 l/s, in der Nacht fallen sie jedoch stark ab. Mitten in der Nacht war der Füllstand so gering, dass mit dem eingesetzten Durchflusssensor nur mehr dieser nicht aber die Geschwindigkeit erfasst werden konnte. Eine getrennte Messung der Geschwindigkeit mit einem kleineren Sensor ergab eine durchschnittliche Geschwindigkeit während dieser Messung um 3 in der Früh von 0,12 m/s. Verglichen mit den ansonsten gemessenen Geschwindigkeiten ist das weniger als ein Viertel. Der Füllstand war auch nur halb so hoch wie in der vorherigen Messung um halb 1 in der Früh. Daher wurde ein sehr geringer Durchfluss in diesem Zeitraum von 1 l/s ermittelt.

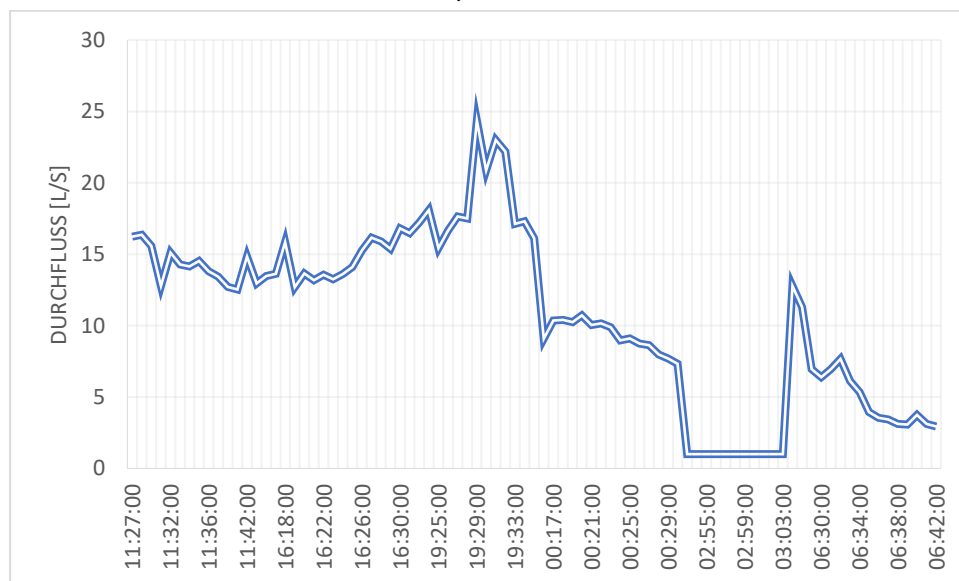


Abb.23: Verlauf des Durchflusses Messpunkt 2 (Reith-Hart)

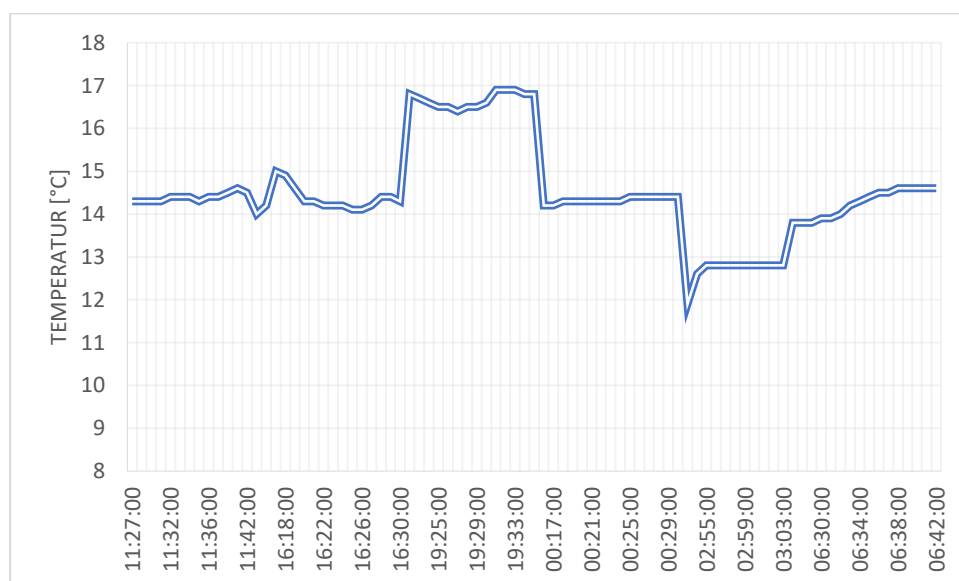


Abb.24: Verlauf der Temperatur bei Messpunkt 2 (Reith-Hart)

Energie aus Abwasser

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

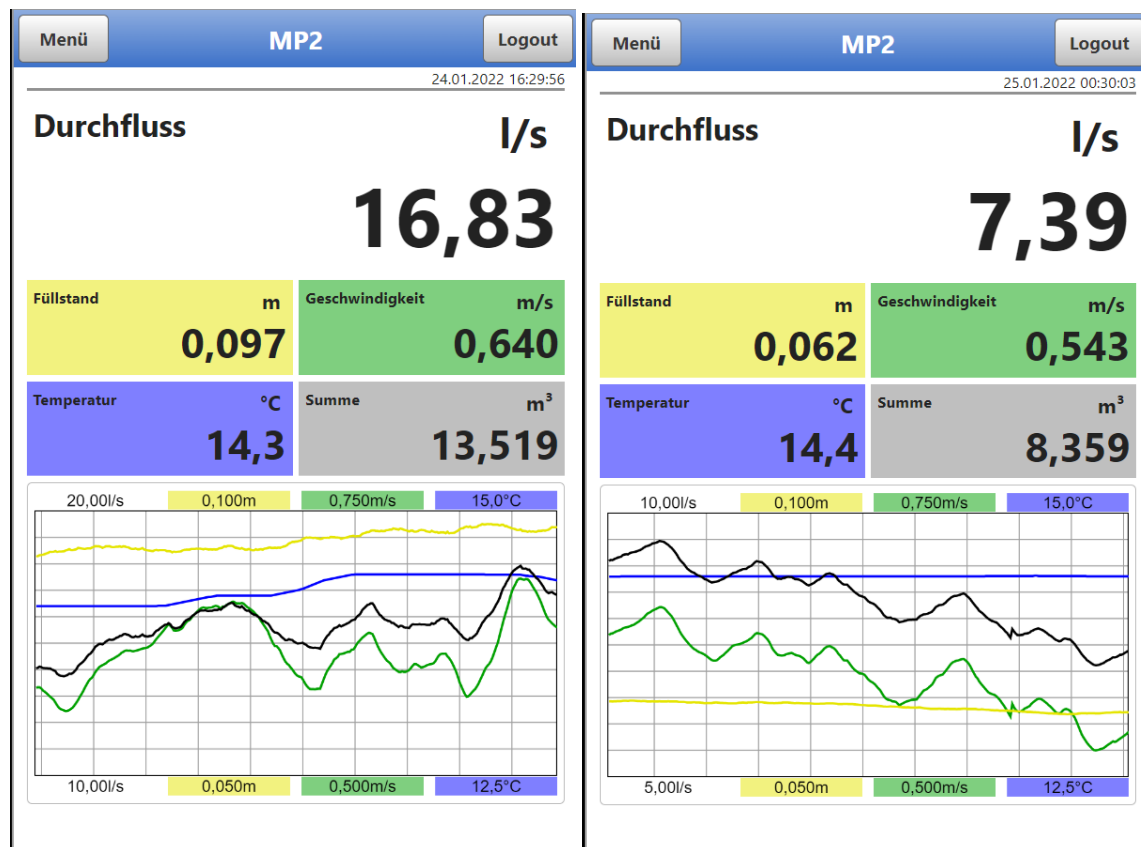


Abb.25-26: Messprotokolle beim Messpunkt 2 (Reith-Hart) nachmittags und 0.30 Uhr

Messpunkt 3:

Zonen 5 GAUMBERG – BUCHBERG und 7 HAAG: Fuchselbachkanal bei Richterstraße

Die Messungen im Fuchselbachkanal waren auf Grund des komplizierten Zuganges, der Kanalkonfiguration nur sehr schwierig umsetzbar. Die durch die direkten mehrfachen Messungen ermittelten Daten waren ungenau. Die Abwassermenge konnte nicht eindeutig und genau ermittelt werden. Auch bei nochmaligen Kontrollmessungen am 01.03.2022 an einem anderen Schacht des Fuchselbachkanals konnten keine klaren Messergebnisse erzielt werden. Dadurch, dass sich das Abwasser in dem 4,5 m breiten Haubenprofil verteilt ist der Füllstand gering. Bei der Nachmessung wurde ein Füllstand von 3,8 cm ermittelt. Der verwendete Geschwindigkeitssensor mit integrierter Druckmesszelle ermöglicht jedoch erst ab einem Füllstand von 5,5 cm eine ordnungsgemäße Messung. Auf Grund der sehr guten Messergebnisse aus den vorgelagerten Messpunkten und der Tatsache, dass zusätzlich zu den über Messpunkt 2 und 4 abgedeckten Kanalsträngen nur sehr kleine Kanalstränge einmünden, kann die tatsächlichen Durchflussmengen in diesem Zeitraum errechnet werden. Die vorgelagerten Messpunkte liefern Daten aus Sammlern, die alle in den Fuchselbachkanal münden bzw. entwässern.

Damit ergeben sich folgende Abwassermengen für den betrachteten Abschnitt des Fuchselbachkanals:

- Abwassermenge Trockenwetter
 - Morgens 82 l/s
 - Mittags 80 l/s
 - Nachmittags 108 l/s
 - Abends 49 l/s
 - Nachts 98 l/s

Energie aus Abwasser

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

- Abwassertemperatur
 - Morgens 9,7 °C
 - Mittags 10,7 °C
 - Nachmittags 10,3 °C
 - Abends 12,6 °C (diese in etwa 12 °C wurden auch bei der Nachmessung bestätigt)
 - Nachts 9,77 °C

Temperaturen liegen zwischen 9,7 und 12,6°C, Abwassermengen sind auf Grund der vorgelagerten entfernten Sammler auch in den Nachtstunden hoch. Für eine künftige Nutzung entlang des Fuchselbachkanals müssen gesonderte Analysen durchgeführt werden.

Messpunkt 4:

Zonen 4 ZENTRUM-ALHARTING: Gerstmayrstraße

- Abwassermenge Trockenwetter 24-120,4 l/s (durchschnittlich 75l/s)
- Abwassertemperatur 9-10,5 °C (durchschnittlich 9,7 °C)

Temperaturen sind relativ konstant zwischen 9 und 10,5 °C (vgl. Abbildung 28).
Abwassermengen auch in den Nachtstunden hoch (vgl. Abbildung 27).

- Füllhöhe: 5,5- 13,1 cm

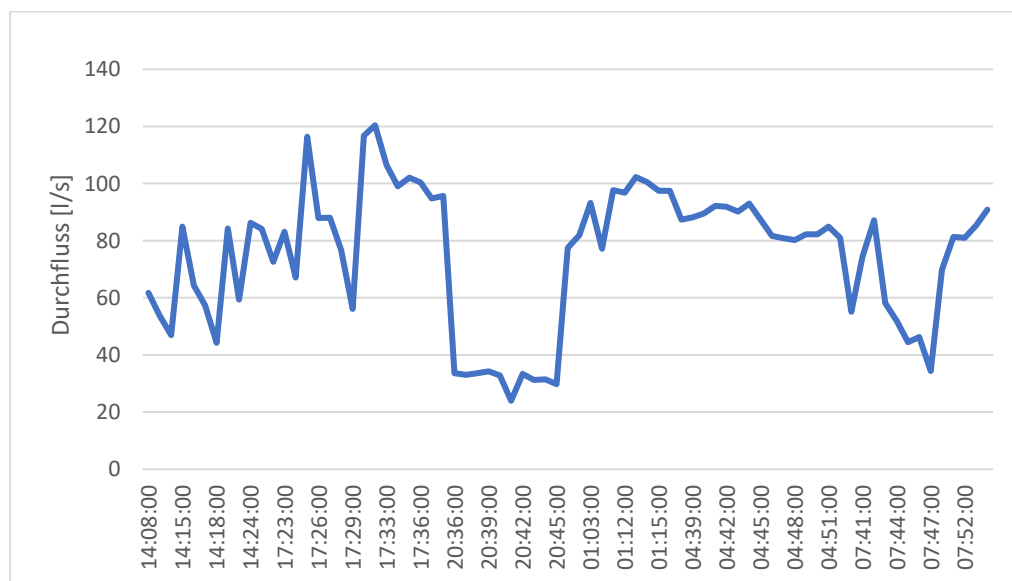


Abb.27: Verlauf des Durchflusses Messpunkt 4 Gerstmayrstr.

Energie aus Abwasser

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

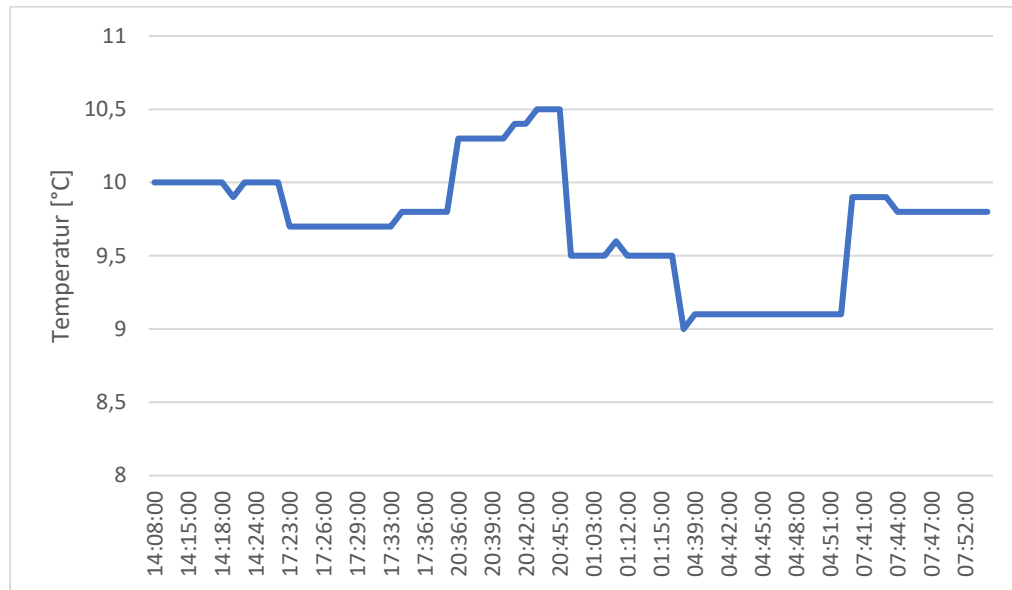


Abb.28: Verlauf des Durchflusses Messpunkt 4 Gerstmayerstr.

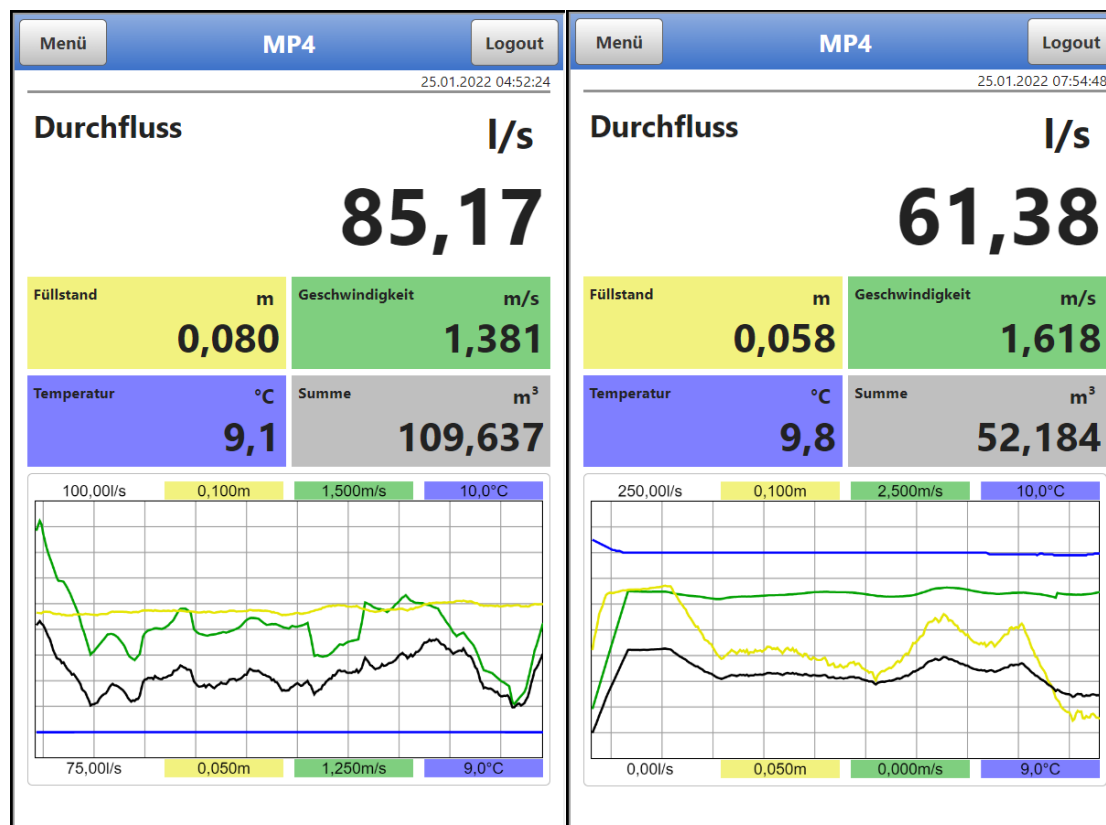


Abb.29-30: Messprotokollauschnitt Messpunkt 4 Gerstmayerstr. in der Früh

Energie aus Abwasser

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

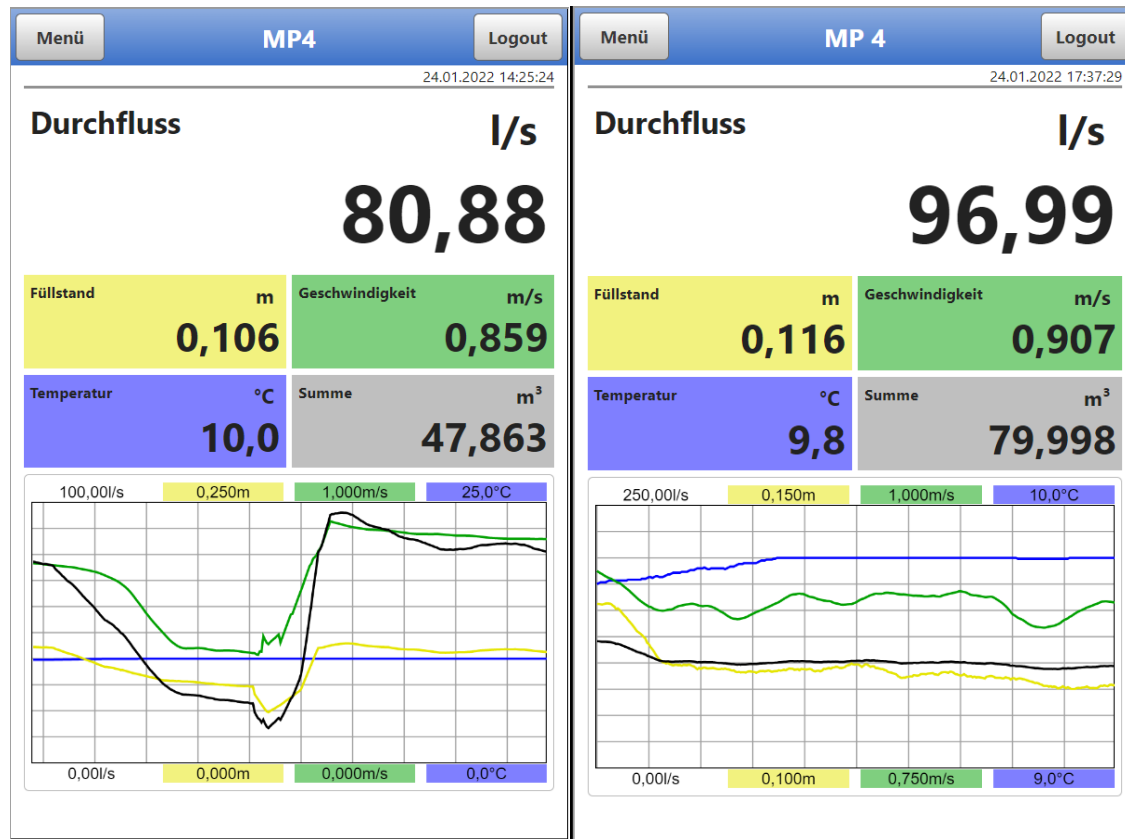


Abb.31-32: Messprotokollausschnitt Messpunkt 4 (Gerstmayerstr.) am Nachmittag

Energie aus Abwasser

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

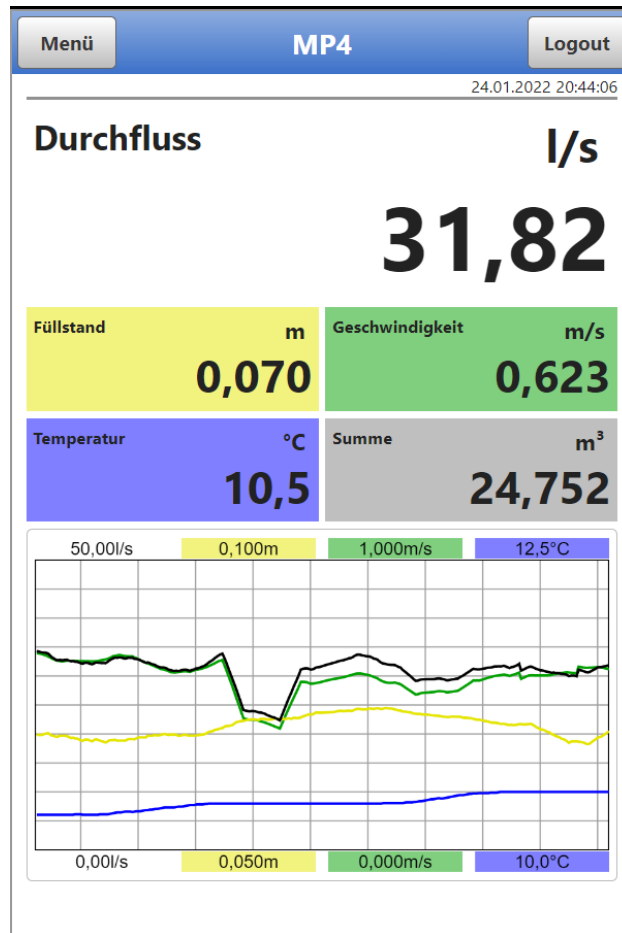


Abb.33: Messprotokollausschnitt Messpunkt 4 am Abend

Messpunkt 5:

Zonen 2 RUFLING-BERGHAM: in der Nähe der Zughaltestelle Leonding Straßfeld

- Abwassermenge Trockenwetter 18,4-60,8 l/s (durchschnittlich 40,4 l/s)
- Abwassertemperatur 8,9-10 °C (durchschnittlich 9,5 °C)

Temperaturen sind relativ konstant zwischen 8,9 und 10 °C (vgl. Abbildung 35).
Abwassermengen auch in den Nachtstunden größer als 10 l/s (vgl. Abbildung 34).

- Füllhöhe: 9,3- 12,6 cm

Energie aus Abwasser

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

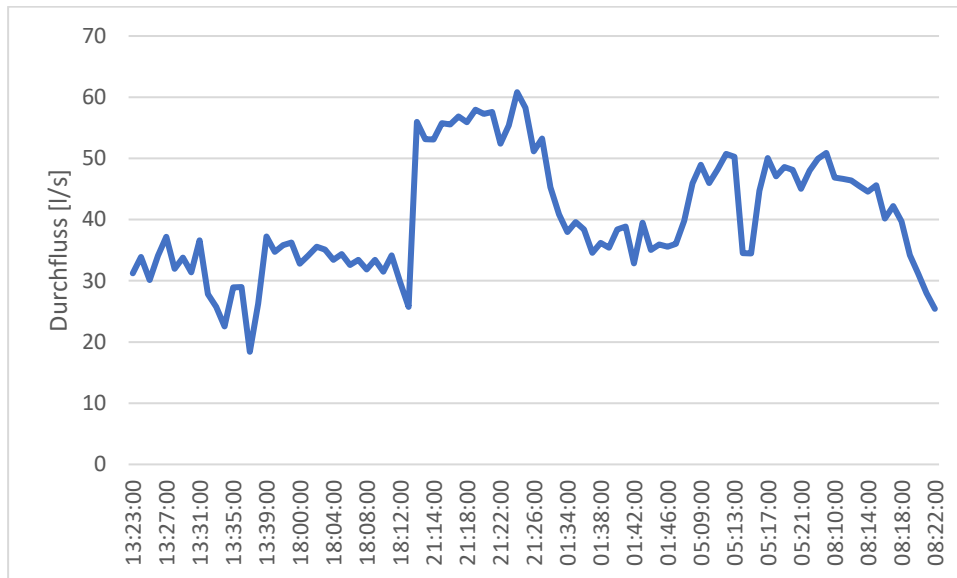


Abb.34: Verlauf des Durchflusses Messpunkt 5 (Rufling-Bergham)

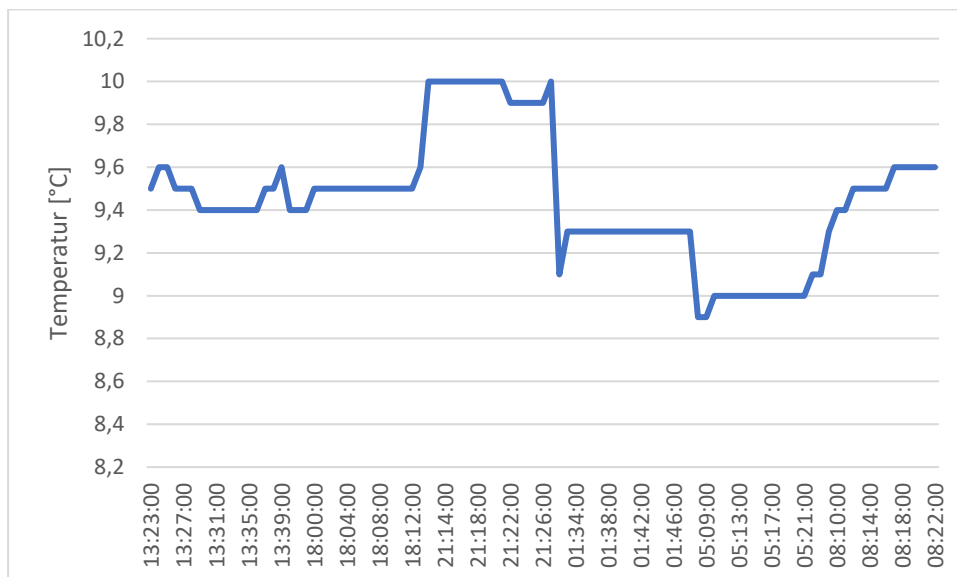


Abb.35: Temperaturverlauf Messpunkt 5 (Rufling-Bergham)

Energie aus Abwasser

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

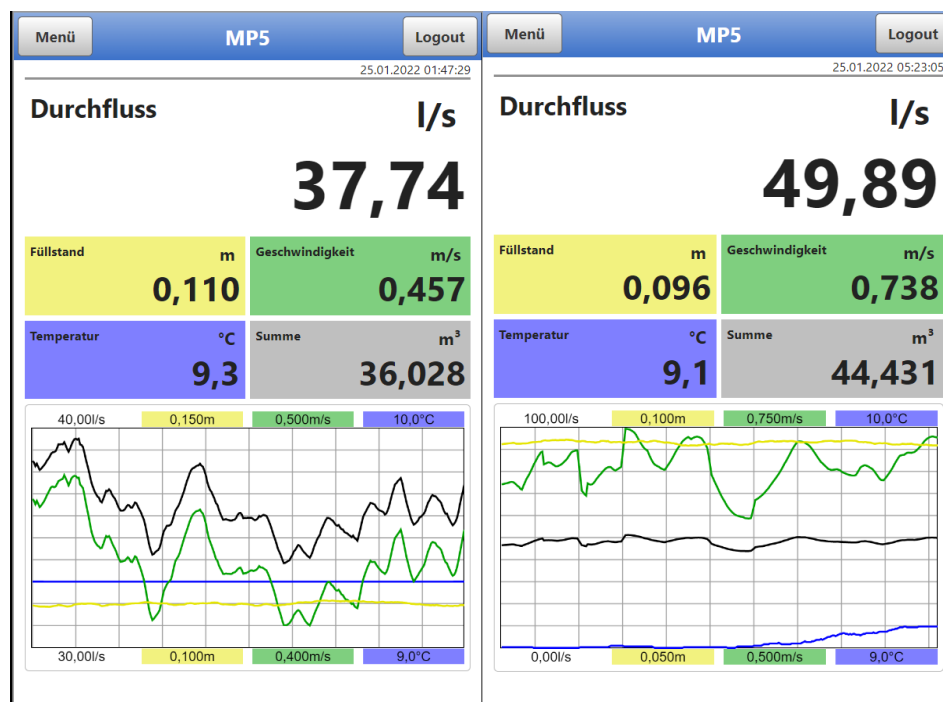


Abb. 36/37: Messprotokollausschnitt Messpunkt 5 (Rufling-Bergham) Nacht 05.30 Uhr

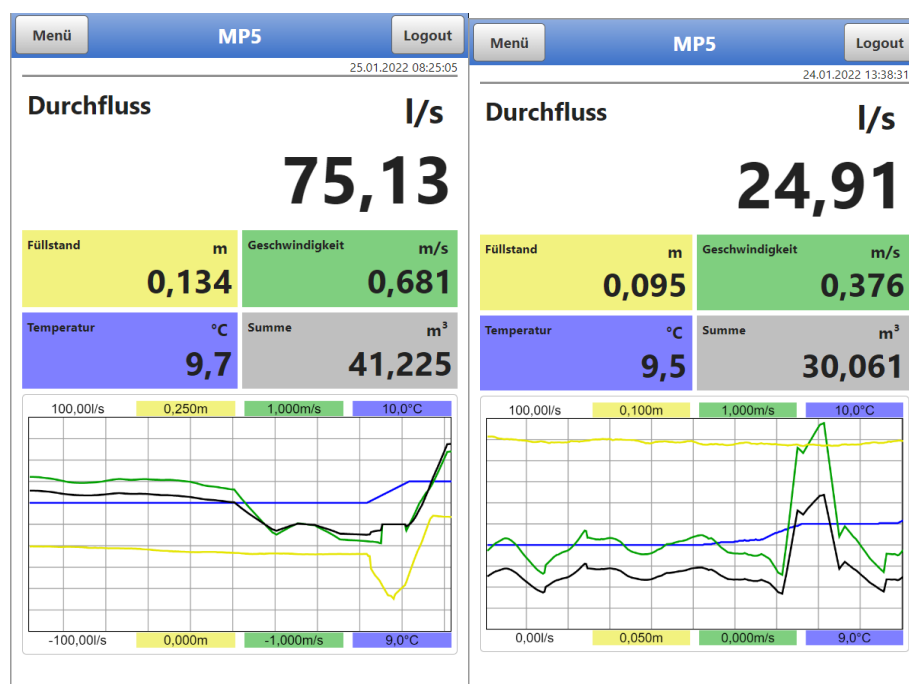


Abb. 38/39: Messprotokollausschnitt Messpunkt 5 (Rufling-Bergham) in der Früh und Mittag

Energie aus Abwasser

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



Abb. 40/41: Messprotokollausschnitt Messpunkt 5 (Rufing-Bergham) am Nachmittag und am Abend

Messpunkt 6:

Zonen 4 ALLHARTING: im Bereich des Kindergartens Leonding

Bei dieser Messtelle wurde je eine Messung in der Früh zu Mittag und am Abend durchgeführt. Wie bereits aus der Vorabschätzung erwartet, ist der Durchfluss auf Grund des geringen Einzugsgebietes kommunaler Abwässer dort mit 2 bis max. 18 l/s relativ gering.

- Abwassermenge Trockenwetter 2-18 l/s
- Abwassertemperatur 7-10 °C

Energie aus Abwasser

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

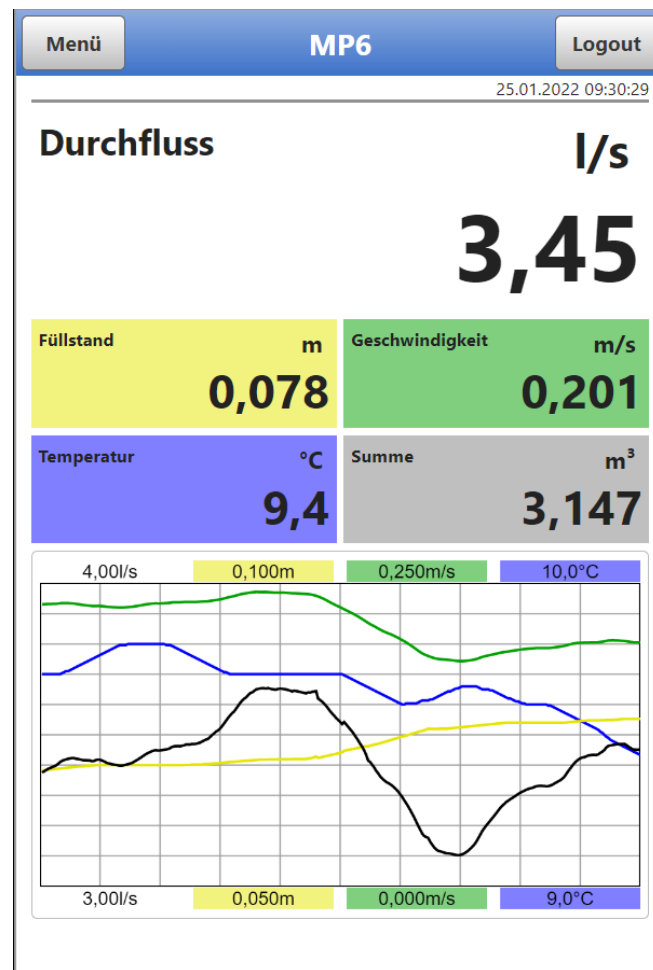


Abb. 42: Messprotokollausschnitt Messpunkt 6 (Alharting nahe Kindergarten) am Nachmittag und am Abend

Messpunkt 7:

Zone 1 ZAUBERTAL-HOLZHEIM: im Waldabschnitt hinter dem Sonnenhof Freinberg

Der Durchfluss bei diesem Messpunkt ist stark vom Niederschlag abhängig. Bei der durchgeführten Durchflussmessung bei Trockenwetter war der Abwasserkanal nur leicht feucht. Eine Durchflussmessung konnten wir daher weder am Nachmittag noch am Vormittag an diesem Messpunkt durchführen.

Das Abwasseraufkommen in diesem Bereich ist sehr niedrig und liegt unter der messbaren Menge!!! Auf Grund der relativ wenigen angeschlossenen EW/Einrichtungen im Einzugsgebiet liegt nur ein niedriges Abwasservorkommen vor.

Ein Vergleich /Plausibilitätsprüfung mit Zulaufmessungen Kläranlage der Linz AG in Asten war nicht Gegenstand dieser Studie.

Die kommunalen Abwässer werden – zusammen mit Regenwasser und selbst z.B. aus Pasching etc. übernommenen Abwässern- etc. an verschiedenen Punkten in das Kanalsystem der Linz AG übergeben. Auf Grund der ersten Abschätzungen und unter Berücksichtigung des möglichen Einflusses möglicher energetischer Nutzung im Kanalsystem von Leonding auf den Zulauf der Kläranlage (gemäß ÖWAV Arbeitsbehelf 65) ist von keiner negativen Beeinträchtigung des Kläranlagenzulaufs auszugehen. Die Entfernung der Kläranlage zu möglichen Punkten der energetischen Nutzung im Kanalsystem ist groß, es wird damit gerechnet, dass sich die Abwassertemperatur jeweils nach der

Energie aus Abwasser

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

energetischen Nutzung wieder weites gehend an die Umgebungstemperatur des Kanalsystems anpassen.

Im Falle einer Realisierung von energetischen Nutzungen für Heizung und Kühlung ist gemäß ÖWAV Arbeitsbehelf 65 ein entsprechendes Monitoringsystem zu installieren. Über den Vergleich kontinuierlicher Temperatur- Messungen im Zulauf Kläranlage sowie punktueller Messungen im kommunalen Abwassernetz können zukünftig im Falle konkreter Projekte einerseits die Potenziale in den einzelnen geeigneten Kanalsträngen sowie auch der mögliche Einfluss auf den Zulauf der Kläranlage (gemäß ÖWAV Arbeitsbehelf 65) abgeschätzt werden. Ein modernes Monitoring kann den Einfluss möglicher energetischer Nutzung im Falle Heizung oder Kühlung auf den Kanalbetrieb und Kläranlagenbetrieb klar darstellen.

Analyse des energetischen Potenzials und Darstellung der optimalen technischen Lösung für die Positionierung von Wärmetauschern

Analyse des energetischen Potenzials

Auf Basis der durchgeführten Messungen Abwasserdurchfluss/Trockenwetterabfluss und Abwassertemperatur, der Dimensionierung der Kanäle sowie der hydraulischen Einschätzungen wurde auf der Basis der jeweiligen Auslegungen und Erfahrungen bei bestehenden Projekten abgeschätzt, welche thermischen Leistungen bei den ermittelten Abwassertemperaturen in den einzelnen Kanälen für die Heizung/Kühlung von angenommenen Projekten zur Verfügung gestellt werden können.

Die mögliche Temperaturabsenkung im Abwasser im Heizfall sollte im Kanal nach der energetischen Gewinnung maximal zwischen 1-2 °C betragen, diese wird im Allgemeinen bis zum Eingang Kläranlage durch die Umgebungstemperatur des Kanals wieder ausgeglichen.

Im Falle der immer stärker in den Fokus rückenden Kühlung kann für den Kühlfall durch die energetische Nutzung eine Temperaturerhöhung des Abwassers nach dem Wärmetauscher mit 1-2° C angenommen werden. Diese Temperaturschwankungen sind relativ niedrig und sollten keine negativen Veränderungen auf Kanal- und Kläranlagenbetrieb verursachen. Die bisherigen Erfahrungen aus der Datenauswertung moderner Monitoringsysteme auch in Österreich zeigen, dass die tatsächlichen Temperaturabsenkungen im Heizfall bzw. Erwärmungen bei Kühlung deutlich unter den Auslegungsdaten liegen.

Für eine mögliche energetische Nutzung des kommunalen Abwassers in Leonding sollte künftig bei dem jeweiligen Projekt prinzipiell ein komplexes Monitoringsystem auf dem Stand der Technik mit kontinuierlicher Messung Temperatur vor und nach Wärmetauscher, Füllstands-, Temperatur-, Druck- und Durchflussmessungen in den Zu- und Rückleitungen zwischen Wärmepumpen und Wärmetauschern etc. installiert werden.

Damit kann sowohl der Betrieb der energetischen Nutzung als auch der Kanalbetrieb kontinuierlich überwacht werden. Über eine sinnvolle Kombination von kontinuierlichem Monitoring und Leittechnik des jeweiligen

Energie aus Abwasser

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

Heiz- und Kühlsystems der Energiezentrale kann rasch auf mögliche Schwankungen in der Abwassermenge, Temperatur etc. reagiert werden.

Über den zu empfehlenden Abschluss eines kontinuierlichen Wartungsvertrages und das moderne Monitoringkonzept kann dann ein nachhaltiger Anlagenbetrieb für die mögliche energetische Nutzung von Abwasser gewährleistet werden.

Analysen/Abschätzung Potenzial in ausgewählten Bereichen des Kanalnetzes im Stadtgebiet von Leonding

Auf der Basis der

- durchgeführten mobilen Messungen an den ausgewählten Messpunkten der Stadtgemeinde Leonding,
- abgeschätzten Einzugsbereiche für die betrachteten Kanalstränge
- Kenntnis der zusätzlichen Zuflüsse z.B. aus Pasching, Pluscity etc.
- insgesamt im Abwasserverband anfallenden Abwassermengen,

kann eine erste Abschätzung des möglichen tatsächlichen energetischen Potenzials in den Abwasserkanälen vorgenommen werden.

Diese Potenzialeinschätzung liefert eine Basis für eine Beurteilung künftig möglicher Nutzung des energetischen Potenzials in den betrachteten Stadtbereichen. Diese Einschätzung könnte einerseits als Basis für künftige Prüfungen im Rahmen Raumplanung etc. dienen und andererseits auch der Ausgangspunkt für die Erstellung konkreter Projektstudien sein.

In Abb. 43 ist eine erste Übersicht über das energetische Potenzial in den wichtigsten Sammlern auf dem Gebiet der Stadtgemeinde dargestellt. Auf der Basis der gemessenen Abwassermengen, Temperaturen, Füllstand etc. kann das konkrete energetische Potenzial für Heizung und Kühlung in den einzelnen Sammlern abgeschätzt werden. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die weiteren Teile des Kanalsystems ziehen.

Das ableitbare energetische Potenzial für Heizung und Kühlung wurde in mehreren Stufen, beginnend ab 0-50 kW, 100 kW etc. abgeschätzt.

Die über 24h gemessene, verfügbare kommunale Abwassermenge in diesen Bereichen erreicht im Trockenwetterbereich einerseits die kontinuierlich erforderliche Minimal-Abflussmenge von 10l/s, andererseits ist eine relativ konstante Temperatur vorhanden.

Energie aus Abwasser

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

In anderen Bereichen (ohne Farbe bzw. gelb gekennzeichnet) liegt derzeit kein ausreichender, kontinuierlicher Anfall an Abwasser vor. Insbesondere nach der Abendspitze ist in der Nacht extrem wenig Abwasser vorhanden, welches energetisch genutzt werden könnte.

Prinzipiell kann für die Potenzialanalyse angenommen werden, dass eine energetische Nutzung vor allem zwischen 05.00-22.00 Uhr stattfinden würde.

Ein interessantes, dauerhaft vorhandenes energetisches Potenzial liegt für die künftige Stadtentwicklung in Leonding v.a. vor im

- **Bereich Salzburger Straße im Bereich bis zur Einmündung Stadt Linz/Linz AG**
- **Bereich Harter Plateau Richtung Fuchselbachkanal**
- **Bereich Zone Zentrum / Gerstmayerstr. Richtung Fuchselbach**

wobei im Bereich des Sammlers Salzburger Straße (400 kW) und der Sammler Gerstmayerstr. / Fuchselbachkanal nach dem Zusammenfluss eines Großteils der Ortskanalisation Leonding durchaus Potenzial von 500 kW- 1 MW Leistung im Sammler vorliegen.

Im Falle von Erweiterungen, Stadtentwicklungen, Sanierungen etc. in diesen Bereichen könnte dieses Potenzial rasch näher geprüft und in einer konkreten Machbarkeitsstudie untersucht werden. Hier ist ein Radius für die mögliche Nutzung von mindestens 100-300 m Abstand vom Sammler möglich. Für Neubauten, Sanierungen etc. in diesem Bereich könnte dieses Potenzial möglicherweise genutzt werden, positive Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie vorausgesetzt.

Der auf dem Gebiet der Gemeinde befindliche Abschnitt Fuchselbachkanal ist ein wichtiger Entwässerungskanal für kommunale Abwässer und Regenwasser.

Hier liegt langfristig ebenfalls ein theoretisches Potenzial der energetischen Nutzung vor, dessen mögliche Nutzung muss aber gesondert geprüft werden. Grund ist einerseits, dass hier nur eine Bypass-Lösung in Frage kommt, andererseits die Entnahme des Abwassers im Trockenwetter- und Regenzustand geprüft werden muss. Wichtig ist auch der mögliche Energiebedarf bei dynamisch wachsenden Industrie-/ Gewerbebetrieben in Leonding entlang wichtiger Kanalsammler.

Für die Bereiche des derzeitig geplanten Neubaus der

- **Volksschule Leonding**
- **Entwicklung Wohngebiet UNO-City**

liegen derzeit in den dortigen Kanälen derzeit leider keine ausreichenden Abwasser- Mengen für eine belastbare, nachhaltige Heizung/Kühlung vor!

Volksschule Leonding:

Energie aus Abwasser

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

Im Rahmen der Untersuchungen wurden speziell rund um den Standort derzeitige Volksschule Leonding als auch an einem potenziellen Standort für einen Neubau (Messpunkt 6 /gegenüber Kindergarten) intensive Analysen + Messungen vorgenommen.

Die dort erzielten Ergebnisse erreichen NICHT die Minimalgrenze von 10l/s Durchfluss bei Trockenwetter, damit ist derzeit keine nachhaltige Energieversorgung aus Abwasser darstellbar.

Bereich UNO-City/potenzielles Gebiet Stadterweiterung Leonding:

Die derzeitige UNO-City Leonding ist als künftiges Stadtentwicklungsgebiet ein wichtiger Standort künftiger neuer Wohnungen, Quartiere.

Leider gibt es in diesem Bereich derzeit keine zentralen Kanalsammler, alle bestehenden Kanal-Stränge beginnen derzeit erst bei UNO-City mit der Entwässerung.

Wichtig wäre es, dies im Rahmen der Entwicklung bei dem Ausbau von neuen Kanalanbindungen/Sammlern zu berücksichtigen und auch später die Nutzbarkeit weiter entfernter Stränge in Betracht zu ziehen.

Nachstehend wird eine erste Übersicht des energetischen Potenzials in ausgewählten Bereichen des Kanalnetzes Stadtgemeinde Leonding dargestellt. Hierbei wurde auch ein geeigneter Nutzungsradius von durchschnittlich 100-200 m rund um die geeigneten Kanäle angenommen. Dieses Potenzial stellt die Situation im Trockenwetterzustand dar.

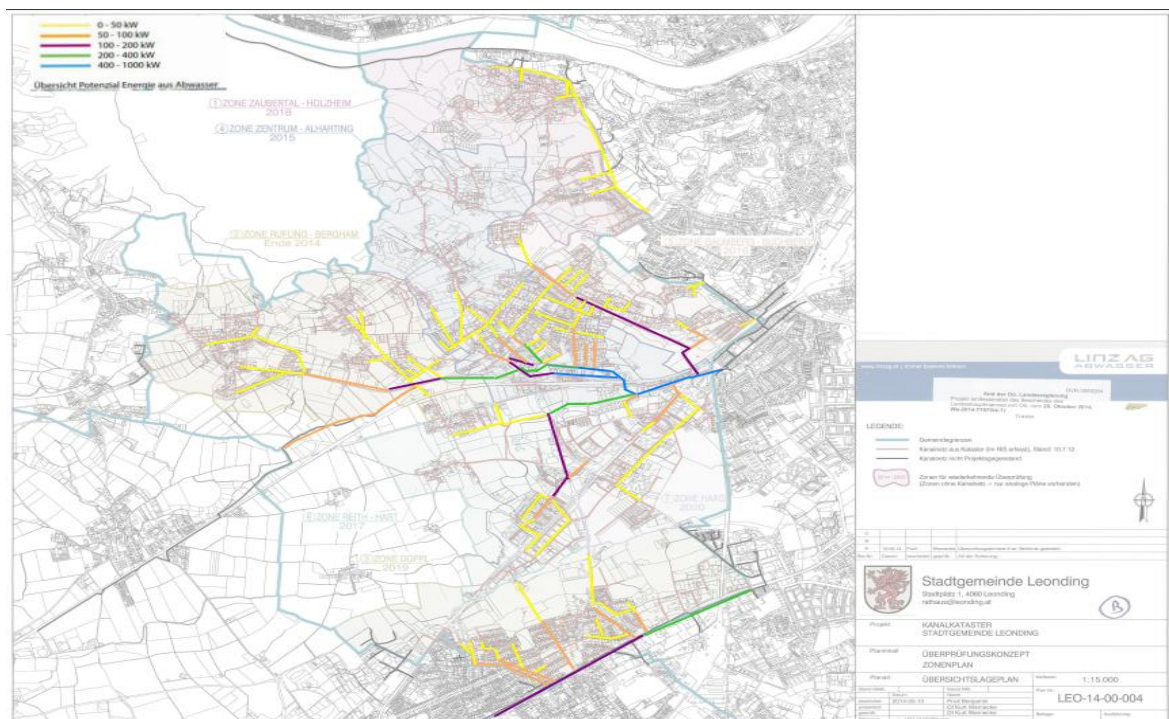


Abb.43: Übersichtskarte energetisches Potenzial in den wichtigsten Sammlern im Bereich Leonding für mögliche energetische Nutzung Abwasser in Kanälen, geschätzter Nutzungsradius von je 1 m pro kW, im Falle 100 kW etwa 100 m, im Falle 500 kW z.B. ca. 500 m

Energie aus Abwasser

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

Technologische Varianten für energetische Nutzung Abwasser im Stadtgebiet Leonding

Im Gemeindegebiet Leonding besteht sowohl die Möglichkeit des Einbaus von Wärmetauschern als auch Bypass-Lösungen für mögliche Objekte. Bypass Lösungen sind jedoch erst ab Leistungen > 500 kW Heiz- bzw. Kühlleistung wirtschaftlich.

Installation von Wärmetauschern und Monitoring im Kanal

Die Auslegung der Wärmetauscher erfolgt genau abgestimmt auf die jeweilige Kanalkonfiguration, Abwasserdurchfluss etc. Eine Installation von Wärmetauschern in einem Kanalabschnitt z.B. mit einer Kapazität von 200-500 kW am Wärmetauscher mit einer Länge von 100-200 m würde eine Querschnittsverengung von geschätzten 6-8% verursachen. Diese Querschnittsverengung würde aus heutiger Sicht keinen hydraulischen Engpass im gegenständlichen Kanalabschnitt darstellen, jedoch sollte im Falle einer möglichen Erweiterungsplanung eingeplant werden. Die genaue Auslegung hängt natürlich von den jeweils konkreten künftigen Anforderungen des Neubaus/Erweiterung oder Sanierung von ausgewählten Objekten ab. In Frage kommen vor allem Neubauten, städtebauliche Erweiterungen oder die Versorgung gewerblicher Objekte, aber auch z.B. von Gewächshäusern. Die Projekte sind ab einer Größenordnung von 50 kW Leistung Wärmetauscher Heizung/Kühlung möglich. Derzeit liegen in Leonding noch keine aktuellen Projektvorstellungen in diesem Bereich vor. Auf Grund der Analyse der Jahresganglinien und der mobilen Messungen würde der Einbau von Wärmetauschern also aus derzeitiger Sicht keine negativen Veränderungen der Hydraulik im betrachteten Kanalabschnitt verursachen. Dies muss natürlich im konkreten Fall im Rahmen einer Machbarkeitsstudie insbesondere bei Mischkanälen geprüft werden. Entsprechend dem aktuellen ÖWAV-Arbeitsbehelf 65 „Energetische Nutzung des thermischen Potenzials von Abwassers“/ 2021 ist entsprechend im konkreten Falle nachzuweisen, dass sich durch die energetische Nutzung des Abwassers KEINE negativen Folgen auf den Betrieb der Kläranlage (Temperatur, Biologie etc.) ergeben.

In Abb.44 ist das Prinzip der möglichen energetischen Nutzung des Abwassers über moderne, an die jeweilige Konfiguration der Kanäle/Schächte angepasste Wärmetauscher, der Zu- und Rückleitungen sowie die Verbindung mit speziellen, auf die jeweiligen Kundenwünsche abgestimmten Wärmepumpen dargestellt.

Eine Verlegung kann grabungsfrei erfolgen, Zu- und Rückleitungen werden über bestehende Schächte geführt und dann – in frostsicherer Tiefe oder entsprechend isoliert – zur Energiezentrale geführt.

Energie aus Abwasser

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

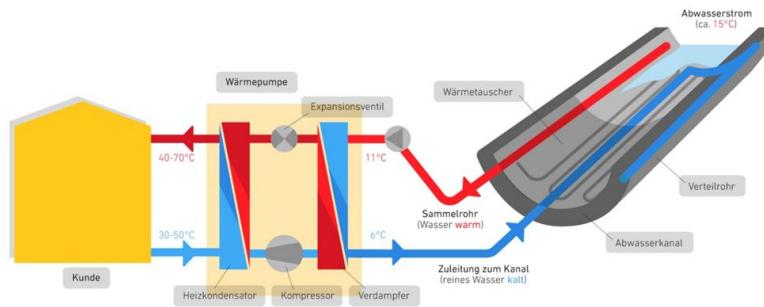


Abb. 44: Prinzip einer energetischen Nutzung über im Kanal verlegte Wärmetauscher

Durch eine moderne Wasserhaltung wird die Installation bei laufendem Betrieb umgesetzt. Das Monitoring ist entsprechend der konkreten Anforderungen in Kanal- und Heizzentralenbetrieb auszuführen. Die Standzeiten für moderne, in speziellen Edelstahllegierungen ausgeführte Elemente beträgt bei ordnungsgemäßen Betrieb, Wartung, Reinigung bis zu 50 Jahre!

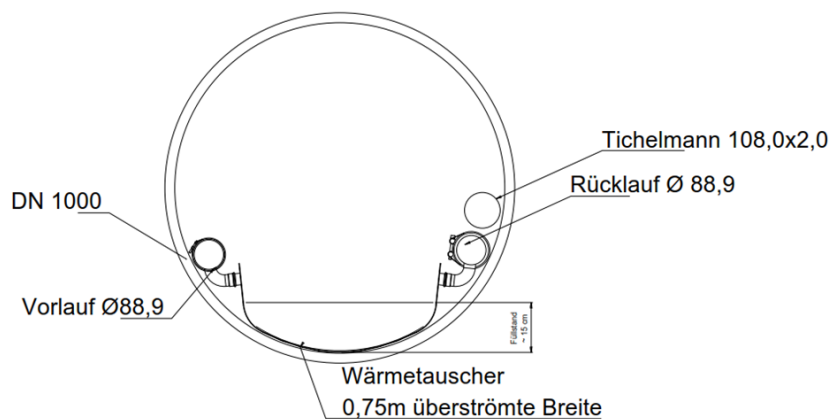


Abb.45: Muster für Auslegung Wärmetauscher im Kanal an Beispiel DN 1000

Energie aus Abwasser

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



Abb.46: Beispiel für verlegte Wärmetauscher im Kanal, begehbar, keine Unterspülungen/Verstopfungen

Montage externe Wärmetauscher über Bypass-Lösungen

Bei einer energetischen Nutzung über externe Wärmetauscher (siehe auch Abb.47) wird das Abwasser dem Kanal in einem Entnahmeschacht über ein Bypass-Lösung entnommen. Dies wäre in Leonding aus jetziger Sicht möglich im Bereich Gerstmayerstr./Füchselbachkanal.

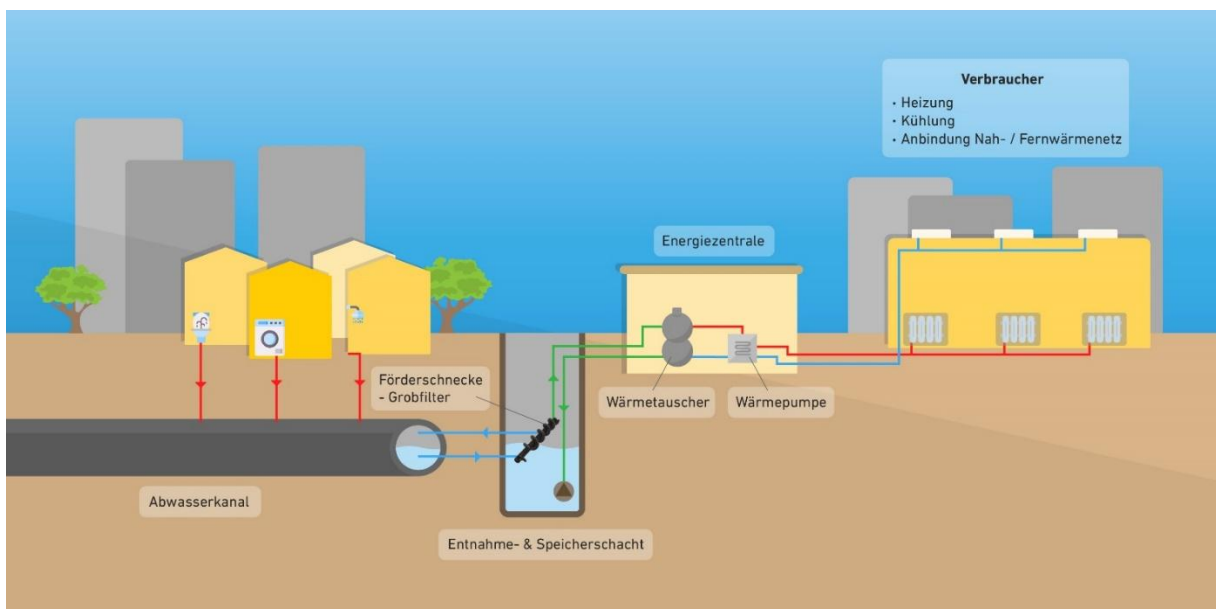


Abb.47: Prinzipskizze einer energetischen Nutzung von Abwasser für Heizung/Kühlung mittels Bypass-Lösung

Energie aus Abwasser

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

Das entsprechende Entnahmebauwerk dient zur Überwachung und Sicherstellung der Reinigung und Wartung im Kanal. Die nachfolgende Speicher- und Reinigungseinheit umfasst eine integrierte Siebtechnik zur Abwasserreinigung und ein entsprechendes Abwasserspeichersystem zur Erhöhung der Betriebsstunden bzw. Ausgleich von Schwankungen. Nachfolgend wird dem gereinigten Abwasser mittels Wärmetauscher (Edelstahlrohrbündelwärmetauscher in zwei Linien) die Abwärme entzogen. Der Einsatz einer pneumatischen Sperre/Rückspülvorrichtung ermöglicht die automatische Reinigung der Wärmetauscher durch Änderung der Flussrichtung. Somit wird die manuelle Reinigung der Wärmetauscher auf ein Minimum reduziert. In einem weiteren

Schritt werden entsprechende Wärmepumpen mit einer entsprechenden Wärme- und Kühlleistung eingesetzt und heben das Temperaturniveau auf das notwendige Niveau.

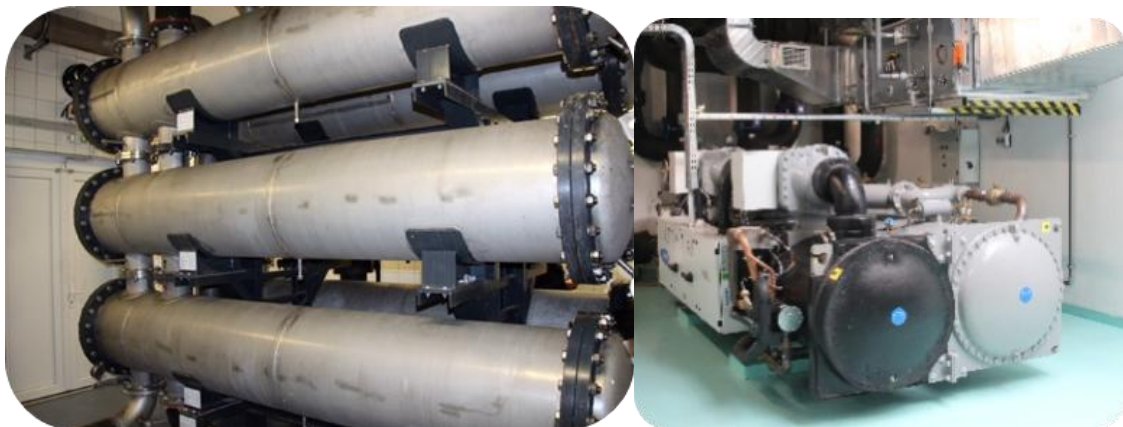


Abb.48/49: Externe Abwasser-Wärmetauscher-Rohrbündel in unmittelbarer Nähe zu Heizzentrale, sowie speziell abgestimmte Wärmepumpen

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

(max. 5 Seiten)

Die vorliegenden Ergebnisse und Potenzialabschätzungen liefern die mögliche Grundlage für die Erarbeitung einer Energielandkarte /Wärmelandkarte der Gemeinde Leonding.

Die möglichen Entwicklungsziele in Leonding können dann auch über die die Energieraumplanung abgeglichen werden, Dafür sollte auch die künftige Nutzungsmöglichkeit der Energie aus Abwasser in den identifizierten Bereichen im Stadtgebiet in Betracht gezogen werden. Die energetische Nutzung von Abwasser für Heizung und Kühlung kann sehr gut kombiniert werden mit

- PV-Anlagen für Erzeugung erneuerbarer Energie/Strom für Wärmepumpen

Energie aus Abwasser

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

- Speicher-Puffermöglichkeiten

Es ist anzunehmen, dass auf Grund der ständigen Erhöhung des Abwasseranfalls durch Zuzug, städtebauliche Erweiterungen wie z.B. Bereich ehemalige UNO-City und Gewerbeansiedlungen sich das dadurch mögliche energetische Potenzial kontinuierlich erhöhen wird.

Energie aus Abwasser

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

C) Projektdetails

5 Arbeits- und Zeitplan

(max. 1 Seite)

13. August 2021: Übermittlung des Konzeptes „Potenzialanalyse zur Nutzung von Abwasser inkl. Leitfaden des Klima- und Energiefonds an die Abteilung IFM Tiefbau

Studie der Unterlagen und interne Abstimmung

25. August 2021: Stellen des Förderansuchens

7. Oktober 2021: Anbotstellung durch die Fa. Rabmer GreenTech GmbH

12. November 2021: Beauftragung „Potenzialanalyse Energie aus Abwasser - Leonding“

2. Dezember 2021: Beauftragung Fa. Rabmer GreenTech GmbH mit Erstellung der Potenzialanalyse

Dezember 2021/Jänner2022: Abstimmung und Durchführung von Lokalaugenscheinen vor Ort gemeinsam mit der Firma.

21. April 2022: Übermittlung der Projektunterlagen

6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

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

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.