Potenzialanalyse

„Nutzung Abwasserwärme für Heizung/Kühlung – KEM Retzer Land“

Abschlussbericht

1

Rabmer GreenTech GmbH

Bildquelle: Wiedemann

Inhalt

Einleitung 3

1. Kurzbeschreibung des Abwassernetzes im Bereich der KEM Retzer Land 4

1.1. Kanalnetz+Kläranlage Retz: 5

1.2. Kanalnetz + Kläranlage Pulkau: 7

1.3. Kläranlage Zellerndorf: 7

2. Analyse Ist-Zustand / Erhebung Basisdaten Potenzialanalyse: 7

2.1. Analyse und Abstimmung Detaildaten Kanäle im Gebiet Stadtgemeinde Retz 9

2.2. Analyse und Abstimmung Detaildaten Kanäle im Gebiet Stadtgemeinde Pulkau 11

2.3. Messungen Abwassermengen und –Temperatur im Kanalnetz der Stadtgemeinde Retz, Pulkau 12

2.3.1. Methodische Vorgehensweise 12

2.3.2. Übersicht Messergebnisse an ausgewählten Messpunkten 16

2.3.3. Messdaten in Kläranlagen 22

3. Analyse des energetischen Potenzials und Darstellung der technischen Lösung für die Nutzung von Energie aus Abwasser im Kanalnetz 26

3.1. Analyse des energetischen Potenzials 26

3.2. Technologische Varianten für energetische Nutzung Abwasser in der Stadtgemeinde Retz, Pulkau etc. 32

3.2.1. Installation von Wärmetauschern und Monitoring im Kanal 32

4. Abschätzung des energetischen Potenzials im Ablauf Kläranlagen Retz, Pulkau, Zellerndorf.. 34

Zusammenfassung Potenzialanalyse: 37

Einleitung

Die Energie aus den kommunalen und gewerblichen Abwässern in Österreich geht derzeit weitestgehend ungenutzt in die Kanalnetze und Kläranlagen bzw. danach in die Vorfluter/Flüsse. Abwasser ist eine ganzjährig, 365 Tage verfügbare Wärmequelle und kann über moderne Wärmetauscher und Wärmepumpen genutzt werden. Der Einsatz von Energie aus Abwasser für Heizung und Kühlung trägt zur Erreichung der Klimaschutzziele bei und ist volkswirtschaftlich sinnvoll. Die energetische Nutzung von Abwasser für die Erzeugung von Wärme ist seit 12/2018 EU-weit als „erneuerbare Energie“ eingestuft. Energie aus Abwasser ist ökologisch sowie CO_2–neutral, kann einen wertvollen Beitrag zur Energiewende und zur Erreichung der Klima- und Energieziele der österreichischen Bundesregierung leisten und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern wie Gas reduzieren.

Die heute gebräuchlichste Form der Abwasserwärmerückgewinnung ist die aus dem öffentlichen Kanalnetz, da Abwasser eine vergleichsweise hohe Temperatur hat, hier die Energiemengen groß sind und sich viele mögliche Abnehmer in der Nähe befinden. Hierzu setzt man im Kanal i.d.R. auf Edelstahl-Wärmetauscher, die individuell an den Abwasserkanal angepasst werden, oder – bei höherer Abwassermenge - auf externe Wärmetauscher über Bypass-Systeme.

Gute Standorte für die Energiegewinnung aus Abwasser befinden sich in Städten und Ballungsgebieten, aber auch in kleineren Ortschaften/Verbänden in der Nähe von ausreichend großen Abwassersammlern. Ein großes Potenzial besteht auch in der Nutzung des Ablaufs von gereinigtem Abwasser nach den Kläranlagen für z.B. Heizzwecke, da dort i.A. keine Reglementierungen bei der Absenkung der Temperatur vor dem Vorfluter bestehen. Die

Erarbeitung von Potenzialanalysen und ersten Abwasser-Energielandkarten liefern den Gemeinden Grundlagen für aktuelle und künftige Entscheidungen zum Einsatz dieser erneuerbaren Energiequelle. Die KEM Retzer Land möchte im Rahmen dieser Potenzialanalyse prüfen, ob und wie Energie aus Abwasser für künftige Heizungen oder Kühlungen nutzen kann bzw. Potenzial auf/nach den Kläranlagen im Bereich der KEM Retzer Land besteht.

Im Rahmen der gegenständlichen Studie werden die Energiepotenziale im Bereich der KEM Retzer Land erfasst und auf mögliche Nutzung für Energie aus Abwasser Anlagen geprüft. Der Fokus liegt dabei einerseits bei öffentlichen Sammelkanälen mit einem Durchmesser ab DN 400 im Gemeindebereich, andererseits im Ablauf des gereinigten Abwassers der 3 betrachteten Kläranlagen.

Die Festlegung der Messpunkte erfolgte in Vorabstimmung mit dem Leiter der KEM Retzer Land, Herrn DI Gregor Danzinger, dem Fachbereich Abwasser der Kläranlage Retz, Herrn Manuel Weninger/ARA Pulkau Herrn Herrn Markus Baier /ARA Zellerndorf (nur Ablauf,keine Messstellen) der Stadtgemeinde /Hr.Rockenbauer etc. sowie dem Planungsbüro.

Um bei Trockenwetter den tatsächlichen Anfall an kommunalen und gewerblichen Abwässern in den einzelnen Kanalbereichen zu ermitteln sind exakte Messungen über den Tagesverlauf hinweg notwendig. Als Basis für künftige Entscheidungen bezüglich der möglichen energetischen Nutzung von Abwasser, wurden demnach an 2 ausgewählten Messstellen entsprechende Messungen und Analysen durchgeführt. Auf Basis dieser Messungen wurde die gegenständliche Potenzialstudie erstellt. Im Zuge dieser wird das thermische Energiepotenzial im jeweiligen Kanalstrang evaluiert und in einer Potenzialkarte gekennzeichnet.

1. Kurzbeschreibung des Abwassernetzes im Bereich der KEM Retzer Land

Die Klimamodellregion Retzer Land ist ein Zusammenschluss von sechs Gemeinden (Retz, Retzbach, Zellerndorf, Pulkau, Schrattenthal und Hardegg) im Bezirk Hollabrunn im nordwestlichen Weinviertel und erstreckt sich dank der Stadtgemeinde Hardegg bis ins

nordöstliche Waldviertel. Beteiligte Gemeinden der KEM Retzer Land sind Hardegg, Pulkau, Retz, Retzbach, Schrattenthal, Zellerndorf mit ca. 11500 Einwohnern.

Im Gebiet der KEM Retzer Land liegen i.W 3 Kläranlagen (Retz, Pulkau, Zellerndorf) mit jeweiligem Kanalnetz. Das Abwasser wird entweder über Freispiegelkanäle oder Pumpstationen entwässert bzw. zu den Kläranlagen befördert.

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden auf der Größe der Kläranlagen, des Einzugsgebietes und der angeschlossenen Einwohner/Gewerbe folgende Maßnahmen zur Erhebung des energetischen Potenzials vereinbart:

- **Kanalnetz/Kläranlage Retz:**
    - punktuelle Messungen im Kanalnetz VOR der Kläranlage
    - und Abschätzung des energetischen Potenzials des Kläranlagenablaufs
- **Kanalnetz/Kläranlage Pulkau:**
    - punktuelle Messungen im Kanalnetz VOR der Kläranlage
    - und Abschätzung des energetischen Potenzials des Kläranlagenablaufs
- **Kläranlage Zellerndorf:**
    - nur Analyse des möglichen energetischen Potenzials im Ablauf der Kläranlage

Die vier Kläranlagen mit 1750EW, 1250EW 450EW und 350 EW der **Gemeinde Hardegg** wurden auf Grund der kleinen Anlagen/Einzugsgebiete **nicht in die Untersuchungen einbezogen**.

1.1. Kanalnetz+Kläranlage Retz:

Abbildung 1 zeigt eine generelle Übersicht über die Kanalisation der Stadtgemeinde sowie angeschlossenen Gemeinden wie Obernalb. Die Kläranlage in Retz ist derzeit auf 13.477 EGW (Einwohnergleichwerte) ausgelegt. Die Kläranlage entsorgt neben Retz und Ortsteilen auch die Abwässer von entsprechendem Gewerbe sowie der saisonalen Weinwirtschaft.

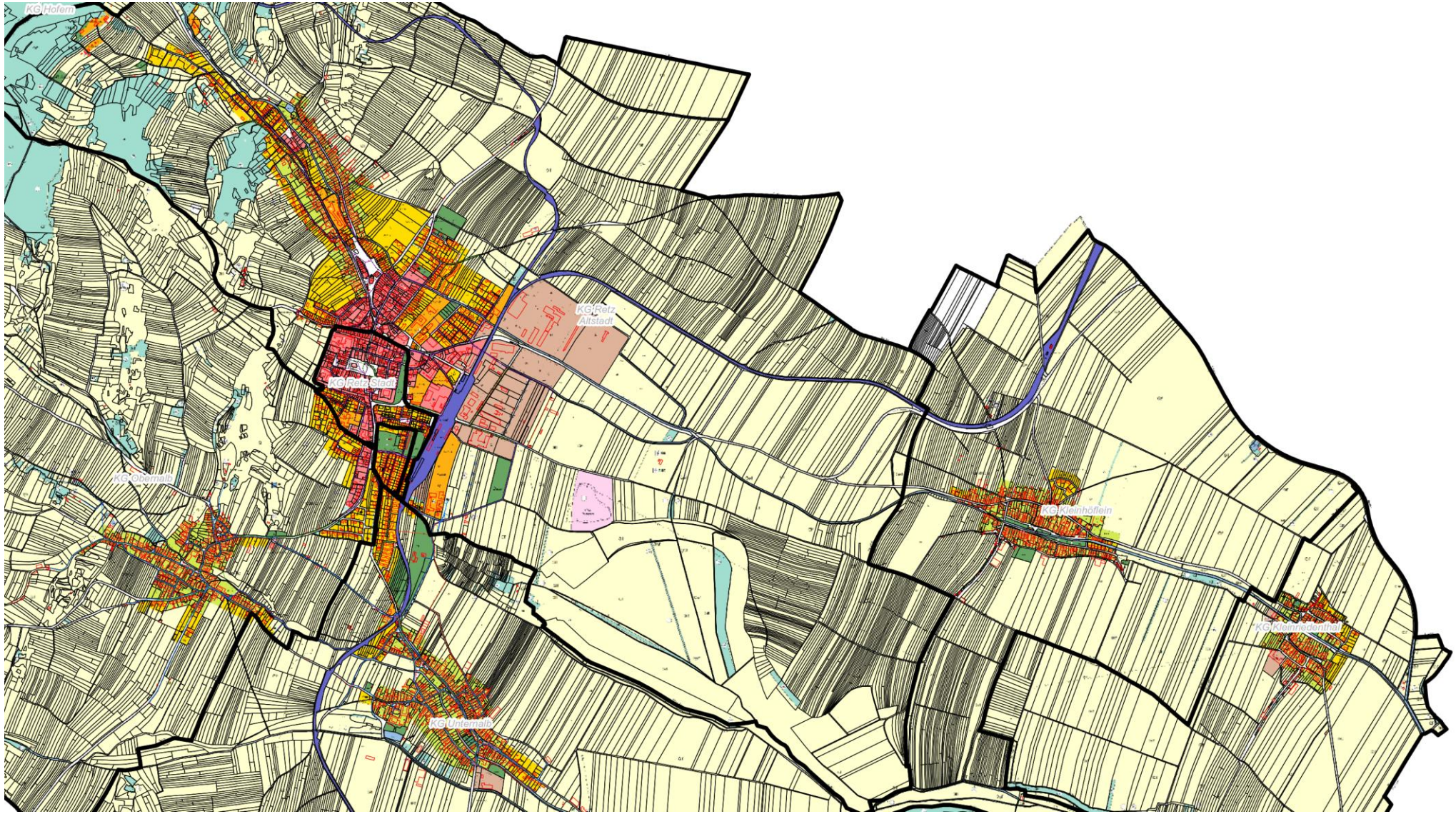

Abb. 1: Überblick über das Kanalnetz von Retz (Bildquelle: Stadtgemeinde)

Kanalnetz + Kläranlage Pulkau:

Die Kläranlage Pulkau ist auf 5900 EGW ausgelegt, wurde jetzt modernisiert. Das kommunale Abwasser wird sowohl über Freispiegelkanal als auch Pumpstationen zur Kläranlage geleitet.

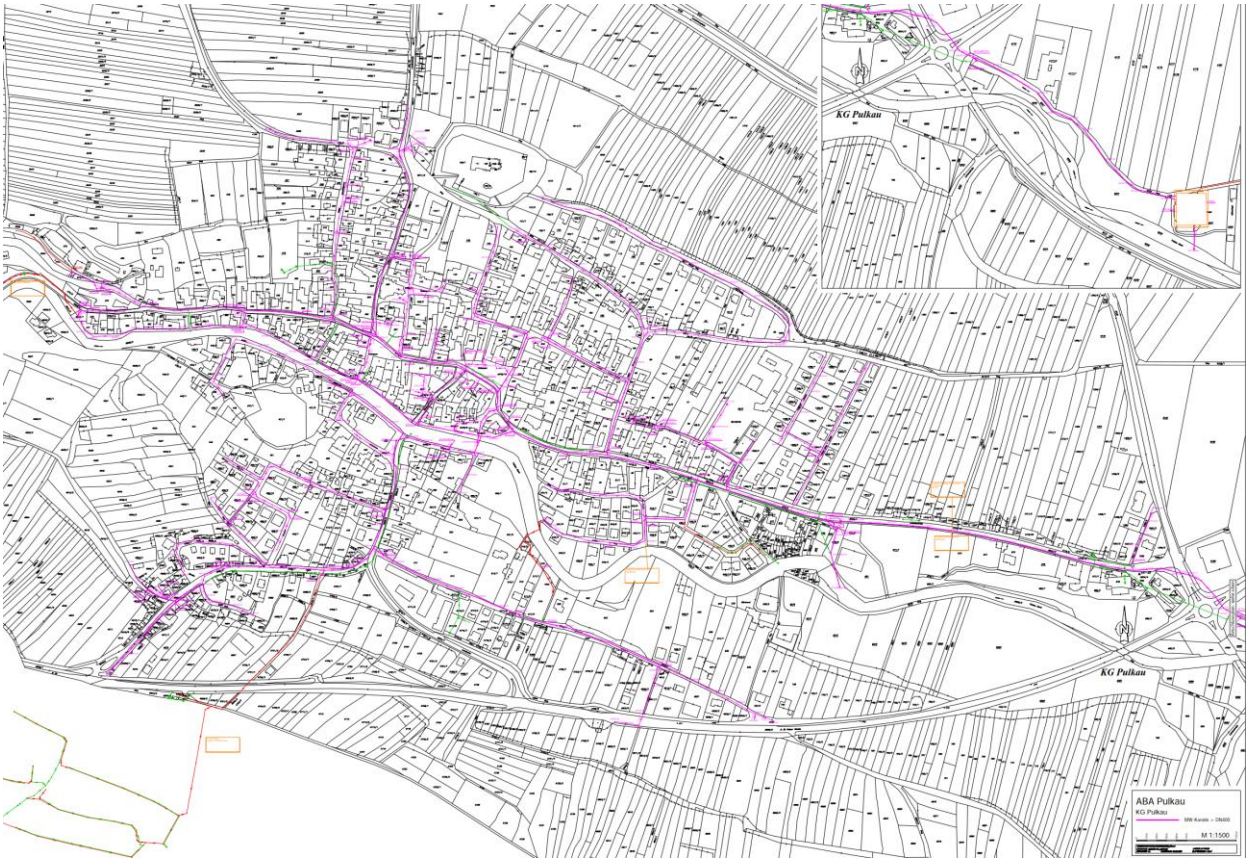

Abb.2: Übersicht über Kanalsystem Pulkau ab DN 400 mm

1.2. Kläranlage Zellerndorf:

Die Kläranlage Zellerndorf ist auf 5400 EGW ausgelegt, hat aber weniger Einwohner als im Einzugsbereich ARA Pulkau. Das Kanalnetz wurde mangels bereits vorab abschätzbaren geringen energetischen Potenzials und Kanaldurchmesser nicht untersucht, hier wurde nur das energetische Potenzial Ablauf Kläranlage abgeschätzt.

2. Analyse Ist-Zustand / Erhebung Basisdaten Potenzialanalyse:

Als Grundlage für die Erstellung einer Potenzialanalyse für die untersuchten Bereiche der KEM Retzer Land wurden von Seiten des Auftraggebers KEM Retzer Land /DI Danzinger und

Vertretern der jeweiligen Kläranlagen etc. mögliche Messpunkte im Kanalsystem besichtigt und abgeklärt. Auf Basis der Kanaldaten, einer groben Vorauswahl potenzieller Messpunkte und einer gemeinsamen Begehung wurden die endgültigen Messpunkte, auch in Hinblick auf in der Nähe gelegene künftige Projekte für energetische Nutzung, festgelegt.

Ziel der Messungen ist die Potenzialerhebung an ausgewählten Kanalabschnitten und darauf basierend eine Abschätzung des Potenzials für weitere Abschnitte. Im Rahmen der Analyse wird aufgezeigt in welchen Kanalabschnitten ausreichend thermisches Potential des Abwassers für eine mögliche energetische Nutzung vorhanden ist.

Vorgehensweise der Analyse:

- Erste Abschätzung der zu erwartenden Gesamtmengen, Temperaturen in den beiden Sammlern und Analyse des Kanalnetzplanes der Stadtgemeinden Retz und Pulkau..
- Gemeinsame Auswahl von 3 Messpunkten in geeigneten Kanälen ab DN400. Anschließende mehrtägige Aufnahme von zumindest 24h-Verlauf Trockenwetterabflüsse und auch Regenwetterereignissen.
- Abgleichung der Messdaten mit den Ganglinien Zulauf/Ablauf der Kläranlage
- Abschätzung des energetischen Potenzials an einzelnen Kanalsträngen.
- Prüfung Eignung gemäß ÖWAV Arbeitsbehelf Nr.65.
- Abstimmung bezüglich möglicher künftiger Standorte für die energetische Nutzung des Abwassers, geplanter Neubauten und Erweiterungen, etc.

2.1. Analyse und Abstimmung Detaildaten Kanäle im Gebiet Stadtgemeinde Retz

Das Kanalnetz der Stadtgemeinde Retz wurde gemeinsam geprüft, zunächst wurden zwei Kanalstränge/Messpunkte vorab identifiziert. Die Messpunkte wurden wie gefordert in Kanälen mit einem Durchmesser ab 400 mm ausgewählt. Im konkreten Fall haben die ausgewählten Kanalstränge folgende Profile:

- DN 1500 Rundrofil (begehbar aus offenem Gerinne)
- DN 400 mm, rund, GFK

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 wurden Kanäle ausgewählt bei denen im Trockenwetterabfluss ein Durchfluss von mindestens 5-10 l/s erwartet wurde.

Abb.3-4: Beispiel für gemeinsame Auswahl Messstellen mit Hr.DI Danzinger/KEM und Leitung ARA Retz, Blick auf ausgewählten Schacht Messpunkt 1

Ursprünglich war auch eine Messung vorgesehen im Übergang vom Rundprofil zu freiem Gerinne in Höhe Industriestraße. Bei Einbau der Messgeräte wurde aber festgestellt, dass zu

wenig Abwasser vorliegt und keine ausreichende Sensorüberdeckung gegeben ist. Ohne der entsprechenden Überdeckung des Sensors mit ausreichend Abwasser kann die Geschwindigkeit nicht gemessen werden und somit auch kein Durchfluss. Aus diesem Grunde wurde auf diese Messung verzichtet.

Abb.5: Ursprünglich vorgesehene 2. Messstelle in Höhe Industriestraße

Für die Messungen wurde ein Zeitraum ausgewählt, in dem mindestens eine Trockenwetterphase von 24 Stunden vorliegt. Die Messungen an der ausgewählten Messstelle fand vom 16.-21.03.23 statt. An den Messpunkten konnte auf Grund der Länge der gewählten Beobachtungszeit in den einzelnen Kanalabschnitten / Strängen der geforderte 24h Trockenwetterabfluss ermittelt werden. Auf Basis dieser Messungen sowie der Kenntnis der einzelnen Zonierungen etc. kann eine erste Abschätzung des tatsächlichen energetischen Potenzials getroffen werden. Dies wird in den folgenden Kapiteln entsprechend dargestellt.

Messpunkt 1 – Feldweg unterhalb Industriestraße in Richtung Kläranlage

- Mischwasserkanal
- DN 400 mm, rund GFK
- 3m tief

2.2. Analyse und Abstimmung Detaildaten Kanäle im Gebiet Stadtgemeinde Pulkau

Für die Messungen wurde der zentrale Freispiegelkanal vor der modernisierten Kläranlage Pulkau ausgewählt, mit diesem Messpunkt kann das energetische Potenzial für den Zufluss aus der Gemeinde Pulkau abgeschätzt werden. Zusätzlich wird Abwasser aus anderen kleineren Gemeinden über Pumpstationen zur Kläranlage gepumpt. Weitere Messstellen in Pulkau wurden auf Grund der prognostizierten Abwassermenge nicht ausgewählt. Die Messungen an der ausgewählten Messstelle fand vom 16.-21.03.23 statt.

An den Messpunkten konnte auf Grund der Länge der gewählten Beobachtungszeit in den einzelnen Kanalabschnitten/Strängen der geforderte 24h Trockenwetterabfluss ermittelt werden.

Abb.6-7: Ausgewählter Schacht Pulkau mit Zufluss Gemeinde Pulkau, Begehung

2.3. Messungen Abwassermengen und –Temperatur im Kanalnetz der Stadtgemeinde Retz, Pulkau

2.3.1. Methodische Vorgehensweise

Die Bestimmung der jeweiligen Abwassermengen und – Temperaturen in den einzelnen Messpunkten erfolgte jeweils mit modernen Messgeräten zur Messung des jeweiligen Abwasserdurchflusses, Füllstandes etc. im konkreten Sammler sowie der jeweiligen Abwassertemperatur. Bei beiden Messpunkten wurde ein Sensor zur Erfassung von Geschwindigkeit, Füllstand und Temperatur eingebaut. Dies ermöglichte eine kontinuierliche Erfassung der Durchfluss- und Temperaturdaten an den gewählten Messpunkten.

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 sowohl für punktuelle Messungen als auch für stationäre Messungen, z.B. künftig auch über einen Zeitraum von mehreren Wochen oder Monaten im jeweiligen Kanal eingesetzt werden. Das Messgerät wurde auf die jeweiligen Kanalkonfiguration/Profil kalibriert. Die Messung der Geschwindigkeit erfolgt auf dem Prinzip der modernen ortsaufgelösten Ultraschallkreuzkorrelation. Der Füllstand wird über eine integrierte Druckmesszelle erfasst. Zudem erfolgt die Messung der Temperatur. Die Messungen sind sowohl bei Teil- als auch Vollfüllung des Kanales durchführbar. Der Messumformer mit eingebautem GPRS erlaubt eine Datenfernübertragung auch unter schwierigen Arbeitsbedingungen. Die Messungen können problemlos bis in Kanaltiefen von 6 m, aber auch bei tieferen Schächten durchgeführt werden.

Der Sensor kann mittels Montageblech im Kanal fixiert werden. Diese Art des Einbaus wurde bei den Messpunkten 1 und 3 angewendet. Eine beispeilhafte Fotostrecke des Einbaus ist in nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

Abb.8: Musterbild Keilsensor zur Erfassung von Temperatur, Füllstand und Geschwindigkeit, welcher mit dem Montageblech an der Sohle des Kanals aufliegt

Abb. 9: Musterbild Absicherung für den Einbau der Messonden

Abb. 10: Messumformer im Schacht mit Antenne zur Datenübertragung (MP 3 Pulkau)

Abb. 11: Eingebautes Montageblech mit Keilsensor, welches an der Sohle des Kanals aufliegt und im Profil verspreizt wird. (MP 3Pulkau)

Abb.12: händische Kontrolle ermittelter Füllstand (Beispiel Messpunkt 1 Retz)

Abb. 13: Beispiel für Messprotokoll (Messpunkt 1) mit Ermittlung des Durchflusses, Abwassertemperatur, Geschwindigkeit und Füllstand.

Messunsicherheiten bei Durchflussmessungen mit CSM-Korrelationskeilsensor[2]:

	Messunsicherheit	Maximaler Nullpunkts Drift
Geschwindigkeit	1 % bei v>0,5 m/s	
Füllstand (angegeben für stehende Medien)	± 0,5	0,75 % vom Endwert
Temperatur	± 0,5 K	

Abb.14: Übersicht Messungenauigkeiten bei eingesetzten Sensoren

2.3.2. Übersicht Messergebnisse an ausgewählten Messpunkten

Die Messungen an ausgewählten Messpunkten wurden seitens Rabmer GreenTech zwischen 16.-21.03.23 über einen Zeitraum von ca.5 Tagen und damit länger wie die geforderten 24 Stunden durchgeführt. Für die Messungen lagen zumindest in Retz durchgehend Trockenwettertage vor (siehe Abbildung 20). Der Anstieg des Abwasseraufkommens beim Messpunkt in Pulkau am 20.03 (Abbildung 15) kann durch ein kurzeitiges Niederschlagsereignis verursacht worden sein. Über die jeweiligen Messpunkte wurden entsprechende Messprotokolle, Tendenzen, Spitzen sowie Ganglinien aufgenommen.

Im Folgenden werden die Messergebnisse über den gesamten Beobachtungszeitraum dargestellt:

Messpunkt 1 – Feldweg/Retz:

- Abwassermenge 0,6 l/s bis 10,7 l/s (durchschnittlich 4,8 l/s)
- Abwassertemperatur 9,1 bis 10,7 °C (durchschnittlich 9,7 °C)
- Füllstand: 4,3 cm bis 7,8 cm (durchschnittlich 6 cm)
- Geschwindigkeit: 0,067 bis 0,82 m/s (durchschnittlich 0,49 m/s)

Die Durchfluss- und Temperaturverläufe zu diesem Messpunkt sind in Abbildung 12 bis 14 dargestellt.

Aufgrund der niedrigen Füllstände und Geschwindigkeiten in diesem Kanalabschnitt, ist es immer wieder zu Verlegungen und zu einer geringen Überdeckung (Wasserstand über dem Sensor) der Sensorik gekommen. Dies spiegelt sich in den „gemessenen“ Durchflüssen

[2] NIVUS GmbH: CSM Korrelations-Keilsensor, https://www.nivus.de/de/produkte/durchflussmessung/verschmutzte-medien/sensoren/csm-korrelations-keilsensor/ [13.02.2023]

rundum den Wert 1 wider. Demnach sind auch die minimal „gemessene“ Abwassermenge und Geschwindigkeit nicht aussagekräftig – geschätzt wird sich der nächtliche Durchfluss rundum 3 l/s bewegen. Eine Aussage zu dem Potenzial an dieser Messstelle ist dennoch möglich.

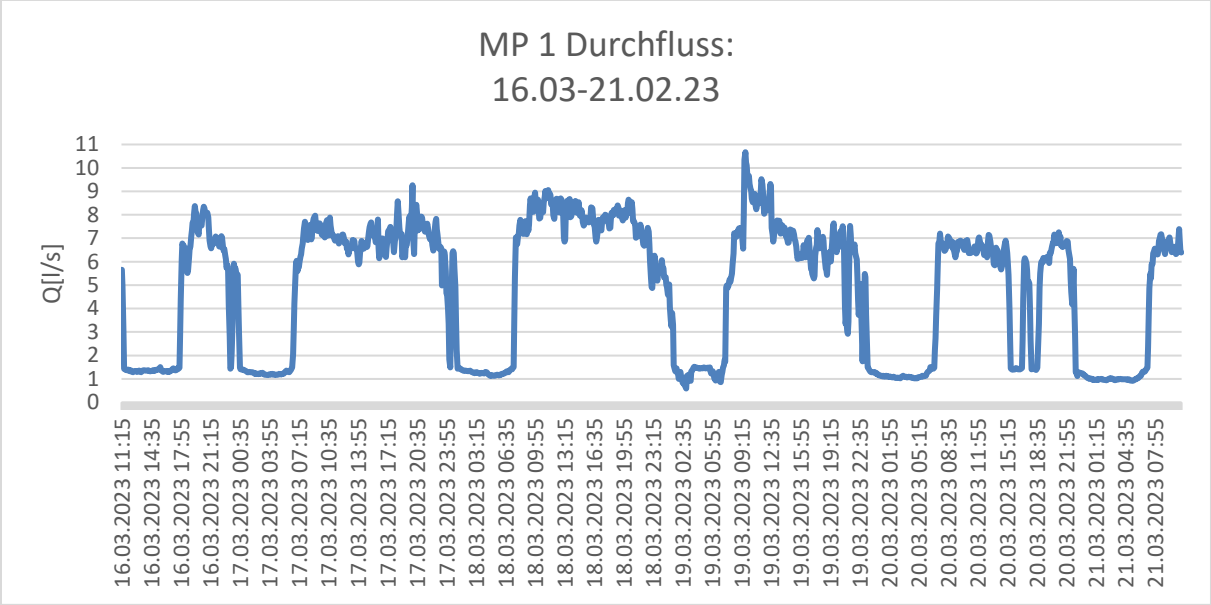

Abb. 12: Verlauf des Durchflusses im gesamten Beobachtungszeitraum beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz)

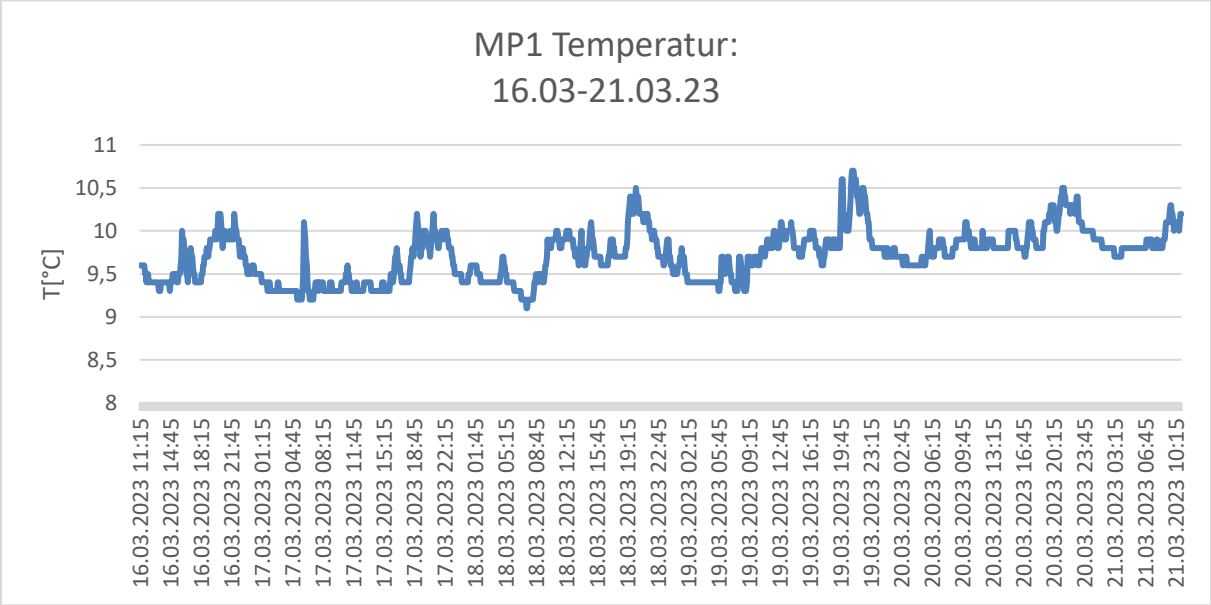

Abb. 13: Temperaturverlauf im gesamten Beobachtungszeitraum beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz)

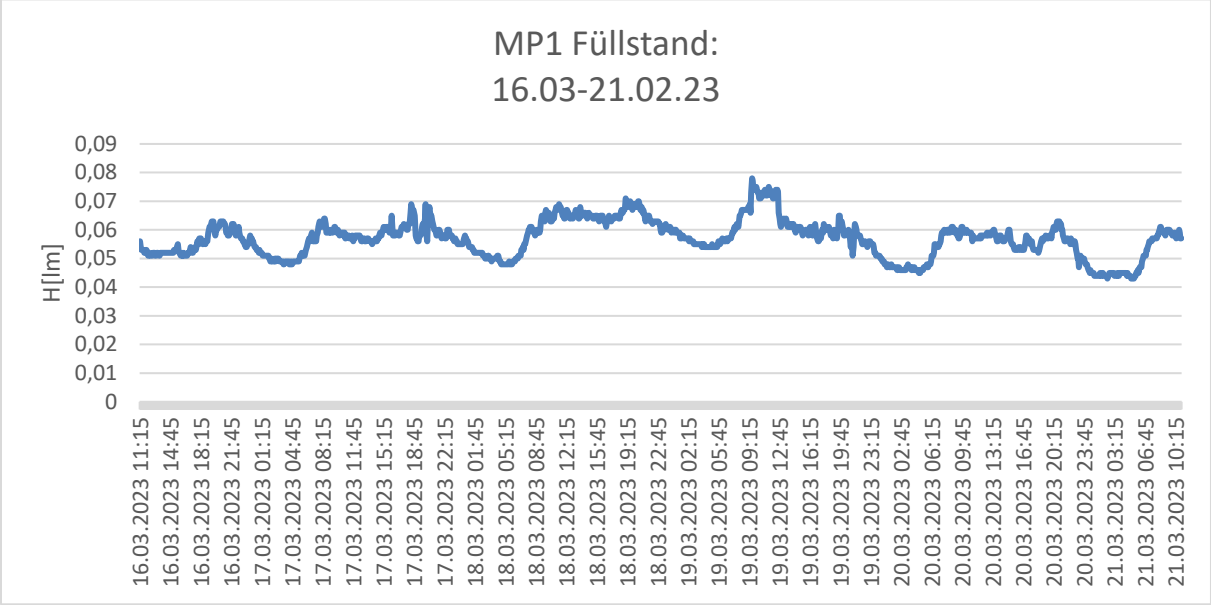

Abb.14: Füllstand im gesamten Beobachtungszeitraum an Messpunkt 1 (Feldweg/Retz)

Messpunkt 3 – Pulkau:

- Abwassermenge 1,03 l/s bis 48,53 l/s (durchschnittlich 6,06 l/s)
- Abwassertemperatur 8,0-15,6 °C (durchschnittlich 9,2 °C)
- Füllstand: 4,0 cm bis 18,3 cm (durchschnittlich 6,5 cm)
- Geschwindigkeit: 0,087-0,88 m/s (durchschnittlich 0,34 m/s)

Die Durchfluss- und Temperaturverläufe zu diesem Messpunkt sind in Abbildung 15 und 17 dargestellt. Aufgrund der niedrigen Füllstände und Geschwindigkeiten in diesem Kanalabschnitt, ist es immer wieder zu Verlegungen und zu einer geringen Überdeckung (Wasserstand über dem Sensor) der Sensorik gekommen. Dies spiegelt sich in den „gemessenen“ konstanten Werten zwischen 17.-20.03. wider. Durch ein starkes Abwasseraufkommen wurde die Verlegung am 20.03. (Ausschlag in Diagramm Abb. 15) entfernt. Eine Aussage zu dem Potenzial an dieser Messstelle ist dennoch möglich.

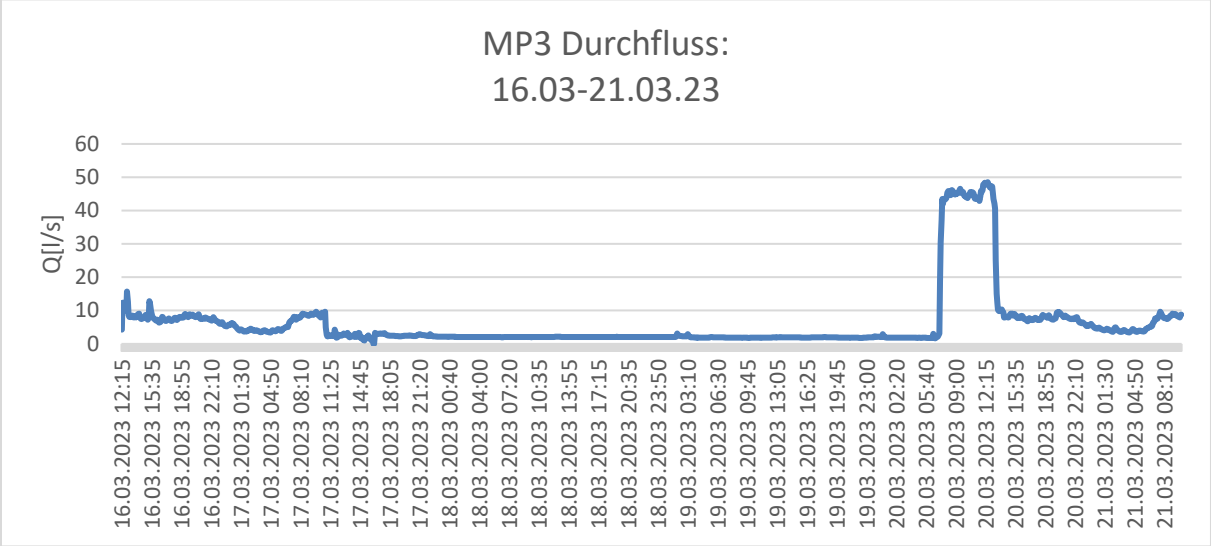

Abb. 15: Verlauf des Durchflusses im gesamten Beobachtungszeitraum beim Messpunkt 3 (Pulkau)

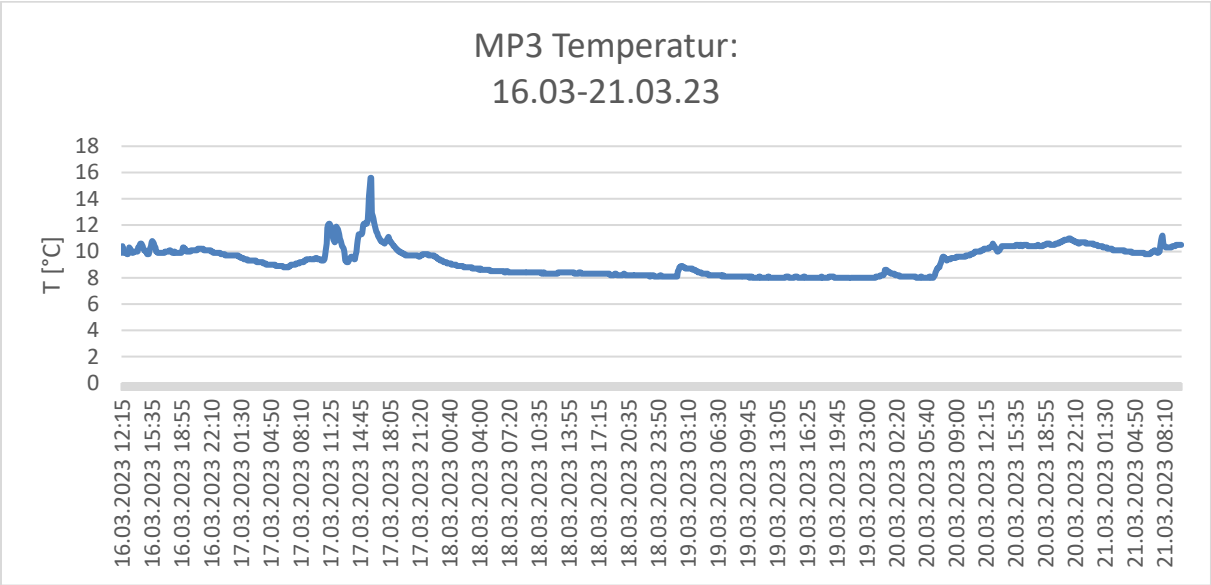

Abb. 16: Temperaturverlauf im gesamten Beobachtungszeitraum beim Messpunkt 3 (Pulkau)

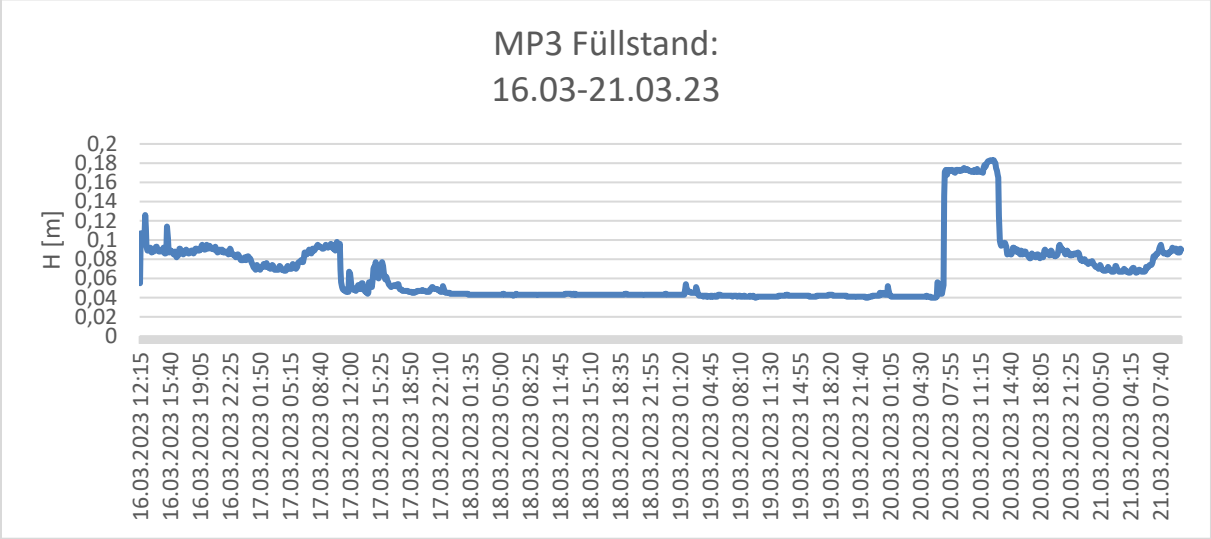

Abb.17: Füllstand im gesamten Beobachtungszeitraum am Messpunkt 3 (Pulkau)

Messergebnisse Tagesganglinien bei Trockenwetter:

Für die beispielhafte Darstellung einer Tagesganglinie bei 24h-Trockenwetter wurde beim Messpunkt 1 der 18.03.2023 gewählt.

Messpunkt 1 – Feldweg/Retz:

- Abwassermenge 1,1 bis 9,0 l/s (durchschnittlich 5,8 l/s)
- Abwassertemperatur 9,1 bis 10,5 °C (durchschnittlich 9,7 °C)

Im Durchschnitt liegen die Abwassermengen am betrachteten Trockenwettertag bei rd. 6 l/s. Tagsüber schwankt der Durchfluss weitgehend zwischen 1 und 9 l/s. Nachts sinkt der Durchfluss und erreicht in den Morgenstunden einen Tiefstwert von ca. 1 l/s. Die Temperatur ist mit durchschnittlich 9,7 Grad typisch für die Jahreszeit. (vgl. Abb. 18-19)

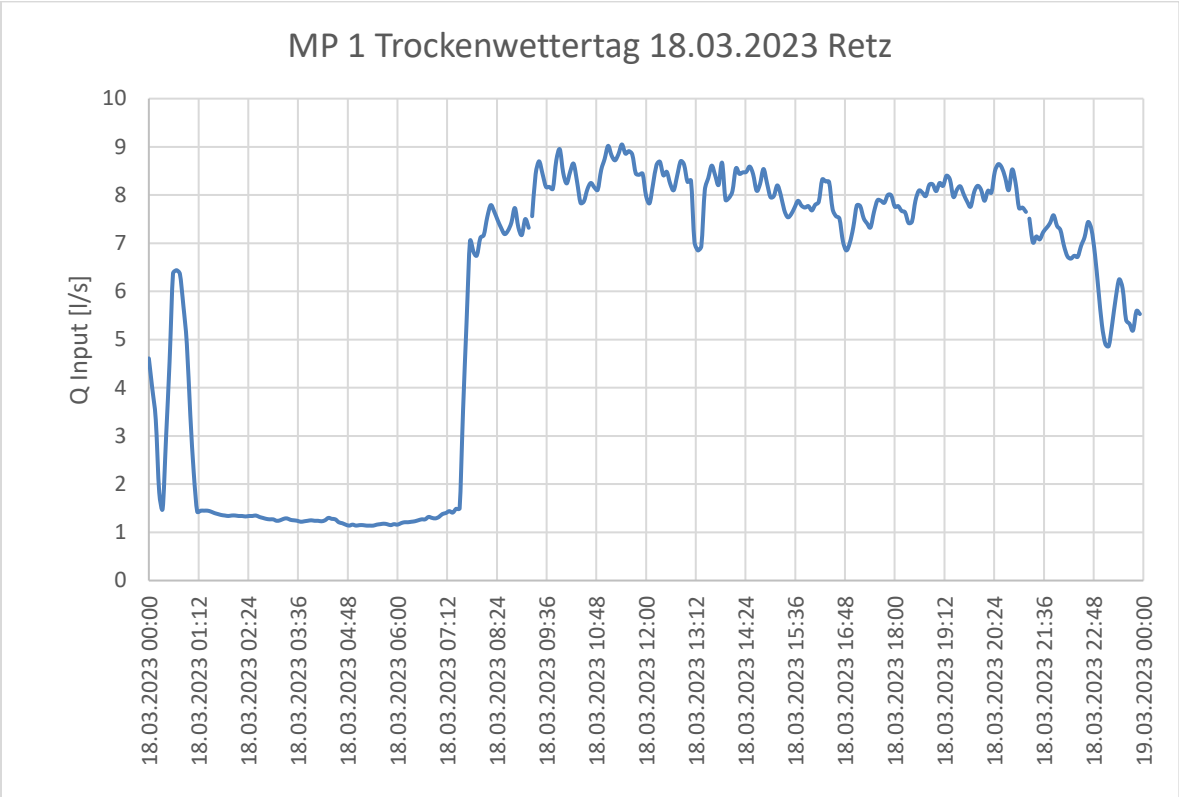

Abb. 18: Verlauf des Durchflusses am Trockenwettertag beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz)

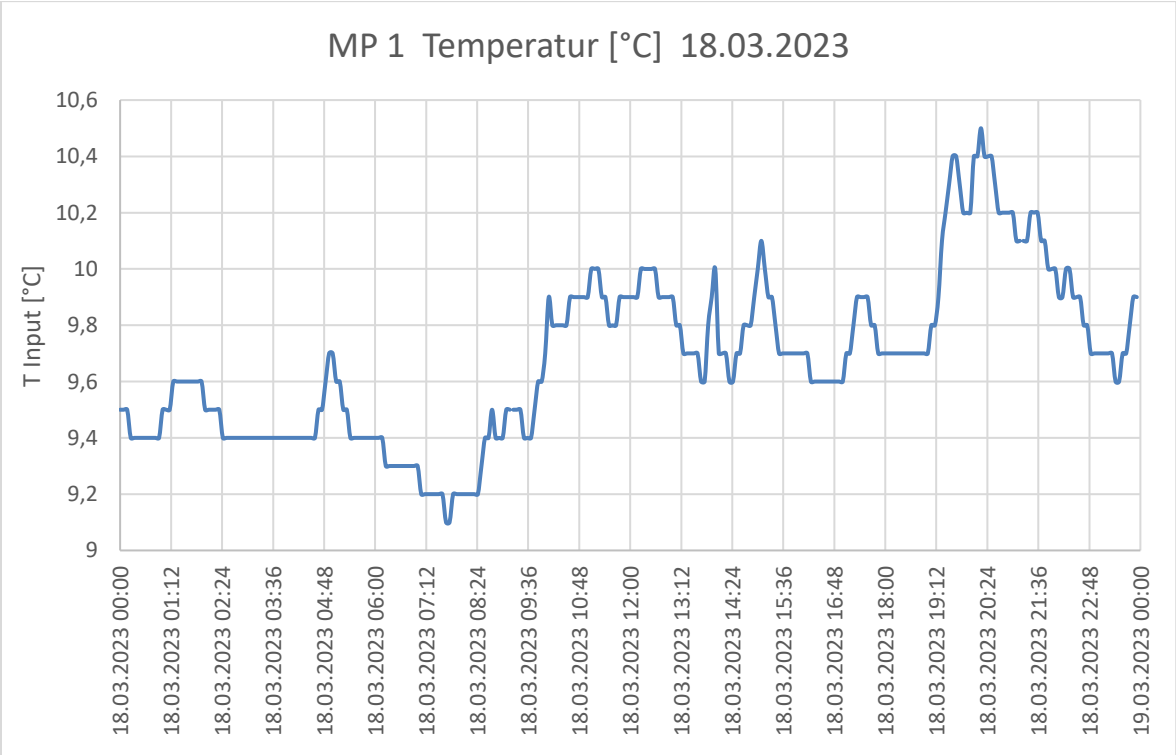

Abb. 19: Verlauf der Temperatur am Trockenwettertag beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz)

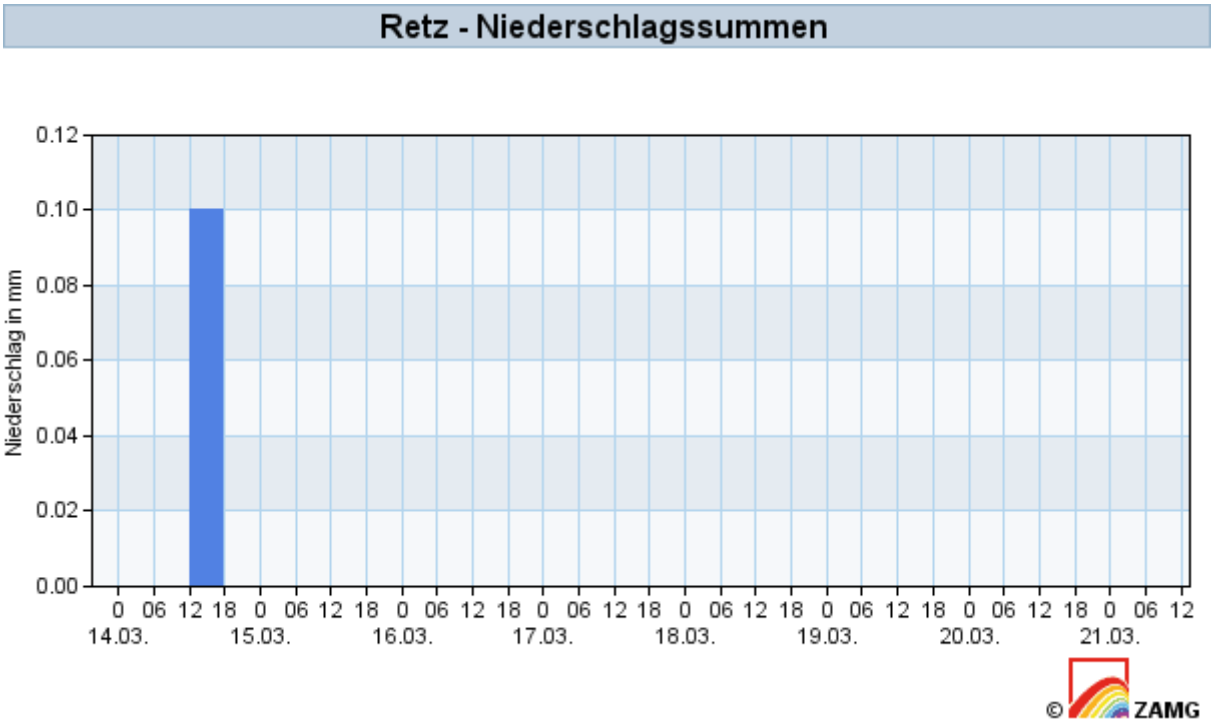

Abb. 20: Retz Niederschlagssummen im Messzeitraum

2.3.3. Messdaten in Kläranlagen

Um einerseits die Messungen, vor allem im Sammelkanal, zu plausibilisieren und andererseits die Auswirkungen im Falle einer energetischen Nutzung des Abwassers auf die Kläranlage abschätzen zu können, wurden von den Kläranlagen Retz und Pulkau

- durchschnittliche Ablaufmengen in l/s und Ablauftemperaturen
- zwischen 1.1.20201 und 31.12. 2022 (Pulkau nur 2022)

übergeben. Es wurden keine Tagesganglinien, sondern nur Min/Max-Durchfluss angegeben/ erstellt.

Dieser Ablauf stellt die Gesamtmenge des gereinigten Abwassers als Summe der über Freispiegelkanäle und Pumpstationen entwässerten Netze dar. (Auf die Kläranlagen kommen Abwässer aus verschiedenen Zuläufen wie der Freispiegelkanäle Gemeinden, Pumpstationen).

Die Kläranlagenabläufe können wie folgt charakterisiert werden:

Retz:

Ablaufmengen Kläranlage Retz

- Im Mittel 25 l/s, je nach Trockenwetter und Niederschlag 20l/s-60 l/s, Minimum nachts bei 2,5-5l/s

Ablauftemperaturen Kläranlage:

- Wintertemperaturen: 8,7 - 9,6 °C
- Sommertemperaturen: 12 - 23 °C ,

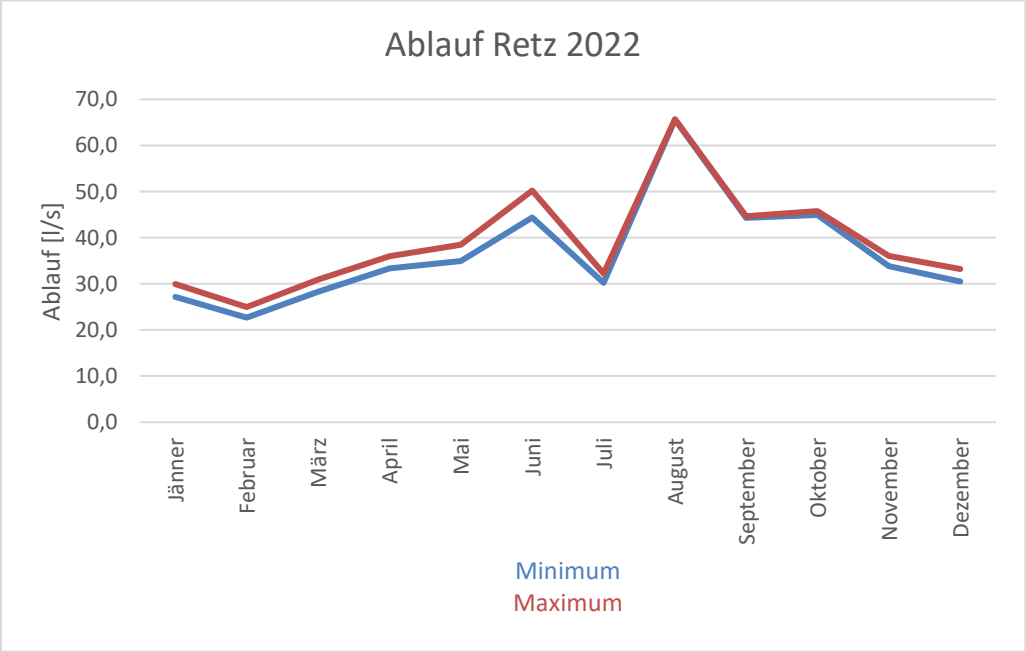

Abb.21: Jahresganglinien Ablauf Kläranlage Retz

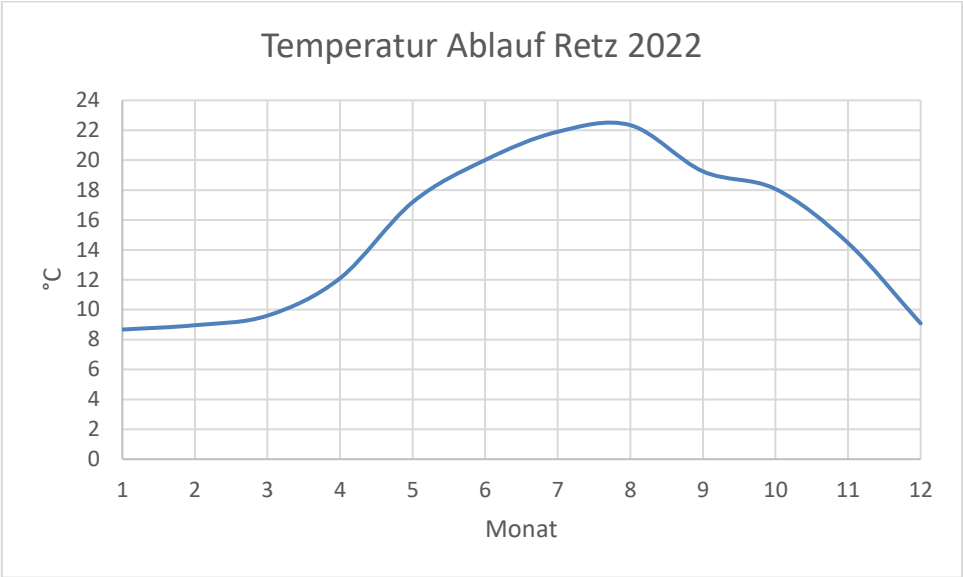

Abb.22: Jahresganglinien Temperaturverlauf Kläranlage Retz 2022

Pulkau:

Zulaufmengen zur Kläranlage Pulkau/2022:

- Im Mittel max. 15 l/s, je nach Trockenwetter und Niederschlag 10-70l/s, Minimum nachts bei 2,5-4l/s

Ablauftemperaturen Kläranlage:

Da auf der Kläranlage keine Ablauftemperaturen gemessen werden, wurden für die Beurteilung des Ablaufes die gemessenen Temperaturen in der Biologie herangezogen:

- Wintertemperaturen: 8,2-8,5°C, ab April > 10°C, ab Dezember 9°C
- Sommertemperaturen: Mai-Oktober 15,5°C-21°C

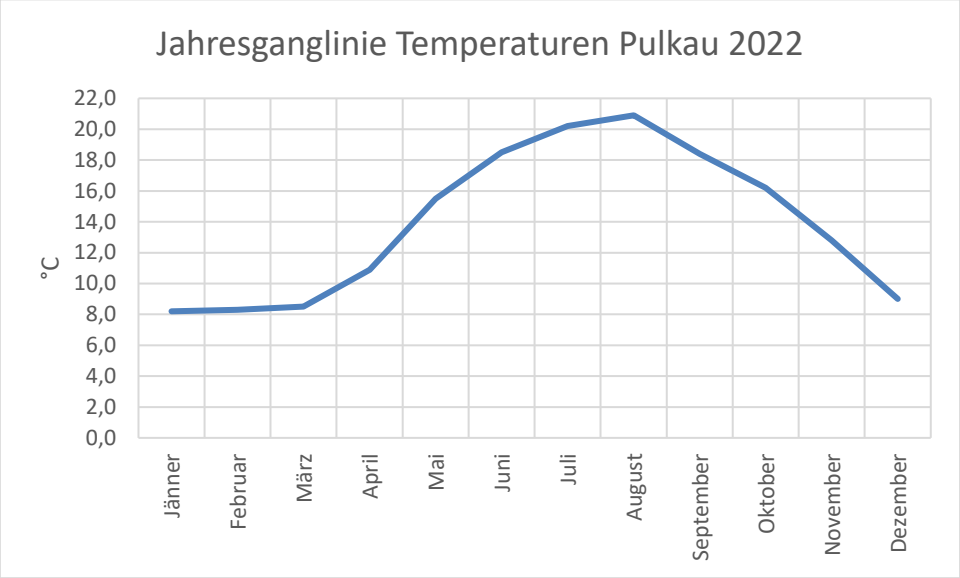

Abb.23: Jahresganglinien Temperaturverlauf Kläranlage Pulkau 2022

Zellerndorf:

Von der Kläranlage Zellerndorf liegen nur Sammeldaten für das Jahr 2022 vor:

- Zulaufmenge 188048m³/Jahr 2022- entspricht durchschnittlichem Zulauf von 5,96l/s
- Ablaufmenge 189874m³/Jahr 2022- entspricht durchschnittlichem Ablauf von 6,02l/s
    - Temperaturen: durchschnittlich bei 14°C

Obwohl auf den Kläranlagen die Tagesschwankungen im Zulauf im Ablauf etwas geglättet werden, bestehen trotzdem entsprechende Unterschiede.

Es wird bei den ersten beiden Kläranlagen ersichtlich, dass das Temperaturniveau im Kläranlagenablauf im März/April bereits höher ist als z.B. im Jänner/Februar. Im Jänner/Februar liegen die Temperaturen im Kläranlagenablauf in beiden Jahren regelmäßig zwischen 8- 9 °C, ab April Februar wieder bei >10°C. Dies ließe den Schluss zu, dass auch an den Messtellen die Temperatur im Jänner/Februar unter dem im Messzeitraum gemessen Temperaturniveau liegen wird. Gerade in der Heizperiode ist damit das zu erwartende Temperaturniveau im Falle der thermischen Nutzung bei den nachfolgenden Detailuntersuchungen einer möglichen Machbarkeitsstudie ausführlich zu betrachten und in die Auslegungen einzubeziehen. (Siehe auch ÖWAV Arbeitsbehelf 65) .

3. Analyse des energetischen Potenzials und Darstellung der technischen Lösung für die Nutzung von Energie aus Abwasser im Kanalnetz

3.1. Analyse des energetischen Potenzials

Auf Basis der durchgeführten Messungen Abwasserdurchfluss/Trockenwetterabfluss und Abwassertemperatur, der Dimensionierung der Kanäle sowie der hydraulischen Einschätzungen und der jeweiligen Auslegungen und Erfahrungen bei bestehenden Projekten wurde 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 je nach derzeitigem Betrieb der Kläranlage und Entfernung zu dieser maximal zwischen 1-2 °C betragen. Dieser Temperaturunterschied wird im Allgemeinen bis zum Eingang der Kläranlage durch die Umgebungstemperatur des Kanals wieder ausgeglichen, bzw. gleicht sich die Temperatur des Abwassers durch Zusammenflüsse bis zur Kläranlage wieder aus. Aufgrund der bestehenden Temperatur des Abwassers in den untersuchten Verbandskanälen wurde eine maximale Abkühlung von 1,5 Grad im Heizfall angenommen. Diese Temperaturschwankungen sind niedrig und sollten keine negativen Veränderungen auf Kanal- und Kläranlagenbetrieb verursachen.

Gemäß ÖWAV-Arbeitsbehelf-65 (Seite 7) kann eine überschlagsmäßige Mischrechnung angewendet werden, um den Einfluss der Temperaturveränderung auf die Kläranlage abschätzen zu können. Bei der Abkühlung des Teilstromes an den beiden Messtellen um 1,5 Grad, ergibt das eine Abkühlung von < 0,5 °C an der Kläranlage. Dabei ist jedoch noch keine Erwärmung des Abwassers durch die Kanalluft oder durch weiteren Zuläufe entlang der Restfließstrecke, etc. berücksichtigt. Erfahrungsgemäß gleichen sich so geringe Temperaturschwankung bis zu Kläranlage wieder an das dort herrschende Temperaturniveau an.

Laut ÖWAV-AB-65 ist eine Temperaturschwankung im Zulauf der Kläranlage von unter 0,5 Grad, bedingt durch die energetische Nutzung des Abwassers, als geringfügig anzusehen. Der Einfluss auf die Kläranlage für mögliche konkrete Projekte (je nach notwendigem Energiebedarf und Abkühlung – eventuell abweichend von 1,5 Grad) ist im Einzelfall zu prüfen.

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 und sich Temperaturänderungen rasch wieder an die Umgebungstemperatur anpassen.

Auf Grund des relativ niedrigen Abwasseraufkommens in Retz und Pulkau beschränkt sich die Möglichkeit der energetischen Nutzung nur auf einige wenige Kanalabschnitte in der unmittelbaren Nähe der Kläranlage sowie auf den Ablauf der Kläranlage. Im Bereich Zellerndorf kann nur die energetische Nutzung des Kläranlagenablaufs betrachtet werden.

Für eine mögliche energetische Nutzung des kommunalen Abwassers in den untersuchten Bereichen sollte künftig bei dem jeweiligen Projekt prinzipiell ein Monitoringsystem auf dem Stand der Technik mit kontinuierlicher Messung der Temperatur vor und nach dem 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 Heiz- und Kühlsystems der Energiezentrale kann rasch auf mögliche Schwankungen in der Abwassermenge, Temperatur etc. reagiert werden. Dies gilt auch für die mögliche Nutzung des Kläranlagenablaufs.

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.

Auf der Basis der

- durchgeführten kontinuierlichen Durchflussmessungen bei zwei Messpunkten (Retz, Pulkau)
- abgeschätzten Einzugsbereiche für die betrachteten Kanalstränge

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

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

Im Folgenden sind die Tagesverläufe des thermischen Potenzials auf Basis der ersten Auswertungen über einem 24h-Tockenwetterzeitraum im jeweils betrachteten Kanalstrang dargestellt. (vgl. Abb.24)

Messpunkt 1 – Retz:

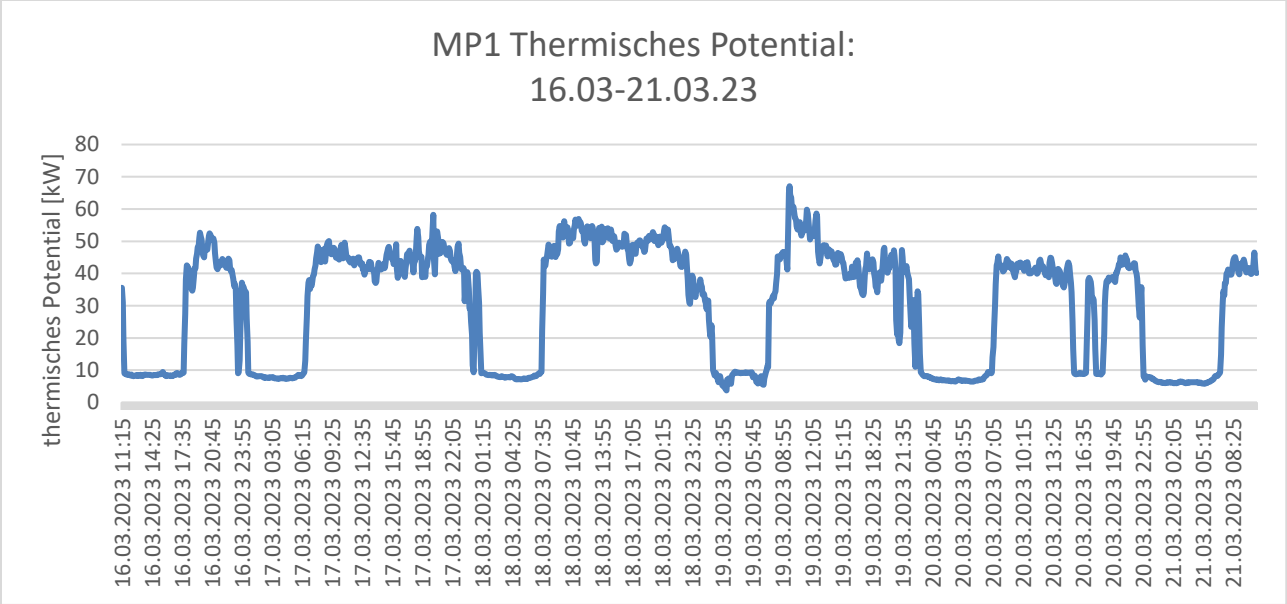

Abb. 24: Abschätzung des energetischen Potenzials am Messpunkt 1

Im betrachteten Abwasserkanal, beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz), steht im Zeitraum von 07:30 Uhr bis 22 Uhr ein energetisches Potential von ca. 30 bis 60 kW zur Verfügung. Grundsätzlich wurde die Annahme einer Absenkung der Temperatur um 1,5 °C getroffen. Das minimale thermische Potential in der Nacht bei Absenkung der Temperatur um 1,5°C liegt bei ca. 10 kW. Die mögliche Temperaturabsenkung muss im Falle eines konkreten Umsetzungsprojektes in diesem Kanalabschnitt in Abstimmung mit den konkreten Projektanforderungen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Messpunkt 3 – Pulkau:

Im betrachteten Abwasserkanal, beim Messpunkt 3 - Pulkau, steht im Zeitraum von 07:00 Uhr bis 22 Uhr ein energetisches Potential von nur ca. 11 bis 26 kW zur Verfügung. Grundsätzlich wurde die Annahme einer Absenkung der Temperatur um 1,5 °C getroffen. Durchschnittlich können am Beispiel des beobachteten Samstages zwischen 07.00-22.00 Uhr 20 kW zur Verfügung gestellt werden. Das minimale thermische Potential in der Nacht bei Absenkung der Temperatur um 1,5°C liegt bei 11 kW. Das Potenzial an diesem Messpunkt ist sehr gering. Eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle energetische Nutzung ist vor der Kläranlage Pulkau derzeit nicht darstellbar.

Das von den Messungen ableitbare energetische Potenzial für Heizung und Kühlung wurde in mehreren Stufen, beginnend ab 0-50 kW, 50-100 kW etc. abgeschätzt. In der Potentialkarte ist das thermische Potential in den jeweiligen Kanalsträngen abgebildet.

Die gemessene, verfügbare kommunale Abwassermenge in den Bereichen über 50 kW erreicht im Trockenwetterbereich untertags einerseits i.A. die kontinuierlich erforderliche minimal-Abflussmenge von 10l/s, andererseits ist eine relativ konstante Temperatur vorhanden.

In anderen Bereichen (ohne Farbe bzw. gelb gekennzeichnet) liegt derzeit kein ausreichender, kontinuierlicher Anfall an Abwasser vor.

Prinzipiell kann für die Potenzialanalyse angenommen werden, dass eine sinnvolle energetische Nutzung in den untersuchten Bereichen nur und vor allem zwischen 07.00-22.00 Uhr stattfinden würde. Zwischen 22.00-07.00 Uhr ist in den Kanalsträngen kaum eine sinnvolle oder nur sehr niedrige energetische Nutzung möglich, diese sollte aber im Rahmen einer weiterführenden Studie konkret auf ein Projekt bezogen geprüft werden.

Nachstehend (Abb.25-26) **wird eine erste Übersicht des energetischen Potenzials in ausgewählten Bereichen des Kanalnetzes für Retz und Pulkau dargestellt. Hierbei kann ein geeigneter Nutzungsradius von durchschnittlich 100 m rund um die geeigneten Kanäle angenommen werden. Dieses Potenzial stellt die Situation im Trockenwetterzustand dar.**

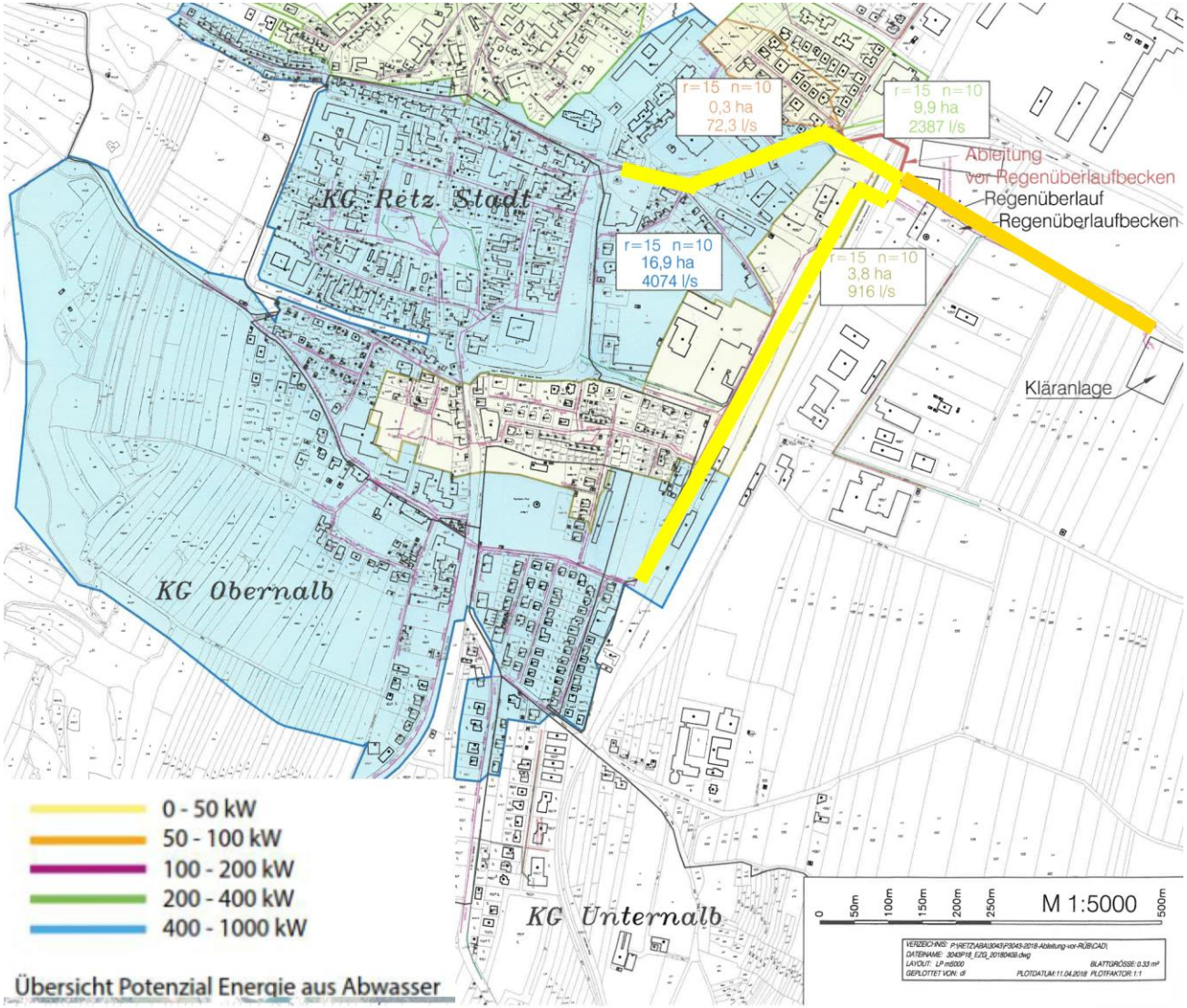

Abb. 25: Übersichtskarte energetisches Potenzial im Raum Retz für mögliche energetische Nutzung Abwasser in Kanälen (geschätzter Nutzungsradius von je 1 m pro kW, im Falle 100 kW etwa 100 m), Quelle Karte Stadtgemeinde, mit Übersicht Kanalsystem und Regenüberlaubecken etc.

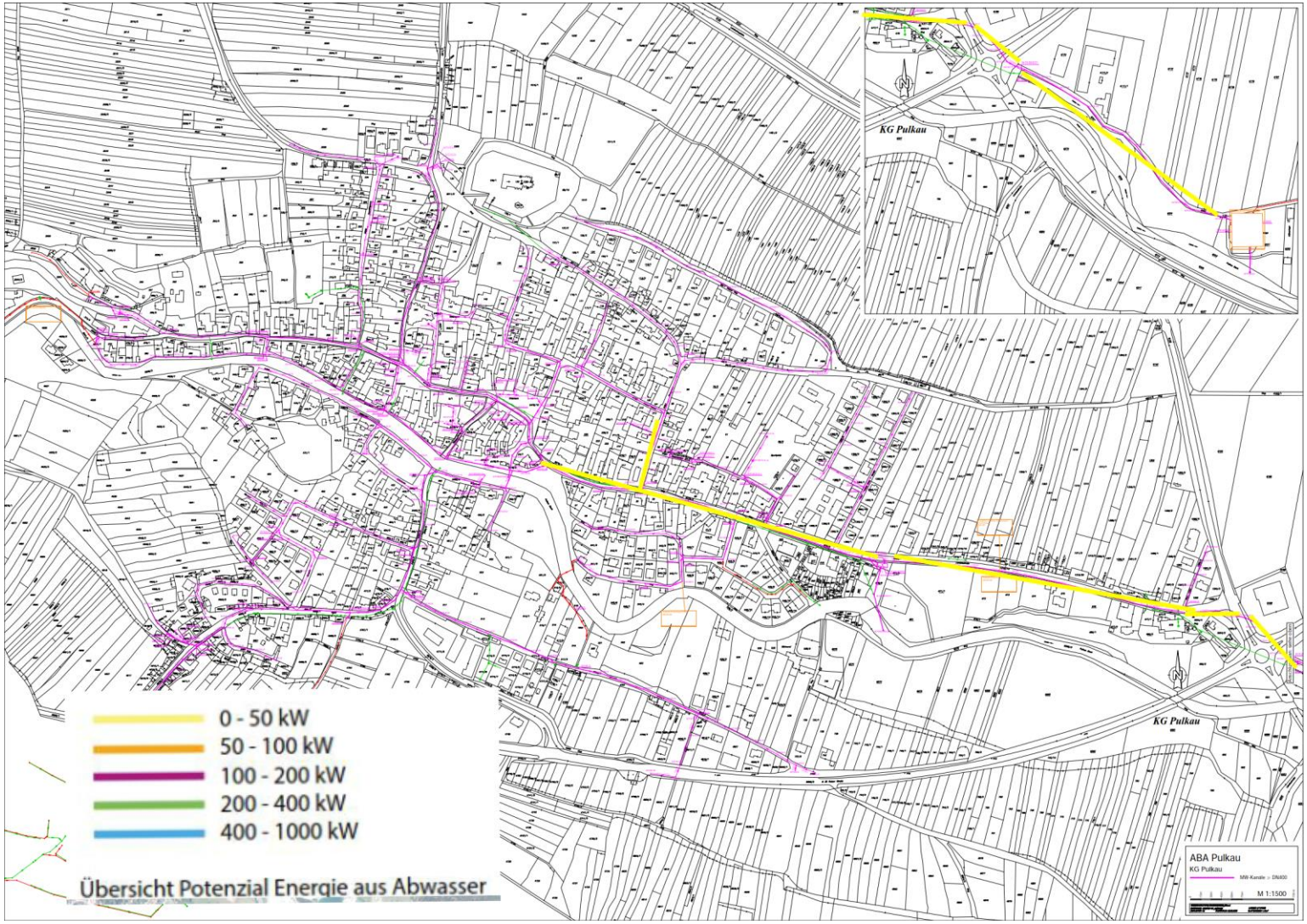

Abb. 26: Übersichtskarte energetisches Potenzial im Raum Pulkau für mögliche energetische Nutzung Abwasser in Kanälen (geschätzter Nutzungsradius von je 1 m pro kW, im Falle 100 kW etwa 100 m

3.2. Technologische Varianten für energetische Nutzung Abwasser in der Stadtgemeinde Retz, Pulkau etc.

Im Gebiet des Kanalnetzes der Gemeinden Retz und Pulkau besteht auf Grund des relativ niedrigen Abwasseraufkommens, wenn dann nur die Möglichkeit des Einbaus von Wärmetauschern im Kanal, da die Ausführung als Bypass-Lösungen im Allgemeinen erst ab Leistungen > 500 kW Heiz- bzw. Kühlleistung wirtschaftlich ist.

3.2.1. 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 50-150 kW am Wärmetauscher mit einer Länge von 70-150 m würde eine Querschnittsverengung von geschätzten 6-10% verursachen. Diese Querschnittsverengung würde aus heutiger Sicht keinen hydraulischen Engpass in den untersuchten Kanalabschnitten darstellen, jedoch sollte im Falle einer möglichen Nutzung, vor allem in Mischwasserkanälen, für konkrete Projekte eingeplant und geprüft werden. Die genaue Auslegung hängt 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, wie z.B. Büro- oder Produktionsräume. Die Projekte sind ab einer Größenordnung von 50 kW Leistung am Wärmetauscher für Heizung/Kühlung möglich.

Entsprechend dem aktuellen ÖWAV-Arbeitsbehelf 65 „Energetische Nutzung des thermischen Potenzials von Abwassers“/ 2021 ist 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 Abbildung 27 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 der Wärmetauscher in die Kanalabschnitte kann prinzipiell grabungsfrei erfolgen, im konkreten Fall eines Projektes ist das Anlegen einer größeren, befahrbaren

Montageöffnung zu empfehlen. Zu- und Rückleitungen werden über bestehende Schächte geführt und dann – in frostsicherer Tiefe oder entsprechend isoliert – zur Energiezentrale geführt.

Durch eine moderne Wasserhaltung während der Montage wird die Installation bei laufendem Betrieb des Kanals umgesetzt. Das Monitoring ist entsprechend der konkreten Anforderungen in Kanal- und Heizzentralenbetrieb auszuführen. Die Standzeiten für moderne, in speziellen Edelstahllegierungen ausgeführte Elemente beträgt bei ordnungsgemäßem Betrieb, Wartung, Reinigung bis zu 50 Jahre! Die Wärmetauscher sind so zu verlegen, dass es zu keinem zusätzlichen Reinigungsaufwand für den Kanalbetrieb führt.

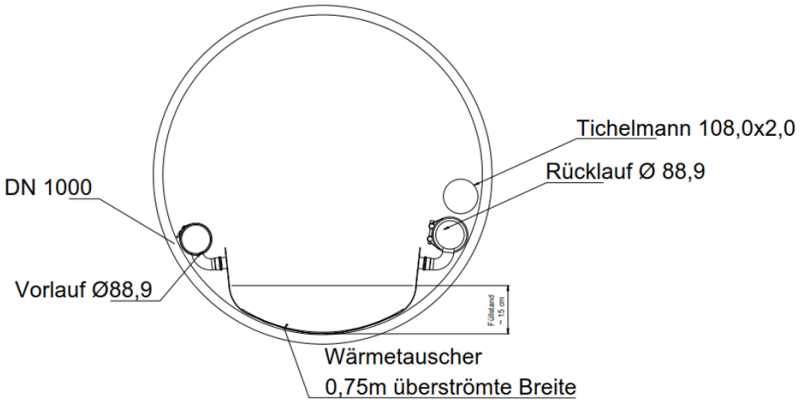

Abb. 27: Muster für Auslegung Wärmetauscher im Kanal an Beispiel DN 1000

Abb.28: Beispiel für verlegte Wärmetauscher im Kanal, begehbar, keine Unterspülungen/Verstopfungen

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.

4. Abschätzung des energetischen Potenzials im Ablauf Kläranlagen Retz, Pulkau, Zellerndorf

Für die energetische Nutzung des Kläranlagenablaufes wird nur die mögliche Nutzung für Heizzwecke betrachtet, da bei einer möglichen Absenkung der Temperatur um z.B. 3-4 °C einerseits ein höheres energetisches Potenzial als im Kanal vor der Kläranlage besteht, andererseits dadurch der jeweilige Vorfluter ökologisch entlastet wird. Eine Kühlung – mit erhöhtem Wärmeeintrag in den Vorfluter – wird nicht untersucht.

Kläranlage Retz:

Es kann angenommen werden, dass bei den Ablaufmengen zwischen 06.00-24.00 Uhr 20-30l/s im Trockenwetter anfallen, in der Zeit vor allem nach Mitternacht und 06.00 Uhr wesentlich weniger (2,5-5l/s).

Auf Grund der Analyse der vorliegenden Ablaufwerte für Menge und Temperatur gereinigtes Abwasser auf der Kläranlage Retz kann tagsüber ein energetisches Potenzial von ca. 200-300 kW angenommen werden. Dieses Potenzial könnte entweder auf der Kläranlage innerbetrieblich, für Klärschlammtrocknung etc., oder für Einspeisung Heizzwecke Nahwärme

genutzt werden

Abb.29: Übersicht Lage Kläranlage Retz und Radius für mögliche energetische Nutzung gereinigter Ablauf ARA

Kläranlage Pulkau:

Es kann angenommen werden, dass bei den Ablaufmengen zwischen 06.00-24.00 Uhr max. 15l/s im Trockenwetter anfallen, in der Zeit vor allem nach Mitternacht und 06.00 Uhr wesentlich weniger (2,0-4l/s).

Auf Grund der Analyse der vorliegenden Ablaufwerte für Menge und Temperatur gereinigtes Abwasser auf der Kläranlage Pulkau kann tagsüber ein energetisches Potenzial von ca. 150-200 kW angenommen werden. Dieses Potenzial könnte entweder auf der Kläranlage innerbetrieblich, für Klärschlammtrocknung etc., oder für Einspeisung Heizzwecke Nahwärme genutzt werden.

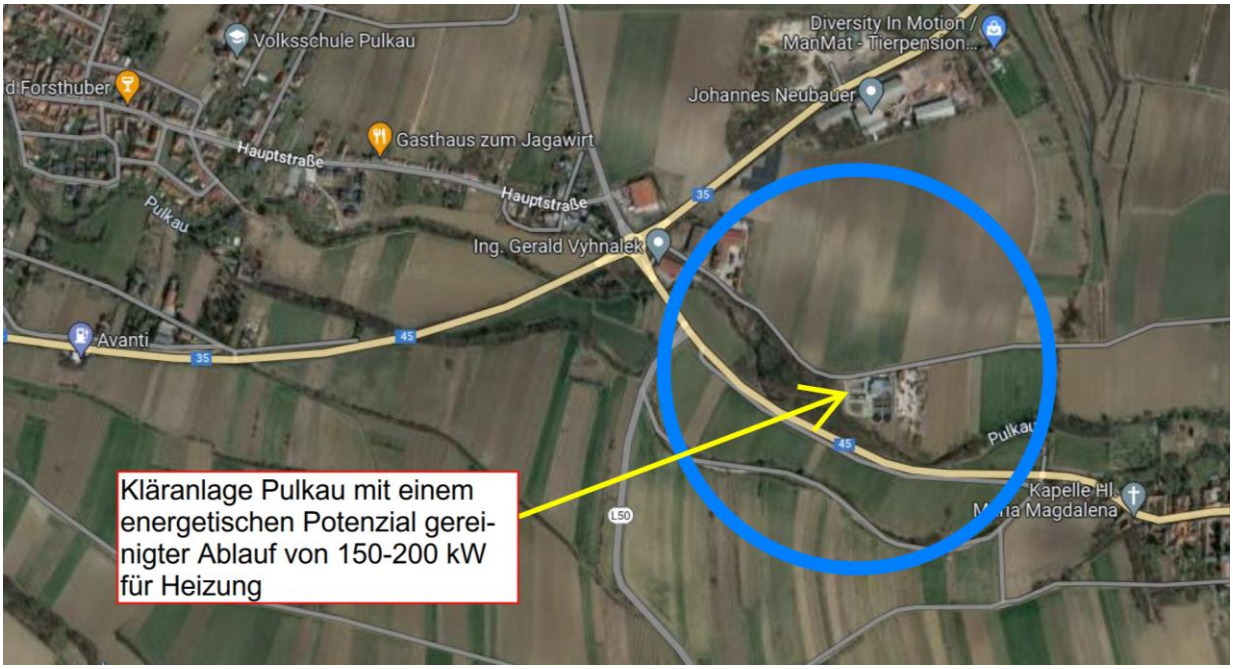

Abb.30: Übersicht Lage Kläranlage Pulkau für mögliche Nutzung Heizung aus Ablauf ARA

Kläranlage Zellerndorf:

Auf Grund der niedrigen Abwassermengen, der vorliegenden Durchschnittsdaten für den Ablauf der Kläranlage sowie der Durchschnittstemperaturen kann nur eine grobe Abschätzung des energetischen Potenzials im Kläranlagenablauf vorgenommen werden. **Mit einer durchschnittlichen Abwassermenge von 6l/s werden die als Minimum angenommenen 10l/s unterschritten, im Falle einer notwendigen Nutzung z.B. über spezielle Wärmetauscher könnte man geschätzt 50kW generieren.**

Zusammenfassung Potenzialanalyse:

Die energetische Nutzung von Abwasser wird EU-weit seit 2018 als erneuerbare Energie eingestuft und bietet eine vielversprechende Möglichkeit den Einsatz von erneuerbarer Energie zu steigern. Die gegenständliche Analyse wurde für das Gebiet der KEM Retzer Land und dort v.a. für die Einzugsbereiche der Kläranlagen Retz, Pulkau und Zellerndorf durchgeführt.

Die Erfassung des energetischen Potenzials aus kommunalen und teilweise gewerblichen Abwässern im Bereich der Gemeinden und auf den Kläranlagen erfolgte an

- 2 Messstellen mittels eingebauter kontinuierlicher Durchflussmessung in Retz und Pulkau über mehrere Tage, davon zumindest 24 h Trockenwetter.
- Zulauf-/Ablaufmengen +Temperaturen der drei Kläranlagen.

An den Messpunkten konnte auf Grund der Länge der gewählten Beobachtungszeit in den einzelnen Kanalabschnitten/Strängen sowohl der Trockenwetterabfluss als auch die hydraulische Auslastung bei Regenwetterereignissen ermittelt werden.

Die Messungen an den Messstellen 1 und 3 im Gemeindegebiet Retz und Pulkau fanden vom 16.-21.03.23 statt.

Als Basis für künftige Entscheidungen bezüglich der möglichen Umsetzung von potenziellen Abwärme- / Kühlungsprojekten über die energetische Nutzung von Abwasser wurden die gemessenen Daten für die Abschätzung des zur Verfügung stehenden energetischen Potentials in den untersuchten Kanalabschnitten verwendet.

Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse konnte in ausgewählten Bereichen der Stadtgemeinden Retz und Pulkau eine grobe Darstellung des energetischen Potenzials in kommunalen Kanälen erarbeitet werden. Mit dem möglichen Wachstum der Stadtgemeinden und der damit verbundenen Erhöhung des Abwasseraufkommens kann sich dieses Potenzial entsprechend erhöhen. Diese stellt die Basis für mögliche künftige Entscheidungen der weiteren detaillierten Untersuchungen, Energieraumplanung und etwaige konkrete Investitionen, z.B. kommunale oder gewerbliche Objekte entlang der

geeigneten Sammler dar. Es wurden mögliche technologische Lösungen allgemein vorgestellt.

Prinzipiell ist das durchschnittliche Abwasseraufkommen in den betrachteten Abwasserkanälen von Retz und Pulkau (mit Ausnahme der Weinsaison) relativ niedrig und liegt meist unter den geforderten 10l/s Trockenwetterabfluss.

Es liegen folgende energetische Potenziale vor:

- Kanalbereiche Retz: Kanalbereich bei Messpunkt 1:
    - Im betrachteten Abwasserkanal, beim Messpunkt 1 (Feldweg/Retz), steht im Zeitraum von 07:30 Uhr bis 22 Uhr ein energetisches Potential von ca. 30 bis 60 kW zur Verfügung. Grundsätzlich wurde die Annahme einer Absenkung der Temperatur um 1,5 °C getroffen. Das minimale thermische Potential in der Nacht bei Absenkung der Temperatur um 1,5°C liegt bei 10 kW.
- Kanalbereiche Pulkau:
    - Im betrachteten Abwasserkanal, beim Messpunkt 3 - Pulkau, steht im Zeitraum von 07:00 Uhr bis 22 Uhr ein energetisches Potential von nur ca. 11 bis 26 kW zur Verfügung. Grundsätzlich wurde die Annahme einer Absenkung der Temperatur um 1,5 °C getroffen. Durchschnittlich können am Beispiel des beobachteten Samstages zwischen 07.00-22.00 Uhr 20 kW zur Verfügung gestellt werden. Das minimale thermische Potential in der Nacht bei Absenkung der Temperatur um 1,5°C liegt bei 11 kW. Das Potenzial an diesem Messpunkt ist sehr gering.

Für die Kühlleistung kann von zulässigen Temperaturdifferenzen des Abwassers von 3 bis 4 K ausgegangen werden. Ein mögliches Potenzial für Kühlung ist höher, da der mögliche Wärmeeintrag in das Abwasser im Kühlungsfall höher als die mögliche Temperaturabsenkung im Heizfall eingeschätzt wird.

Das thermische Potenzial des Abwassers in den untersuchten Sammlern könnte in Zukunft entweder für Bestandsbauten oder auch für städtebauliche Erweiterungen in diesem Gebiet etc. genutzt werden, z.B. für:

- Heizung/Kühlung von Einzelobjekten

- Sanierung bestehender Einrichtungen, Ablösung z.B. von Gas-Heizungen

Auf Grund der Analyse der vorliegenden Ablaufwerte für Menge und Temperatur gereinigtes Abwasser auf den Kläranlagen kann folgendes energetisches Potenzial angenommen werden:

- Kläranlage Retz: Annahme energetisches Potenzial von mindestens 200-300 kW
- Kläranlage Pulkau: Annahme energetisches Potenzial von mindestens 150-200 kW
- Kläranlage Zellerndorf: Annahme energetisches Potenzial von mindestens 50 kW

Dieses Potenzial könnte entweder auf der Kläranlage innerbetrieblich, für Klärschlammtrocknung etc., oder für Einspeisung Heizzwecke genutzt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse und Potenzialabschätzungen liefern Grundlage für die Ergänzung einer Energielandkarte/Wärmelandkarte im Stadtgebiet Retz und Pulkau um das Potenzial „Energie aus Abwasser“ für Heizung-Kühlung.

Die energetische Nutzung von Abwasser für Heizung und Kühlung kann sehr gut kombiniert werden mit

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

Altenberg, 04.05.2023