



# **ABWASSERWÄRMEPOTENZIAL STEIERMARK**

**ENDBERICHT**

**(Kurzfassung)**

**April 2022**

**Mach und Partner ZT-GmbH**

*Wasser*  
FÜR GENERATIONEN

# Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Potenzialabschätzung.....	7
3. Evaluierung von Pilotanlagen (Fallbeispiele).....	9
3.1. Wasserverband Mürzverband.....	10
3.2. Frohnleiten.....	12
3.3. Weiz.....	12
3.4. Amstetten.....	12
3.5. Kanalisation Stadt Wien, LKH Graz.....	13
3.6. Bürogebäude Town-Town Wien.....	14
3.7. RHV Trattnachtal.....	14
3.8. Temperaturmodell Kanalnetz Graz.....	15
3.9. Internationale Beispiele.....	15
3.10. Zusammenfassung.....	15
4. Umsetzungsempfehlungen.....	17
5. Ausblick.....	21
6. Abbildungsverzeichnis.....	23

# 1. Einleitung

Aufgrund des wachsenden Energiebedarfs unserer Gesellschaft ist es unvermeidbar diesbezüglich neue Richtungen einzuschlagen und bis jetzt versteckte Potentiale zu erkennen und umzusetzen. Ein großes bislang ungenutztes Potential stellt dabei die Abwasserwärme dar. Eine wesentliche Aufwertung der Energie aus Abwasser erfolgte durch die Anerkennung als alternative Energieform (als Umgebungsenergie vorliegend) durch die EU-Richtlinie „Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ (EU 2018/2001)<sup>1</sup>.

In der Abwasserwirtschaft kam es in den letzten Jahrzehnten zu mehrfachen Paradigmenwechsel. War die ursprüngliche Intention, die der Abwasserbeseitigung, etablierten sich zunehmend Vermeidungsansätze bei Abwasseremissionen und Optimierungsmaßnahmen im Kläranlagenbetrieb. Dies gilt sowohl für den kommunalen Sektor als auch für betriebliche Abwässer. Heutzutage wird Abwasser zunehmend als Ressource betrachtet mit stofflichen und energetischen Nutzungspotentialen.

Primäre Aufgabe von Kläranlagen wird auch in Zukunft die effiziente Reinigung des kommunalen Abwassers bleiben, um damit einen wichtigen Beitrag zum Gewässerschutz zu leisten. Vor dem Hintergrund des Übergangs von der Nutzung von fossilen Energieträgern hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung mittels erneuerbarer Energien werden jedoch auch Kläranlagen zunehmend energetisch interessant. Die Energienutzung im Bereich der Abwasserwirtschaft, als eine regenerative und umweltfreundliche Energiequelle, kann künftig einen namhaften Beitrag zu kommunalen Zielen im Umwelt- und Energiebereich leisten.

Abwasser als Energiequelle wird in erster Linie mit der Biogasproduktion bei der anaeroben Stabilisierung (Faulung) des Klärschlammes in Zusammenhang gebracht. Aus der Verbrennung von Klärgas in Blockheizkraftwerken etc. wird Strom- und oder Wärme bereitgestellt, mit einem erzielbaren Temperaturniveau von rund 80°C bis 95°C. Eingeschränkt nutzbar ist die Bereitstellung von Strom aus dem Kläranlagenablauf durch Wasserkraftturbinen.

Ein großes bislang weitgehend ungenutztes Potential stellt die Abwasserwärme dar. Obwohl langjährige Erfahrungswerte vorliegen, fließt das 8°C – 22°C warme Abwasser unserer Haushalte zum Großteil immer noch unberührt durch unsere Kanäle bzw. Kläranlagen. Ein bisher ungenutztes Potential, das aber zunehmend in Europa, in Ländern wie Deutschland, der Schweiz, Norwegen und Schweden zur Umsetzung gelangt. Auch in Österreich gibt es in der Zwischenzeit Pilotprojekte bzw. Machbarkeitsstudien, bei denen die energetische Wärme aus dem Abwasserstrom zur Beheizung diverser Kläranlagengebäude genutzt wird oder an externe Abnehmer im siedlungsnahen Bereich einer Kläranlage abgegeben wird. Der Bedeutung der Thematik in Österreich wird auch durch die Ausarbeitung eines ÖWAV-Arbeitsbehelfes (derzeit unveröffentlicht als Entwurf vorliegend)<sup>2</sup>, zur energetischen Nutzung des thermischen Potentials von Abwasser, Rechnung getragen.

---

<sup>1</sup> Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) (ABl.L328 vom 21.12.2018), Brüssel

<sup>2</sup> Entwurf ÖWAV-Arbeitsbehelf 65, Energetische Nutzung des thermischen Potentials von Abwasser, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband Wien 2021

Abwasserwärmenutzung ist eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Sie reduziert den Kohlendioxid-Ausstoß im Vergleich zu einer herkömmlichen Ölheizung um 60 Prozent und mehr.

Die Abwasserwärmenutzung ist bei entsprechenden Voraussetzungen für größere Bauten mit rund 100 Kilowatt Wärmeleistungsbedarf in der Umgebung von Sammelkanälen oder Kläranlagen wirtschaftlich konkurrenzfähig. Werden sehr große Wärmeabnehmer versorgt, können diese bis zu einem Kilometer und mehr vom Kanal beziehungsweise von der Kläranlage entfernt liegen. Abwasser-Wärmepumpen eignen sich für größere Gebäude und ganze Nahwärmenetze. Infrage kommen Mehrfamilienhäuser und Wohnsiedlungen, Verwaltungsgebäude, Gewerbe- und Industriebauten, Schulhäuser und Heime, Sportanlagen und Schwimmbäder.

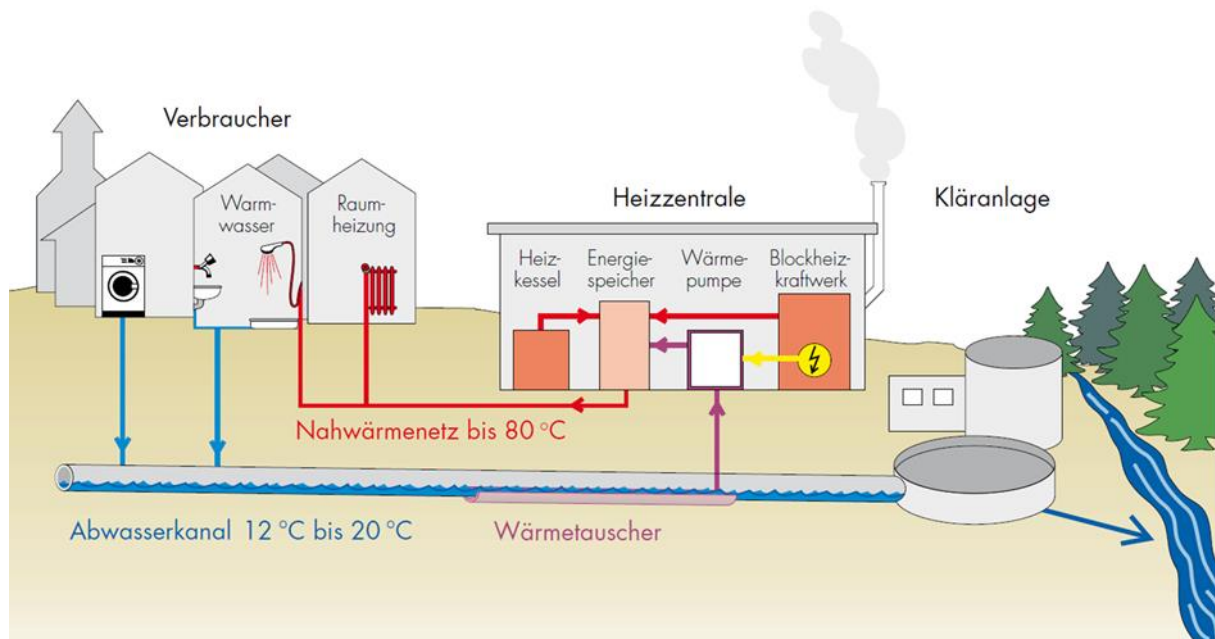


Abb. 1: Schema der Abwasserwärmenutzung (Müller et al., 2010)<sup>3</sup>

Das dargestellte Schema zeigt einen Wärmetauscher, der im Kanal integriert ist. Es gibt aber auch Varianten mit externen Wärmetauschern oder Wärmetauscher, die im Ablauf der Kläranlage positioniert ist.

Wieviel Strom bzw. Wärme oder Kälte man in Österreich mit Wärmepumpenanlagen aus anfallenden Abwassermengen gewinnen könnte wird in der folgenden Tabelle dargestellt<sup>4</sup>:

- Heizleistung bis zu 150 MW
- Wärmeenergie bis zu 450 GWh/a

<sup>3</sup> Müller, E. & Butz, J. (2010): Abwasserwärmenutzung in Deutschland. *Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 5*, 437-442

<sup>4</sup> Schinnerl, D., Bucar, G., Piller, S., Unge, F. (2007). Abwasserwärmenutzung. Leitfaden zur Projektentwicklung. Grazer Energieagentur 12/2007

- Kühlleistung bis zu 605 MW
- Kühlenergie bis zu 363 GWh/a
- Deckung des Heizwärmebedarfs von bis zu 3,4 Mio. m<sup>2</sup> Bürofläche
- Deckung des Kühlbedarfs von bis zu 11,7 Mio. m<sup>2</sup> Bürofläche
- Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zu 200.000 t/a
- Anlagen-Investitionspotential bis zu 1.300 Mio. Euro
- Wärme- und Kältelieferungspotential bis zu 51 Mio. Euro pro Jahr

Auf Basis aktualisierter Erhebungen wird das thermische Potenzial aller österreichischen Kläranlagen, mit einer Ausbaugröße von mindestens 2.000 Einwohnerwerten, auf rund 3.100 GWh/a geschätzt (Neugebauer et al., 2015)<sup>5</sup>.

Gewonnen wird die benötigte Energie mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen. Die Wärmetauscher dienen einerseits dazu die Wärme des Abwassers zu entziehen und über ein Zwischenmedium der Wärmepumpe zuzuführen, andererseits wird durch den Tauscher der Abwasserstrom vom Heizsystem getrennt.

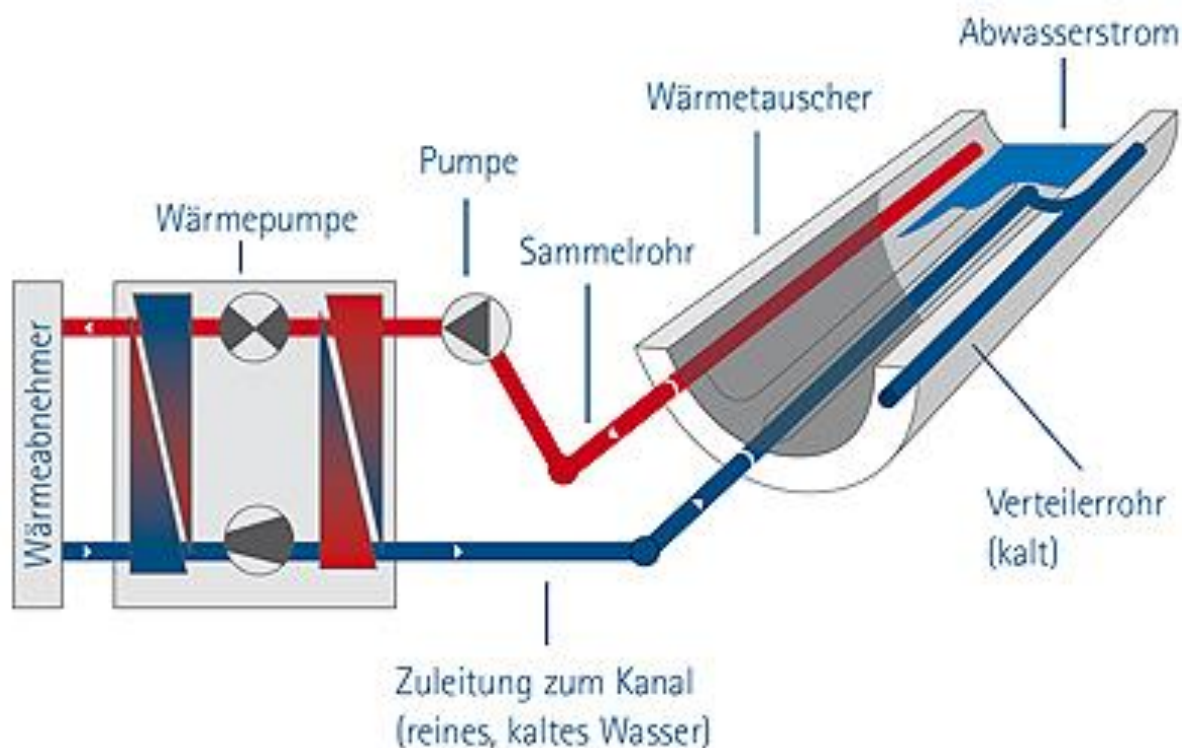


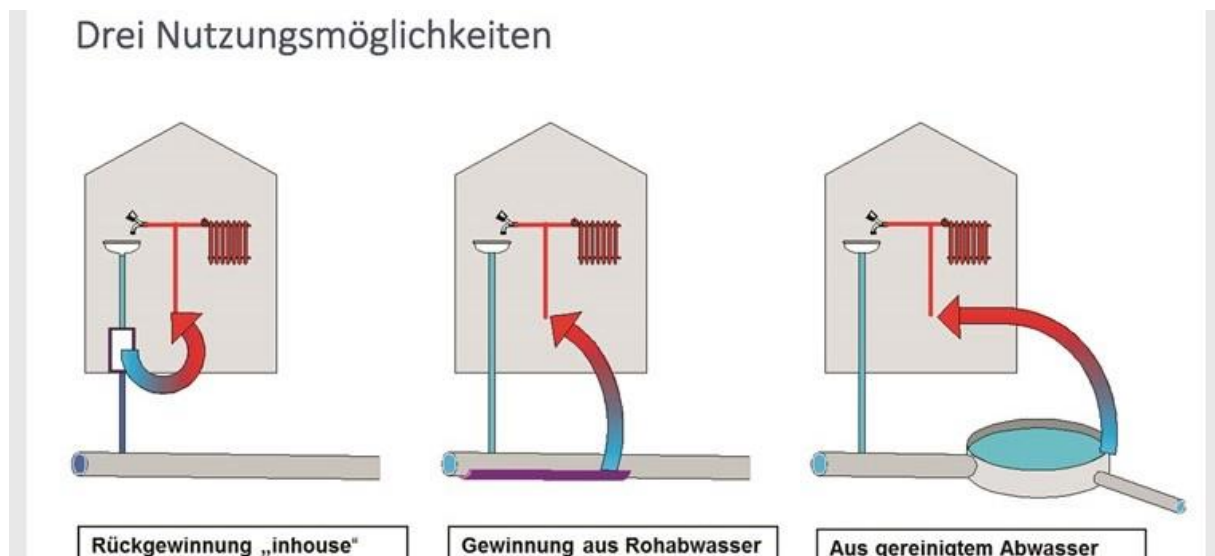
Abb. 2: Funktionsprinzip der Abwasserwärmenutzung

<sup>5</sup> Neugebauer, G., Kretschmer, F., Kollmann, R., Narodslawsky, M., Ertl, T., Stoeglehner, G. (2015): Mapping Thermal Energy Resource Potentials from Wastewater Treatment Plants, *Sustainability* 2015, 7, 12988-13010

Während daher bei der Pumpe die Qualität der Energiequelle keine Rolle spielt, gilt es den Wärmetauscher sehr sorgfältig auszuwählen, da dieser in direktem Kontakt mit dem Abwasser steht und dessen Leistung vor allem durch Biofouling beeinträchtigt wird. Welcher Wärmetauscher bzw. welche Wärmepumpe angewendet wird hängt also von verschiedenen Kriterien ab.

Die möglichen Orte der Wärmegewinnung umfassen:

- Im Gebäude
- Im Entwässerungssystem
  - Im Hauptstrom
  - Im Nebenstrom (Bypass)
- Nach der Kläranlage (entweder im Hauptstrom oder als Bypass)



*Abb. 3: Orte der Wärmegewinnung*

Das Abwasserwärmenutzungspotenzial ist bei einer Nutzung an der Abwasserquelle am kleinsten, im Kanal vor der Kläranlage in der Regel schon deutlich höher und im Ablauf der Kläranlage am größten.

Unter Berücksichtigung der zwei grundlegenden Bedingungen, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmetauschern möglich ist, kommt die Nutzung von Abwasserwärme in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s, d.h. für Gemeinden ab 3.000-5.000 EW in Frage. Bei direkten Einbauten in Kanälen ist ein Innendurchmesser von mindestens 800 mm notwendig.

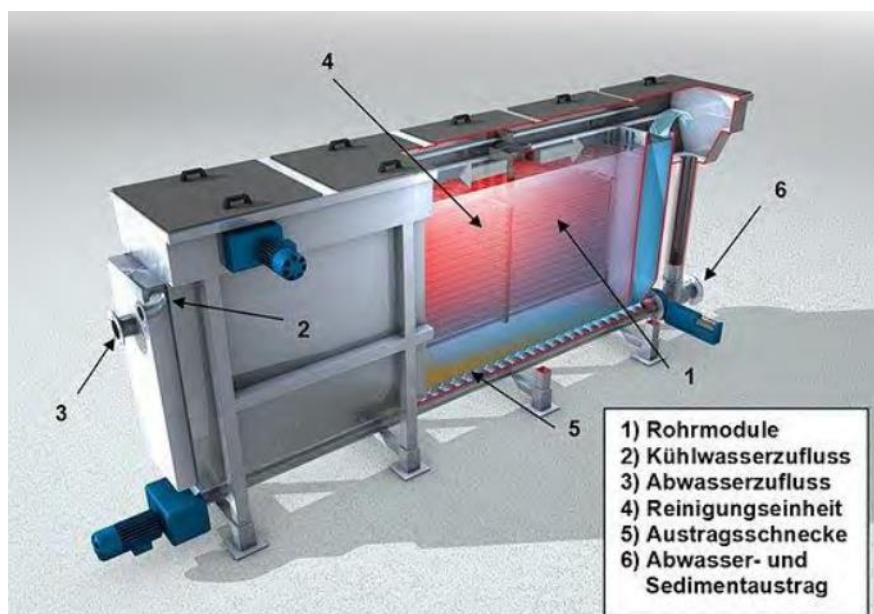
Bei einer Kläranlage besteht z.B. die Möglichkeit das Heizsystem vor oder nach der Kläranlage einzurichten. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Wasser im Ablauf bereits gereinigt



wurde, was für die Anschaffung und Wartung des Wärmetauschers vorteilhaft ist. Zudem wird noch zwischen Wärmetauschern im Kanal und externen Wärmetauschern unterschieden. Externe Tauscher sind leichter zugänglich und das Abwasser muss bei einer Wartung auch nicht extra umgeleitet werden. Alle oben angeführten Varianten weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf und sind je nach gewünschten Anforderungen entsprechend auszuwählen. Für eine effiziente und vor allem wirtschaftliche Abwasserenergieanlage ist es nötig Wärmetauscher, Wärmepumpen etc. bezüglich der Medientemperaturen und Übertragung bestmöglich aufeinander abzustimmen.



*Abb. 4: Direkte Einbauten im Kanal*



*Abb. 5: Externe Wärmetauscher*

### Einsatzmöglichkeiten der Abwasserenergie:

- Nutzungsmöglichkeiten auf der Kläranlage
  - Klärschlamm Vorwärmung – Faulturmbeheizung
  - Raumheizung für Kläranlageninfrastruktur
  - Klärschlamm-trocknung
- Wärme- und Kältenutzungsmöglichkeiten im Siedlungsraum
  - Beheizung von Wohngebäuden
  - Beheizung von öffentlichen Einrichtungen
  - Beheizung/Kühlung von Gewerbe- und Industriebetrieben

Darüber hinaus können mögliche Wärmeabnehmer, auch außerhalb klassischer Nutzungen, in der Land- und Forstwirtschaft erschlossen werden.

In der Projektumsetzung sind unter Berücksichtigung **technischer und rechtlicher Aspekte** im Einzelfall Vor- und Nachteile abzuwägen.

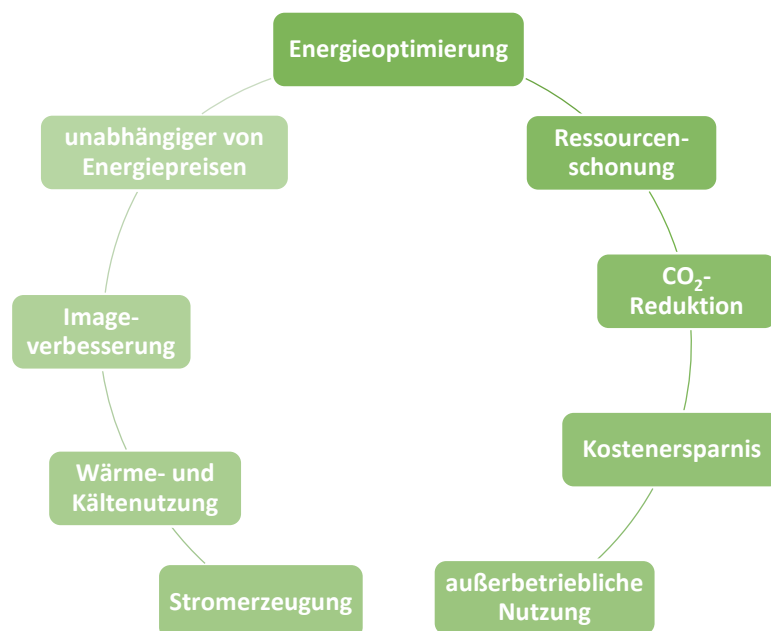


Abb. 6: Mögliche Vorteile der Abwasserwärmenutzung



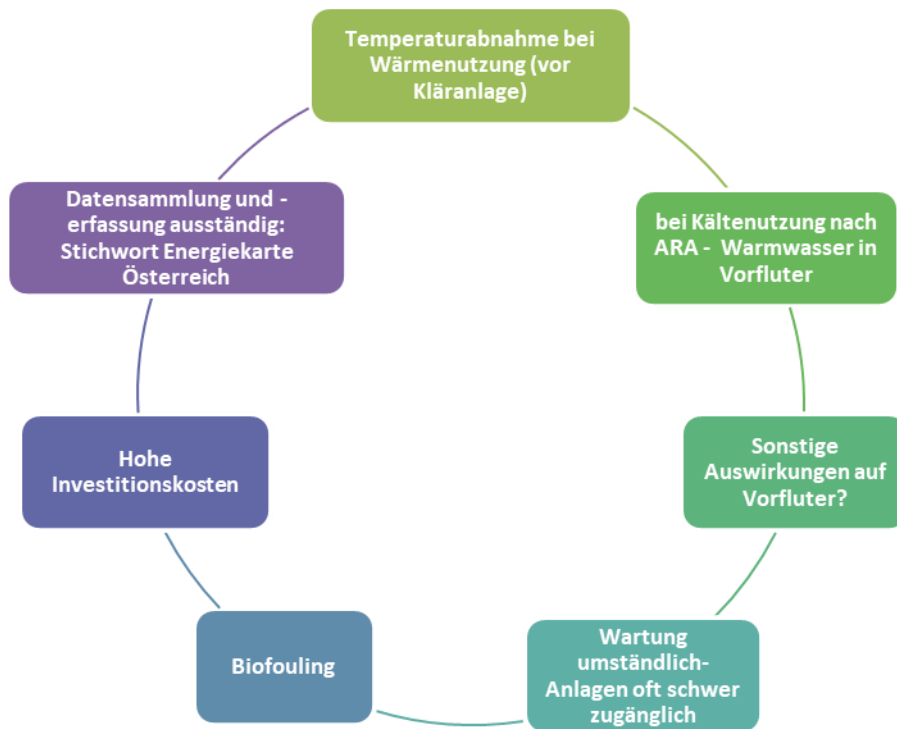


Abb.7: Mögliche Nachteile der Abwasserwärmenutzung

In Österreich wird das Potenzial der Gewinnung thermischer Energie aus Abwasser derzeit nicht in einem größeren Ausmaß genutzt. Dies ist u.a. damit zu begründen, dass Wissen und Bewusstsein über diese Energiequelle fehlt bzw. derzeit offensichtlich keine Anreize im Bereich der Abwasserwirtschaft bestehen.

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag des Landes Steiermark, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit in den Jahren 2019 bis 2021 durchgeführt.

## 2. Potenzialabschätzung

Das Thermische Potenzial aller österreichischen Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mindestens 2.000 Einwohnerwerten wird auf rund 3.100 GWh/a geschätzt (Neugebauer et al., 2015<sup>6</sup>).

Die Abwasserreinigung in der **Steiermark** erfolgt in insgesamt 593 Kläranlagen (größer 50 EW) mit einer Gesamtausbaupkapazität von 2,34 Millionen EW. 72 Anlagen weisen eine Ausbaupkapazität > 5.000 EW auf, 26 Anlagen sind > 20.000 EW. Auswahlkriterien für eine wirtschaftliche Umsetzung einer Abwasserwärmenutzung sind primär abwassertechnische Kriterien wie Ausbaupkapazität, Art der

<sup>6</sup> Neugebauer, G., Kretschmer, F., Kollmann, R., Narodslawsky, M., Ertl, T., Stoeglehner, G. (2015): Mapping Thermal Energy Resource Potentials from Wastewater Treatment Plants, *Sustainability* 2015, 7, 12988-13010

Schlammbehandlung sowie die räumliche Gesamtsituation (potenzielle Energieabnehmer im Kläranlagenumfeld).

Überträgt man die Ergebnisse einer österreichweiten Analyse des Kläranlagenbestandes<sup>7</sup> auf die Steiermark, so sind rund 2/3 der Kläranlagen im Nahbereich von Kläranlagen und somit grundsätzlich als potenzieller Standort zur Abwasserwärmenutzung geeignet.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung (a) im Kanal, (b) im Zulauf zur Kläranlage, (c) im Ablauf der Kläranlage. Die Abwasserwärmenutzung im Ablauf der Kläranlage, d.h. nach der Nachklärung hat mehrere Vorteile. Zum einem wird der Betrieb der Kläranlage durch Wärmeabsenkungen im Zulauf nicht beeinflusst. Andererseits ist die technische Lösung einfacher. Der dauerhafte Betrieb von Wärmetauschern im Ausleitungskanal bzw. extern über einen Bypass wird erleichtert und der Wartungsaufwand reduziert.

Bei einer Leistungszahl von 4,5, der Annahme von 4.500 Volllaststunden und einer Temperaturabsenkung von 5°C ergibt die Berechnung steiermarkweit ein theoretisch jährlich nutzbares thermisches Abwasserenergiepotential in der Höhe von rund 526 GWh.

Von dem gesamten Abwasserenergiepotential entfallen rund 47% auf die 3 Großkläranlagen Gratkorn, Pöls und Graz. Rund 43% der Abwasserenergie entfällt auf Kläranlagen mit Ausbaustufen zwischen 5.001 bis 50.000 EW. Unter Betrachtung der räumlichen Einbindung sind rund 65% der Kläranlagen mit einer Ausbaukapazität bis zu 50.000 EW innerhalb von Siedlungen bzw. siedlungsnahe situiert und damit zur Wärmenutzung geeignet.

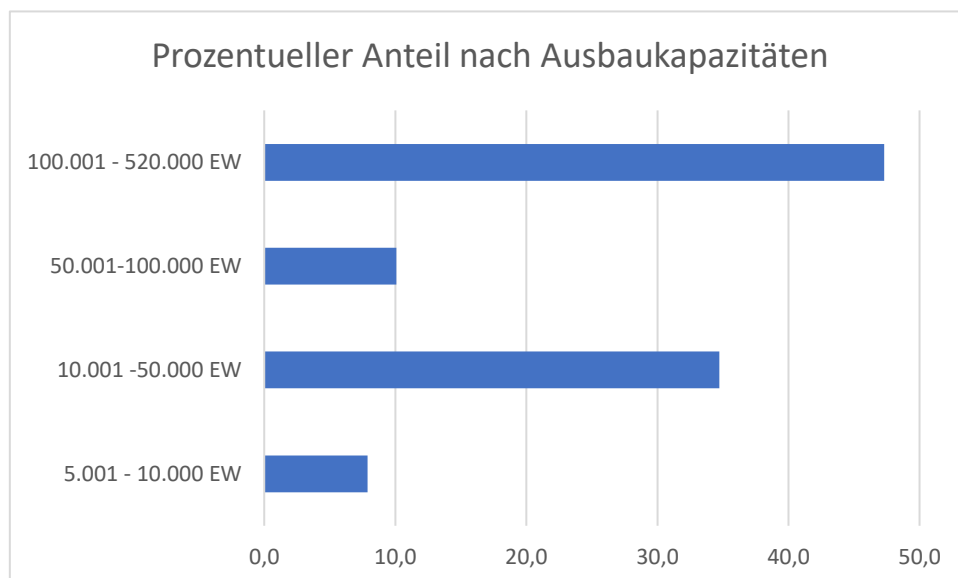


Abb.8: Abwasserwärmepotenzial in Abhängigkeit der Ausbaustufen steirischer Kläranlagen

<sup>7</sup> Projektteam „Abwasserenergie“ (2017): Abwasserenergie - Die Kläranlage als regionale Energiezelle. Informationsbroschüre Forschungsprojekt „Abwasserenergie“, zweite Auflage Februar 2017, Wien.

Die Abwasserwärmenutzung bietet aus ökologischer Sicht den Vorteil damit fossile Energieträger als Ressource ersetzen zu können, um damit wesentlich Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zu erzielen.

Theoretisch ergibt sich aus den Berechnungen steiermarkweit ein Gesamteinsparungspotential von jährlich ca. 27.600.000 m<sup>3</sup> Erdgas entsprechend einer Reduktion an CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 76.000 t/a. Unter Berücksichtigung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sämtlicher Wärmepumpenanlagen von ca. 28.000 t/a bei einer Leistungszahl von 4,5, gerechnet mit dem österreichischen Strom-Mix (konventionell) beträgt die tatsächliche CO<sub>2</sub> Reduktion rund 47.000 t/a bzw. 62%. Wird für den Antriebsstrom der Wärmepumpen Strom aus erneuerbaren Quellen eingesetzt, verringert sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß noch zusätzlich.

Ein weiterer Aspekt bei Nutzungen im Kläranlagenablauf ist eine durch den Wärmeentzug des Abwassers bedingte Temperaturabsenkung im Vorflutgewässer.

### 3. Evaluierung von Pilotanlagen (Fallbeispiele)

In den laufenden Erhebungen zeigte sich, dass das Potential der Nutzung von Abwasserwärme in der Steiermark seitens der Wasser- bzw. Abwasserwirtschaft noch nicht wirklich erkannt wurde. Dies ist auch im Einklang mit der bundesweiten Situation zu sehen. Im internationalen Vergleich wird diesbezüglich noch einiges an Aufklärungsarbeit zu leisten sein.

Die Umsetzung von Pilotprojekten bzw. Durchführung von Machbarkeitsstudien beruhen primär auf lokalen Initiativen durch Personen mit Pioniergeist.

Hinsichtlich internationaler Aktivitäten wird auf das, durch INTERREG Central Europe Programm geförderte, Projekt REEF 2W<sup>8</sup> verwiesen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Umsetzung von Lösungen zur Erhöhung der Energieeffizienz und der Produktion erneuerbarer Energie in der öffentlichen Infrastruktur. Dabei liegt der Fokus auf der Kombination und Integration öffentlicher Abfallverwertungs- und Abwasserreinigungsanlagen und der Optimierung des stofflichen Inputs sowie des energetischen Outputs.

Zunehmend an Bedeutung gewinnen auch Projekte mit dem Konzept durch abfließendes Warmwasser kaltes vorzuwärmen und somit wertvolle, vorhandene Energie zu nutzen. Dies kann Kosten für die Warmwasseraufbereitung wesentlich senken.

Beispiele:

- Eco-Suite Hotel / Kolpinghaus (Salzburg): Das als „Haus der Zukunft Plus“ ausgezeichnete Hotel und Studentenwohnheim in ökologischer Bauweise wird mit einer innovativen Abwasser-Abwärme-Nutzung mit Wärme versorgt. Das in den beiden Gebäuden anfallende Abwasser wird zentral gesammelt, die Wärme mittels Wärmetauscher entzogen und so das Frischwasser - über eine Wärmepumpe - auf die benötigte Temperatur angehoben. Die Auswertung des ersten Betriebsjahrs hat die prognostizierte Leistungszahl bestätigt.
- „Rosa Zukunft“ (Salzburg): Diese Wohnhausanlage mit 130 Wohnungen für ein generationenübergreifendes Wohnen zeichnet sich durch ein Energiemanagementsystem und

---

<sup>8</sup> <https://www.facebook.com/Reef2w/>

eine Wärmeversorgung mittels Blockheizkraftwerk auf Biogasbasis, mit Wärmespeichern, Wärmepumpe und PV-Anlage aus.

- Hallenbad Zwettl
- Waldbad Hummelhof Linz
- Krankenhaus Krems
- Krankenhaus LKH Graz
- Hallenbad Ybbs

Über angeführte Fallbeispiele hinausgehend laufen derzeit mehrere Machbarkeitsstudien (u.a. Potenzialanalyse Kanalnetz Wien durch die Wien AG, Heizen von Büro- bzw. Betriebsgebäuden in Innsbruck – IKB, Kläranlage Vösendorf).

### 3.1. Wasserverband Mürzverband

Der Wasserverband Mürzverband ist derzeit in der Planung und Umsetzung eines innovativen Konzeptes auf der Kläranlage in Kapfenberg. Mit dem zielgerichteten Einsatz von Nieder- und Hochtemperaturwärme (Abwasserwärme und Biogas) wird eine effiziente Energienutzung auf der Kläranlage einerseits und andererseits eine externe Wärmeversorgung einer neu errichteten Wohnanlage mit 119 Wohnungen verfolgt.

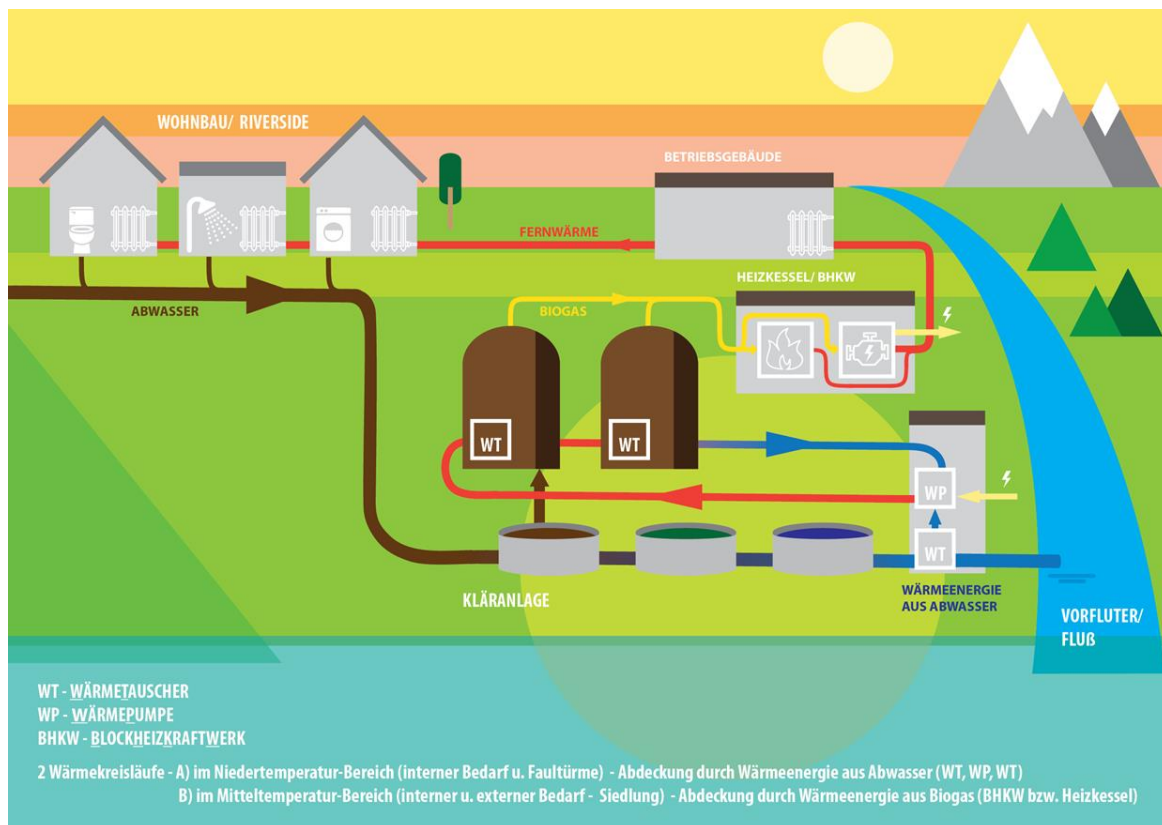


Abb.9: Künftiges Konzept der Wärmenutzung auf der Kläranlage Kapfenberg Mürz IV (Bildquelle: Hrdy)<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Hrdy, B. (in Ausarbeitung): Die Kläranlage Kapfenberg als regionale Energiezelle (Arbeitstitel). Masterarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien.

In der Projektentwicklung waren der Wasserverband Mürzverband, die Stadtwerken Kapfenberg und die Baudirektion Kapfenberg sowie in beratender Funktion die Universität für Bodenkultur Wien, AEE Intec sowie die Österreichische Energieagentur involviert.

In einer ersten Phase erfolgte bereits der Anschluss der Kläranlage an das zur Versorgung dienende Nahwärmenetz der Wohnsiedlung. In der zweiten Phase wird im Ablauf der Kläranlage verfügbare Abwasserwärme erschlossen um den kläranlageninternen Niedertemperaturbedarf (vorwiegend zur Temperierung des Faulturms) zu decken.



*Abb. 10: Kläranlage Kapfenberg Mürz IV (Bildquelle: WV Mürzverband, 2020)*

Mit der Erschließung der bisher nicht genutzten Niedertemperaturquelle Abwasserwärme wird ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung struktureller Energieeffizienz geleistet, indem die Abwärme aus dem Ablauf der Kläranlage einer Nutzung zugeführt wird.

Das neu erschlossene Niedertemperaturniveau reicht jedenfalls dazu aus, den kläranlageninternen (Niedertemperatur-)Wärmebedarf, der primär von der Temperierung des Klärschlammes im Bereich von 38 °C dominiert wird, zu decken und damit das bisher dafür verwendete Biogas für eine höherwertige Wärmeversorgung (Hochtemperatur) im Kläranlagenumfeld freizuspielen. Mit den Erzeugungspotentialen von Abwasserwärme und Biogas wird künftig der Eigenbedarf der Kläranlage überschritten, sodass diese künftig als lokale Energie- und Wärmezelle fungieren kann. Die geschätzte Amortisationszeit liegt bei ca. 10 Jahren.

Aus Sicht des Klimaschutzes kann durch die Nutzung der vorhandenen Wärme auf der Kläranlage pro Jahr über 37.000 Nm<sup>3</sup> and fossilem Erdgas eingespart werden können, was einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von rund 100 t (inkl. Vorkette) entspricht. Wenn darüber hinaus die Wärmepumpe mit erneuerbarem

(gegebenenfalls sogar direkt am Kläranlagenstandort) produziertem Ökostrom betrieben wird, entstehen zudem keine neuen Treibhausgasemissionen.

### **3.2. Frohnleiten**

Konzeption, Planung und Demonstration eines intelligenten Wärmeversorgungssystems für ein neues Gewerbegebiet<sup>10</sup>. Die Wärmeversorgung soll durch innovative Technologien bzw. Ansätze, wie der Schaffung eines Niedertemperaturwärmenetzes als Ergänzung zum städtischen Fernwärmenetz und der Nutzung der Abwasserabwärme eines lokalen jedoch örtlich getrennten Industriebetriebes erfolgen.

Im Laufe der Projektentwicklung kam es zu geänderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die eine Projektumsetzung verhinderten. Falls die weitere Entwicklung der im Rahmen des Projekts bearbeiteten Gebiete dazu führt, dass sich dort vermehrt Niedertemperatur – Wärmeabnehmer ansiedeln, ist eine neuerliche Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Systems zu empfehlen.

### **3.3. Weiz**

Eine der ältesten Pilotanlagen zur thermischen Abwassernutzung Österreichs wurde 2009 in der Steiermark in Weiz umgesetzt. 2 gewerbliche Nutzer im unmittelbaren Umfeld der Kläranlage werden mit Wärme und Kälte versorgt. Die Wärmenutzung erfolgt nach dem Kläranlagenablauf, sodass sich keine Beeinträchtigungen z. B. hinsichtlich der Temperatur in der Kläranlage ergeben. Beide Nutzer haben aufgrund ihrer geografischen Position zur Kläranlage jeweils eigene Abwasserzuleitungen und Nutzungsanlagen (Wärmetauscher, Wärmepumpe, Speicher etc.). Die installierte Leistung beträgt 320 kW.

### **3.4. Amstetten**

Ein Konsortium aus vier Unternehmen und Institutionen - STADTwerke Amstetten, Ochsner Wärmepumpen GmbH, Gemeindeabwasserverband Amstetten und Baumeister Taubinger GmbH - hat sich zusammengeschlossen, um das Projekt „Energie aus Abwasser“, in dem ein Abwasserkanal das Gebäude der STADTwerkezentrale und das Kraftwerk mit Nahwärme versorgt, zu verwirklichen.

Das wesentliche Ziel war es, die Betriebsanlage der Stadtwerke ohne fossile Brennstoffe beheizen zu können. Die Stadtwerke Amstetten als umweltbewusstes Unternehmen suchten daher schon längere Zeit nach alternativen Lösungen. Das Ziel, das Betriebsgebäude und das Kraftwerk monovalent mit Abwasserenergie zu beheizen, wurde dann mit der Realisierung der Anlage, die vor der Heizsaison 2012/2013 in Betrieb ging, erreicht.

Die im Abwasser des Hauptsammlers vorhandene Energie wurde als wertvolle Ressource erkannt. Im Rahmen des FFG Forschungsprojektes "Energie aus Abwasser" wurde eine Machbarkeitsstudie erstellt, die mehrere Varianten untersuchte. Als sehr effizient, sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch, stellte

---

<sup>10</sup> Ehrenhöfer, W. (2019): HEAT Channel – Optimierte Nutzung von Abwasserwärme zur Versorgung eines Gewerbegebietes in Frohnleiten, Blue Globe Report, SmartCities, 22/2019



sich die Versorgung des Betriebsgebäudes der Stadtwerke Amstetten samt dem daneben liegenden Kraftwerk heraus. Aufgrund der Betriebskosteneinsparung von etwa 72 % gegenüber der bisherigen Gaskesselanlage und einer Amortisationsdauer von knapp 12 Jahren fiel dann die Investitionsentscheidung. Mit ausschlaggebend war aber auch der starke ökologische Aspekt. Die Anlage entlastet den Raum Amstetten mit einem um 55 Tonnen pro Jahr verringertem CO<sub>2</sub> Ausstoß, bzw. einer Verringerung um 72 % gegenüber der Gasanlage.

Basierend auf den Ergebnissen einer durchgeführten Machbarkeitsstudie entschied man sich für eine Realisierung. Nach gründlicher Diskussion der ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte erfolgte Ende Mai 2012 im Gemeinderat der Stadt Amstetten der einstimmige Beschluss, diese Anlage zu errichten. Die Gesamtanlage ging Anfang Oktober 2012 in Betrieb. Die Investitionskosten beliefen sich auf rund € 240.000,--.



Abb. 11: Thermische Abwassernutzung in Amstetten durch die STADTwerke Amstetten (Quelle: Projektteam Abwasserenergie 2017)<sup>11</sup>

### 3.5. Kanalisation Stadt Wien, LKH Graz

Stadt Wien Kanalisation, LKH Graz-Wäscherei KAGES<sup>12,10</sup>

<sup>11</sup> Projektteam „Abwasserenergie“ (2017): Abwasserenergie - Die Kläranlage als regionale Energiezelle. Informationsbroschüre Forschungsprojekt „Abwasserenergie“, zweite Auflage Februar 2017, Wien.

<sup>12,10</sup> I (FH) Schinnerl, D., DI Bucar, G., DI Piller, S., & Dipl.-Kfm. Unge, F. (Dezember 2007): Abwasserwärmenutzung. Leitfaden zur Projektentwicklung. 36. Abgerufen am 2. August 2018 von [https://www.grazer-ea.at/cms/upload/wastewaterheat/gea\\_abwasserwaermenutzung\\_leitfaden\\_web\\_austria\\_2007.pdf](https://www.grazer-ea.at/cms/upload/wastewaterheat/gea_abwasserwaermenutzung_leitfaden_web_austria_2007.pdf)



Anlage	T [°C]	Wassermenge [l/s]	Leistung	CO <sub>2</sub> -Reduktion	Nutzung	Investitions- kosten	Betriebs- kosten	Energie- kosten
<b>Stadt Wien Kanalisation</b> (DI (FH) Schinnerl, DI Bucar, DI Piller, & Dipl.-Kfm. Unge, 2007) (Heating with wastewater heat, kein Datum)	11- 21	150-800	Heizleistung 190.1 kW Kühlleistung 148.6 kW Wärmeenergie 366.0 MWh/a	46,69 t/a	Kanal	132.500 €	ca. 12.000 €/a	55,40 €/MWh
<b>LKH Graz – Wäscherei KAGES</b> (DI (FH) Schinnerl, DI Bucar, DI Piller, & Dipl.-Kfm. Unge, 2007; Heating with wastewater heat, kein Datum)	ca. 22	5,6 Zulauf 5 Ablauf	Heizleistung 180 kW Wärmeenergie 750 MWh/a	Reduktion von 2400 kWh/d Erdgas		49.000 €	1.500 €/a	2 €/MWh

### 3.6. Bürogebäude Town-Town Wien

Im Rahmen einer Studie<sup>13</sup> wurde die technische, ökonomische und ökologische Machbarkeit bzw. Sinnhaftigkeit der Nutzung von Wärme und Kälte aus dem Abwasser für den Gebäudekomplex TownTown in Wien Erdberg am Beispiel eines Bürohochhauses sowie unter Einbeziehung eines in Planung befindlichen Hotel-/Bürogebäudes unmittelbar daneben untersucht.

Die Gesamtinvestitionskosten für die thermische Abwassernutzungsanlage wurden mit € 411.000,-- kalkuliert, wobei rund die Hälfte davon für die Verrohrung und Baumeisterarbeiten anzusetzen sind.

Auf Basis der getätigten Untersuchungen und getroffenen Annahmen ergibt sich nach der Kapitalwertmethode für die thermische Abwassernutzungsanlage in TownTown eine wirtschaftliche Amortisationsdauer im Bereich von 12 bis 13 Jahren.

Auch die ökologische Analyse zeigt, dass im Gegensatz zu einer Beheizung mit Erdgas und Kühlung mit konventioneller Technik, welche aufgrund des beschränkten Fernkälteangebotes letztlich in der Umgebung verstärkt zum Einsatz kommen müsste, jährliche Primärenergieeinsparungen im Bereich von 450.000 kWh und jährliche Treibhausgaseinsparungen von knapp 100 Tonnen resultieren.

### 3.7. RHV Trattnachtal

Die Verbandskläranlage des RHV Trattnachtal mit einer Ausbaugröße von 74.000 EW wurde u.a. hinsichtlich erzielbarer Energieüberschüsse (Strom, Wärme) und einer externen Nutzung untersucht.<sup>14</sup>

Ähnlich dem Ansatz, der auf der Kläranlage Mürz IV verfolgt wird, könnte eine Umstellung auf Niedertemperaturheizung im Faulturm umgesetzt werden. Zu diesem Zweck könnte die thermische Energie des Abwassers genutzt werden. Hochtemperaturwärme aus dem Klärgas hingegen könnte somit externen Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Das thermische Potenzial. Das Energiepotenzial aus dem Abwasser ergibt eine nutzbare Wärmemenge von rund 14 Mio. kWh/a. Um diese Wärme bereitstellen zu können, ist eine oder mehrere Wärmepumpen mit einer elektrischen Leistung von etwa 750 kW notwendig, die Wärmeleistung liegt in etwa bei 2,75 MW. Durch eine räumliche Analyse der umliegenden Siedlungsgebiete konnten unterschiedliche Bereiche identifiziert werden, die für eine künftige, auf Energie aus Abwasser basierende Versorgung als prinzipiell geeignet erscheinen.

<sup>13</sup> Zach, F., Simader, G., Penthor, A. (2012): Untersuchung der Nutzung von Fernwärme und Absorptions-Kompressionswärmepumpen in Kombination mit Abwasserwärme. Bericht -Österreichische Energieagentur 2012

<sup>14</sup> Zach, F., Lichtenwöhler, P., Neugebauer, G., Kretschmer, F. (2019): REEF 2 W Machbarkeitsstudie – Fallbeispiel RHV Trattnachtal. Wiener Mitteilungen (2019) , Band 251, S. K1-K11

### **3.8. Temperaturmodell Kanalnetz Graz**

Im Zuge des Projekts „KathEA - Map of thermal energy in the sewer system Graz“ wurde eine Risiko- und Potentialkarte in Bezug auf die thermische Energienutzung aus dem Abwassernetz der Stadt Graz erstellt<sup>15</sup>. Dabei galt es zu klären, welche Folgen eine Temperaturänderung an einer beliebigen Position im Abwassernetz hat, ohne den Betrieb der Kläranlage Graz zu stören.

Im Zuge der Projektbearbeitung wurde ein Temperaturmodell entwickelt und in eine bestehende Abwassermodellierungssoftware integriert. Damit wurde ein Entscheidungswerkzeug entwickelt, welches das Risiko und Potential einer thermischen Energiegewinnung aus dem Abwassernetz aufzeigt.

### **3.9. Internationale Beispiele**

In Europa gibt es schon über 200 Anlagen, mit denen Abwasserwärme dezentral aus der Kanalisation gewonnen wird. Die meisten stehen in Deutschland, weitere in Frankreich, den Niederlanden und Skandinavien. Die Anlagengrößen variieren und liegen in einem Leistungsbereich von 20 kW bis 2 MW. Der Break Even liegt bei einem Leistungsbedarf von etwa 20 kW. Dies entspricht in etwa 10 Wohneinheiten bzw. einer kleineren Gewerbeimmobilie.

### **3.10. Zusammenfassung**

Vorliegenden Erfahrungen aus der Umsetzung von Projekten zur thermischen Abwassernutzung bzw. aus den Ergebnissen durchgeführter Machbarkeitsstudie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In der Planungsphase ist unbedingt eine enge Abstimmung mit sämtlichen relevanten Akteuren für eine Umsetzung (Kanalbetreiber, Kläranlagenbetreiber, öffentliche Institutionen) vorzusehen. Der Entscheidungsprozess sollte alle wesentlichen standortspezifischen bzw. regionalbezogenen energie- und wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigen.
- Standortspezifische Gegebenheiten sind zu berücksichtigen. So wird zum Beispiel der Einbau von Wärmetauschern im Kanal in manchen Kommunen kritisch gesehen, sodass externe Lösungen eher in Betracht gezogen werden.
- Bei realisierten Projekten konnten nach Rücksprache mit den verantwortlichen Personen ausnahmslos positive Erfahrungen beobachtet werden. Diese beziehen sich sowohl auf den betriebstechnischen Aufwand im laufenden Betrieb als auch zur Wirtschaftlichkeit.
- Die eingesetzten Technologien sind ausgereift und stellen kein Problem im laufenden Betrieb dar. So wird zum Beispiel auch der oftmals angeführte erhöhte Wartungsaufwand, insbesondere für Wärmetauscher in der betrieblichen Praxis durchaus als für überschaubar angeführt.
- Negative Auswirkungen auf den Kläranlagenbetrieb, auch bei einer Wärmeentnahme direkt im Kanalnetz, sind nicht dokumentiert.

---

<sup>15</sup> Schlagbauer, P. (2018): Thermische Energiegewinnung aus Abwasser – Entwicklung eines Temperaturmodells für SWMM, Masterarbeit TU Graz, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau.

- Die in der Planungsphase erhobenen Daten zur Wirtschaftlichkeit werden in der Praxis bestätigt. Die Amortisationszeiten liegen in der Regel in einer Größenordnung zwischen 10 bis 12 Jahren, wobei in der Wirtschaftlichkeitsberechnung die Ansätze für Energieaufwendungen aus fossilen Ressourcen eine zunehmende Volatilität aufweisen.
- Zur Abdeckung des Energieaufwandes, etwa für den Betrieb der Wärmepumpen, sollte möglichst alternative Energiequellen verfolgt werden.

### **Allgemeine Argumente für die Abwasserwärmenutzung:**

- Abwasser ist eine einheimische, langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle
- Das Wärmeangebot ist ständig und in großer Menge verfügbar
- Geeignete Abnehmer sind häufig in der Nähe der Wärmequelle zu finden.
- Die Abwasserwärmenutzung ist umweltfreundlich und führt zu einer deutlichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber herkömmlichen Heizsystemen
- Unabhängiger von der Preisentwicklung auf dem Erdöl- und Erdgasmarkt
- Bei professioneller Planung und Realisierung keine negativen Einflüsse auf Kanalisation und Kläranlage
- Erprobte Technologie: Praxiserfahrungen sind seit 20 Jahren vorhanden.
- Contractor übernimmt die gesamte Finanzierung der Anlage und ermöglicht professionellen Bau, Betrieb und Unterhalt.
- Abwasser-Wärmepumpe als fortschrittliche Lösung bedeutet Imagegewinn für Bauherr, Kläranlagen-/Kanalisationsbetreiber und Gemeinde.

## 4. Umsetzungsempfehlungen

In der Vorbereitung von Umsetzungsprojekten sind technische Aspekte als auch rechtliche Rahmenbedingungen zu untersuchen bzw. zu evaluieren. Diesbezüglich liegt zwischenzeitlich auch ein ÖWAV Arbeitsbehelf<sup>16</sup> vor. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht betrifft dies vor allem Auswirkungen auf das Kanalnetz, die Kläranlage sowie das Gewässer.

### a. Rahmenbedingungen

#### Ort der Abwassernutzung

Technische Aspekte umfassen: Trockenwetterabfluss, Temperaturganglinie, Kanalkonfiguration

Die Energiemenge, die sich in Form von Abwärme aus dem Abwasser gewinnen lässt, ist enorm. Angesichts dieses enormen Potenzials stellt sich die Frage, wie sich die Abwärme im Abwasser effizient zurückgewinnen und nutzen lässt. Die Wärme kann entweder dem gereinigten Abwasser im Ablauf der ARA oder dem Rohabwasser inhouse oder aus der Kanalisation vor der ARA entnommen werden.

Unter Berücksichtigung der zwei grundlegenden Bedingungen, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmetauschern möglich ist, kommt die Nutzung von Abwasserwärme in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s, d.h. für Gemeinden ab 3.000-5.000 EW in Frage. Bei direkten Einbauten in Kanälen ist ein Innendurchmesser von mindestens 800 mm notwendig.

Bei der Wärmentnahme vor der ARA muss der Einfluss der Abkühlung auf den Kläranlagenbetrieb berücksichtigt werden.

Geeignete Wärme-Abnehmer sind größere Gebäude oder Quartiere in der Nähe der Wärmequelle. Für einzelne Einfamilienhäuser und die Bereitstellung von Prozesswärme (meist hohe Vorlauftemperaturen nötig) sind Abwasser-Wärmepumpen hingegen nicht geeignet.

### b. Auswirkungen auf den Kanal

Der Einbau von Wärmetauschern in bestehende Kanalisationen ist grundsätzlich machbar, es müssen dabei aber gewisse Bedingungen eingehalten werden. Muss der betreffende Kanalisationsabschnitt ohnehin saniert werden, ergeben sich Synergien. Wärmetauscher können an die geometrischen Verhältnisse eines bestimmten Kanalabschnittes angepasst werden. Falls der Einbau des Wärmetauschers in eine bestehende Kanalisation nicht einfach realisierbar ist, kann ein Bypass mit integriertem Wärmetauscher parallel zur bestehenden Kanalisation erstellt werden.

Damit ein Wärmetauscher in einen bestehenden Kanalisationsabschnitt eingebaut werden kann, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

---

<sup>16</sup> Entwurf ÖWAV-Arbeitsbehelf 65, Energetische Nutzung des thermischen Potenzials von Abwasser, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband Wien 2021

- Die erforderliche Kapazität des betreffenden Kanalisationsabschnitts darf durch den Wärmetauscher und die zugehörigen Einbauten nicht maßgeblich vermindert werden
- Die maximale Durchflussmenge gemäß Auslegung der Kanalisation sowie allfälliger Reserven muss trotz Wärmetauscher und Einbauten abfließen können
- Die allgemeine Funktionsfähigkeit des Abwasserkanals darf durch Einbau, Betrieb und Unterhalt der Wärmenutzungsanlage nicht maßgebend beeinträchtigt werden
- Der gesamte Kanalisationsbereich muss auch mit eingebautem Wärmetauscher unter Einhaltung der gesetzlichen Sicherheitsvorschriften weiterhin zugänglich sein. Wartung und Unterhalt des gesamten Wärmetauschers müssen an jeder Stelle möglich sein.

### **c. Auswirkung der Wärmeentnahme im Kanalnetz auf den Kläranlagenbetrieb**

Die für die Reinigungsleistung relevanten und von Temperatureinflüssen am stärksten betroffenen Prozesse in einer Kläranlage sind die Nitrifikation und die Denitrifikation. Grundsätzlich nimmt der Wirkungsgrad der Stickstoffelimination bei einer Abkühlung des Abwassers aufgrund der Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit der Mikroorganismen (Nitrifikanten/Denitrifikanten) ab.

Die zu beachtenden Einflussgrößen auf die Temperatur im Abwasser der Kanalisation sind die durch den Wärmetauscher entnommene Wärmemenge, die Durchflussmenge und die Gegebenheiten beim Zusammenfluss verschiedener Teilströme. Die Temperaturabnahme durch Wärmeentnahme liegt im Normalfall in der gleichen Größenordnung wie die natürlichen Wärmeverluste in der Kanalisation.

Die Temperatur in der biologischen Stufe einer ARA entspricht ungefähr der Temperatur im Kläranlagenablauf. Der Temperatenausgleich in der ARA bedeutet also, dass kurzzeitige Temperatureinbrüche und Tag-Nacht-Schwankungen auf die Nitrifikation und die  $\text{NH}_4$ -Konzentration im Ablauf keinen relevanten Einfluss haben. Wenn aber die Zulauftemperatur während längerer Zeit abgesenkt wird (lange Regenereignisse oder Wärmeentnahme), stellt sich auch in der Biologie eine tiefere Temperatur ein. Da eine Temperaturabnahme in der Biologie generell die Nitrifikationsleistung vermindert, muss dies bei der Wärmeentnahme aus der Kanalisation berücksichtigt werden.

Die Auswirkungen einer Temperaturabsenkung im Kläranlagenzulauf (z.B. durch Wärmeentnahme) sind umso unbedenklicher, je grösser die Dimensionierungsreserve der Kläranlage ist. Bei einer großzügig dimensionierten mittleren Kläranlage ist eine Temperaturabnahme von bis zu 1 K im ARA-Zulauf im Normalfall kein Problem. Da die Rahmenbedingungen aber auf jeder ARA sehr unterschiedlich sind (Abwasserzusammensetzung, Betriebsweise, Beckengrößen, mögliche Schlammalter, Einleitungsbedingungen, etc.) muss jede Anlage im Einzelfall betrachtet werden.

- Falls die durch eine Wärmeentnahme aus einem Kanalisations-Teilstrang resultierende Temperatur im ARA-Zulauf im Durchschnitt der Wintermonate Dezember, Januar und Februar  $10\text{ °C}$  nicht unterschreitet, und die resultierende Abkühlung im Kläranlagenzulauf  $0.5\text{ K}$  ist (entspricht dem langjährigen periodenbezogenen Schwankungsbereich), ist die Wärmeentnahme ohne detaillierte Untersuchungen zulässig.

- Falls die durch eine Wärmeentnahme aus einem Kanalisations-Teilstrang resultierende Temperatur im ARA-Zulauf im Durchschnitt der Wintermonate Dezember, Januar und Februar 10 °C unterschreitet und/oder die resultierende Abkühlung im ARA-Zulauf > 0,5 K ist, muss eine detaillierte Überprüfung des Einflusses auf den Kläranlagenbetrieb unter Berücksichtigung der Dimensionierungstemperatur erfolgen
- Bei der Überprüfung sind bestehende und allfällig geplante Wärmeentnahmen im gleichen Kanalisationsnetz vor der Kläranlage zu berücksichtigen.
- Allgemeingültige Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus gereinigtem Abwasser nach der Kläranlage bzw. vor dem Vorfluter:
  - Die Temperatur im Vorfluter der ARA darf sich durch eine Wärmeentnahme aus dem Kläranlagenablauf nicht um mehr als 1,5 K ändern. Die Kläranlagenablauf-Temperatur soll nach der Wärmeentnahme bei der Einleitungsstelle in den Vorfluter 3 °C nicht unterschreiten. Schnelle Temperaturveränderungen im Gewässer sind zu vermeiden. Bei offenen Systemen (Einleitung in ein anderes Gewässer) müssen allfällige Restwasserbestimmungen für einen Vorfluter durch die entnommene Abwassermenge beachtet werden.

Als methodische Grundlage wird auf die Anwendung einer Mischrechnung unter Berücksichtigung des Abflusses am Wärmetauscher, der Temperaturänderung am Ort der Wärmeentnahme und dem Abfluss im Zulauf der Kläranlage verwiesen.<sup>17</sup>

#### **d. Auswirkungen auf den Kläranlagenbetrieb bei Nutzung im Ablauf**

Bei der Wärmeengewinnung aus gereinigtem Abwasser wird der Wärmetauscher außerhalb des Kanals angeordnet – in der Regel in einer Energiezentrale, wo sich auch die Wärmepumpe befindet. Dies setzt voraus, dass das Abwasser aus dem Kanal gepumpt und nach dem Wärmeentzug wieder zurückgeführt wird.

Mögliche Einflüsse auf den Kläranlagenbetrieb beschränken sich im Wesentlichen auf die Hydraulik, d.h. der ungehinderte Abfluss des Kläranlagenablauf muss bei Trockenwetter als auch im Hochwasserfall gewährleistet sein.

#### **e. Einfluss des Abwassers auf die Verschmutzung der Wärmetauscher**

Die Wärmeübertragungsleistung eines Wärmetauschers wird durch Biofilmbildung auf der Wärmetauscheroberfläche vermindert. Dieser Zusammenhang kann durch den sogenannten „Fouling-Factor“  $f$  [W/m<sup>2</sup>K] quantifiziert werden.

Massnahmen zur Verminderung der Biofilmbildung:

---

<sup>17</sup> DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-M 114 (2020): Abwasserwärmenutzung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

- Bearbeitung und Beschichtung der Wärmetauschoberfläche
- Variation der Fließgeschwindigkeit und periodische Spülung

Bei der Reinigung von Wärmetauschern ist eine mechanische Reinigung aus Gründen des Umweltschutzes einer Behandlung mit Waschwasser vorzuziehen.

#### **f. Auswirkungen auf das Gewässer**

Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus gereinigtem Abwasser nach der Kläranlage bzw. vor dem Vorfluter (Empfehlung, im Einzelfall zu beurteilen):

- Die Temperatur im Vorfluter der ARA sollte sich durch eine Wärmeentnahme aus dem Kläranlagenablauf nicht um mehr als 1,5 °C (Salmonidengewässer) und 3°C (Cyprinidengewässer) ändern.
- Schnelle Temperaturveränderungen im Gewässer sind zu vermeiden.
- Bei offenen Systemen (Einleitung in ein anderes Gewässer) müssen allfällige Restwasserbestimmungen für einen Vorfluter durch die entnommene Abwassermenge beachtet werden

#### **f. Wirtschaftlichkeit**

An Standorten mit guten Voraussetzungen bietet Energie aus Abwasser Wärmegestehungskosten von etwa 7 bis 8 ct/kWh Heizleistung. Es handelt sich dabei um eine Vollkostenbetrachtung der kompletten Technologie. Enthalten sind

- Kapitalkosten Wärmetauscher inkl. der Verbindungsleitungen mit den Erschließungskosten
- Kapitalkosten für die Wärmepumpe
- Pumpen- und Wärmepumpenstrom
- Wartungs- und Instandhaltungsaufwand

Für die Wirtschaftlichkeit einer Abwasser-Wärmepumpe ist grundsätzlich von zentraler Bedeutung, dass Gebäude mit tiefen oder normalen Vorlauftemperaturen angeschlossen werden können und die Distanz vom Ort der Wärmeentnahme bis zum Abnehmer möglichst klein ist („warme“ Fernwärme bis 200 m, „kalte“ Fernwärme bis über 1 km).

Häufig werden Abwasserwärmenutzungsanlagen im sogenannten Contracting realisiert. Dabei werden Planung, Finanzierung, Erstellung, Betrieb und Unterhalt sowie Administration (Heizkostenabrechnung etc.) komplett vom Contractor (häufig ein Energieversorgungsunternehmen) übernommen. Kläranlagen- und Kanalisationsbetreiber können in Contracting-Verträge miteinbezogen werden, indem sie z. B. Wartung und Unterhalt der betreffenden Anlagen in der Kanalisation oder auf der ARA nach genauen Vorgaben und gegen Entschädigung des Contractors übernehmen und in die bestehenden routinemäßigen Wartungsabläufe integrieren.

Wird der Einbau einer Abwasser-Wärmepumpe im Zusammenhang mit einer anstehenden Kanalsanierung geplant und realisiert, ergeben sich Kostensynergien. Die Wirtschaftlichkeit einer



Abwasserwärmepumpe ist also stark abhängig von der Ausgangslage. Bei größeren Abnehmern, geeigneter Leitungsführung und Vorlauftemperatur werden Abwasserwärmepumpen gegenüber konventionellen Erdöl- oder Erdgasheizungen wirtschaftlich interessant.

Eine Abwasser-Wärmepumpe arbeitet grundsätzlich umso energieeffizienter, und damit auch umweltfreundlicher und kostengünstiger, je tiefer die Vorlauftemperaturen des Heizsystems und je höher die Temperaturen der Wärmequelle Abwasser sind.

## **g. Ökologie**

Wärmepumpen nutzen Umgebungswärme. Sie sind deshalb gestützt auf eine Ökobilanz im Vergleich zu fossilen Heizungen sehr umweltfreundlich. Auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Wärmepumpen sind im Vergleich zu herkömmlichen Heizsystemen wesentlich geringer. Gleichzeitig werden durch die Verbreitung von Wärmepumpen auch Stickoxid (NOx)-Emissionen reduziert.

## **g. Rechtliche Aspekte**

Rechtliche Aspekte umfassen

- Enge Zusammenarbeit der Abwasserverbände bzw. Gebietskörperschaften und Investor in der Planungsphase
  - Eigentumsrechte
  - Nutzungsrechte
  - Energielieferverträge
  - Wasserrechtsbehörde (fremde Wasserrechte, öffentliches Wassergut)
- Abstimmung mit politischen Zielsetzungen und regionalen Energieraumplanungen
- Investitionsförderung (KPC, [www.publicconsulting.at](http://www.publicconsulting.at))
- 

## **5. Ausblick**

Aufgrund des wachsenden Energiebedarfs unserer Gesellschaft ist es unvermeidbar diesbezüglich neue Richtungen einzuschlagen und bis jetzt versteckte Potentiale zu erkennen und umzusetzen. Ein großes bislang ungenutztes Potential stellt dabei die Abwasserwärme dar. Eine wesentliche Aufwertung der Energie aus Abwasser erfolgte durch die Anerkennung als alternative Energieform (als Umgebungsenergie vorliegend) durch die EU-Richtlinie „Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ (EU 2018/2001)<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) (ABl.L328 vom 21.12.2018), Brüssel

In der Abwasserwirtschaft kam es in den letzten Jahrzehnten zu mehrfachen Paradigmenwechsel. War die ursprüngliche Intention, die der Abwasserbeseitigung, etablierten sich zunehmend Vermeidungsansätze bei Abwasseremissionen und Optimierungsmaßnahmen im Kläranlagenbetrieb. Dies gilt sowohl für den kommunalen Sektor als auch für betriebliche Abwässer. Heutzutage wird Abwasser zunehmend als Ressource betrachtet mit stofflichen und energetischen Nutzungspotentialen. Primäre Aufgabe von Kläranlagen wird auch in Zukunft die effiziente Reinigung des kommunalen Abwassers bleiben, um damit einen wichtigen Beitrag zum Gewässerschutz zu leisten. Vor dem Hintergrund des Übergangs von der Nutzung von fossilen Energieträgern hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung mittels erneuerbarer Energien werden jedoch auch Kläranlagen zunehmend energetisch interessant. Die Energienutzung im Bereich der Abwasserwirtschaft, als eine regenerative und umweltfreundliche Energiequelle, kann künftig einen namhaften Beitrag zu kommunalen Zielen im Umwelt- und Energiebereich leisten.

Abwasser als Energiequelle wird in erster Linie mit der Biogasproduktion bei der anaeroben Stabilisierung (Faulung) des Klärschlammes in Zusammenhang gebracht. Aus der Verbrennung von Klärgas in Blockheizkraftwerken etc. wird Strom- und oder Wärme bereitgestellt, mit einem erzielbaren Temperaturniveau von rund 80°C bis 95°C. Eingeschränkt nutzbar ist die Bereitstellung von Strom aus dem Kläranlagenablauf durch Wasserkraftturbinen.

Ein großes bislang weitgehend ungenutztes Potential stellt die Abwasserwärme dar. Obwohl langjährige Erfahrungswerte vorliegen, fließt das 8°C – 22°C warme Abwasser unserer Haushalte zum Großteil immer noch unberührt durch unsere Kanäle bzw. Kläranlagen. Ein bisher ungenutztes Potential, das aber zunehmend in Europa, in Ländern wie Deutschland, der Schweiz, Norwegen und Schweden zur Umsetzung gelangt. Auch in Österreich gibt es in der Zwischenzeit Pilotprojekte bzw. Machbarkeitsstudien, bei denen die energetische Wärme aus dem Abwasserstrom zur Beheizung diverser Kläranlagengebäude genutzt wird oder an externe Abnehmer im siedlungsnahen Bereich einer Kläranlage abgegeben wird. Der Bedeutung der Thematik in Österreich wird auch durch die Ausarbeitung eines ÖWAV-Arbeitsbehelfes (derzeit unveröffentlicht als Entwurf vorliegend), zur energetischen Nutzung des thermischen Potenzials von Abwasser, Rechnung getragen.

Abwasser besitzt ein erhebliches energetisches Potential (Gas, Strom, Wärme), dass es künftig noch besser zu nutzen gilt. Neben einer konsequenten Verstromung des Faulgases mit Kraft-Wärme-Kopplung sollte auch eine Nutzung der Abwasserwärme verstärkt geprüft werden. Abwasserwärme kann durch den Einsatz von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden, um auf diese Weise Primärenergie bei der Wärmebereitstellung einzusparen.

Die Umsetzung von Pilotprojekten bzw. Durchführung von Machbarkeitsstudien beruhen derzeit primär auf lokalen Initiativen durch Personen mit Pioniergeist.

Mögliche Entwicklungsszenarien einer Kläranlage sind je nach Standort, der lokalen Abwasserzusammensetzung und dem Potential der Interaktion mit dem Siedlungsraum zu bewerten. Primär sollte eine energetische Nutzung von Abwasser auf der Kläranlage selbst in Betracht gezogen werden (interne Nutzung), um einen energieautarken Betrieb anzustreben. Überschüssige Energie kann und sollte Abnehmern außerhalb der Kläranlagen zugeführt werden (externe Nutzung).

Abwasser ist eine einheimische, langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle, die bis dato noch nicht umfassend erschlossen wurde. Das Wärmeangebot ist ständig und in großer Menge verfügbar. Die Abwasserwärmenutzung ist umweltfreundlich und führt zu einer deutlichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-

Emissionen gegenüber herkömmlichen Heizsystemen. Bei professioneller Planung und Realisierung sind keine negativen Einflüsse auf Kanalisation und Kläranlage zu erwarten.

Bisherige nationale und internationale Erfahrungen zeigen, dass die energetische Nutzung von Abwasser eine interessante Energieversorgung, einerseits innerhalb der abwassertechnischen Infrastruktur und andererseits für externe Energieabnehmer sein kann.

## 6. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Schema der Abwasserwärmenutzung (Müller et al., 2010)
- Abb. 2: Funktionsprinzip der Abwasserwärmenutzung
- Abb. 3: Orte der Wärmegewinnung
- Abb. 4: Direkte Einbauten im Kanal
- Abb. 5: Externe Wärmetauscher
- Abb. 6: Mögliche Vorteile der Abwasserwärmenutzung
- Abb. 7: Mögliche Nachteile der Abwasserwärmenutzung
- Abb. 8: Abwasserwärmepotenzial in Abhängigkeit der Ausbaustufen steirischer Kläranlagen
- Abb. 9: Künftiges Konzept der Wärmenutzung auf der Kläranlage Kapfenberg Mürz IV (Bildquelle: Hrdy)
- Abb.10: Kläranlage Kapfenberg Mürz IV (Bildquelle: WV Mürzverband, 2020)
- Abb. 11: Thermische Abwassernutzung in Amstetten durch die Stadtwerke Amstetten (Bildquelle: Projektteam Abwasserenergie 2017)