



D.T4.3.1

TRAININGS CURRICULA FOR NEARING PUBLIC ADMINISTRATIONS TO REEF 2W IMPLEMENTATION (AUSTRIA)



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE

Montefeltro
servizi





“A training package is set up in English comprehensive of scope & purposes; dates; learning methodology and lessons organization; teachers cv; auxiliary materials, among which SW tools1-2 ISA. It will be translated in the national languages by PAs (I,D,CZ,HR)”

Content

DISCLAIMER	3
TRAINING CURRICULA	3
TRAINERS	3
MATERIALS.....	4
ANNEX 1 - WRITTEN TRAINING/WORKSHOP MATERIAL	5
ANNEX 2 - PRESENTATIONS	6



Disclaimer

The Austrian training of the PAs was organised in conjunction with the seminar "*Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum* (Wastewater management in rural areas)" that was jointly organised by BOKU and the Austrian Association of Wastewater and Waste Management (ÖWAV).

The Austrian training of the PAs took place on 20 Nov 2019 afternoon (from 14:00 to 17:00) at BOKU.

Training curricula

The training curricula was entitled wastewater treatment plants as local energy cells ("Kläranlagen als lokale Energiezellen" in German) and comprised 7 presentations. Besides the REEF 2W case study RHV Trattnachtal also two pre-assessments for case studies (Vösendorf and Kapfenberg) were presented

#	Presenter	Title (in German)	Title (in English)
1	Günter Langergraber (BOKU SIG)	Einführung in das Projekt REEF 2W	Introduction to the REEF 2W project
2	Georg Neugebauer (BOKU IRUB)	Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen	Integrated sustainability assessment of wastewater treatment plants as local energy cells.
3	Peter Lichtenwöhler (BOKU IRUB)	Demonstration des REEF 2W-Tools	Demonstration of the REEF 2W tool
4	Franz Zach (AEA)	REEF 2W Machbarkeitsstudie - Fallbeispiel RHV Trattnachtal	REEF 2W Case study: RHV Trattnachtal
5	Maximilian Grunert (BOKU SIG)	REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf	REEF 2W Pre-assessment: Vösendorf
6	Bernd Hrdy (BOKU SIG)	REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Kapfenberg	REEF 2W Pre-assessment: Kapfenberg
7	Florian Kretschmer (BOKU SIG)	Ausblick und Umsetzung in Österreich	Outlook and implementation in Austria

Trainers

The following persons carried out the training:

1. Günter Langergraber (BOKU SIG): project responsible for the REEF 2W project at BOKU
2. Georg Neugebauer (BOKU IRUB): deputy project responsible at BOKU
3. Peter Lichtenwöhler (BOKU IRUB): project team member
4. Franz Zach (AEA): Austrian Energy Agency, sub-contractor of BOKU
5. Maximilian Grunert (BOKU SIG): master student
6. Bernd Hrdy (BOKU SIG): master student
7. Florian Kretschmer (BOKU SIG): project team member



Materials

The materials comprise:

- The written training/workshop material (Annex 1) was handed out to the participants as part of the training material
- The presentations (Annex 2) were provided to the participants as pdf files for download.



Annex 1 - Written training/workshop material

The written training/workshop material (in German language) was published in the proceedings of the seminar as volume 251 of the series "Wiener Mitteilungen". The content of the REEF 2W training/workshop part is as follows:

Block 3 - Kläranlagen als lokale Energiezellen	Pages
Günter LANGERGRABER, Peter Lichtenwöhler, Georg Neugebauer, Franz Zach, Gernot Stöglehner, Florian Kretschmer	
Einführung in das Projekt REEF 2W	H1-H7
Georg NEUGEBAUER, Peter Lichtenwöhler, Florian Kretschmer, Gernot Stöglehner, Günter LANGERGRABER	
Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen	I1-I12
Peter LICHTENWÖHRER, Georg Neugebauer, Franz Zach, Florian Kretschmer	
Demonstration des REEF 2W-Tools	J1-J13
Franz ZACH, Peter LICHTENWÖHRER, Georg NEUGEBAUER, Florian KRETSCHMER	
REEF 2 W Machbarkeitsstudie - Fallbeispiel RHV Trattnachtal	K1-K11
Maximilian GRUNERT, Florian Kretschmer, Günter Langergraber, Thomas Ertl	
REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf	L1-L22
Bernd HRDY, Georg Neugebauer, Thomas Ertl, Günter Langergraber, Florian Kretschmer	
REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Kapfenberg	M1-M14
Florian KRETSCHMER, Georg Neugebauer, Günter Langergraber	
REEF 2W - Ausblick und Umsetzung in Österreich	N1-N7

Reference:

Langergraber, G., Kretschmer, F. (Eds. 2019): *Wiener Mitteilungen* 251. Institut für Siedlungswasserbau, Industrieressourcenmanagement und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien, 216p [*in German*].

Einführung in das Projekt REEF 2W

Günter Langergraber¹, Peter Lichtenwöhrer², Georg Neugebauer²,
Franz Zach³, Gernot Stöglehner², Florian Kretschmer¹

¹ Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz,
Universität für Bodenkultur, Wien

² Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für
Bodenkultur, Wien

³ Österreichische Energieagentur, Wien

Kurzfassung: Im Rahmen des Projekts REEF 2W werden Lösungen zur Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz in der öffentlichen Infrastruktur entwickelt und deren Umsetzung geprüft. In dem im Rahmen des INTERREG Central Europe Programms geförderten Projekts werden Methoden und Tools erarbeitet, die die Integration öffentlicher Abfallverwertungs- und Abwasserreinigungsanlagen fördern und dabei den stofflichen Input sowie den energetischen Output optimieren sollen. Die entwickelten Methoden und Tools werden im Rahmen von 5 Pilotstudien getestet. Alle Ergebnisse des Projekts werden auf der Projekthomepage (www.interreg-central.eu/reef-2w) verfügbar gemacht.

Keywords: Co-Fermentation, Effizienz, Energie, Kläranlage, Ressourcen

1 Einleitung

Das Ziel des Projektes REEF 2W 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.

REEF 2W wird vom INTERREG Central Europe Programm gefördert und hat eine Laufzeit von 3 Jahren.

Das INTERREG Central Europe Programm fördert Kooperationen bei gemeinsamen Herausforderungen in Mitteleuropa unterstützt. Das Förderbudget des INTERREG Central Europe Programms beträgt 246 Mio. € aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und unterstützt Institutionen bei der Zusammenarbeit um Städte und Regionen in Österreich, Kroatien, der Tschechischen Republik, Deutschland, Ungarn, Italien, Polen, Slowakei und Slowenien zu verbessern.

Im Projekt REEF 2W arbeiten folgende Partner aus fünf europäischen Ländern zusammen (siehe auch Abbildung 1):

Partner

Österreich

- BOKU – Universität für Bodenkultur Wien

Italien

- ENEA – Italienische Agentur für Neue Technologien, Energie und Nachhaltige Wirtschaftliche Entwicklung (Koordinator)
- UCV – Verband der Wirtschaftskammern der Region Veneto
- MS – Montefeltro Service Ltd.

Kroatien

- REGEA – Regionale Energieagentur Nordwest-Kroatien
- ZCH – Zagreb Holding Ltd.

Tschechische Republik

- UCT – Universität für Chemie und Technologie in Prag
- VEOLIA – Veolia Tschechische Republik

Deutschland

- Adelphi – Adelphi Research, Berlin
- KWB – Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

Assoziierte Partner

Österreich

- RHV – RHV Trattnachtal

Italien

- IREN LTD
- ACEA PINEROLESE LTD

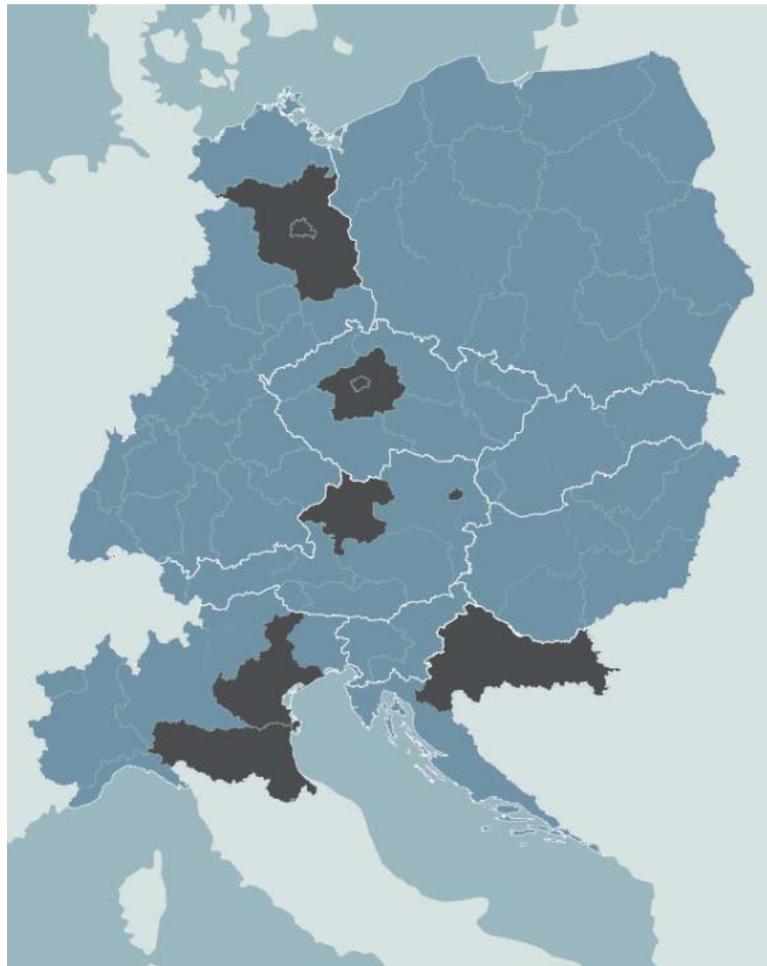


Abbildung 1: Beteiligte Central Europe Regionen im Projekt REEF 2W (REEW 2W, 2017).

2 Projektziele

Die Hauptziele von REEF2W sind:

1. Erarbeitung einer gemeinsamen Wissensbasis über REEF2W-Systeme. Dieses Ziel wird durch Sammlung von Erfahrungen mit bereits existierenden Technologien, Fachwissen und Modellen erreicht, um die Nachhaltigkeit vorgeschlagener Systeme bewerten zu können.
2. Schaffung von Voraussetzungen für die Erhöhung der Energieeffizienz und des Einsatzes erneuerbarer Energie mittels REEF2W-Systeme in den Zielregionen. Strategien und Maßnahmen zur Optimierung der Rahmenbedingungen werden angewendet, um die REEF2W-Systeme implementieren zu können und Barrieren abzubauen.

3. Entwicklung regionaler Strategien, basierend auf den REEF2W-Pilotstudien und auf Einbindung politischer Entscheidungsträger. Das Projekt soll neue Denkmuster bezüglich Abwasser und urbane Abfallverwertung etablieren. Das oberste Ziel ist jedoch die Entwicklung von Dienstleistungen, die gemeinsam mit anderen öffentlichen Dienstleistungen Kläranlagen ermöglichen, die nicht nur Abwasser reinigen, sondern auch Energie aus erneuerbaren Quellen bereitstellen.

3 Aktivitäten

Aktionsplan

Ein Aktionsplan wird erstellt, der auf den Erfahrungen in den fünf REEF2W-Pilotstudien aufbaut. Die zuständigen Projektpartner erstellen einen Aktionsplan, um das generierte Wissen über eine REEF2W-Plattform zu verbreiten, in der die "Pioniere" der städtischen Abfallverwertungs- und Kläranlagen, die durch optimierte Ressourcennutzung zu erneuerbaren Plus-Energie-Unternehmen werden, aufgezeigt werden.

Training

Fünf Trainings in fünf verschiedenen Regionen werden durchgeführt. Darin wird erklärt, wie REEF2W-Tools angewendet werden und welche Methoden zur Erreichung der Machbarkeit der vorgeschlagenen Pilotanlagen existieren. Die Trainings richten sich an technisches Personal der angesprochenen Unternehmen, deren Partner und alle relevanten Stakeholder.

Tools

Es werden Tools zur Berechnung der Verbesserung bei Endenergieverbrauch und Einsatz erneuerbarer Energien in den Neuanlagen entwickelt. Das erste Software-Tool wird sich der Abschätzung des Potenzials erneuerbarer Energien widmen, das zweite der Standortbewertung. Diese Tools werden für die fünf Pilotstudien und auch für weitere Untersuchungen verwendet werden.

Pilotstudien

5 Pilotstudien mit verschiedenen REEF2W-Modellen werden durchgeführt. Die Pilotstudien werden zeigen, wie die REEF2W-Ansätze zu einer Reduktion des Energiebedarfs und zu einer deutlichen Zunahme der Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen führen. Die Pilotstudien werden daher entscheidend für eine

ausgeglichene oder gar positive Energiebilanz von Kläranlagen sein, ideal um erneuerbare Energie für Smart Cities zur Verfügung zu stellen.

Die Pilotstudien werden an folgenden Standorten durchgeführt:

- Deutschland: Kläranlage Schönerlinde der Berliner Wasserbetriebe;
- Tschechische Republik: Hauptkläranlage Prag;
- Kroatien: Kläranlage Zabok (nördlich von Zagreb);
- Italien: Abfallbehandlungsanlage von Montefeltro Service Ltd (in der Nähe von Rimini);
- Österreich: Kläranlage des RHV Trattnachtal in Wallern (siehe Beitrag Zach et al., 2019).

4 Mehr Informationen

Aktuelle Informationen sowie die finalen Projektergebnisse sind auf der Website des Projekts zu finden bzw. werden dort zu finden sein (Abbildung 2).



Abbildung 2: Website des Projekts REEF 2W;
www.interreg-central.eu/reef-2w.

Das Projekt wurde bereits bei zwei großen Veranstaltungen präsentiert:

1. im Rahmen des INTERREG Events bei der "European Week of Regions and Cities", die von 7.-10. October 2019 in Brüssel stattfand, sowie
2. bei der Messe Ecomondo – The Green Technology Expo, die von 5-8 Nov 2019 in Rimini stattfand.

Als Abschlussevent wird im Rahmen des Projekts eine Konferenz am 29. April 2020 in Venedig organisiert. Details zur Abschlusskonferenz werden auf der Projekthomepage veröffentlicht werden.

5 Ausblick

In den folgenden Beiträgen werden die wesentlichen Aspekte aus dem REEF 2W Projekt präsentiert: die entwickelte Methode, das REEF 2W Tool sowie die Anwendung an der österreichischen Fallstudie RHV Trattnachtal. Darüber hinaus wird Anwendung der Methode / des Tools auf zwei weitere österreichische Fallstudien präsentiert. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf das aktuelle Umsetzungspotential der Ergebnisse in Österreich gegeben.

Danksagung

Das Projekt REEW 2W wird im Rahmen der INTERREG Central Europe Programms mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung gefördert (Projektnummer: CE946; Projektbeginn: 1.6.2017; Projektende: 31.5.2020). Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung.

Literatur- und Quellenangaben

REEW 2W (2017): REEF 2W. Broschüre, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/flyer-DE.pdf>.

Zach, F., Lichtenwöhrer, P., Neugebauer, G., Kretschmer, F. (2019): REEF 2W Machbarkeitsstudie - Fallbeispiel RHV Trattnachtal. *Wiener Mitteilungen* 251, K1-K11.

Bezugsautoren

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber *
Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

* Email: guenter.langergraber@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Peter Lichtenwöhrer
Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Stöglehner

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*

Dipl.-Ing. Franz Zach

*Österreichische Energieagentur
Mariahilfer Straße 136
1150 Wien*

Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen

Georg Neugebauer¹, Peter Lichtenwöhrer¹, Florian Kretschmer²
Gernot Stöglehner¹, Günter Langergraber²

¹ Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für Bodenkultur, Wien

² Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur, Wien

Kurzfassung: Klimawandel und Energiewende zählen zu den aktuellen großen gesellschaftlichen Herausforderungen. Für die Umsetzung der Energiewende sind Energieeinsparungen, Energieeffizienzsteigerungen und eine Forcierung der erneuerbaren Energieversorgung eine wesentliche Voraussetzung. Die abwassertechnische Infrastruktur, die einerseits einen hohen Energiebedarf für die Abwasserbehandlung, andererseits aber auch große energetische Potenziale aufweist, kann in einem Energiesystem aus Basis erneuerbarer Energieträger eine wesentliche Rolle spielen. Mittels einer integrativen Nachhaltigkeitsbewertung zur Berücksichtigung umweltbezogener, ökonomischer, sozialer und technischer Aspekte, die im Rahmen des Forschungsprojektes REEF2W entwickelt wurde, erhalten lokale EntscheidungsträgerInnen ein Werkzeug, das die Weiterentwicklung von Kläranlagen zu lokalen Energiezellen unterstützen kann.

Keywords: Nachhaltigkeitsbewertung, Energiewende, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien

1 Einleitung

Langfristige Zielsetzungen zur Eindämmung des Klimawandels sind mit einem weitgehenden Verzicht auf fossile Energieträger verbunden und erfordern eine Transformation des gegenwärtigen Energiesystems. Die Steigerung der Energieeffizienz und der Umstieg auf erneuerbare Energieträger sind daher wesentliche gesellschaftliche und politische Zielsetzungen.

Kläranlagen zählen zu den größten kommunalen Energieverbrauchern (Haberkern et al. 2008), da für die Reinigungsprozesse auf einer Kläranlage abhängig von der eingesetzten Technologie zur Schlammstabilisierung große Mengen an elektrischer und thermischer Energie aufgewendet werden. Gleichzeitig kann Abwasser aber auch als Energieträger gesehen werden (Frijns

et al. 2013) und zur Bereitstellung von Ressourcen und Energie genutzt werden (Batstone et al. 2015, Nowak et al. 2015, Stillwell et al. 2010). Energiebereitstellungspotenziale können zur Abdeckung des kläranlageninternen Bedarfes, im Fall von Energieüberschüssen aber auch im Kläranlagenumfeld, erschlossen werden.

Eine integrale Bewertung von Kläranlagen mittels Nachhaltigkeitsanalyse verschiedener angedachter Szenarien soll die Entscheidungsfindung zur Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und einer Erhöhung der erneuerbaren Energiebereitstellung unterstützen und so mögliche Beiträge von Kläranlagen als regionale Energiezellen aufzeigen.

2 Integrative Nachhaltigkeitsbewertung im Kontext von REEF2W

Eine integrative Nachhaltigkeitsbewertung von Kläranlagen kann in Anlehnung an Pope et al. (2004) auf dem Drei-Säulen-Konzept der Nachhaltigkeit beruhen, wobei (1) ökologischen, (2) sozialen und (3) wirtschaftlichen Aspekten die gleiche Bedeutung in der Entscheidungsfindung beigemessen werden soll. Die Grundidee des Drei-Säulen-Konzeptes kann als Ausgangspunkt für die Entwicklung relevanter Bewertungskriterien herangezogen werden, wie dies beispielsweise von Plakas et al. (2016) für eine Nachhaltigkeitsbewertung von Abwasserbehandlungstechnologien mittels multikriterieller Analyse umgesetzt wurde.

In Hinblick auf die zentrale Zielsetzung, festzustellen, ob eine Initiative nachhaltig ist oder nicht (Pope et al. 2004, 608), ist eine detaillierte Definition von Nachhaltigkeit eine wesentliche Voraussetzung. Mit einem Blick auf die Zielsetzungen kann das Nachhaltigkeitsverständnis im Rahmen des REEF 2W Projektes (vgl. Langergraber et al., 2019) verdeutlicht werden.

Das Hauptziel von REEF 2W besteht im Einklang mit der Zielsetzung des Central Europe Programmes in der Integration und Prozessoptimierung von Kläranlagen und kommunalen Abfallmanagementsystemen. Mit dem Projekt wird das ambitionierte Ziel verfolgt, diese Energie in Anspruch nehmenden Infrastrukturen nicht nur effizienter zu gestalten, um den Selbstversorgungsgrad zu erhöhen, sondern darüber hinaus auch zu Produzenten erneuerbarer Energie weiterzuentwickeln, die einen Beitrag zu einer kohlenstoffarmen Energieversorgung leisten.

Tabelle 1: Nachhaltigkeitsbezogene Aspekte in REEF2W

Nachhaltigkeitsbezogene Aspekte	Energetischer Kontext	Räumlicher Kontext	Umweltkontext	Ökonomischer Kontext	Sozialer Kontext
Erhöhung der Energieeffizienz von Abwasser- und Abfallkreisläufen	X			X	
Transformation Energie in Anspruch nehmender Prozesse in energieneutrale oder energiebereitstellende Prozesse	X			X	
Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abfällen	X		X		
Reduzierung der Ausbreitung von Abfällen in die Umwelt, Reduzierung der Deponierung zur Abfallentsorgung und Schaffung der Möglichkeit, den Rohstoffkreislauf mit stabilisiertem, desinfiziertem und unbelastetem Klärschlamm als Dünger zu schließen			X		
CO ₂ -Produktion aus erneuerbaren Materialien, Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen	X		X		
Senkung der Energiekosten, Verbesserung der Behandlungsmethoden oder Unterstützung der lokalen Behörden bei der Entwicklung umweltfreundlicher Rechtsvorschriften		X	X	X	X
Messung der Nachhaltigkeit und Bewertung von REEF2W Pilotprojekten unter Berücksichtigung ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Indikatoren und eines Lebenszyklusansatzes		X	X	X	X
Etablierung von Kläranlagen als Energie- und Ressourcenknoten im Kreislaufsystem			X		
Bewertung der nachhaltigsten Optionen durch Integration von Nachhaltigkeitsindikatoren mittels einer multikriteriellen Entscheidungsanalyse	X	X	X	X	X

Dies geschieht insbesondere durch die Optimierung von Kreisläufen (z.B. Wärmerückgewinnung in Abwasserentsorgungssystemen, Gewinnung mechanischer Energie aus Abwasserströmen) und deren Integration (z.B.

Anreicherung des Schlammes mit dem biologisch abbaubaren Anteil von Siedlungsabfällen) für eine höhere Energiebereitstellung (z.B. Biogas, Biomethan, Strom, Wärme, H₂). Das durch Energieeinsparungen und Energieerzeugung generierte Einkommen kann für die Verbesserung der öffentlichen Dienstleistungen und Infrastrukturen verwendet werden, um unsere Städte besser zu machen, in denen sie leben und arbeiten können.

3 Methodische Herangehensweise und Indikatorenentwicklung

Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen nachhaltigkeitsbezogenen Aspekte kann eine integrale Bewertung von Kläranlagen als regionale Energiezellen in zwei Schritten erfolgen. In einem ersten Schritt wird der energetische Kontext der Kläranlage analysiert. Dies umfasst einerseits die Identifikation von Energieeinsparpotenzialen und andererseits die Auseinandersetzung mit Energiebereitstellungspotenzialen, die im Überschussfall auch außerhalb der Kläranlage eingesetzt werden können. In diesem Zusammenhang ist auch eine Auseinandersetzung mit dem räumlichen Kontext der Kläranlage und dem Energiebedarf im Kläranlagenumfeld erforderlich. Dabei soll einerseits der Energiebedarf im Bestand, andererseits aber auch ein möglicher zukünftiger Energiebedarf im Zusammenhang mit Siedlungsentwicklungen berücksichtigt werden.

Nachhaltigkeitsbewertung kann eine wesentliche Grundlage zur Unterstützung von Entscheidungsfindungen darstellen, um in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu steuern (vgl. u.a. Pope 2006, Ness 2007, Dalal-Clayton 2014).

Die Grundlage der Bewertung stellen verschiedene Indikatoren dar, deren Kernfunktionen nach Grunwald und Kopfmüller (2012) mit Information, Orientierung, Steuerung und Kommunikation beschrieben werden.

3.1 Gruppeninvention (GIVE) zur Indikatorenentwicklung

Das methodische Herangehensweise für die Nachhaltigkeitsbewertung von Kläranlagen baut auf einem im Rahmen des Projektes REEF2W entwickelten Konzept auf (Kretschmer et al. 2018, Lichtenwöhler et al. 2019) und wurde in Hinblick auf die Entwicklung von Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung im Rahmen eines Workshops im interdisziplinären Projektteam des Central Europe Projektes REEF2W weiterentwickelt. Gegenstand des Workshops war eine vertiefte Auseinandersetzung mit Aspekten, die aus Sicht der jeweiligen

involvierten Disziplinen bei der Indikatorenentwicklung berücksichtigt werden sollten. Dazu wurde die Beteiligungsmethode der Gruppeninvention (GIVE) eingesetzt (Stöglehner et al. 2006). In einem ersten Schritt wurden mittels auf Flipcharts positionierten Fragestellungen schriftliche Antworten der WorkshopteilnehmerInnen gesammelt. Abgefragt wurden dabei umweltbezogene, ökonomische und soziale Aspekte betrachtet aus der Perspektive der Abwasserentsorgung bzw. aus gesellschaftlicher Perspektive. Anschließend erfolgte noch eine Prioritätenreihung, bei der jede/r TeilnehmerIn pro Flipchart drei Punkte zur Gewichtung einzelner Aussagen vergeben konnte. Auf Basis dieser spontanen Bewertungen erfolgte dann im Plenum eine Diskussion und grobe Formulierung zu möglichen Indikatoren in den einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen.



Abbildung 1: Indikatorpyramide (eigene Bearbeitung, nach Stöglehner und Narodslawsky 2008)

Die Identifikation des eigentlichen Indikatorsets beruht auf einer hierarchischen Herangehensweise (vgl. Abbildung 1). Anhand allgemeiner Indikatoren zur Beurteilung des energetischen und räumlichen Kontextes erfolgt eine Vorbewertung, mit der eine erste Filterung nicht nachhaltiger Lösungen erfolgt. Daraufhin kann anhand spezifischer Indikatoren die eigentliche Nachhaltigkeitsbewertung durchgeführt werden. Ein detaillierterer Einblick in die Herangehensweise wird im folgenden Kapitel gegeben.

4 Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung

In diesem Kapitel wird das im Projekt REEF 2W entwickelte Set an Nachhaltigkeitsindikatoren für die integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen vorgestellt. Zuerst wird auf allgemeine Indikatoren eingegangen, mit denen eine Vorbewertung erfolgt. Dann werden spezifische Indikatoren angesprochen, auf deren Basis die Beurteilung der Nachhaltigkeit einer angedachten technologischen Adaptierung im Sinne von REEF2W vorgenommen wird.

4.1 Allgemeine Indikatoren

Allgemeine Indikatoren dienen dazu, in einem ersten Schritt auf Basis einiger weniger Kennzahlen einen ersten Eindruck zu vermitteln, ob eine weitere vertiefte Auseinandersetzung mit einem angedachten Technologiemix erfolgen soll. Mit allgemeinen Indikatoren wird einerseits abgeschätzt, ob energetische Überschüsse vorhanden sind, die für eine kläranlagenexterne Versorgung eingesetzt werden können. Andererseits erfolgt eine Beurteilung auf Basis des räumlichen Kontextes, ob etwaige vorhandene energetische Überschüsse im Kläranlagenumfeld auch zur Abdeckung eines bestehenden bzw. zukünftig zu erwartenden Energiebedarfes herangezogen werden können.

4.1.1 Energetische Überschüsse

Für eine erste Einschätzung werden sowohl der elektrische als auch der thermische Energiebedarf der Kläranlage den entsprechenden elektrischen und thermischen Energiebereitstellungspotenzialen gegenübergestellt. Außerdem wird auch der Einsatz und die Bereitstellung von Klärgas in einer einfachen Bilanzrechnung betrachtet. Aus dieser Gegenüberstellung von Bedarf und Bereitstellung resultieren drei Indikatoren, mit denen dargestellt wird, ob ein Überschuss an elektrischer und thermischer Energie bzw. an Klärgas erzielt werden kann.

4.1.2 Energiebedarf im Kläranlagenumfeld

Neben der kläranlageninternen Betrachtung zu etwaigen energetischen Überschüssen wird mit drei weiteren Indikatoren das Vorhandensein eines elektrischen oder thermischen Energiebedarfs bzw. die Nachfrage nach Klärgas im Kläranlagenumfeld abgefragt. Insbesondere für die Verwendung thermischer

Energieüberschüsse ist die räumliche Nähe zwischen Quelle und Senke eine wesentliche Voraussetzung, um Verluste bei der Verteilung zu minimieren.

4.2 Spezifische Indikatoren

Für die Nachhaltigkeitsbewertung von Kläranlagen als regionale Energiezellen wird ein Set aus spezifischen Indikatoren vorgeschlagen, das sowohl alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft) abdeckt als auch technische Aspekte berücksichtigt. Mit den vorgeschlagenen Indikatoren kann die Erreichung der Zielsetzungen aus dem Forschungsprojekt REEF2W zur Steigerung der Energieeffizienz und zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger im Kontext von Kläranlagen abgeschätzt werden.

4.2.1 Umweltindikatoren

Für die Umweltbewertung werden insbesondere Indikatoren herangezogen, mit denen der Ausstoß von Kohlenstoffdioxidäquivalenten im Zusammenhang mit den auf der Kläranlage eingesetzten Technologien bewertet werden. Berücksichtigt werden dabei zwei Arten von Emissionen: Einerseits werden Treibhausgasemissionen abgebildet, die in Zusammenhang mit der Verwendung von Energieträgern stehen (z.B. elektrische Energie, Gas, Wärme), andererseits werden Treibhausgasemissionen relevanter Prozesse (wie z.B. der Klärschlamm Entsorgung) berücksichtigt. Außerdem werden die Anteile erneuerbarer Energieversorgung (thermisch, elektrisch) sowie Veränderungen in der Klärschlammproduktion bewertet.

4.2.2 Soziale Indikatoren

Mit sozialen Indikatoren kann insbesondere die Akzeptanz für Energiebereitstellung aus Kläranlagen als lokale Energiezelle beschrieben werden. Ein wesentlicher Indikator ist die Bereitstellung leistbarer Energie im Vergleich zur bestehenden Energieversorgung. Im Sinne einer Diversifizierung der Energieversorgung kann die Anzahl unterschiedlicher eingesetzter Technologien zur erneuerbaren Energiebereitstellung als Beitrag zur Resilienz gewertet werden. Die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze sowie Beiträge zur lokalen Wohlfahrt fließen als weitere soziale Aspekte in die Bewertung mit ein.

4.2.3 Ökonomische Indikatoren

Ökonomische Indikatoren berücksichtigen einerseits Investitionen und laufende Kosten im Zusammenhang mit den eingesetzten Technologien zur Bereitstellung

von Ressourcen und Energie auf der Kläranlage. Andererseits werden die erzielbaren Einnahmen durch den Verkauf von Energie bzw. Kosteneinsparungen durch die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen auf der Kläranlage bewertet. Mit dem Return of Investment (ROI) werden die Investitionen den erzielbaren zusätzlichen Einnahmen bzw. Kosteneinsparungen gegenübergestellt.

4.2.4 Technische Indikatoren

Mit einem Set an technischen Indikatoren werden weitere Aspekte berücksichtigt. Mit dem Anteil elektrischer bzw. thermischer Selbstversorgung werden die jeweiligen Bereitstellungspotenziale zum elektrischen bzw. thermischen Energiebedarf in Relation gesetzt. Für energetische Überschüsse (Wärme, Gas) erfolgt eine Bewertung hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten im Kläranlagenumfeld. Darüber hinaus werden sowohl der elektrische und thermische Energiebedarf als auch die jeweiligen Bereitstellungspotenziale je Einwohnergleichwert berücksichtigt.

5 Bewertung und Entscheidungsfindung

Für die oben beschriebenen Nachhaltigkeitsindikatoren erfolgt jeweils eine Einstufung mittels Bewertungsmatrix (vgl. Abbildung 2). Auf diese Weise ergibt sich ein Set an Bewertungen für das betrachtete Szenario.

Indikator [X]				Status Quo Szenario	
	1		A		A
	2		B		
	3		C	C	
	4		D		

Abbildung 2: Beispielmatrix (eigene Darstellung, nach Erker et al. 2019, Fürst und Scholles 2008)

Im Rahmen von REEF 2W wird dabei bewusst auf eine Gewichtung der einzelnen Indikatoren und deren Aggregation zu einem einzelnen Wert verzichtet. Die Auswahl der Präferenzvariante erfolgt durch die EntscheidungsträgerInnen. Es wird den EntscheidungsträgerInnen keine vorgegebene Wertebasis aufgedrängt. Vielmehr werden mit der Bereitstellung des Indikatorensets, die Grundlagen für eine Nachhaltigkeitsbewertung geliefert, individuelle

Wertentscheidungen und Wertegewichtungen aber den regionalen EntscheidungsträgerInnen überlassen.

Die entsprechenden Aushandlungsprozesse können dabei auch als sozialer Lernprozess für alle Beteiligten verstanden werden, in denen „sozial robustes Wissen“ (Gibbons 1994, Weingart 2008) als eine wesentliche Voraussetzung für weiteres Handeln im Sinne des Leitbildes Nachhaltiger Entwicklung generiert werden kann. Indem Strategien und Visionen, daraus abgeleitete Maßnahmen und Handlungen sowie die daraus resultierenden Konsequenzen nach dem Konzept der „learning loops“ (Keen et al. 2005, List 2006) miteinander in Beziehung gesetzt werden, kann das Lernen über mögliche Folgen zwei Arten von Erkenntnisprozessen auslösen (vgl. Innes und Booher, 2000, Stoeglehner 2010). In einer einfachen Lernschleife „Single-loop-learning“ erfolgt eine Anpassung der Handlungen, wenn unerwünschte Folgen identifiziert werden, ohne dass die zugrundeliegende Werthaltung hinterfragt wird. In der doppelten Lernschleife „Double-loop-learning“ wird darüber hinaus auch ein Lernprozess auf der Wertebene ausgelöst, indem auch die zugrunde liegenden Werte und Annahmen reflektiert werden, wenn auch durch eine Maßnahmenanpassung nicht die erwünschten Verbesserungen erzielt werden. Entscheidungen können somit auf einer fundierten Informationsbasis (Sachebene) und orientiert an einer klaren Vision (Wertebene) getroffen werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Für die Umsetzung der Energiewende ist eine Transformation des Energiesystems mit Energieeinsparungen, Steigerungen der Energieeffizienz und einer Steigerung der erneuerbaren Energieversorgung erforderlich. Kläranlagen können dabei als lokale Energiezellen einen wesentlichen Beitrag leisten, indem nach Ausschöpfung etwaiger kläranlageninterner Optimierungspotenziale insbesondere auch die erneuerbaren Energiebereitstellungspotenziale erschlossen werden. Mit einer integralen Bewertung der dazu erforderlichen technologischen Maßnahmen stellt die im Projekt REEF2W entwickelte Methodik lokalen EntscheidungsträgerInnen ein Werkzeug zur Verfügung, das bei der Entscheidungsfindung im Sinne des Konzepts der Nachhaltigen Entwicklung unterstützen soll, um Kläranlagen als lokale Energiezellen zu etablieren.

Literatur- und Quellenangaben

- Batstone, D. J., Hülsen, T., Mehta, C. M., Keller, J. (2015): Platforms for energy and nutrient recovery from domestic wastewater: A review. *Chemosphere*, 140, 2–11. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.10.021
- Dalal-Clayton, D. Barry; Sadler, Barry (2014): Sustainability appraisal. A sourcebook and reference guide to international experience. London.
- Erker, S., Lichtenwoehrer, P., Zach, F., Stoeglehner, G. (2019): Interdisciplinary decision support model for grid-bound heat supply systems in urban areas. *Energ Sustain Soc* 9:11. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0193-4>.
- Frijns, J., Hofman, J., Nederlof, M. (2013): The potential of (waste)water as energy carrier. *Energy Conversion and Management*, 65, 357–363. doi:10.1016/j.enconman.2012.08.023
- Fürst, D., Scholles, F. (Hrsg.) (2008): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung (3. vollständig überarbeitete Auflage), Dortmund: Rohn.
- Gibbons, M. (Hrsg.) (1994): The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: Thousand Oaks, Calif: SAGE Publications.
- Grunwald, Armin; Kopfmüller, Jürgen (2012): Nachhaltigkeit. eine Einführung. Frankfurt, New York.
- Haberkern, B., Maier, W., Schneider, U. (2008): Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen. Forschungsbericht 205 26 307, UBA-FB 001075.
- Innes, J. E., Booher, D. E. (2000): Collaborative Dialogue as a Policy Making Strategy. Institute of Urban & Regional Development. <http://escholarship.org/uc/item/8523r5zt>. Zugegriffen: 24. Oktober 2016
- Keen, M., Brown, V. A., Dyball, R. (2005): Social Learning in Environmental Management: Towards a Sustainable Future. Routledge.
- Kretschmer, F., Neugebauer, G., Zach, F., Loderer, C., Farina, R., Santi, D., Jenicek, P., Varga, Z., Lichtenwoehrer, P., Stoeglehner, G., Langergraber, G. (2018): Heat Supply from Wastewater Treatment Plants – A Methodological Approach for Integrated Sustainability Assessment. [Poster] ISEC – International Sustainable Energy Conference 2018. Graz: 3.-5. Okt. 2018.
- Lang, Daniel J.; Rode, Horst; Wehrden, Henrik von (2014): Methoden und Methodologie in den Nachhaltigkeitswissenschaften. In: Harald Heinrichs und Gerd Michelsen (Hg.): Nachhaltigkeitswissenschaften. Berlin, Heidelberg, S. 115-144.
- Neugebauer, G., Peter Lichtenwöhner, P., Kretschmer, F., Stöglehner, G., Langergraber, G. (2019): Einführung in das Projekt REEF 2W. *Wiener Mitteilungen* 251, H1-H7.

- Lichtenwoehrer, P., Kretschmer, F., Langergraber, G., Neugebauer, G. (2019): Integrated Sustainability Assessment of Wastewater Treatment Plants as Local Energy Suppliers. In: Book of Abstracts - IWA Resource Recovery Conference - IWARRC2019. Venedig, 8.-12. September 2019.
- List, D. (2006): Action research cycles for multiple futures perspectives. *Futures*, 38(6), 673–684. doi:10.1016/j.futures.2005.10.001
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L. (2007): Categorising tools for sustainability assessment. In: *Ecological Economics* 60 (3), S. 498-508.
- Nowak, O., Enderle, P., Varbanov, P. (2015): Ways to optimize the energy balance of municipal wastewater systems: Lessons learned from Austrian applications. *Journal of Cleaner Production*, 88, 125–131. doi:10.1016/j.jclepro.2014.08.068
- Plakas K.V., Georgiadis A.A., Karabelas A.J. (2016): Sustainability assessment of tertiary wastewater treatment technologies: a multi-criteria analysis. *Water Science and Technology* 73:1532–1540. doi: 10.2166/wst.2015.630
- Pope, J. (2006): What's so Special about Sustainability Assessment? . Editorial. In: *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 8 (3), S. v-x.
- Stillwell, A. S., Hoppock, D. C., Webber, M. E. (2010): Energy recovery from wastewater treatment plants in the United States: A case study of the energy-water nexus. *Sustainability*, 2(4), 945–962. doi:10.3390/su2040945
- Stoeglehner, G., Narodoslowsky, M. (2008): Implementing ecological footprinting in decision-making processes. *Land Use Policy* 25:421–431. doi: 10.1016/j.landusepol.2007.10.002
- Stoeglehner G, Mitter H, Jungmeier, P. (2006): Adult Education as a Key Factor of Sustainable Rural Development. In: Subaï C, Ferrer-Balas D, Mulder K., Moszkowicz P (eds) *Engineering education in sustainable development: EESD 2006 : proceedings of the III International Conference on Engineering Education in Sustainable Development*. Editions SAP, Lyon
- Stoeglehner, G. (2010): Enhancing SEA effectiveness: lessons learnt from Austrian experiences in spatial planning. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(3), 217–231. doi:10.3152/146155110X12772982841168
- Weingart, P. (2008): How Robust is „Socially Robust Knowledge“? In: Carrier, M., Howard, D., Kourany, J. (Hrsg): *The Challenge of the Social and the Pressure of Practice: Science and Values Revisited*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press: 131-145.

Bezugsautoren

Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer*

Dipl.-Ing. Peter Lichtenwöhler

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Stöglehner

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*

* Email: georg.neugebauer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

Demonstration des REEF 2W-Tools

Peter Lichtenwöhner¹, Georg Neugebauer¹, Franz Zach², Florian Kretschmer³

¹ Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für Bodenkultur, Wien

² Österreichische Energieagentur, Wien

³ Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur, Wien

Kurzfassung: Im Rahmen des INTERREG Projekts „REEF 2W“ wird zurzeit ein Tool für Wissenschaft und Praxis entwickelt, welches als Grundlage für strategische Entscheidungen dienen soll. Mithilfe des Tools können sowohl energetische Abläufe auf Kläranlagen, der Einsatz innovativer Technologien als auch der Ausbau erneuerbarer Energien analysiert werden. Basierend auf Ansätzen der Energieraumplanung ermöglicht das Tool AnwenderInnen außerdem räumliche Analysen durchzuführen. Dabei liegt der Fokus auf der Nutzbarmachung des von der Kläranlage potenziell zur Verfügung stehenden energetischen Überschusses. Die Ergebnisse werden in Form eines Berichts aufbereitet und beinhalten (1) Benchmarks zur Energieeffizienz von Kläranlagen (2) Bereitstellungspotenziale von erneuerbaren Energien, (3) Energieverbrauchsschätzungen für das Kläranlagenumfeld und (4) wirtschaftliche sowie ökologische Auswertungen. Derzeit wird das entwickelte Tool in den Partnerländern getestet und kontinuierlich validiert. Der Mehrwert des Tools wird in der gesamtheitlichen Herangehensweise, dem Aufzeigen einer Vielzahl von Planungsoptionen sowie in der Unterstützung für EntscheidungsträgerInnen bei strategischen Fragestellungen gesehen.

Keywords: Kläranlage, Tool, Überschussenergie, Energieeffizienz, erneuerbare Energie, Energieraumplanung, ökologische und ökonomische Analyse

1 Einleitung und Aufbau des REEF 2W-Tools

Ein zentraler Gegenstand des INTERREG Projekts „REEF 2W“ ist die Entwicklung eines Tools, beziehungsweise Programms¹, für AkteurInnen aus Wissenschaft und Praxis. Dabei handelt es sich um eine Excel basierte und in

¹ In den Ausführungen dieses Kapitels wird der Begriff „Tool“ für die Excel basierte Anwendung verwendet.

VBA² programmierte Anwendung, die als Instrument bei der strategischen Entscheidungsfindung zum Einsatz kommen soll. Das Tool zielt insbesondere darauf ab, die Optimierung energetischer Abläufe, den Einsatz innovativer Technologien sowie den potenziellen Ausbau erneuerbarer Energien auf Kläranlagen voranzutreiben. In diesem Themenkomplex tritt ein erklärtes Ziel in den Vordergrund, nämlich den von der Kläranlage potenziell zur Verfügung stehenden Überschuss an erneuerbarer Energie aufzuzeigen und damit die Anlage als lokale Energieversorgungsplattform in den Fokus zu rücken. Die Einsatzmöglichkeiten des Tools reichen dabei von einer Bestandsanalyse bis zur Evaluierung zukünftiger Entwicklungen in Form von Szenarien. Bezüglich den Einsatzmöglichkeiten von Tools und deren strategischen Mehrwert wird in diesem Zusammenhang auf die Publikation von Stoeglehner et al. (2016) verwiesen.

Als Voraussetzung für die Anwendung des Tools gilt eine aktuelle Version von Microsoft Excel (Microsoft Office 2019 oder Office 365). Das entwickelte Tool soll auf Deutsch, Englisch, Italienisch, Tschechisch und Kroatisch über die INTERREG-Projekthomepage (www.interreg-central.eu/reef-2w) der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Zurzeit wird die Entwicklung des Tools von einem interdisziplinären und internationalen Team vorangetrieben. Eine Übersicht der involvierten Institutionen und deren Zuständigkeiten befindet sich in Tabelle 1.

Bevor auf die notwendigen Eingangsdaten und die Toolanwendung eingegangen wird, erfolgt ein grober Umriss des Toolaufbaus. Abbildung 1 zeigt die chronologische Abfolge im Tool, welche in vereinfachten Zügen dem Aufbau und den einzelnen Anwendungsschritten entspricht.

In diesem Zusammenhang spiegelt die Toolsystematik den Aufbau der im Forschungsprojekt entwickelten „Integrativen Nachhaltigkeitsbewertung“ oder „Integrated Sustainability Assessment“ (siehe dazu Kretschmer et al. 2018; Lichtenwoehrler et al. 2019; Neugebauer et al., 2019) wider. Ausgehend von der energetischen Situation auf der Kläranlage (hier wird zwischen Energieeffizienzbewertungen und potenzieller Bereitstellung erneuerbarer Energien unterschieden) und den räumlichen Gegebenheiten im

² Skriptsprache “Visual Basic for Application” (VBA)

Kläranlagenumfeld, folgen ökologische und ökonomische Analysen. In der Toolsystematik wird konkret zwischen sechs Schritten differenziert.

Tabelle 1: Übersicht Zuständigkeiten und Institutionen der Toolentwicklung

Zuständigkeit	Institution
Koordination und Programmierung des Tools	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA)
Analysen zur Energieeffizienz auf Kläranlagen	Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) - Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, SIG
Analysen zu (erneuerbaren) Energiebereitstellungspotenzialen auf Kläranlagen	Österreichische Energieagentur (AEA)
Räumliche Analysen hinsichtlich Energieverbrauch im Kläranlagenumfeld	Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) - Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, IRUB
Ökologische Analysen	Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH (KWB)
Ökonomische Analysen	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze (UCT) und VEOLIA

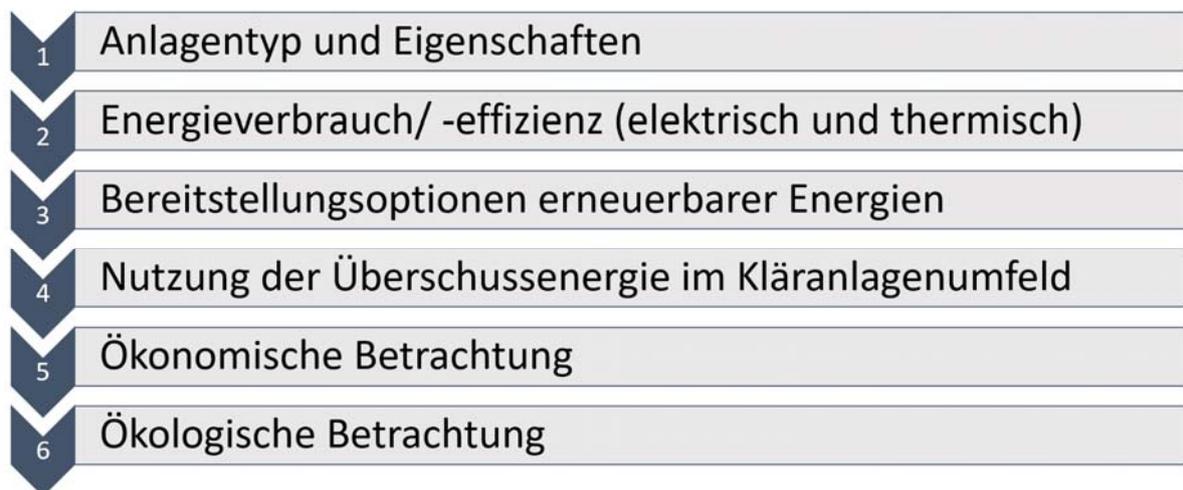


Abbildung 1: Aufbau und Schritte des entwickelten Tools (eigene Darstellung)

Im ersten Schritt werden Kenngrößen in Bezug auf die Kläranlage benötigt. Darauf aufbauend erfolgt, nach Eingabe der notwendigen Daten (nähere Erläuterungen zur Dateneingabe befinden sich in Kapitel 2), eine erste anlagenbezogenen Auswertung des Energieverbrauchs (elektrisch und thermisch).

Anschließend wird im nächsten Abschnitt auf mögliche Optionen der Bereitstellung von erneuerbaren Energien eingegangen. Darauf folgt eine Auseinandersetzung mit dem Kläranlagenumfeld, welche die Optionen zur Nutzung der zur Verfügung stehenden überschüssigen Energie aufzeigt. Die letzten beiden Toolschritte beinhalten eine ökonomische und ökologische Analyse der ausgewählten Optionen.

2 Eingangsdaten und Toolanwendung

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die erforderlichen Eingangsdaten, die als Voraussetzung für die Toolanwendung gelten. Außerdem wird die Verarbeitung der Daten beschrieben. In diesem Zusammenhang bietet das Tool vor dem eigentlichen Start der Anwendung die Möglichkeit eine Liste mit den notwendigen Daten auszudrucken oder als PDF abzuspeichern. Dadurch wird es AnwenderInnen ermöglicht, schon vorab, zum Beispiel den zeitlichen Aufwand für die Toolanwendung einzuschätzen.

2.1 Kläranlage und Anlagentyp

Wird das Tool gestartet, so sind im ersten Schritt allgemeine Informationen zur Anlage und erste konkrete Daten für die Berechnungen erforderlich. Dazu zählen beispielsweise:

- Name und Adresse der Kläranlage/des Betreibers
- Ausbaugröße in Einwohnergleichwerten [EGW] bzw. Anzahl der angeschlossenen Einwohnergleichwerte
- Tagesdurchschnitt des Abwasserzuflusses [m^3/d]
- Tagesdurchschnitt der CSB-Zulaufkonzentration [mg/l]

2.2 Substrate

Als ersten Schritt der energetischen Betrachtung, werden AnwenderInnen aufgefordert, Daten zu

- Primär-,
- Sekundär- bzw.
- Überschussschlammanfall

in das Tool einzugeben. Außerdem ermöglicht das Tool die Eingaben von externen Klärschlammzulieferungen oder von Siedlungsabfällen (Kofermentate). Auch die Eingabe anderer Substrate wie

- Abfälle aus der Lebensmittelindustrie,
- Faulschlamm,
- Tierblut,
- tierische Fette etc.

ist möglich. Die Eingaben erfolgen jeweils in Tonnen [t/a] unter Berücksichtigung des Anteils der Feststoffe [%] und flüchtiger Bestandteile [%]. Verfügt die Kläranlage über Anlagen zur anaeroben Schlammstabilisierung (Faultürme), kann u. a. damit die Bereitstellung erneuerbarer Energie in Form von Klärgas abgeschätzt werden. Außerdem spielen Substrate auch bei der ökonomischen bzw. ökologischen Analyse eine zentrale Rolle.

2.3 Elektrischer Energieverbrauch

Der elektrische Energieverbrauch wird auf Kläranlagen hauptsächlich durch unterschiedliche Technologien, die bei den Abwasserreinigungsprozessen zur Anwendung kommen, verursacht. Um den Verbrauch berechnen zu können sind detaillierte Eingaben (in kWh/d) in den folgenden vier Bereichen notwendig:

- Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung
 - Zu- bzw. Umlaufpumpwerk
 - Rechen
 - Sand- und Fettfang
- Mechanisch-biologische Abwasserreinigung
 - Belüftung
 - Rührwerk
 - Rücklaufschlammpumpe
 - Sonstiges (Vorklärbecken, Nachklärbecken etc.)
- Schlammbehandlung
 - MÜSE und statischer Eindicker
 - Faulung
 - Schlammentwässerung
- Infrastruktur
 - Heizung und sonstige Infrastrukturen

Stehen AnwenderInnen die detaillierten Verbrauchswerte zu den einzelnen Technologien nicht zur Verfügung, so kann durch die Eingabe eines generischen Stromverbrauchs dieser Detaillierungsschritt im Tool übersprungen werden. Gemeinsam mit den im nächsten Unterkapitel beschriebenen thermischen Energieverbräuchen kann die Energieeffizienz der Kläranlage analysiert und gegebenenfalls Möglichkeiten der Energieeffizienzsteigerung aufgezeigt werden.

2.4 Thermischer Energieverbrauch

Um Aussagen zum thermischen Energieverbrauch treffen zu können und daraus resultierenden Energieeffizienzmaßnahmen abzuleiten, werden u. a. Verbrauchsdaten [kWh/d] hinsichtlich

- Schlammaufheizung
- Transmissionsverluste, Faulbehälterheizung und
- Wärmemenge für die Beheizung von Gebäuden

benötigt. In diesem Schritt sind außerdem Angaben zum Faulturm (falls vorhanden) vorzunehmen. Dazu zählen:

- Faulturmvolume[n] [m³]
- Faulturmhöhe [m]
- Faulturmtemperatur [°C]
- Umgebungslufttemperatur [°C]
- Transmissionsverluste [°C]
- hydraulische Verweilzeit [d]
- organische Belastungsrate [kg VSS/d]

Wie bereits zuvor erwähnt, können durch generische Angaben des jährlichen Energieverbrauchs Detailsangaben übersprungen werden. Diese generischen Eingaben sind auch in anderen Toolbereichen zur einfacheren Handhabung für AnwenderInnen vorgesehen.

2.5 Bereitstellung erneuerbarer Energien

Der Einsatz bzw. Ausbau erneuerbarer Energien wird mit Blick auf Kläranlagen im Tool grob in drei Teilbereiche unterschieden. Der erste Teil betrifft den Einsatz von (1) Solarenergie, der zweite (2) Energie aus Schlamm/Abfall und der dritte (3) Energie aus Abwasser.

- (1) Neben der klassischen Photovoltaik- und Solarthermieranlage ist auch der Einsatz von Hybridkollektoren im Tool vorgesehen. Über die Angaben der zur Verfügung stehenden Flächen [m^2] und des jeweiligen Wirkungsgrades (thermisch und/oder elektrisch [%]) wird die solare Energiebereitstellung kalkuliert.
- (2) Unter der Bezeichnung „Energie aus Abfall“ wird in diesem Zusammenhang Energiegewinnung aus (a) anaerober Faulung, (b) Vergasung und (c) Verbrennungsprozessen verstanden. Dabei werden folgende Parameter für die Berechnungen benötigt:
 - a. Anaerobe Faulung (falls noch nicht beim thermischen Energieverbrauch zuvor spezifiziert): Faulturmvolume[n] [m^3], Faulturmhöhe [m], Faulturmtemperatur [$^{\circ}\text{C}$], hydraulische Verweilzeit [d] und organische Belastungsrate [kg VSS/d])
 - b. Vergasung: Selektion von Substratanteilen [t/a] sowie elektrischer/thermischer Wirkungsgrad [%]
 - c. Verbrennung: Bei Mono- und Mitverbrennung unter Angabe der Schlammmenge [t/a] und des Turbinenwirkungsgrades [%] (elektrisch/thermisch)
- (3) Neben der Solarenergie und der Energie aus Abfall spielt auch Energie aus Abwasser eine wichtige Rolle. Aus der nutzbaren Fallhöhe [m] des gereinigten Abwassers zum Vorfluter wird durch den Einsatz von Turbinen (Spezifikation des Turbinen- und Generatorenwirkungsgrades [%]) die potenzielle Wasserkraftbereitstellung berechnet. Darüber hinaus kann mithilfe des Abwasserdurchflusses [l/s] und der Abwassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$] die Leistung einer Wärmepumpe eruiert und die entsprechende thermische Energiebereitstellung kalkuliert werden.

2.6 Räumliche Analyse

Die räumliche Analyse im REEF 2W-Tool ist insofern relevant, als dass die Nutzung der zur Verfügung stehenden bzw. überschüssigen thermischen Energie (ausgehend von der Kläranlage), Energieabnehmer im Kläranlagenumfeld voraussetzt. In diesem Zusammenhang ermöglicht das Tool eine einfache Abfrage zu den im Kläranlagenumfeld befindlichen Siedlungs- bzw. Energieabnehmer-typen. Ziel ist eine erste Abschätzung des Energiebedarfs und der für die Wärmeversorgung erforderlichen Infrastruktur. Zu Beginn müssen AnwenderInnen eine Auswahl zwischen einen bzw. mehrere der folgenden Siedlungs- oder Energieabnehmertypen treffen:

- Ortszentrum
- Zentrum Kleinstadt mit niedriger Dichte
- Zentrum Kleinstadt mit hoher Dichte
- Mehrgeschossige Gebäude mit hoher Dichte
- Mehrgeschossige Gebäude mit niedriger Dichte
- Gewerbe und Industrie
- Land- und Forstwirtschaft

Die räumliche Analyse wurde in Anlehnung an die energetischen Stadtraumtypen aus Hegger & Dettmar (2014) entwickelt. Detaillierte Kenntnisse zum typenspezifischen Energieverbrauch sind jedoch nicht notwendig, da voreingestellte und überschreibbare Standardwerte im Tool hinterlegt sind. Unter Berücksichtigung des zur Versorgung angedachten Gebietes [ha] und dem spezifischen Energieverbrauch [MWh/ha.a] wird der Gesamtenergieverbrauch [MWh/a] pro Typ ermittelt. Die zur Erschließung benötigte Infrastruktur [m], im Sinne von Fernwärmeleitungslängen, wird ebenfalls abgefragt. Dabei ist auch hier standardmäßig eine siedlungsspezifische Leitungslänge [m/ha] im Tool hinterlegt. Zusammen mit der Abfrage zu externen Leitungslängen [m] zwischen den Versorgungsgebieten ergibt sich die insgesamt benötigte Länge der Fernwärmeleitungen. Zum Schluss kann noch der Anteil der angeschlossenen Wärmeabnehmer variiert werden, da in bereits bestehenden Siedlungen die Anschlussquote meist unter 100 % liegt.

2.7 Ökologische Analyse

Die ökologische Analyse ermöglicht AnwenderInnen einen Überblick über die ausgestoßenen Kohlenstoffdioxidäquivalente (CO₂-eq). Im Wesentlichen geht es in diesem Schritt um die Gegenüberstellung von fossilen und erneuerbaren Energieverbräuchen und die damit einhergehende Berechnung von Emissionen. Die Berechnungen beruhen auf energieträgerabhängigen Emissionsfaktoren. Wird fossile Energie verbraucht, so fallen Emissionen an. Kommt es zur Verwendung bzw. Bereitstellung von erneuerbarer Energie, werden die Emissionen in der bilanziellen Betrachtung gutgeschrieben. Neben den Energieverbräuchen und -bereitstellungen verrechnet das Tool zusätzlich die Klärschlammverwertung und die draus resultierenden Emissionen in Tonnen CO₂-eq.

2.8 Ökonomische Analyse

Die im Tool bereitgestellten ortsabhängigen Standardwerte für die wirtschaftliche Analyse sollen die Eingabe für AnwenderInnen erleichtern. Die Gliederung hinsichtlich Dateneingabe erfolgt dabei in fünf Kategorien:

- Preise Energiebezug
- Preise Energieverkauf
- Energiesubventionen
- Entsorgungskosten
- Investitionskosten

Die Eingaben erfolgen dabei in Abhängigkeit der jeweiligen Kategorie und Praktikabilität in [EUR/kWh], in [EUR/m³] oder in [EUR/Technologieeinheit].

3 Ergebnisse im „Toolreport“

Als finales Ergebnis erhalten die AnwenderInnen einen als PDF generierten „Toolreport“. Das folgende Kapitel orientiert sich entsprechend mit den Ausführungen an diesen Bericht. Als Erstes wird darin eine Zusammenfassung der eingegebenen Daten präsentiert. Anschließend folgt ein Überblick der daraus kalkulierten Resultate. Die Ergebnisse sind im Detail tabellarisch und/oder grafisch aufbereitet. Wie in Abbildung 2 dargestellt, sind die Ergebnisse im Report grob in vier Kategorien aufgeteilt.



Abbildung 2: Ergebnisaufbereitung im Toolreport (eigene Darstellung)

3.1 Energieeffizienz

Als Resultat im Bereich der Energieeffizienz von Kläranlagen dienen in der finalen Ergebnisaufbereitung sogenannte Benchmarks (siehe dazu Lindtner 2008). Bezüglich den elektrischen und thermischen Energieverbräuchen werden

mithilfe des Tools Ergebnisse in kWh/EW_{120.a} kalkuliert und tabellarisch sowie grafisch aufbereitet. EntscheidungsträgerInnen können aufgrund der vorgegebenen Bandbreiten (von bis) im Benchmarkvergleich die Energieeffizienz der Kläranlage beurteilen.

3.2 Bereitstellung erneuerbarer Energien

Hinsichtlich der Bereitstellung von erneuerbaren Energien [kWh/a] weisen die Toolergebnisse die bereits zuvor beschriebene Dreiteilung auf:

- Solarenergie: Photovoltaik, Solarthermie und Hybridkollektoren
- Energie aus Schlamm/Abfall: Anaerobe Faulung, Vergasung und Verbrennung
- Energie aus Abwasser: Wasserkraft und Abwasserwärmepumpe

3.3 Räumliche Analyse

Aus der räumlichen Analyse werden für jeden der fünf Siedlungs- bzw. Energieverbrauchstypen folgende Ergebnisse aufbereitet:

- Größe des Versorgungsgebietes [ha]
- Gesamtwärmeverbrauch [MWh/a]
- Anteil der an die Fernwärmeversorgung angeschlossenen Wärmeabnehmer [%]
- Gesamtlänge des Fernwärmenetzes (innerhalb und zwischen den Versorgungsgebieten)

Aus den Verrechnungen wird die für die Fernwärmeplanung relevante Kenngröße, die sogenannte Anschlussdichte [MWh/m] (siehe dazu Nussbaumer et al. 2017) ermittelt. Daraus lassen sich Rückschlüsse hinsichtlich der Eignung der jeweiligen Gebiete für eine Fernwärmeversorgung ziehen.

3.4 Ökologische und ökonomische Analysen

Die Ergebnisse der ökologischen und ökonomischen Analyse lassen sich wie folgt zusammenfassen. Energiebezug und -bereitstellungen werden in Tonnen CO₂-eq aufbereitet. Zusätzlich werden Emissionen einzelner technischer Prozesse, wie aerobe Behandlung oder Schlammaufbereitung, dargeboten. Neben den Emissionen wird zusätzlich der Anteil erneuerbarer Energie am

Gesamtenergieverbrauch in Prozent als Indikatoren berechnet. Dabei wird weiter zwischen thermischer und elektrischer Energie differenziert.

Zu guter Letzt erfolgt die wirtschaftliche Analyse in Abhängigkeit der eingesetzten Technologien und Infrastrukturen. Hier werden sowohl Investitions- und Betriebskosten (EUR) als auch zusätzliche Einkünfte aus der Energiebereitstellung sowie der Return of Investment (ROI in Jahren) berechnet und ausgewiesen.

4 Diskussion und Ausblick

Das im Rahmen des Forschungsprojekts „REEF 2W“ entwickelte Tool versucht sich an einer ganzheitlichen Analyse von Kläranlagen hinsichtlich energetischer Effizienz, Ausbau erneuerbarer Energien und Nutzbarmachung von Überschussenergie im Kläranlagenumfeld. Gleichzeitig werden sowohl ökonomische als auch ökologische Betrachtungen der eingegebenen Szenarien berücksichtigt. Das Tool knüpft an bereits durchgeführte Studien, die sowohl das Potenzial als auch die praktische Umsetzungsmöglichkeiten von Kläranlagen als lokale Energieversorger (siehe zum Beispiel Neugebauer et al. 2015, Kollmann et al. 2017) aufzeigen, an.

Durch die Programmierung mit VBA und die Umsetzung als Excel-Tool wird eine breite Anwendung ermöglicht. Derzeit wird das Tool mithilfe von konkreten Fallbeispielen in den Projektpartnerländern Deutschland, Tschechien, Italien, Kroatien und Österreich getestet und validiert. Erste Ergebnisse aus der Anwendung, beim Reinhaltverband Trattnachtal in Oberösterreich, untermauern die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten und den Mehrwert des Tools. Zusammenfassend sehen die EntwicklerInnen den Mehrwert des programmierten Tools in der holistischen Herangehensweise, dem Aufzeigen unterschiedlicher Planungsoptionen und in der strategischen Unterstützung bei der Entscheidungsfindung von technischen Lösungen.

Literatur- und Quellenangaben

Hegger, M., Dettmar, J. (2014): Energetische Stadtraumtypen: Strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen. Frauenhofer IRB Verlag. Stuttgart: 139 S.

- Kollmann, R., Neugebauer, G., Kretschmer, F., Truger, B., Kindermann, H., Stoeglehner, G., Ertl, T., Narodoslowsky, M. (2017): Renewable energy from wastewater - Practical aspects of integrating a wastewater treatment plant into local energy supply concepts. *J Clean Prod* 155, 119-129.
- Kretschmer, F., Neugebauer, G., Zach, F., Loderer, C., Farina, R., Santi, D., Jenicek, P., Varga, Z., Lichtenwoehrer, P., Stoeglehner, G., Langergraber, G. (2018): Heat Supply from Wastewater Treatment Plants – A Methodological Approach for Integrated Sustainability Assessment. [Poster] ISEC – International Sustainable Energy Conference 2018. Graz: 3.-5. Okt. 2018.
- Lichtenwoehrer, P., Kretschmer, F., Langergraber, G., Neugebauer, G. (2019): Integrated Sustainability Assessment of Wastewater Treatment Plants as Local Energy Suppliers. In: Book of Abstracts - IWA Resource Recovery Conference - IWARRC2019. Venedig, 8.-12. September 2019.
- Lindtner, S. (2008): Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen.
Lebensministerium, Wien.
http://www.abwasserenergie.at/fileadmin/energie_aus_abwasser/user_upload/energieleitfaden_endversion.pdf (aufgerufen am 30.10.2019).
- Neugebauer, G., Kretschmer, F., Kollmann, R., Narodoslowsky, M., Ertl, T., Stoeglehner, G. (2015): Mapping Thermal Energy Resource Potentials from Wastewater Treatment Plants. *Sustainability* 7, 12988–13010.
- Neugebauer, G., Lichtenwöhler, P., Kretschmer, F., Stöglehner, G., Langergraber, G. (2019) Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen. *Wiener Mitteilungen* 251, 11-112.
- Nussbaumer, T., Thalmann, S., Jenni, A., Ködel, J. (2017): Planungshandbuch Fernwärme. Bundesamt für Energie (BFE). Bern. https://www.energie-zentralschweiz.ch/fileadmin/user_upload/Downloads/Planungshilfen/Planungshandbuch_Fernwarrme_V1.0x.pdf (aufgerufen am 31.10.2019).
- Stoeglehner, G., Neugebauer, G., Erker, S., Narodoslowsky, M. (2016): Integrated Spatial and Energy Planning - Supporting Climate Protection and the Energy Turn with Means of Spatial Planning. Springer International Publishing. Cham.

Bezugsautoren

Dipl.-Ing. Peter Lichtenwöhner*
Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*

* Email: peter.lichtenwoehrer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Franz Zach

*Österreichische Energieagentur
Mariahilfer Straße 136
1150 Wien*

Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

REEF 2 W Machbarkeitsstudie - Fallbeispiel RHV Trattnachtal

Franz Zach¹, Peter Lichtenwöhrer², Georg Neugebauer², Florian Kretschmer³

¹ Österreichische Energieagentur, Wien

² Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für Bodenkultur, Wien

³ Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur, Wien

Kurzfassung: Die Kläranlage des RHV Trattnachtal - 15 km nördlich von Wels - dient als Fallbeispiel im Interreg-Projekt REEF 2W. Dabei wird aufgezeigt, mit welchen Maßnahmen sich der Energieverbrauch auf der Kläranlage reduzieren, die Energieausbeute erhöhen und der erzielte Energieüberschuss (Strom und Wärme) in der Umgebung nutzen lässt. In diesem Artikel wird der momentane Energieverbrauch samt einiger bereits gesetzter und noch möglicher Maßnahmen zu dessen Reduktion dargestellt. Weiters werden Möglichkeiten zur energetischen Nutzung der stofflichen Ressourcen (v. a. Klärschlamm, Kofermentat bzw. Klärgas) und des Abwassers mittels Wärmepumpen dargestellt. Schließlich wird gezeigt, mittels welcher Strategien die Energieüberschüsse in den beiden umliegenden Gemeinden Wallern a. d. Trattnach und Bad Schallerbach verwertet werden könnten. Dabei spielen Parameter wie Temperatur, Gleichzeitigkeit, räumliche Aspekte und die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit zentrale Rollen. Es zeigt sich, dass v. a. die thermische Energie des Abwassers (mit Wärmepumpen) als Niedertemperaturquelle ein hohes Potenzial aufweist, mit dem die Versorgung von Gebieten mit höherer Wärmedichte im Umkreis von einigen Kilometern bewerkstelligt werden kann.

Keywords: Kläranlage, Energieoptimierung, Abwasserenergie, Wärmepumpe, Wärmenetz, Fernwärme, Energieraumplanung

1 Die Kläranlage des RHV Trattnachtal

Die Verbandskläranlage des RHV Trattnachtal reinigt das Wasser der oberösterreichischen Gemeinden Bad Schallerbach, Gallspach, Grieskirchen, Kematen am Innbach, Krenglbach, Meggenhofen, Michaelnbach, Pichl bei Wels, Schlüßlberg, St. Georgen bei Grieskirchen, Taufkirchen an der Trattnach, Tollet und Wallern an der Trattnach. Die Ausbaugröße der Kläranlage entspricht 74.000 EW.

Zusätzlich zum Abwasser der genannten Gemeinden werden auch noch flüssige Kofermentate (Abfälle aus lokalen Produktionsbetrieben) in der Kläranlage entsorgt. Diese erhöhen die Klärgas- und damit die Energieausbeute. Seit dem Bau der Kofermentationsanlage im Jahr 2008 muss kein Erdgas mehr aus dem Netz zugekauft werden und es wird auch mehr Strom erzeugt als verbraucht wird, wenngleich zu gewissen Zeiten relativ geringe Mengen aus dem Netz zugekauft werden müssen.

Stromseitig ist die Verwertung der Überschüsse technisch relativ einfach: Die Einspeisung ins Netz ist jederzeit und quasi ohne Beschränkungen möglich. Jedoch sind in den letzten Jahren die Einspeisetarife äußerst unattraktiv. Eigene Nutzungsmöglichkeiten sind daher anzustreben.

Wärmeseitig ist die Situation bereits technisch gesehen eine Herausforderung: Wärmeabnehmer müssen erst durch ein Wärmenetz an die Kläranlage angeschlossen werden. Ein solches existiert aber hier wie auch in den meisten anderen Fällen nicht. Einen Schritt Richtung Wärmeversorger hat die Kläranlage jedoch bereits durch die Versorgung eines nahe gelegenen Bauernhofes gesetzt, an den 2016 153.000 kWh geliefert wurden.

Die Einspeisung von Klärgas (in gereinigter Form) in das Erdgasnetz wird in dieser Studie nicht weiter betrachtet. Diese Variante setzt hohe Aufwendungen in die Klärgasreinigung voraus, was sich im Allgemeinen als nicht wirtschaftlich erwiesen hat.

1.1 Wärmebilanz aktuell

Die Wärmebilanz aus dem Jahr 2016 ist in Tabelle 1 zu sehen. Ein Großteil der Wärmeenergie geht in die Faulung. Derzeit wird der Faulturn auf relativ hohen Temperaturen gehalten. Dies reduziert teilweise den Verbrauch an Chemikalien, was jedenfalls eine sinnvolle und beizubehaltende Strategie darstellt. Jedoch ist auch hier eine Temperaturreduktion ohne Beeinträchtigung der Klärgasausbeute denkbar.

Weiters zeigt die Tabelle, dass die Kläranlage bilanziell in jedem Monat, also auch im Winter, Wärmeenergieüberschüsse erzielt.

Bereits heute müssen hohe Wärmemengen (177.000 kWh im Jahr 2016) über den Notkühler ungenutzt abgeleitet werden. Würden zusätzliche Optimierungsmaßnahmen gesetzt und Potenziale wie die thermische Energie des Abwassers genutzt, würde sich der Überschuss nochmals deutlich erhöhen.

Tabelle 1: Thermische Energiebilanz der Kläranlage des RHV Trattnachtal 2016

in kWh 2016	Erzeugung	Verbrauch	
		gesamt	davon Faulturm
Jänner	224.000	121.000	91.000
Februar	192.000	140.000	119.000
März	243.000	171.000	141.000
April	212.000	168.000	150.000
Mai	266.000	242.000	225.000
Juni	230.000	214.000	200.000
Juli	204.000	184.000	165.000
August	171.000	153.000	139.000
September	244.000	215.000	192.000
Oktober	248.000	212.000	184.000
November	294.000	237.000	201.000
Dezember	320.000	252.000	213.000
Jahr	2.848.000	2.309.000	2.020.000

Die Strombilanz ist Tabelle 2 zu entnehmen. Auch hier zeigt sich in jedem Monat eine positive Bilanz. Trotzdem müssen zu gewissen Zeiten geringe Strommengen zugekauft werden, die jedoch kaum höher als 1 % des Gesamtverbrauches sind. Angesichts dieser geringen Mengen ist eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit eines lokalen Stromspeichers nicht notwendig. Überschüsse bei Strom werden, im Unterschied zu Wärme, nur von wenigen Kläranlagen in Österreich erreicht.

Tabelle 2: Elektrische Energiebilanz der Kläranlage des RHV Trattnachtal 2016

in kWh 2016	Erzeugung	Verbrauch	Verkauf	Zukauf
Jänner	211.747	168.899	58.211	15.363
Februar	181.081	149.077	53.869	21.865
März	383.497	173.502	211.333	1.338
April	268.447	148.559	122.211	2.323
Mai	306.903	160.642	147.813	1.552
Juni	307.335	161.110	147.629	1.404
Juli	316.455	174.095	144.555	2.195
August	283.867	169.399	117.463	2.995
September	338.089	177.051	161.318	280
Oktober	345.993	178.516	168.552	1.075
November	379.889	179.390	200.978	479
Dezember	421.157	200.731	220.799	373
gesamt	3.744.460	2.040.971	1.754.731	51.242

Damit zeigt sich, dass die Kläranlage des RHV Trattnachtal, v. a. bedingt durch den hohen Anteil an Kofermentation, bereits jetzt eine vergleichsweise sehr gute Energiebilanz aufweist. Damit ist der RHV Trattnachtal ein sehr gut geeigneter Standort für die Untersuchung externer Nutzungsmöglichkeiten von Energieüberschüssen (v. a. aus thermischer Sicht).

2 Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Energiebilanz

Um eine externe Versorgung wirtschaftlich sinnvoll realisieren zu können, ist es zum einen notwendig, den Energieüberschuss (weiter) zu optimieren, was durch Reduktion des Verbrauchs und durch Erhöhung des Outputs erreicht werden kann. Zum anderen wird im nächsten Kapitel untersucht, welche Wege zur sinnvollen Nutzung dieser Überschüsse in der Umgebung der Kläranlage existieren und welche Strategien dafür angewendet werden können.

2.1 Wärmeseitige Energieeinsparpotenziale

Wärmeseitig stellt der Betrieb der Faultürme mit einem Anteil von über 87 % im Jahr 2016 den größten Teil des Verbrauches dar. Daher sind Einsparpotenziale vorrangig hier zu suchen.

2.1.1 Reduktion der Temperatur im Faulturm

Zum einen ist die Aufheizung des in den Faulturm gespeisten Schlammes notwendig. Hier könnte die Reduktion des Wasseranteils im Schlamm geprüft werden. Weiters ist zu untersuchen, wie Temperaturniveau und Klärgasausbeute zusammenhängen. Bedingt eine leichte Reduktion der Temperatur im Faulturm einen starken Rückgang der Gasproduktion, so ist dies aus energetischer und auch betriebswirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei Temperaturen unter 35 °C die Gasproduktion sinkt. Im Jahr 2016 wurde eine mittlere Temperatur von 39,4 °C in den Faultürmen gemessen, im Jahr 2017 waren es 44,9 °C.

2.1.2 Verbesserte Dämmung

Zum anderen müssen die thermischen Verluste über die Außenhülle der beiden Faultürme kompensiert werden. Bei diesem Anteil ist potenziell Einsparpotenzial durch Verbesserung der Dämmung der Außenhülle gegeben.

Der Faulturm ist mit etwa 10 cm Steinwolle isoliert. Der genaue Zustand der Dämmung konnte im Zuge dieser Studie nicht erhoben werden, jedoch sollte sichergestellt werden, dass die Dämmplatten trocken gehalten werden. Dringt Feuchtigkeit in die Platten ein, so reduziert sich der Dämmeffekt stark. Sollten die derzeitigen Dämmplatten ausgetauscht werden müssen, so könnte weiters die Dämmstärke noch etwas erhöht werden. Die Dämmung des Daches des Faulturms wurde nicht untersucht, könnte sich aber von jener der Seitenwände unterscheiden.

Eine Analyse der derzeitigen Situation zeigt, dass für die reine Aufwärmung des Schlammes rund 1 Mio. kWh/a benötigt wird. Damit ist für den Ausgleich der thermischen Verluste über die Außenhülle der Faultürme ebenfalls ein Aufwand von 1 Mio. kWh/a notwendig. Im Jahr 2016 betrug, wie bereits erwähnt, die mittlere Temperatur im Faulturm 39,4 °C, die Außentemperatur 11,4°C (Linz). Bei einer Gesamtoberfläche von 2.000 m² für beide Faultürme, 28 °C Temperaturdifferenz und einem Energieverbrauch von 1 Mio. kWh/a kann der mittlere Wärmeverlust pro m² leicht berechnet werden:

$$1.000.000.000 \text{ Wh/a} / (8.760 \text{ h/a} * 28 \text{ K} * 2000 \text{ m}^2) = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Mit 10 cm Dämmstärke mit einem guten, intakten Dämmmaterial sollte ein Wärmeverlust von 0,4 W/m²K möglich sein. Damit ist hier Einsparpotenzial gegeben.

2.1.3 Veränderung der Beschaffenheit des Klärschlammes

Eine Verdopplung des TS-Gehaltes würde in etwa zu einer Halbierung des Aufwandes zur Erwärmung führen. Dies würde jedoch weitreichende technische Maßnahmen erfordern (geänderte Pumpen, Möglichkeit der stärkeren Eindickung etc.). Beispielweise auf der Wiener Kläranlage wurde diese Möglichkeit untersucht und wird nun umgesetzt.

2.1.4 Umstellung auf Niedertemperaturheizung im Faulturm

Ein weiterer Ansatz stellt die Umstellung der Energieversorgung für den Faulturm dar. Wenn die thermische Energie des Abwassers genutzt wird, steht vor Ort eine Wärmequelle mit hohem Potenzial und einem gut geeigneten Temperaturniveau für diesen Zweck zur Verfügung. Hochtemperaturwärme aus dem Klärgas könnte für andere Zwecke bereitgestellt werden, z. B. für die Anhebung der Temperatur in einem Wärmenetz (z. B. für die Warmwassererwärmung), für das ebenfalls die thermische Energie des Abwassers die Grundlast liefern kann.

Diese Strategie erfordert jedoch einen Umbau des Wärmetauschers im Faulturm, da dieser auf eine höhere Temperaturdifferenz ausgelegt ist. Man müsste den bestehenden Wärmetauscher folglich ersetzen oder einen zusätzlichen ergänzen, um die Übertragungsfläche zu vergrößern. Niedertemperaturbeheizung von Faultürmen ist allerdings nicht Stand der Technik, weshalb dafür keine konkreten Berechnungen angestellt werden konnten.

2.2 Stromseitige Energieeinsparpotenziale

Erfahrungsgemäß geht der Großteil der elektrischen Energie in die Belüftung. Auf der Anlage des RHV Trattnachtal wurde jedoch ein Anteil von nur knapp 25 % gemessen. Jedoch konnten knapp 40 % des Verbrauches keinem Verbraucher zugeordnet werden. Mit einem Gesamtverbrauch von 40 kWh/(PE*a) liegt die Anlage im Normalbereich von 20 bis 50 kWh/(PE*a). Aufgrund der Aufteilung der Strommessung konnte lediglich für die Gruppe Screening und Sandfang ein geringes Einsparpotenzial von etwa 2,5 kWh/(PE*a) identifiziert werden. Für eine genauere Analyse wäre es notwendig, sämtliche Verbraucher separat zu erfassen.

2.3 Potenzial zur Erhöhung der Energieerzeugung auf der Kläranlage

2.3.1 Wärmeseitige Bereitstellungspotenziale

Wärmeseitig ist vor allem das große Potenzial an nutzbarer Niedertemperaturwärme durch Nutzung des gereinigten Abwassers zu untersuchen. Im Mittel der Jahre 2016 und 2017 wurde ein jährlicher Abwasseranfall von ca. 6 Mio. m³ gemessen, die Durchschnittstemperatur betrug 14,3 °C. Ziel seitens des RHV Trattnachtal ist es jedenfalls, die hohe elektrische Energiemenge von 1,75 Mio. kWh/a (im Jahr 2016), die zu einem sehr geringen Preis weiterverkauft wird, für eine Wärmepumpe zu verwenden, die dem Kläranlagenablauf Wärme entzieht. Darüber hinaus kann jedoch elektrische Energie aus dem Netz zugekauft werden, um den Wärmebedarf externer Verbraucher decken zu können.

Tabelle 3 zeigt, wie viel thermische Energie bei einer Abkühlung um 2 K, welche technisch leicht realisierbar ist, möglich wäre. Aus dem Abwasser würden dabei ca. 14 Mio. kWh/a entzogen werden. Die Wärmepumpe würde dabei etwa 4,8 Mio. kWh/a verbrauchen. Dies würde bedeuten, dass die Kläranlage etwa 3 Mio. kWh/a zukaufen müsste.

Tabelle 3: Abwassermenge und -temperatur des RHV Trattnachtal sowie daraus generierbare Wärmemenge (Energiepotenzial aus dem Abwasser und elektrische Energie der Wärmepumpe; die Summe ergibt die nutzbare Wärmemenge)

Mittel 2016-2017	m ³ Abwasser	Temp. °C	Abkühlung auf °C	Energiepotenzial kWh/Monat	Strom für WP (50°C)
Jänner	505.787	9,6	7,6	1.173.426	467.035
Februar	468.334	10,3	8,3	1.086.535	422.298
März	542.247	11,4	9,4	1.258.013	470.785
April	555.607	12,9	10,9	1.289.008	457.625
Mai	647.611	15,0	13,0	1.502.458	494.331
Juni	444.780	18,3	16,3	1.031.890	299.357
Juli	472.397	19,2	17,2	1.095.961	306.745
August	451.656	19,4	17,4	1.047.842	290.920
September	417.945	17,1	15,1	969.632	294.757
Oktober	460.046	15,0	13,0	1.067.307	351.160
November	455.621	12,4	10,4	1.057.041	381.976
Dezember	602.284	10,6	8,6	1.397.299	537.538
gesamt	6.024.315	14,3	12,3	13.976.411	4.774.528

Um diese Wärme bereitstellen zu können, ist eine Wärmepumpe (bzw. mehrere) mit einer elektrischen Leistung von etwa 750 kW notwendig, die Wärmeleistung liegt in etwa bei 2,75 MW.

Technisch ist sogar die Abkühlung um etwa 4 K möglich. Damit würden sich sämtliche genannten Werte verdoppeln – 28 Mio. kWh/a Entzug aus dem Abwasser, 9,5 Mio. kWh/a Stromeinsatz für die Wärmepumpe, elektrische Leistung von 1,5 MW und Wärmeleistung von 5,5 MW.

2.3.2 Stromseitige Bereitstellungspotenziale

Stromseitig kann durch Umstellung der Faulturmbeheizung auf Niedertemperatur ein höherer Anteil des Klärgases zur Stromerzeugung herangezogen werden, sofern der Betrieb des BHKW derzeit einen Fokus auf die Wärmeerzeugung legt. Eventuell hilft auch die Erneuerung des BHKWs.

3 Möglichkeiten der externen Verwendung der Überschussenergie der Kläranlage (räumliche Analyse)

Steht grundsätzlich Überschussenergie von Kläranlagen zur Verfügung, muss zwischen verschiedenen Distributionswegen unterschieden werden. Unter der

Voraussetzung, dass die Kläranlage an das Stromnetz angeschlossen ist, wird keine zusätzliche Infrastruktur benötigt und die Einspeisung von überschüssigem Strom kann vergleichsweise einfach durchgeführt werden. Die Aufbereitung von Biogas ermöglicht zusätzlich eine Einspeisung in das Erdgasnetz. Durch die in diesem Zusammenhang assoziierten hohen Kosten für die Gasaufbereitung wird dieses Szenario in der Fallstudie nicht weiter verfolgt (vgl. Kapitel 1). Der Fokus dieser Fallstudie liegt in der Überschussenergiebereitstellung in Form von Wärme. Mithilfe einer in diesem Beitrag dimensionierten Wärmepumpe, und des im Kläranlagenablauf installierten Wärmetauschers, kann thermische Energie für lokale Energieabnehmer bereitgestellt werden. Dazu ist eine Auseinandersetzung mit den vor Ort anzufindenden Wärmeabnehmern Voraussetzung.

Der Aufbau in diesem Kapitel folgt einer Zweiteilung. Zuerst werden Wärmeabnehmertypen bzw. Siedlungsstrukturen die als Wärmesenken im Trattnachtal zur Verfügung stehen dargestellt. Anschließend werden mögliche Wege der infrastrukturellen Erschließung innerhalb und zwischen den potenziellen Versorgungsgebieten im Trattnachtal aufgezeigt.

3.1 Versorgungsgebiete

Ein wesentlicher Teil, des im Rahmen des Forschungsprojekts REEF 2W entwickelten Tools, widmet sich der räumlichen Dimension der Energiekonsumenten bzw. -abnehmer (vgl. Lichtenwöhler et al., 2019). Generell liegt bei der räumlichen Analyse der Fokus, auf der Identifizierung und Analyse potenzieller Wärmeabnehmer - sogenannter „Hotspots“ an Wärmesenken. Abbildung 1 illustriert in diesem Zusammenhang die im Trattnachtal identifizierten Hotspots. Ausgehend von der Kläranlage („RHV“) im Nordosten des Untersuchungsgebietes erstreckt sich südwestlich das Ortszentrum von Wallern an der Trattnach. Das als „WC1“ (Wallern Centre 1) gekennzeichnete potenzielle Versorgungsgebiet entspricht einem ländlichen Ortszentrum mit funktionsgemischter Struktur. Das heißt hier befinden sich neben Wohnungen auch kleinere Gewerbe bzw. Dienstleistungsunternehmungen. Südwestlich des Ortszentrums liegen in unmittelbarer räumlicher Nähe zwei Gebiete mit mehrgeschossigen Wohngebäuden (WM1 und WM2). „WM“ steht in diesem Zusammenhang für „Wallern Multi-storey buildings“ (mehrstöckiger Wohnbau). Auch in der angrenzenden Gemeinde Bad Schallerbach befindet sich ein als Ortszentrum abgegrenztes Gebiet (BC1), welches als potenzieller Hotspot für die Wärmeversorgung in der zweiten Gemeinde gilt. BM1, BM2 und BM3 sind wiederum Gebiete mit mehrgeschossigen Wohnbauten. Die in der Initialanalyse

sieben abgegrenzten Gebiete weisen nach einer ersten Abschätzung mit dem REEF-2W Tool einen Gesamtwärmebedarf von ca. 12 GWh/a auf.

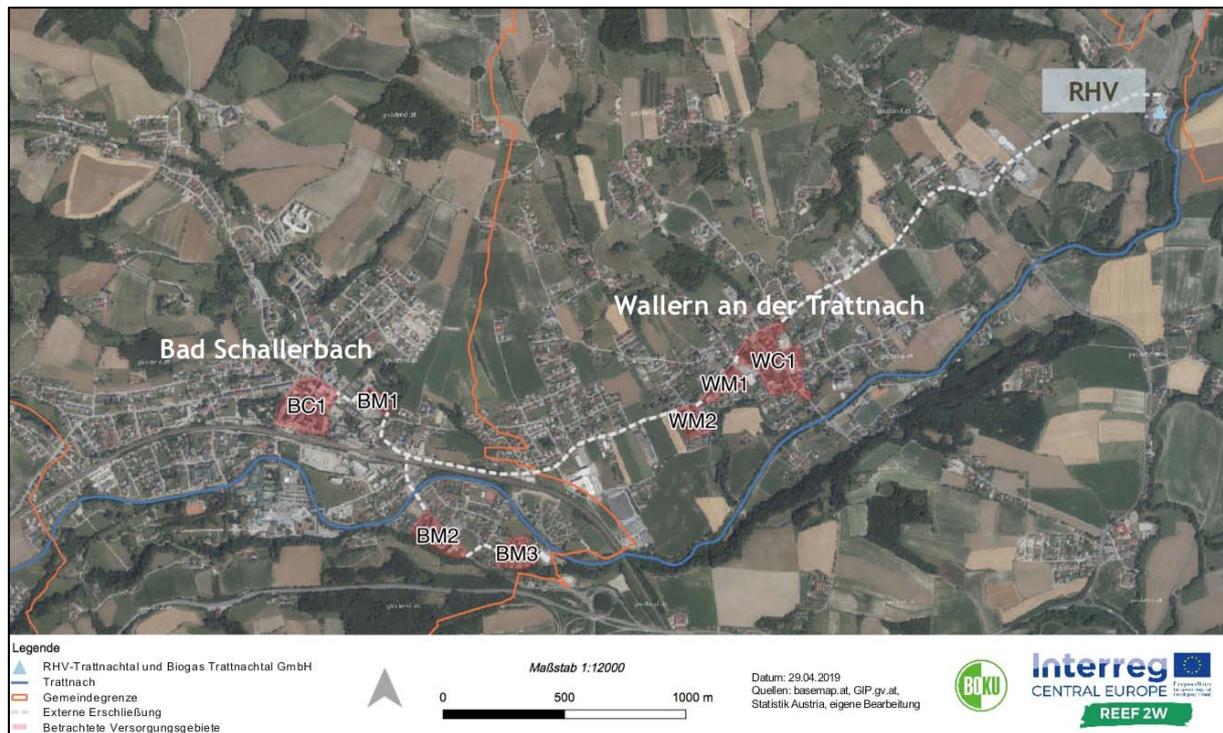


Abbildung 1: Übersicht Versorgungsgebiet Trattnachtal (eigene Bearbeitung)

In dieser ersten Analyse wurden lediglich die beiden Ortszentren, sowie dezidiert auf die Wohnnutzung ausgelegte Gebiete berücksichtigt. Zukünftige Betrachtungen können mitunter Wärmeabnehmer aus Industrie und Gewerbegebieten, sowie aus der Land- und Forstwirtschaft miteinschließen.

3.2 Erschließung

Für die thermische Versorgung im Trattnachtal wird ein Fernwärmenetz benötigt. Bereits bei der Festlegung auf die in Abbildung 1 dargestellten Hotspots wurden auf natürliche und anthropogene Kriterien Rücksicht genommen. Für die Hotspotidentifizierung und die Auslegung der potenziellen externen Fernwärmetrasse (strichliert dargestellte Linie in Abbildung 1) spielten zum Beispiel der Flussverlauf der Trattnach oder die Bahntrasse südlich der Gemeinden eine tragende Rolle. Zusätzlich wurden Höhenunterschiede bei der Fernwärmeplanung berücksichtigt (nähere Erläuterungen zur Eignung von Versorgungsgebieten siehe Erker et al. 2019). Im Norden der beiden Gemeinden befindet sich eine stärkere Steigung im Gelände, die zusätzlich als Barriere für die Erschließung herangezogen wurde. Innerhalb der betrachteten Siedlungsgebiete

wurden ca. 2.500 m Fernwärmenetz angenommen. Die Verbindungen zwischen den Versorgungsgebieten entsprechen insgesamt 4.000 m. Die daraus kalkulierte Wärmebelegungsichte (MWh/a dividiert durch gesamte Fernwärmenetzlänge) liegt knapp unter 2 MWh/m. Somit liegt der Wert im Rahmen der empfohlenen Werte nach Nussbaumer et al. (2017).

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die energetischen Rahmenbedingungen der Kläranlage des RHV Trattnachtal untersucht. Dabei werden sowohl Einsparungsmöglichkeiten also auch (zusätzliche) Bereitstellungsmöglichkeiten für thermische und elektrische Energie dargestellt. Die Untersuchungen zeigen, dass vor allem in Bezug auf Wärme große Überschüsse bzw. ungenutzte Potentiale auf der Kläranlage aktiviert werden könnten. Durch eine räumliche Analyse der umliegenden Siedlungsgebiete konnten unterschiedliche Bereiche identifiziert werden, die für eine künftige, auf Energie (Wärme) aus Abwasser basierende Versorgung als prinzipiell geeignet erscheinen. Damit könnte die Kläranlage des RHV Trattnachtal einen Betrag für eine klimafreundliche und lokale Energieversorgung in der Region leisten.

Literatur- und Quellenangaben

- Erker, S., Lichtenwoehrer, P., Zach, F., Stoeglehner, G. (2019): Interdisciplinary decision support model for grid-bound heat supply systems in urban areas. *Energ Sustain Soc* 9:11. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0193-4>.
- Lichtenwöhler, P., Neugebauer, G., Zach, F., Kretschmer, F. (2019): Demonstration des REEF 2W-Tools. *Wiener Mitteilungen* 251, J1-J13.
- Nussbaumer, T., Thalmann, S., Jenni, A., Ködel, J. (2017): Planungshandbuch Fernwärme. Bundesamt für Energie (BFE). Bern. https://www.energie-zentralschweiz.ch/fileadmin/user_upload/Downloads/Planungshilfen/Planungshandbuch_Fernwarrme_V1.0x.pdf (aufgerufen am 31.10.2019).

Bezugsautoren

Dipl.-Ing. Franz Zach*

*Österreichische Energieagentur
Mariahilfer Straße 136
1150 Wien*

* Email: franz.zach@energyagency.at

Dipl.-Ing. Peter Lichtenwöhrer
Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*

Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf

Maximilian Grunert, Florian Kretschmer, Günter Langergraber, Thomas Ertl

Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Universität für Bodenkultur Wien

Kurzfassung: Aufgrund der starken Bevölkerungszunahme im Einzugsgebiet der Kläranlage Vösendorf steht derzeit ein Ausbau bzw. eine Erweiterung der Anlage zur Diskussion. Im Zuge der diesbezüglichen Untersuchungen sollen auch die Möglichkeiten der energetischen Effizienzsteigerung im Anlagenbetrieb sowie zur Bereitstellung erneuerbarer Energien analysiert werden. In diesem Beitrag werden neben ersten Ergebnissen in Bezug auf die Auslastung der Kläranlage vor allem Optionen zur Bereitstellung und anlageninternen und -externen Versorgung von erneuerbaren Energien präsentiert. In diesem Zusammenhang ist vor allem von Interessen, ob der zu errichtende Faulurm mit aus dem Ablauf der Kläranlage rückgewonnener Wärme beheizt und damit das anfallende Klärgas höherwertigen Nutzungen zugeführt werden könnte.

Keywords: Faulurm, Abwasserwärme, Energieraumplanung, erneuerbare Energien, Klimawandel, Energiewende

1 Einleitung

Von den Folgen des Klimawandels ist auch die Österreich in einem hohen Ausmaß betroffen. So ist die Zunahme der mittleren Lufttemperatur im Alpenraum in den letzten 30 Jahren mit 1,5 °C deutlich größer als im globalen Mittel von 0,5 °C (BMLFUW 2011). Um dem Klimawandel entgegenzuwirken, sich die Europäische Union unter anderem dazu verpflichtet, bis 2030 die Emissionen um 40 % gegenüber dem Stand von 1990 zu senken. Ein wesentliches Element um die Treibhausgasemissionen zu senken ist dabei die vermehrte Nutzung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen. Zu diesem Element zählt insbesondere der Ausbau von Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (Richtlinie (EU) 2018/2001).

Schon 2011 hat der Gemeinderat von Vösendorf im Energieleitfaden das Ziel formuliert, für die Gemeinde bis 2030 Energieautarkie zu erreichen. Um die, für die Umsetzung notwendige Strukturen zu schaffen ist die Gemeinde als „Energy-Shopping Vösendorf“ dem Programm der Klima- und Energie-Modellregion des Klimafonds beigetreten. In Bezug auf die Kläranlage in Vösendorf steht derzeit aufgrund der ständig wachsenden Einwohnerzahl einen Ausbau bzw. eine Erweiterung der Anlage zur Diskussion. Im Zuge der diesbezüglichen Untersuchungen soll auch analysiert werden, wie die Energieeffizienz bzw. die Energiebereitstellung der Kläranlage gesteigert werden kann. Im Falle von verfügbarer Überschussenergie sollen Optionen aufgezeigt werden, wie diese bestmöglich in der umliegenden, anlagenexternen Infrastruktur genutzt werden könnte. In diesem Artikel werden erste Zwischenergebnisse dieser Untersuchungen vorgestellt.

2 Grundlagen und Untersuchungsziele

2.1 Untersuchung 1: Dimensionierung und hydraulische Auslastung der Kläranlage

2.1.1 Dimensionierung der Kläranlage

Die Berechnung einer Kläranlage mit einstufigem Belebtschlammverfahren erfolgt nach dem DWA-A 131 (2016). Als grundlegende Einflussgrößen der Dimensionierung gelten die Parameter der Frachtkennwerte, die Durchflussgrößen und die vorgeschriebene Reinigungsleistung.

Die erforderliche Kapazität der biologischen Reinigungsstufe ergibt sich aus der für die Aufnahme der anfallenden Masse an Überschussschlamm erforderlichen Volumen. Diese setzt sich zusammen aus dem täglichen Anfall an Überschussschlamm aus dem Schlammanfall der Kohlenstoff- und Phosphorelimination multipliziert mit dem erforderlichen Schlammalter. Damit ergibt sich das Volumen, indem die Masse durch den Trockensubstanzgehalt des Belebtschlammes dividiert wird. Der tägliche Anfall an Überschussschlamm hängt für die Kohlenstoffelimination vom Bemessungszufluss und der CSB-Fraktionierung sowie dem Anteil der anorganischen abfiltrierbaren Stoffe im Zulauf und bei der Phosphorelimination vom Bemessungszufluss, Reinigungsleistung und dem verwendeten Fällmittel ab. Der (berechnete) Wert des Trockensubstanzgehalts des Überschussschlammes ergibt sich aus den

Kenngrößen des Nachklärbeckens (Schlammvolumenindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis und Art der Schlammräumung).

Das erforderliche Schlammalter (bei anaerober Schlammstabilisierung) setzt sich aus dem aeroben Schlammalter für die Nitrifikation und dem „zusätzlich erforderlichen Schlammalter“ für die Denitrifikation zusammen. Das aerobe Schlammalter hängt von der Temperatur im Belebungsbecken und dem Prozessfaktor ab. Über den Prozessfaktor wird die Schwankung der Stickstofffracht im Zulauf der Belebung berücksichtigt und nach dem erforderlichen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ablaufwert unterschieden. Das schlussendlich erforderliche Schlammalter berechnet sich anteilig aus dem aeroben Schlammalter und Anteil der Denitrifikationszone. Dieser Anteil ergibt sich iterativ aus dem Vergleich des Sauerstoffangebots aus dem Nitrat (zu denitrifizierender Stickstoff im Belebungsbecken) und dem Sauerstoffangebot, das direkt aus der CSB-Bilanz berechnet wird. Der zu denitrifizierende Stickstoff resultiert aus der Gegenüberstellung der Stickstoffbilanz und den vorgegebenen Ablaufkonzentrationen der Stickstoffkennwerte in Kombination mit einem Faktor für den einzuhaltenden Überwachungswert.

2.1.2 Hydraulische Auslastung

Die erforderliche Oberfläche der Nachklärbecken ergibt sich aus der Gegenüberstellung des Spitzenzuflusses im Regenwetterfall und der zulässigen Oberflächenbeschickung. Wird bei einer fixierten Geometrie des Nachklärbeckens der Spitzenzufluss durch die Kläranlage überschritten, so kann es zu einem Austrag von Belebtschlamm aus der Kläranlage in das Gewässer und damit zu einer Überschreitung der Ablaufwerte kommen.

2.2 Untersuchung 2: Energiebereitstellung durch die erneuerbaren Energien Abwasserwärme, Klärgas und Photovoltaik

2.2.1 Abwasserwärme

Über einen Wärmeübertrager kann die thermische Energie aus dem Abwasser gewonnen werden und mittels einer Wärmepumpe für Heizzwecke oder zur Kühlung von Gebäuden bereitgestellt werden. Das verfügbare Wärmepotential ist abhängig von dem Abwasseranfall (Durchfluss) und dem zulässigen bzw. technisch möglichen Temperaturentzug (ca. 5 K nach DWA-M 114, 2018).

Die Wärmenutzung vor der Kläranlage kann zu einem erhöhten Reinigungsaufwand und damit Energiebedarf der Kläranlage führen. Die mikrobielle Aktivität und damit die biologische Reinigungsleistung durch die Mikroorganismen nimmt mit sinkender Temperatur ab. Dies spiegelt sich im Einfluss der Bemessungstemperatur T_{Bem} auf die Ermittlung des, für die Reinigung benötigten, Schlammalters im Arbeitsblatt DWA-A 131 (2016) wider. Deshalb wird aus abwasserwirtschaftlicher Sicht in der Regel eine Abwasserwärmenutzung im Ablauf der Kläranlage bevorzugt.

Für die Parameter Eliminationsleistung ges. geb. N und den Ablaufwert $\text{NH}_4\text{-N}$ als Konzentration in mg/l ist die geforderte Reinigungsleistung nach der 1. AEV für kommunales Abwasser an die Temperatur im Ablauf der Kläranlage geknüpft. Ein künstliches Absenken der Temperatur vor der Probenahme des Ablaufs der Kläranlage zur Wärmenutzung führt zu einer häufigeren Unterschreitung der Abwassertemperatur, ab der die Parameter einzuhalten sind. Ein dadurch bedingtes erhöhtes Einleiten von Ammonium-Stickstoff in das Gewässer wird nicht zugelassen (DWA-M 114, 2018).

Als physikalisch-chemische Qualitätskomponente der Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer gibt es für den Parameter Temperatur nur eine Grenze (98 Perzentil) für die Überschreitung einer Abwassertemperatur für die Einleitung in ein Fließgewässer. Anstelle einer niedrigsten zugelassenen Temperatur für die Einleitung ist eine maximale Temperaturdifferenz in Bezug auf die „jahreszeitlich typischen Wassertemperaturen zugrunde zu legen“. Diese einzuhaltende Temperaturdifferenz richtet sich nach der Bioregion, Fischregion und dem sehr guten/ guten Zustand des Fließgewässers (BMLFUW 2010).

Die beobachtete Gewässererwärmung der letzten Jahrzehnte wird sich durch den Klimawandel noch weiter verstärken. Langfristig wird es dadurch zu einer Anpassung der aquatischen Biozöten kommen (BMLFUW 2017). Im Aktionsplan zur österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel wird als Ziel die „Reduktion des Einflusses erhöhter Wassertemperaturen auf die Nutzung und den Schutz der Gewässer“ genannt. Dabei sind die klimabedingt erhöhten Wassertemperaturen bei einer Neubewilligung für die Wärmeabgabe an das Gewässer zu berücksichtigen (BMNT 2017).

2.2.2 Klärgas

Im Faulturm wird durch spezielle Mikroorganismen der Kohlenstoff aus dem Klärschlamm in Klärgas abgebaut. Die Abbaugeschwindigkeit steigt mit der Temperatur. Damit ist auch das benötigte Schlammalter für die Erreichung des zugrunde gelegten technischen Abbaugrades von $\eta = 85 \%$ (DWA-M 368, 2014) von der Temperatur des Faulturms abhängig. Das Klärgas besteht aus den Hauptkomponenten CH_4 und H_2S , sowie Verunreinigungen. Dabei schwankt die Zusammensetzung je nach Schlammbeschaffenheit und verwendeten Co-Substraten.

Da die Ausbeute an Klärgas von sehr vielen Faktoren, wie verfahrenstechnischer Randbedingungen, der realen Belastung der Faulräume, sowie der tatsächlichen Größe Faulräume und der Art der Beschickung abhängen (DWA-M 363, 2010), kann die die Biogasausbeute nur überschlägig bestimmt werden.

Neben der Abschätzung des Klärgasanfalls aufgrund von Erfahrungswerten (Größe Vorklärbecken, Verfahrenstechnik und Schlammalter im Belebungsbecken) kann der zu erwartende Klärgasanfall auch aus der Masse an Primär- und Überschussschlamm, sowie den zugehörigen Schlammkennwerten berechnet werden (Formel 6 bis 8).

Die Klärgasausbeute kann durch eine Klärschlammintegration oder die Co-Vergärung im Faulturm erhöht werden. Bei der Desintegration (DWA-M 302, 2016) wird durch Zuführung von Energie die Eigenschaften des Rohschlammes verändert. Ziel ist es, dass durch diese veränderten Eigenschaften mehr des im Klärschlamm enthaltenen Kohlenstoffs für den Abbau zu Klärgas zur Verfügung steht. Die Co-Vergärung nutzt Faulraumvolumen für die Umwandlung externer Kohlenstoffquellen zu Klärgas. Je nach verwendetem Material (DWA-M 380, 2009) ist eine Vorbehandlung notwendig. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit der verwendeten Co-Substrate und damit einhergehender möglicher Verunreinigungen ist die Auswirkung auf die anaerobe Schlammstabilisierung und die nachfolgenden Prozesse (Klärschlammwässerung, Behandlung von Trübwasser, Belebungsanlage) zu prüfen.

Durch die unterschiedliche Rechtsmaterie (Abfallrecht, Wasserrecht) der verwendeten Co-Substrate (z. B. tierische Produkte) müssen ggf.

Einschränkungen in Bezug auf die Klärschlammverwertung berücksichtigt werden.

2.3 Untersuchung 3: Energieversorgung

2.3.1 Abwasserwärmenutzung

Für die Bereitstellung der thermischen Energie benötigt die Wärmepumpe elektrische Energie. Das Verhältnis Energieumwandlung von der Entzugsleistung des Wärmeübertragers mittels elektrischer Energie bereitgestellten Wärme der Wärmepumpe drückt die Leistungszahl COP der Wärmepumpe aus:

Ein COP von 4 bedeutet, dass aus 1 kWh Strom und 3 kWh Wärme (Leistung Wärmeübertrager) 4 kWh Wärme von der Wärmepumpe für Heiz- und Kühlzwecke bereitgestellt werden kann. Der COP ist abhängig von der Wärmequellentemperatur (Medium Wärmeübertrager) und der Vorlauftemperatur der Wärmepumpe, Dabei ist der COP umso höher, je geringer die Temperaturdifferenz der beiden Wärmekreisläufen ausfällt (DWA-M 114, 2018).

Für die Verteilung der Wärme werden Fernwärmenetze betrieben. Dabei wird zwischen kalter Fernwärme (7 bis 17 °C) und warmer Fernwärme (bis 80 °C) unterschieden (AWEL 2010).

Wichtige Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen ist das Temperaturniveau der Vor- und Rücklauftemperatur der Fernwärmenetzes und die und die dadurch entstehende Temperaturspreizung (Nussbaumer et.al. 2017)

Abgesehen von der Abwasserwärmenutzung für die Gebäudeheizung (Hao et. al 2019) gibt es weitere Nutzungsmöglichkeiten auf der Kläranlage, im Siedlungsraum und in der Landwirtschaft (Projektteam Abwasserenergie 2017).

2.3.2 Klärgasnutzung

Die im Klärgas gespeicherte Energie kann über Kraft-Wärme-Kopplung in thermische und elektrische Energie umgewandelt werden. Das Verhältnis zwischen der erzeugten thermischen und elektrischen Energie ergibt sich aus den jeweiligen Wirkungsgraden der verwendeten Aggregate. Zudem kann das Klärgas als Kraftstoff zum Betrieb von Kraftfahrzeugen oder anderen gasbetriebenen

Aggregaten eingesetzt werden (DWA-M 363, 2010). Als Sekundärenergiequelle kann das Klärgas auch zwischengespeichert oder für eine externe Energieversorgung bereitgestellt werden.

Je nach Verwendungszweck muss das Klärgas bestimmte Anforderungen an die Reinheit und Beschaffenheit aufweisen und bedarf damit einer Aufbereitung (DWA-M 363, 2010).

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchung 1: Hydraulische Auslastung und Dimensionierung der Kläranlage

3.1.1 Gemeindegrowth

Die Gemeinde Vösendorf ist eine Zuzugsgemeinde, die an das südliche Wiener Stadtgebiet angrenzt und mit der Shopping City Süd eines der größten Einkaufszentren Europas beherbergt. Die Region Mödling hat seit 2001 einen Bevölkerungszuwachs von 11,3% erfahren, wobei die Gemeinde Vösendorf mit einem Zuwachs von 39,3% noch einmal deutlich darüber liegt. Um mit dieser Entwicklung mithalten zu können, soll die bestehende Kläranlage (Ausbau 2000) (erneut) erweitert werden.

3.1.2 Beschreibung der Kläranlage

Der aktuelle Wasserrechtsbescheid (18.12.2000) der Abwasserreinigungsanlage Vösendorf gilt für eine Belastung von 20.000 EW₆₀. Das angeschlossene Kanalnetz besteht hauptsächlich aus Mischwasserkanälen. Angeschlossen sind zahlreiche Gewerbe u.a. die Shopping City Süd. Das Verfahren der Abwasserreinigung erfolgt derzeit als einstufige Belebungsanlage mit Vorklärung, simultaner Nitrifikation/Denitrifikation und Phosphorfällung. Der Vorfluter ist der Petersbach.

Die mechanische Reinigungsstufe besteht aus einer Siebanlage (3 mm Spaltweite) mit Rechengutwäsche, zwei Rundsandfänge mit Sandwaschanlage und einem Vorklärbecken (288 m³). Die biologische Reinigungsstufe ist in zwei Straßen aufgeteilt. Sie umfasst zwei Belebungsbecken zu je 1800 m³ Volumen und zwei Nachklärbecken (alt = 240 m², neu = 299 m²). Die Belüftung erfolgt mit

Druckbelüftung (alt) und Mammutrotoren (neu), wobei die Belüftungsregelung über Ammoniumsonden gesteuert wird.

Für die Schlammbehandlung sind ein Voreindicker, ein Nacheindicker und eine Siebbandpresse zur Schlammentwässerung im Einsatz. Die aerobe thermophile Schlammstabilisierung ist derzeit außer Betrieb. Die Klärschlammverwertung erfolgt als Deponierung.

3.1.3 Faulturmstudie

Das Ausgangsmaterial für die hier durchgeführten Nachberechnung der Kläranlage Vösendorf gemäß DWA-A 131 (2016) stellt der technische Bericht einer unlängst für die Anlage durchgeführte Faulturmstudie dar. Die erhobenen Daten beruhen auf den Inspektionsberichten der Kläranlage Vösendorf aus den Jahren 2005-2016, wobei die Daten aus den Jahren 2006 und 2014 fehlen und nicht in die Berechnung mit einfließen.

Tabelle 1 Frachtkennwerte Studie Faulturm MG Vösendorf

Tagesfrachten	Q	BSB₅	CSB	N_{ges}	P_{ges}
Menge bzw. Zulauf- frachten	4288 m ³ /d	739 kg/d	1884 kg/d	142 kg/d	15 kg/d
Menge/Fracht pro EW	200 l	60 g	120 g	11 g	1.8 g
Tagesfracht [EW]	21.400	12.300	15.700	12.900	8.100

Die Kläranlage Vösendorf besitzt derzeit, wie zuvor schon erwähnt, die wasserrechtliche Bewilligung vom 18. Dezember 2000 für eine Ausbaugröße von 20.000 EGW (entspricht einer max. Zulauffracht von 1.200 kg BSB₅/d) der Einleitung der gereinigten Abwässer in den Petersbach von einem Ausmaß in 4.300 m³/d Schmutzwassermenge bei Trockenwetter und einer Mischwassermenge von 590 m³/h bei Regenwetter.

3.1.4 Dimensionierung der Reinigungsstufen

Ausgehend von dem Mittelwert der Studie wurde die zukünftige Ausbaugröße der Kläranlage auf 26.000 EGW₁₂₀ ausgelegt. Die Zulauffrachten des Rohabwassers entsprechen analog dazu der Summe aus den Mittelwerten der Studie und der einwohnerspezifischen Fracht nach Tabelle 1 DWA-A 131 (2016) von 10.000

EGW. Die Bemessungswassermenge für die Zulaufkonzentrationen im Trockenwetterfall beträgt das 1,5-fache der Schmutzwassermenge von 4.300 m³/h aus dem Bescheid (Gerundet auf 6.400 m³/d). Gleiches gilt für die Mischwassermenge im Regenwetterfall (Gerundet auf 880 m³/h).

Für den in der Studie nicht erfassten Parameter der abfiltrierbaren Stoffe (TS) wurde die Tagesfracht nach der einwohnerspezifischen Fracht nach Tabelle 1 DWA-A 131 (2016) und dem Einwohnerequivalent für den Parameter CSB von 26.000 EWG berechnet, da sich in weiterer Folge die Fraktionierung der CSB Zulauffracht über diesen Parameter berechnet ($X_{CSB} = X_{TS} * 1,6 * (1-f_B)$).

Um für die Anwendungsszenarien eine Bandbreite für die Abschätzung der Ergebnisse zu bekommen wurde die Bemessung jeweils für eine Durchlaufzeit der Vorklärung von 0,75 – 1 h und 1,5 – 2,0 h) und eine Bemessungstemperatur im Belebungsbecken von 15 °C und 10 °C durchgeführt. Dabei wird auch für die Bemessungstemperatur unter 12 °C eine Aufrechterhaltung der Denitrifizierung angenommen, obwohl diese nach 1. AEV für kommunales Abwasser nicht vorgeschrieben ist.

Bei den zulässigen Stickstoff-Konzentrationen im Ablauf des Nachklärbeckens wurde der Empfehlung des Arbeitsblattes DWA-A 131 (2016) gefolgt ($S_{orgN,AN} = 2$ mg/l, $S_{NH4,AN} = 0,0$ mg/l).

Da die Überwachung der Ablaufkonzentrationen an Stichproben erfolgt, wurde für die Parameter $S_{NO3,AN}$ und $C_{P,AN}$ ein Überwachungswert vorgegeben. Dabei wird der jeweils größte Wert berücksichtigt.

Bei der Stickstoffbilanz wurde der Rückfluss an Stickstoff aus dem Trübwasser als Folge der Entwässerung mit 50 % des in der Biomasse eingebauten Stickstoffs berücksichtigt.

Da die Überwachung der Nitrifikation auf Basis von prozentualen Frachtelimination erfolgt wurde Prozessfaktor für die Berechnung des Schlammalters auf 1,5 abgesenkt.

Die Parameter für die Berechnung des Nachklärbeckens wurden derart gewählt, dass sich ein Trockensubstanzgehalt ($TS_{BB} = 3,37$ g/l) im Belebungsbecken ergibt der dem Mittelwert der Trockensubstanz aus dem Jahresbericht der Kläranlage von 2018 (Belebungsbecken alt = 3,40 g/l, neu = 3,33 g/l) entspricht.

3.1.5 Grobdimensionierung des künftigen Faulturms

Die Menge an Primärschlamm errechnet sich aus der Eliminationsleistung des Vorklärbeckens der abfiltrierbaren Stoffe (TS).

Für die Trockensubstanz des Primär- und Überschussschlammes nach der statischen/mechanischen Eindickung wurde nach DWA-M 381 (2007) eine Ausgangstrockensubstanz von 6 % TR angenommen. Das Volumen eines ideal durchmischten Faulbehälters berechnet sich zu:

$$V_{\text{FB}} = T_{\text{FB}} * \text{SF} * \dot{U}_{\text{d,Ges}} / \text{TS}_{\text{FB}} \quad \text{Formel 1}$$

SF = 1,25 Sicherheitsfaktor für Anlagen < 50.000 EW.

T_{FB} = Schlammalter des Faulbehälters (Einstufig = 20 Tage, Zweistufig = jeweils 7 Tage)

3.2 Untersuchung 2: Energiebereitstellung durch die erneuerbaren Energien Abwasserwärme, Klärgas und Photovoltaik

3.2.1 Abschätzung des Abwasserwärmepotentials:

Die methodische Vorgehensweise zur Abschätzung des Wärmepotentials wurden dem Merkblatt DWA-M 144 (2018) entnommen.

Für die Abschätzung des Wärmepotentials im Ablauf des Nachklärbeckens wurde eine gleichmäßige Verteilung des Bemessungszuflusses über den Tag verteilt angenommen.

$$W_{\text{ABW,AN}} = c * \rho * Q * \Delta T \quad \text{Formel 2}$$

c = Spezifische Wärmekapazität des Abwassers = 4,19 kJ/kg*K

ρ = Dichte des Abwassers = 1,00 kg/l

Q = Durchfluss = $Q_{\text{d,konz}} / 86400$ s

ΔT = Temperaturdifferenz des Abwasserstromes in Folge des Wärmeentzugs

Die Wärmeübertragungsleistung $P_{\text{WÜ}}$ [kW] des Wärmeübertragers berechnet sich wie folgt:

$$P_{W\ddot{U}} = U * A_{W\ddot{U}} * \Delta T \quad \text{Formel 3}$$

U = Wärmedurchgangskoeffizient = 1,0 kW/m²*K

$A_{W\ddot{U}}$ = überströmte Fläche des Wärmeübertragers

Die mittlere Temperaturdifferenz wird in diesem Fall logarithmisch berechnet:

$$\Delta T = (\Delta T_{Zu} - \Delta T_{Ab}) / \ln (\Delta T_{Zu} - \Delta T_{Ab}) \quad \text{Formel 4}$$

Zur Berechnung wurde ein Doppelrohrwärmetauscher im Gegenstromprinzip angenommen.

Die Wärmeleistung der Wärmepumpe P_{WP} [kW] berechnet sich aus der Leistungszahl der Wärmepumpe bei Auslegungstemperaturen (COP) und der vom Wärmeüberträger abgegebenen Wärmeleistung $P_{W\ddot{U}}$ [kW]:

$$P_{WP} = P_{W\ddot{U}} * (COP/COP-1) \quad \text{Formel 5}$$

3.2.2 Klärgasertrag

Nach Tabelle 9 DWA-M 368 (2014) aus dem Schlammanfall bei einem technischen Abbaugrad der leicht abbaubaren organischen Trockenmasse von $\eta_{abb} = 85 \%$.

$$oTM = MTS * GV \quad \text{Formel 6}$$

$$oTM_{abb} = oTM * \text{Leicht abbaubare } oTM \text{ (\% der } oTM) \quad \text{Formel 7}$$

$$\text{Gasertrag} = oTM_{abb} * \text{Gasertrag (m}^3 \text{ i. N./kg } oTM) \quad \text{Formel 8}$$

MTS = Masse an Schlamm Trockensubstanz in kg/d

GV = Glühverlust in % (PS: 75 %, ÜS: 72 %)

Leicht abbaubare oTM = Leicht abbaubarer Anteil der organischen
Trockenmasse in % (PS: 70 %, ÜS: 45 %)

oTM_{abb} = Abbaubarer Anteil der organischen Trockenmasse in kg/d

Das gewonnene Faulgas besteht zu 2/3 aus Methan. Der Heizwert von Methan beträgt 10 kWh/m³ i. N.

Abhängigkeit des zu erwartenden des Biogasanfalls von der Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung nach Tabelle 5 DWA-M 363 (2010).

Der Wirkungsgrad für die Energieumwandlung im Blockheizkraftwerk wurde nach DWA-M 363 (2010) mit 33 % $\eta_{\text{elektrisch}}$ und 50% $\eta_{\text{thermisch}}$ angenommen.

3.3 Untersuchung 3: Energieversorgung

3.3.1 Wärmebedarf Faulturm

Der Wärmebedarf für den Faulturm Q_F [kWh/d] setzt sich zusammen aus dem Wärmebedarf für die Schlammaufheizung (Q_S) des Primär- und Überschussschlammes auf die Temperatur des Faulturms von 37 °C, den Transmissionsverlusten - Faulbehälterheizung (Q_T) und den Erzeugungs-, Speicher- und Verteilungsverlusten (Q_V) (Lindtner 2008).

Für den Zufluss von Primär- und Überschussschlamm in den Faulturm wurde von einer kontinuierlichen Beschickung ausgegangen.

$$Q_{ZU,FT} = (M_{PS} + M_{ÜS}) / T_{SFB} \quad \text{Formel 9}$$

$$Q_S = m * (t_{FR} - t_{RS}) * c \quad \text{Formel 10}$$

m = Schlammmenge in m^3/d

t_{FR} = Temperatur Faulraum = 37 °C

t_{RS} = Temperatur Rohschlamm = 10 °C Winter und 15 °C im Sommer

c = Spezifische Wärmekapazität des Rohschlammes = 1,16 Wh/kg/K

Der Wärmebedarf zum Ausgleich der Transmissionsverluste wurde für den einstufigen Faulturm berechnet.

$$Q_T = A * (t_{FR} - t_{UT}) * U * 24/1000 \quad \text{Formel 11}$$

A = Faulbehälteroberfläche in m^2

t_{UT} = Umgebungstemperatur

U = Wärmedurchgangskoeffizient = 1,0 kW/ $m^2 \cdot K$

Die Werte (Winter/Sommer) für die Umgebungstemperatur stellen die Mittelwerte aus den Monaten Dezember, Januar, Februar und Juni, Juli, August, aus den Klimanormaldaten der Jahre 1981-2010 der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) der Station Wien-Unterlaa, dar.

Für den Faulbehälter wurde eine zylindrische Bauform mit einem Verhältnis H:D von 1 gewählt.

Der Wärmebedarf der Erzeugungs-, Speicher- und Verteilungsverluste wurde mit 10 Prozent der Summe aus dem Wärmebedarf für die Schlammwärmehaltung und für Transmissionsverluste abgeschätzt.

Die benötigte Leistung der Wärmepumpe [kW] ergibt sich aus dem Wärmebedarf des Faulturms [kWh/d] zu:

$$P_{WP,erf} = Q_F / 24h \quad \text{Formel 12}$$

Die erforderliche Leistung des Wärmeübertragers ergibt sich aus der benötigten Leistung der Wärmepumpe und der Leistungszahl der Wärmepumpe (COP = 4,0).

$$P_{WÜ,erf} = P_{WP,erf} / (COP/COP-1) \quad \text{Formel 13}$$

3.3.2 Wärmebedarf kläranlageninterne Infrastruktur

Der Wärmeverbrauch an Gas wird über einen gemeinsamen Zähler der Kläranlage und des Bauhofs ermittelt. Aufgrund der direkten Nachbarschaft wird die Bereitstellung der Raumwärme aus der Abwasserwärme der Kläranlage für die gesamte Infrastruktur geplant. Der Wärmeverbrauch betrug im Jahr 2018 laut Jahresprotokoll der Kläranlage 270.000 kWh, wobei der Spitzenmonat April einen Verbrauch von 27.363 kWh aufweist. Für die benötigte maximale Leistung der Wärmepumpe wurde ein linearer Verbrauch über den Monat April (30Tage) und eine Heizdauer von 12 h/d angenommen. Die benötigte Kapazität des Wärmeübertragers berechnet sich mit einem COP der Wärmepumpe von 5,0 zu:

$$P_{WÜ,erf} = P_{WP,erf} / (COP/COP-1) \quad \text{Formel 14}$$

$$P_{WP,erf} = Q_{April} / (30 \text{ d} * 12 \text{ h/d}) \quad \text{Formel 15}$$

3.3.3 Wärmebedarf kläranlagenexterne Infrastruktur

Da das Potential der Abwasserwärme aus dem Ablauf der Kläranlage, das für die Fernwärme bereitgestellt werden kann von dem Durchfluss der Kläranlage abhängig werden zwei Optionen unterschieden:

- a) $Q = 4288 \text{ m}^3/\text{d}$ (Mittelwert aus Faulturmstudie)
- b) $Q = 6400 \text{ m}^3/\text{d}$ (Bemessungsdurchfluss Untersuchung 1)

Die vorhandene Kapazität des Wärmeübertragers für die Fernwärmeversorgung ergibt sich aus der maximalen Entzugsleistung bei 5°C und gegebenem Durchfluss abzüglich der benötigten Kapazität für die Infrastruktur der Kläranlage und des Bauhofs.

Für ein kaltes Fernwärmenetz mit einer Temperaturspreizung von ca. 15°C wird ein Netzwärmeverlust von 10 % angesetzt (Nussbaumer et. al. 2017)

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchung 1: Erweiterung der Kläranlage und Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung.

Die angegebenen Werte sind als Abschätzung zu verstehen und ersetzen nicht eine Berechnung der Belastung der Kläranlage nach ATV-DVWK A 198, sowie einer Wirtschaftlichkeitsanalyse der geplanten Maßnahmen.

Für die Schwankung der Stickstofffracht im Zulauf der Belebung muss die Rückführungsstrategie unbedingt berücksichtigt werden. Der Stoßfaktor f_N ist messtechnisch zu ermitteln. (DWA-A 131, 2016).

Tabelle 2 Tagesfrachten und Konzentrationen der zukünftigen Belastung

Tagesfrachten	Q	BSB₅	CSB	N_{ges}	P_{ges}
Menge bzw. Zulaufkonzentration	6400 m ³ /d	209 mg/l	482 mg/l	39,3 mg/l	5,1 mg/l
Menge/Fracht pro EW	200 l	60 g	120 g	11 g	1.8 g
Tagesfracht [EW]	32.000	22.300	25.700	22.900	18.100

Unter Berücksichtigung der Durchflusszeit in der Vorklärung im Trockenwetterfall für die aktuelle Belastung 4288 m³/d (Durchlaufzeit 1,6 h) und die zukünftige Bemessung von 6400 m³/d (Durchlaufzeit 1,1 h) und dem Einfluss der Temperatur ergeben sich die erforderlichen Kapazitäten für das Belebungsbeckenvolumen:

Tabelle 3 Kapazität Belebungsbecken (zukünftige Bemessung)

Durchflusszeit Vorklärbecken	0,75 -1,0 h		
Szenarium	Sommer	Bemessung	Winter
Abwassertemperatur [°C]	15	12	10
Erf. Schlammalter [Tagen]	9	12	15
Überschussschlammanfall [kg/d]	960	945	936
Erf. Belebungsbeckenvolumen [m ³]	2551	3369	4060

Tabelle 4 Kapazität Belebungsbecken (aktuelle Belastung)

Durchflusszeit Vorklärbecken	1,5 - 2,0 h		
Szenarium	Sommer	Bemessung	Winter
Abwassertemperatur [°C]	15	12	10
Erf. Schlammalter [Tagen]	10	13	16
Überschussschlammanfall [kg/d]	845	831	823
Erf. Belebungsbeckenvolumen [m ³]	2414	3186	3839

Für die Abschätzung des Volumens für den Faulturm im ein- und zweistufigen Betrieb wurde die Bemessungstemperatur von 12 °C angenommen.

Faulturm einstufig: Volumen = 731 m³, Durchmesser ca. 10 m.

Faulturm zweistufig: Volumen = 2 * 256 m³, Durchmesser jeweils ca. 7 m.

4.2 Untersuchung 2: Energiebereitstellung durch die erneuerbaren Energien Abwasserwärmenutzung, Klärgas und Photovoltaik

4.2.1 Abwasserwärmenutzung

Das Wärmepotential und damit die vom Wärmeüberträger bereitgestellte Wärme beträgt in den Szenarien a) und b):

- a) 208 kW/K Abkühlung bei einem Durchfluss von 49,6 l/s
- b) 310 kW/K Abkühlung bei einem Durchfluss von 74,1 l/s

Dem Wärmepotential steht der Wärmebedarf der Kläranlage gegenüber: Der Gesamtverbrauch (Gas) an thermischer Energie beträgt für das Jahr 2018 ca. 270.000 kWh.

4.2.2 Klärgasnutzung

Der Klärgasertrag und die damit verbundene Energiebereitstellung sollen nur als Abschätzung für eine mögliche Verwendung für sowohl externe Nutzungen als auch die interne Verwendung z. B. als Treibstoff für Aggregate oder als Back-up System zur Deckung von Spitzenverbräuchen dienen (DWA-M 363, 2010).

Aus dem Schlammanfall ergibt sich je nach Durchflusszeit der Vorklärung ein Gasertrag von 343 m³i.N./d (Durchflusszeit 0,7-1,0 h) bis 384 m³i.N./d (Durchflusszeit 1,5-2,0 h).

Mit einem Methananteil von 2/3 und einem Heizwert von 10 kWh/m³i.N entspricht das einem Heizwert von 2290 bis 2562 kWh/d.

Mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 33 % und einem thermischen Wirkungsgrad von 50 % ergeben sich folgende Leistungszahlen:

$$P_{\text{elektrisch}} = 756 \text{ bis } 845 \text{ kWh/d}$$

$$P_{\text{thermisch}} = 1145 \text{ bis } 1281 \text{ kWh/d}$$

4.3 Untersuchung 3: Energieversorgung

4.3.1 Kläranlageninterne Nutzung

Bei einem angenommenen Wärmebedarf von 912 kWh/d (Verbrauch Spitzenmonat 2018) für die vorhandene Infrastruktur, einer Heizdauer von 12 h/d und einem COP von 5,0 der Wärmepumpe wird zur Deckung eine Kapazität von 61 kW des Wärmeübertragers benötigt. Die erforderliche elektrische Leistung der Wärmepumpe beträgt 182 kWh/d. Der Wärmebedarf des Faulturms (einstufig), mit einer Temperatur von 37 °C, beträgt bei einer kontinuierlichen Beschickung von 29 m³/d:

Tabelle 5 Wärmebedarf am Kläranlagenstandort

Faulturm		Sommer	Winter	
Temperatur Abwasser	T_{AW}	15	10	°C
Wärmebedarf Schlamm- aufheizung	Q_S	747	916	kWh/d
Wärmebedarf Transmissionsverluste	Q_T	184	392	kWh/d
Erzeugungs-, Speicher- und Verteilungsverluste	Q_V	93	131	kWh/d
Wärmebedarf Faulturm gesamt	Q_F	1024	1440	kWh/d
Benötigte Nutzwärme Wärmepumpe (COP = 4,0)	$W_{WP,erf}$	43	60	kW
Benötigte Kapazität Wärmeübertrager	$W_{WÜ,erf}$	32	45	kW
Erforderliche elektrische Leistung Wärmepumpe	$P_{WP,erf}$	11	15	kW
Benötigte elektrische Energie	P_{el}	256	360	kWh/d

Für die Bereitstellung der Wärme für die Infrastruktur der Kläranlage und des Bauhofs, sowie dem Betrieb des Faulturms wird eine Kapazität von 93 – 106 kW des Wärmeübertragers benötigt. Bei einer Temperaturabsenkung von 1 K im Ablauf der Kläranlage entspricht das einem minimalen Durchfluss von ca. 22-25 l/s.

4.3.2 Kläranlagenexterne Nutzung

Unter der Voraussetzung eines einzelnen Wärmeübertrages im Ablauf der Kläranlage und einer maximalen Entzugsleistung der Wärmepumpe von 5 °C (DWA-M 114, 2018) verbleibt für die Bereitstellung einer Fernwärmeversorgung eine Kapazität von ca.: $W_{FW} = 900$ bis 1400 kW. Für die Abschätzung der

Wirtschaftlichkeit ergibt sich daraus eine maximal überbrückbare Distanz für die Fernwärmeleitung von ca.: 900 bis 1400 m.

Bei einer Betriebszeit von 2.000 Vollaststunden und einem Wärmeverlust von 10% am Netzausgang (Nussbaumer et.al 2017) der Fernwärmeleitung kann mit der maximalen Kapazität von 1400 kW eine Wohnfläche von ca. 21.000 m² bei einem durchschnittlichen Raumwärmebedarf der Gemeinde Vösendorf von 121 kWh/m²*a bis ca. 39.000 m² bei einem Zielwert des durchschnittlichen Raumwärmebedarfs von 67 kWh/m²*a (EAR 2011).

5 Interpretation und Diskussion

Bei einer Bemessungstemperatur von 12 °C (DWA-M 302 2016) und der geplanten Umstellung auf die anaerobe Schlammstabilisierung kann die Kläranlage Vösendorf ohne einen Ausbau der biologischen Reinigungsstufe betrieben werden. Die Nitrifikation kann auch bei einer Temperatur von 8 °C gewährleistet werden. Bei einer Beckenentleerung und dem Betrieb von nur einer Straße ($V = 1800 \text{ m}^3$) kann die Nitrifikation auch bei einer Bemessungstemperatur von 12 °C allerdings nicht vollständig garantiert werden.

Mit dem thermischen Potential im Ablauf der Kläranlage kann der Wärmebedarf der Infrastruktur und des geplanten Faulturms mit einer Temperaturabsenkung des Kläranlagenablaufs von ca. 1 K gedeckt werden. Da das thermische Potential der Abwasserwärmenutzung direkt proportional mit dem Durchfluss ist, sollte eine Untersuchung der Durchflussminima stattfinden (DWA-M 114, 2018).

Da die Effizienz der Wärmepumpe (COP) im Wesentlichen durch die Temperaturdifferenz des Quellmediums (Abwasser) und der Vorlauftemperatur (Raumwärme ca. 30 °C, Faulturm 37 °C) bedingt wird, sollten für die Wärmebereitstellung der Infrastruktur und des Faulturms zwei getrennte Systeme verwendet werden. Zusätzlich kann die Wärmepumpe außerhalb der Heizperiode für die Kühlung der Gebäude eingesetzt werden.

Der Vergleich der benötigten Nutzwärme der Wärmepumpe für den Faulturm im Sommer und Winter zeigt den Unterschied in der benötigten maximalen Leistung, für die die Wärmepumpe ausgelegt werden muss.

Die Beheizung des Faulturms über eine Wärmepumpe mit der Abwasserwärme aus dem Ablauf der Kläranlage bietet neue Anwendungsmöglichkeiten für das anfallende Biogas. Als Alternative zur kostenintensiven Aufbereitung des Klärgases für die Einspeisung in das Gasnetz bietet sich die Investition in eine eigene Klärgastrasse an, die direkt mit dem Endverbraucher verbunden ist (Brants et. al. 2017). Da ein Gasspeicher auf der Kläranlage vorhanden sein wird ist im Sinne der Versorgungssicherheit die Planung einer Kraft-Wärme-Kopplung am Kläranlagen Standort als Back-up System sinnvoll. Bevor eine Optimierung der Gasausbeute in Betracht gezogen wird sollte ein Energiekonzept für die Nutzung des Klärgases ausgearbeitet werden.

Die entscheidenden Einsatzkriterien für eine mögliche Abwasserwärmenutzung sind ein ausreichendes Angebot an Wärme aus dem Abwasser, sowie geeignete Gebäude/Anlagen als Energieabnehmer in einer gewissen räumlichen Nähe zur Quelle der Abwasserwärme (Kläranlage), damit eine Erschließung wirtschaftlich ist (Projektteam Abwasserenergie 2017).

Eine Abschätzung welche Siedlungsgebiete für eine Fernwärmeversorgung in Frage kommen kann über das Einbeziehen von Raumdaten und Wärmebedarf, wie z.B. bei dem Analysetool das in dem Projekt REEF 2W entwickelt wird (Lichtenwöhrer et al., 2019), getroffen werden. Für die Analyse werden hierbei die Siedlungsgröße und -struktur, der Wärmebedarf und Anschlussgrad, sowie die Länge des Leitungsnetzes verknüpft.

6 Zusammenfassung

Im Zuge der Untersuchungen hinsichtlich einer möglichen Erweiterung der Kläranlage Vösendorf aufgrund der ständig wachsenden Bevölkerung im Einzugsgebiet werden auch die energetischen Rahmenbedingungen analysiert. Dabei soll vor allem auch die Möglichkeiten der Bereitstellung von erneuerbarer Energie (Wärme) sowohl für den kläranlageninternen als auch externen Bedarf erhoben werden. Erste Zwischenergebnisse zeigen, dass die Wärme, die im Ablauf der Kläranlage verfügbar ist, eine Möglichkeit darstellen könnte, den Wärmebedarf der kläranlageninternen Infrastruktur (Bürogebäude etc.) sowie des neu zu errichtenden Faulturms zu decken. Durch diese Maßnahme würde das bei der anaeroben Stabilisierung entstehende Klärgas für andere, höherwertige Nutzungen verfügbar werden. Darüber hinaus wären auch überschüssige

Wärmemengen für die Versorgung von kläranlagenexterner Infrastruktur (z. B. das benachbarte Bauhofsareal) aktivierbar. Derzeit verfügt die Kläranlage Vösendorf bereits über eine Photovoltaik-Anlage auf dem Betriebsgebäude. Ein weiterer Ausbau auf dem Areal des Bauhofs ist aktuell im Bewilligungsverfahren. Der hier produzierte Strom könnte beispielsweise dann gleich dazu genutzt werden, die Abwasserwärmepumpe klimafreundlich zu betreiben. Die Errichtung eines Backup-Heizsystems (z. B. Blockheizkraftwerk für die Klärgasverwertung) ist für die Abdeckung von Spitzenlasten (sehr kalte Wintertage) empfehlenswert. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auf der Kläranlage Vösendorf nennenswerte Mengen an bisher ungenutzter Wärmeenergie verfügbar sind. Deren Aktivierung kann dazu beitragen, die örtliche Energieversorgung klimafreundlicher, lokaler und diversifizierter zu gestalten. Die hier beschriebenen Voruntersuchungen legen weiterführende Detailbetrachtungen bzw. -planungen jedenfalls nahe.

Abschlussbemerkung

Dieser Beitrag wurde im Zuge der Ausarbeitung der Masterarbeit des Erstautors mit dem Arbeitstitel „Erweiterung und stofflich energetische Optimierung der Kläranlage Vösendorf“, die derzeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien erstellt wird, verfasst. Er fasst erste Zwischenergebnisse der Untersuchungen zusammen.

Literatur- und Quellenangaben

AWEL (2010): Heizen und Kühlen mit Abwasser - Leitfaden für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zur Abwasserenergienutzung. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich.

BMLFUW (2000): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Wien, Österreich

BMLFUW (2010): 99. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG). Wien, Österreich

- BMLFUW (2011): Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft. Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Österreich
- BMLFUW (2017): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Österreich
- BMNT (2017): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel – Teil 2. Aktionsplan. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. Wien, Österreich
- Brants, S., Retamel Pucheu, B., Haberkern, B. (2017): Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz der Kläranlage Treysa. Magistrat der Stadt Schwalmstadt, Deutschland
- DWA-A 131 (2016): Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Arbeitsblatt, Hennef, Deutschland
- DWA-M 114 (2018): Abwasserwärmenutzung. Merkblatt Entwurf,, Hennef, Deutschland
- DWA-M 302 (2016): Klärschlammintegration. Merkblatt, Hennef, Deutschland
- DWA-M 363 (2010): Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen. Merkblatt, Hennef, Deutschland
- DWA-M 368 (2014): Biologische Stabilisierung von Klärschlamm. Merkblatt, Hennef, Deutschland
- DWA-M 380 (2009): Co-Vergärung in kommunalen Klärschlammfaulbehältern, Abfallvergärungsanlagen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Merkblatt, Hennef, Deutschland
- DWA-M 381 (2007): Eindickung von Klärschlamm. Merkblatt, Hennef, Deutschland
- EAR (2011): „Energie Shopping“ Umsetzungskonzept für die Klima- und Energie-Modellregion Vösendorf. Energieagentur der Regionen. Waidhofen an der Thaya, Österreich
- Hao, X., Li, J. van Loosdrecht, M., Jiang, H., Liu, R. (2019): Energy recovery from wastewater: Heat over organics. *Water Research* 161 (2019), 74-77
- Lichtenwöhrer, P., Neugebauer, G., Zach, F., Kretschmer, F. (2019): Demonstration des REEF 2W-Tools. *Wiener Mitteilungen* 251, J1-J13.
- Lindtner, S (2008): Leitfaden zur Erstellung einer Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen. Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Österreich

Nussbaumer, T., Thalmann, S. Jenni, A., Ködel, J. (2017): Planungshandbuch Fernwärme. EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE. Ittingen, Schweiz. ISBN 3-90870505-30-4

Projektteam „Abwasserenergie“ (2017): Abwasserenergie, Die Kläranlage als regionale Energiezelle. Wien, Österreich, zweite Auflage Februar 2017

Riichtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Amtsblatt der Europäischen Union.

ZAMG: Klimamittelwerte für den Zeitraum 1981-2010. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klimamittel>

Bezugsautoren

Maximilian Grunert

Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer*

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber *

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ertl

Universität für Bodenkultur Wien,

Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz

Muthgasse 18

1190 Wien

* Email: florian.kretschmer@boku.ac.at

REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Kapfenberg

Bernd Hrdy¹, Georg Neugebauer², Thomas Ertl¹, Günter Langergraber¹,
Florian Kretschmer¹

¹ Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz,
Universität für Bodenkultur, Wien

² Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für
Bodenkultur, Wien

Kurzfassung: In Zeiten der Klimawende und des Klimaschutzes gilt es Möglichkeiten zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energieträgern zu finden und zu nutzen. Kläranlagen haben durch Nutzung der im Abwasser gespeicherten Energie das Potential zu regionalen Kleinkraftwerken zu werden, die zumindest einen Teil der fossilen Energieträger ersetzen können. Die Implementierung von Kläranlagen als regionale Energieversorger wird am Beispiel der Kläranlage Kapfenberg (Mürz IV) anhand dreier Aspekte diskutiert – dem technischen, dem energieraumplanerischen und dem sozialen Hintergrund. Der erste Aspekt umfasst die technischen Möglichkeiten zur energetischen Optimierung (intern), der zweite die energieraumplanerische Einbettung, d.h. Integration der ARA als Energieversorger (extern) und der dritte die soziale Akzeptanz durch Öffentlichkeitsbeteiligung (extern). Erst wenn alle drei Aspekte berücksichtigt werden, kann durch Synergie-Effekte das gesamte Energie-Potential einer Kläranlage genützt werden.

Keywords: Abwasserwärme, erneuerbare Energie, Klimawende, energie-autarke Kläranlage, Energieraumplanung, Öffentlichkeitsbeteiligung

1 Einleitung

Klimawende bzw. Klimaschutz sind Begriffe, die aufgrund ihrer Aktualität auch in der EU-Politik ihre Spuren hinterlassen haben und in den zeitlich verschieden skalierten Klimaschutz-Strategien 2020 („Klima- und Energiepaket 2020“), 2030 („Rahmen für die Klima- und Energiepolitik 2030“) und 2050 („Roadmap 2050“) thematisiert wurden. Demgemäß sind die drei Hauptpunkte die Reduktion der Treibhausgasemissionen, die Erhöhung der Energieeffizienz und die Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie. Letzterer soll schrittweise von 20 % über 32 % bis mindestens 55 % im Jahr 2050 angehoben werden (European Commission (2010), (2012), (2014)). Es ist dies ein Versuch sowohl innereuropäisch, als auch international Signale zu setzen und im Sinne der

Klimawende Schritt für Schritt die Nutzung fossiler Energiequellen, wenn nicht gänzlich einzustellen, so zumindest zu reduzieren.

Energie aus Abwasser ist eine willkommene Alternative (da als „Umgebungsenergie“ vorliegend (EU 2018/2001)), um Energie aus erneuerbaren Energieträgern zu gewinnen. Dass es sich dabei um erneuerbare Energie handelt wurde 2018 durch die eben erwähnte Richtlinie zur „Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ (EU 2018/2001) auch von offizieller, politischer Seite bestätigt.

Energie ist im Abwasser in zweierlei Form gespeichert - in chemischer Form als Kohlenstoff (Biogaszeugung) und physikalischer Form als thermische Energie oder Wärme (Frijns et al., 2013). Die energetische Nutzung des Kohlenstoffes ist ab gewisser Größenordnung der Kläranlage Stand der Technik (Biogasproduktion), die Nutzung der im Abwasser gespeicherten thermischen Energie jedoch nicht.

Die als Wärme im Abwasser vorhandene Energie kann an verschiedenen Stellen (von der Abwasserproduktion bis zur Reinigung in der Kläranlage) entzogen werden – dezentral als Teil eines Wohnhauses oder Wohnkomplexes in unmittelbarer Nähe des Wasserverbrauchs, in der Kanalisation am Weg zur Abwasserreinigungsanlage (ARA) oder zentral im Ablauf der Kläranlage (Koch et al., 2010). Letzteres hat folgende Vorteile: a) die Temperaturabsenkung hat keine negativen Auswirkungen auf die nachfolgende (biologische) Abwasserreinigung in der Kläranlage (Simperler, 2015), b) die Abwassermenge im Ablauf ist mehr oder weniger konstant (der Temperaturgradient ist im Ablauf der Kläranlage zwar klein, jedoch ist die Abwassermenge verhältnismäßig groß und stabil) und c) die Temperaturabsenkung im Ablauf wirkt sich im Sinne des ökologischen Gewässerzustandes positiv auf den Vorfluter aus (Probleme für Fauna entstehen bei zu hohen Temperaturen).

Somit eröffnen sich für Kläranlagen über die Nutzung der thermischen Energie des Abwassers zusätzlich zur Abwasserreinigung neue Herausforderungen bzw. potentielle Tätigkeitsfelder, nämlich die Gewinnung und Bereitstellung von Energie aus unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen für den anlageninternen und/oder -externen Gebrauch. Folglich erweist sich die Reduktion der Kläranlage auf die Abwasserreinigung im Kontext von Klimaschutz und Klimawende als durchaus überdenkenswert. Kläranlagen können – und dies wird heute noch oft unterschätzt – durchaus auch als lokale, kommunale „Kleinkraftwerke“ (Reaktoren, deren Potential in einer Vielzahl von

Ressourcen liegt, die in ihnen zusammenlaufen, genutzt und verteilt werden können) dienen. Auf Kläranlagen wird also nicht nur Energie verbraucht und umgesetzt (um die jeweilige Reinigungswirkung des Wassers zu gewährleisten), sondern es können neben Rohstoffen wie Phosphor (Monoverbrennung vs. Klärschlammaufbringung) auch Energien aus erneuerbaren Energieträgern, auf die an späterer Stelle noch genauer eingegangen wird, bereitgestellt werden.

An diesem Punkt geht es nicht nur um technologische Aspekte, sondern ganz im Gegenteil um ein gesellschaftspolitisches Umdenken – weg von einer monofunktionalen Kläranlage als Instrument der Abwasserreinigung hin zur Kläranlage als regionales, dezentrales, multifunktionelles Energie- und Rohstoffzentrum. Dies ist insbesondere durch eine konsequent angewandte Energieraumplanung möglich. Denn versucht man im Sinne des Klimaschutzes über die Klimawende (Umstellung auf erneuerbare Energieformen) hin zu einer CO₂-neutralen Energieversorgung zu gelangen, dann bietet sich als Möglichkeit die Nutzung der Kläranlage als lokaler Energieproduzent bzw. Energiezelle (Kretschmer et al., 2015) und die Integration derselben (in ihrer ‚neuen‘ Rolle als Bereitsteller erneuerbarer Energien) in ein durchdachtes Energieraumplanungskonzept an. An Stelle der Reduktion der Kläranlage auf Abwasserreinigung und geographische Isolation tritt somit eine breitere Blickweise in Richtung Energiebereitstellung durch Nutzung verschiedener Energiequellen und Integration im Sinne der Energieraumplanung und damit Anbindung an ein Energieversorgungsnetz/ dem öffentlichen Raum.

2 Räumlicher und technischer Kontext der Energiegewinnung auf Kläranlagen

Eine Kläranlage benötigt Raum. Dieser überlagert sich mit der geographischen Lage im Raum, der wenn man vom Bau neuer Anlagen absieht, historisch vorgegeben ist. Somit erfolgt ihr Raumbezug auf zwei Ebenen: a) auf der Ebene der Fläche, die sie einnimmt und b) auf der (Meta-)Ebene des Ortes/der Struktur, sprich ihrer Verortung und den damit entstehenden Beziehungen zu anderen Gebäuden und Einheiten. Diese Ebenen korrelieren mit zwei Kriterien der Energieraumplanung, nämlich Dichte (Fläche) und Funktionsmischung (Struktur). Auf der Ebene der Fläche sind die zur Verfügung stehenden Technologien so zu kombinieren und verdichten, dass der Raum im Sinne von Energieverbrauch/ Energieproduktion effizient genützt wird (die geographische

Lage steht hier oft im Widerspruch zu den technischen Möglichkeiten, denn nicht alle technischen Möglichkeiten können ohne dementsprechende geographische Nähe effizient genutzt werden). Auf der Ebene der Struktur müssen die Verbindungen zur Region/ Umgebung geprüft werden, ob diese eine effiziente regionale Anbindung als Energieversorger gewährleisten können und ob externer Bedarf vorhanden ist. Erst wenn die Kläranlage in ein zu planendes/ bestehendes Energieversorgungsnetz integriert wird, kann das volle energieraumplanerische Potential einer Kläranlage zur Gänze ausgeschöpft werden.

Generell gibt es auf Kläranlagen verschiedene technische Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen: a) Klärgaserzeugung, b) Wärmerückgewinnung aus dem Kläranlagenablauf, c) Nutzung von Solarenergie (Thermie, Photovoltaik (PV) und Hybrid-Nutzungen) und d) andere Technologien wie Windenergie und potentielle/kinetische Energie im Ablauf. Die so erzeugte Energie liegt entweder in thermischer oder elektrischer Form vor.

3 Untersuchungen bei der Kläranlage Kapfenberg

3.1 Technischer Hintergrund

Die Rahmenbedingungen für die Kläranlage Kapfenberg (Mürz IV) in Diemlach (Stadtteil im Südwesten der Stadtgemeinde Kapfenberg) gestalten sich als günstig, da mehrere entscheidende Faktoren, welche die Grundlage für eine Realisierung des Projektes zur Gewinnung und externer Nutzung erneuerbarer Energie aus der Kläranlage bilden, überlagern: a) Interesse der Akteure, ARA-Betreiber Wasserverband Mürzverband, Stadtwerke Kapfenberg und Stadtgemeinde Kapfenberg, besteht, b) die gesetzlichen Rahmenbedingungen (Raumordnungsgesetz, Energiekonzept als Sachbereichskonzept zum Örtlichen Entwicklungskonzept) für eine Integration energie- und klimarelevanter Aussagen in der örtlichen Raumplanung sind gegeben, c) von Seite der Gemeinde wurde die nötige Vorarbeit geleistet (Umsetzung des Sachbereichskonzept Energie für die Stadtgemeinde Kapfenberg) einerseits um Gebiete mit hohem energieraumplanerischem Potential zu identifizieren und weitere planerische Maßnahmen treffen zu können, andererseits um die Förderungen, die an eine Umsetzung des SKE gebunden sind, nutzen zu können und d) die infrastrukturelle und bauliche Maßnahmen (Fernwärmenetz, Wohnkomplex Riverside, Renovierung weiterer drei benachbarter Wohnblöcke), die zur Einspeisung von

Wärmeenergie aus der Kläranlage notwendig sind, werden von den Akteuren getragen und sind damit gegeben.

In Bezug auf die Energiebereitstellung liegen im Rahmen der beschriebenen Untersuchungen die Schwerpunkte wie folgt: Zwei Faultürme zur Klärgaserzeugung inkl. Blockheizkraftwerk (BHKW) und eine kleinere PV-Anlage sind in Betrieb. Ziel des Projektes ist es, die Kläranlage so zu optimieren, dass durch die Nutzung der Abwasserwärme im Ablauf der Kläranlage und von PV bzw. Solarthermie mehr Energie bereitgestellt als verbraucht wird damit die Energie die aus der Verbrennung von Biogas im BHKW entsteht (Abwärme) zu großen Teilen oder zur Gänze in das Fernwärmenetz eingespeist werden kann.

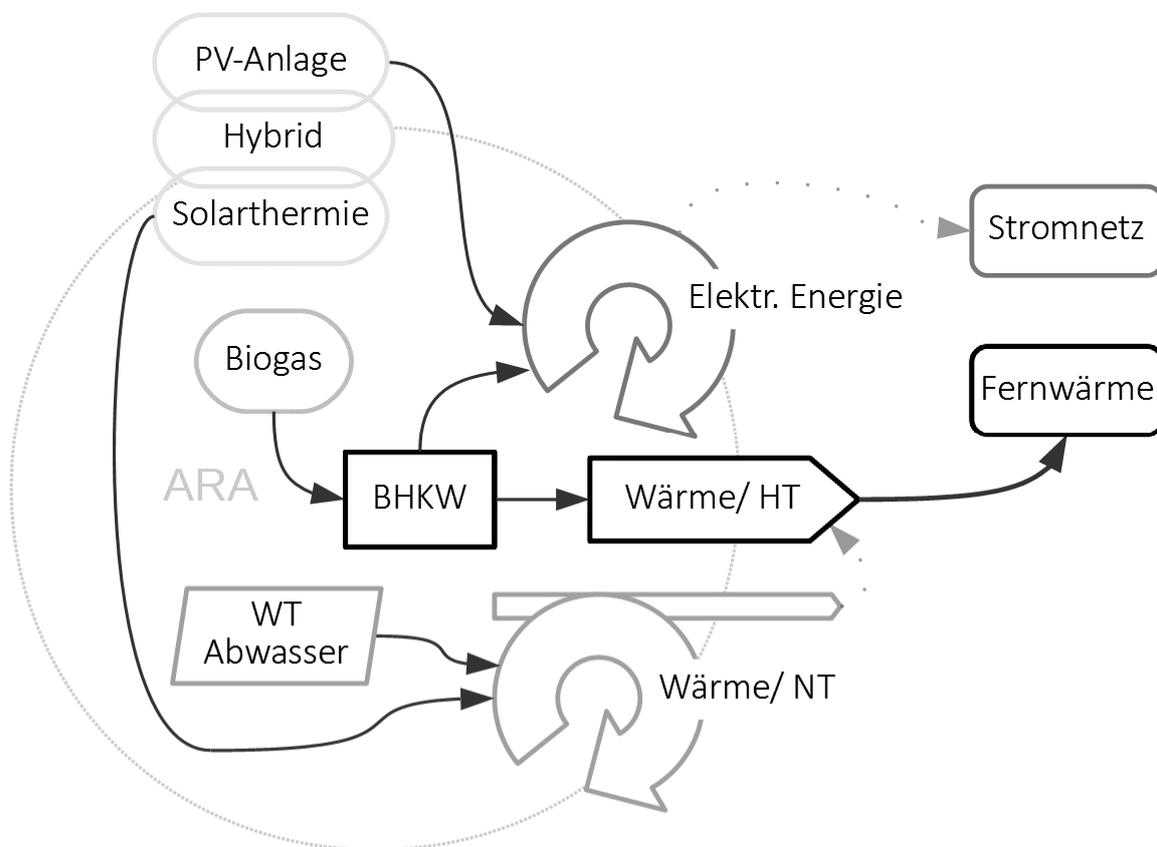


Abbildung 1 Überblick über die Energieströme und deren interne bzw. externe Nutzung - Summe der Möglichkeiten für ARA Kapfenberg (eigene Darstellung)

Um diese externe Energieversorgung gewährleisten zu können, muss auf interner Ebene die Produktion maximiert (optimale Nutzung der energetischen Ressourcen), der Verbrauch jedoch minimiert werden (Gebäudesanierung). Diese Optimierung wird über Bilanzierung der Energieflüsse durchgeführt. Die

verschiedenen Kombinationen (Szenarien) werden unter Zuhilfenahme zweier Tools getestet – DEST und REEF 2W. Beide Tools versuchen die technologischen Daten mit wirtschaftlichen und ökologischen Folgewirkungen zu koppeln. Trotz der Ähnlichkeiten unterscheiden sie sich in einem wichtigen Punkt – DEST legt den Fokus auf die internen technologischen Möglichkeiten und Varianten (auch Wertstoffrückgewinnung), während REEF 2W versucht die externe raumplanerische Anbindung in der Szenarien-Bewertung zu berücksichtigen.

Innerhalb der ARA werden (Stand Oktober 2019) zwei Wärmekreisläufe untersucht, einer für Niedertemperatur, der sich aus der Abwasserwärme speist und einer für Hochtemperatur, der die Abwärme aus dem BHKW bzw. der Klärgasverbrennung nutzt. Die Optimierung der thermischen Energieströme hat das Ziel den Wärmebedarf der ARA selbst (interner Bedarf) über die Wärme aus Abwasser zu decken und die Abwärme aus dem BHKW fast zur Gänze für den externen Bedarf aufzuwenden.

In Kooperation mit den Stadtwerken Kapfenberg ist auf dem Gelände der ARA eine Hackschnitzelverbrennungsanlage im Entstehen, die über eine Fernwärmeleitung den Energiebedarf des Wohnkomplexes ‚Riverside‘ decken soll. Dieses mittlerweile schon vorhandene Fernwärmenetz bildet die Grundlage für die Abwärmeeinspeisung der ARA Kapfenberg.

3.2 Energieraumplanerischer Hintergrund

Auf einer Kläranlage fallen grundsätzlich zwei Arten von Energie an – elektrische in Form von Strom und thermische in Form von Wärme. Ein grundsätzliches Problem der Energiebereitstellung ist Speicherung und Transport. Analog zur Produktion lässt sich auch der Energieverbrauch auf Kläranlagen in dieselben zwei Bereiche aufteilen – Verbrauch elektrischer und thermischer Energie (Lindtner (2011)). Da der Verbrauch an elektrischer Energie aufgrund der MBA (Mechanisch-Biologischen Abwasserreinigung) meist größer ist als die Produktion, bereiten Speicherung und Transport nur bedingt Probleme (zumindest, wenn von einer rein internen Versorgung ausgegangen wird). Bei thermischer Energie ist das Verhältnis von Produktion zu Verbrauch umgekehrt, dies schon allein deshalb, da zur Erhöhung der Produktion von thermischer Energie Wärmeenergie zusätzlich aus dem ARA-Ablauf entzogen wird. Somit sind Bereitstellung und externe Versorgung durch Wärmeenergie aus der Kläranlage nur über eine optimale Nutzung von Speicherung und Transport möglich.

Um dies zu bewerkstelligen bedarf es der Energieraumplanung und der Einbindung der Kläranlage in ein energieraumplanerisches Konzept, damit die anfallende Energie effizient externem Nutzen zugeführt werden kann (z. B. ist geographische Nähe von ARA und Versorgungsgebiet eine Voraussetzung für eine Minimierung der Transportverluste in Fernwärmeleitungen). Zwei wichtige Instrumente sind hierbei die schon erwähnten Prinzipien Dichte und Funktionsmischung (Stöglehner et al., 2014). Dichte bzw. Wärmebedarfsdichte ist ein Maß für die Ausnutzung von Fläche (Ebene der Fläche) und liefert die nötigen Informationen über den Wärmebedarf des Versorgungsgebietes, der wiederum mit der Wärmeproduktion auf der ARA korreliert. Funktionsmischung ist ein Parameter, der die Durchmischung der Daseinsfunktionen charakterisiert und damit indirekt die Kompaktheit einer Siedlungsstruktur bzw. die geographische Distanz zum Versorgungsgebiet beschreibt (Kollmann et al., 2015). Denn einerseits steigen die Kosten analog zur Länge der Transportleitung, andererseits kann die Kläranlage ihre Rolle als Energieversorger nur regional ausspielen. Es ist leicht zu erkennen, dass Energieversorgung aus der ARA mit erneuerbarer Energie im Kontext der Energieraumplanung grundsätzlich von zwei Faktoren abhängig ist – a) der Größe des Versorgungsgebietes und b) der räumlichen Nähe zu demselben.

Die Grundlagen für die Raumanbindung der ARA Mürz IV wurde durch die Umsetzung des Sachbereichskonzeptes Energie der Stadtgemeinde Kapfenberg gelegt (siehe Stöglehner und Abart-Heriszt, 2019). Dadurch wurden die Zonen mit großem energieraumplanerischem Potential (durch Überlagerung von Parametern wie Dichte und Funktionsmischung) identifiziert, um dann aus möglichen Gebieten das mit größtem Potential (Versorgungsgebiet/ Versorger) auszuwählen und weitere Schritte zur Entwicklung eines Stadtteils wie Diemlach zu setzen. Dies folgt den zwei Leitziele der Energieraumplanung (Stöglehner, 2014), der Erschließung von Energiegewinnung aus erneuerbaren Energieträgern und der Förderung energieeffizienter Lebensstile und Lebensräume.

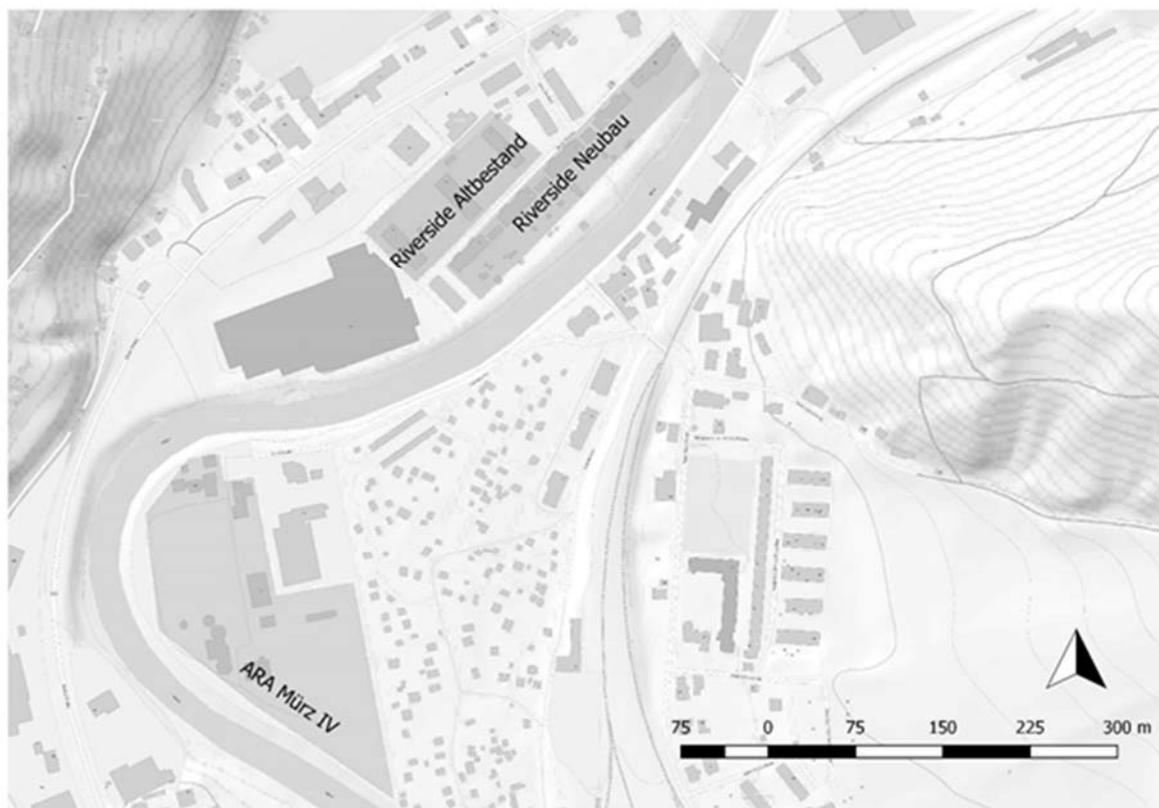


Abbildung 2 Ausschnitt Kläranlage und Wohnkomplex, Stadtteil Diemlach (Kapfenberg) entstanden auf Basis von basemap (die dargestellten Gebäude entsprechen nur teilweise dem jetzigen Zustand)

3.3 Sozialer Hintergrund

Während die gegenseitige Abhängigkeit von technologischen Möglichkeiten und Energieraumplanung zumeist nicht in Frage gestellt wird (schon allein deshalb, weil beide Aspekte für den technischen Planungsprozess unumgänglich sind), ist der soziale Aspekt, sprich die Öffentlichkeitsbeteiligung oft mit dem Nimbus einer „ungewollten“ Notwendigkeit, die zwar von allen beteiligten Akteuren und Bürgern einer offenen Gesellschaft befürwortet wird, in der Umsetzung bei der breiten Öffentlichkeit jedoch oft auf geringes Interesse stößt, besetzt (Regener, 2010, Guckelberger, 2010). Umso mehr ist es eines der Ziele der Masterarbeit neben den technologischen Möglichkeiten und der Energieraumplanung gerade diesen Aspekt mit weiteren Erfahrungen und Erkenntnissen zu bereichern.

Grundsätzlich lässt sich Öffentlichkeitsbeteiligung als ein Ausdruck demokratischer Grundwerte deuten. Mit anderen Worten handelt sich um ein Instrument, das Transparenz und Mitbestimmung fördern soll (EU 2000/60/EG

bzw. EU 20035/EG) und kann. Die Schwierigkeit besteht jedoch meist in ihrer Auslegung und praktischen Umsetzung (Hammerl, 2011), umso mehr als es im sozialen Raum um Interaktion geht, die Kategorien folgt, die sich im Gegensatz zur Kalkulation nur schwer quantifizieren lassen. Der Begriff Öffentlichkeitsbeteiligung eröffnet einen Spielraum, der von reiner Anhörung (informativ) bis zu tatsächlicher Mitbestimmung (kooperativ) reicht (Uhlendahl, 2011). Hinzu kommt, dass der Begriff auch oft mit Öffentlichkeitsinformation gleichgesetzt wird, die ihrerseits wiederum von reinem Aushang der Bescheide und Pläne (informativ) bis hin zu tatsächlicher, sachlicher Diskussion (kooperativ) reichen kann.

Die wesentlichen und positiven Züge der Öffentlichkeitsbeteiligung seien hier in verkürzter Form zusammengefasst: a) Öffentlichkeitsbeteiligung ist primär eine Form der Kommunikation und damit auch ein Mittel zur Konsensbildung/Konfliktlösung (Probleme können dadurch im Vorfeld ausgeräumt werden), b) Öffentlichkeitsbeteiligung ist Bewusstseinsbildung und damit auch ein Instrument, das gesellschaftliche Akzeptanz fördert (Raum für sachliche Argumentation) und c) Öffentlichkeitsbeteiligung ist Wissensaustausch und damit auch die Chance lokales Vorwissen in der Planung zu berücksichtigen.

Die Befürwortung der Öffentlichkeitsbeteiligung auf EU-Ebene leitet sich aus der internationalen Aarhus-Konvention ab (EU 20035/EG) und findet in mehreren EU-Richtlinien ihren Ausdruck, von welchen nur die Richtlinien, die für den wasserrechtlichen Bereich von Relevanz sind, hier genannt werden – Richtlinie über die Beteiligung der Öffentlichkeit (EU 20035/EG) sowie die Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000/60/EG). Letztere wird in Österreich durch das Wasserrechtsgesetz (WRG, BGBl 1959/215) auf nationaler Ebene umgesetzt. Alle drei Dokumente bilden den Rahmen für jede weitere Auseinandersetzung mit dem Thema Öffentlichkeitsbeteiligung.

Vor diesem Hintergrund wurde in Kooperation aller am Projekt „Energieraumplanung Kapfenberg Südwest“ beteiligten Akteure im Gebäude der Freiwilligen Feuerwehr im Stadtteil Diemlach (Kapfenberg) Mitte September 2019 ein Informationsabend veranstaltet, an dem das Projekt der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Die erhoffte anschließende Erarbeitung alternativer Nutzungsmöglichkeiten für eine aus der ARA stammende Wärmeenergie fand nicht wie geplant in Arbeitsgruppen statt, mündete jedoch in einer konstruktiven und für alle Beteiligten interessanten Diskussion.

Ein wichtiger Punkt für Veranstaltungen dieser Art ist die Wahl des richtigen bzw. frühen Zeitpunkts (Hammerl, 2010), um eine offene Diskussion zu ermöglichen und zu vermeiden, dass die Öffentlichkeit vor vollendete Tatsachen gestellt wird. Vor Beginn der Veranstaltung wurde eine schriftliche, qualitative Umfrage (basierend auf nominellen Antwortmöglichkeiten ja/nein¹) durchgeführt, die Informationen über Vorwissen, Interessen der BürgerInnen dokumentieren sollte, um ggf. Alternativen zur klassischen Öffentlichkeitsbeteiligung entwickeln zu können. Die Fragencluster der Umfrage gruppieren sich um folgende Bereiche: a) Interesse zum Thema allgemein (Klimawende/Klimaschutz), b) Aktivität/Passivität auf verschiedenen Ebenen (Politik bis Individuum), c) Vorwissen und Interesse zu Energie aus Abwasser bzw. Kläranlage als Kleinkraftwerk und d) das Thema Energieraumplanung. Die Veranstaltung wurde über offizielle Informationskanäle der Stadtgemeinde Kapfenberg angekündigt (Amtszeitung/Website). Die Teilnehmerzahl war gering.

Bezüglich Fragencluster a) Interesse an Klimawende/ Klimaschutz waren sich alle Befragten einig, dass diese Themen von Interesse sind. Auch bezüglich der Fragen zu Energie aus Abwasser c) und Energieraumplanung d) war sich die Mehrheit der Teilnehmer darüber einig, dass die Integration der Kläranlage als Kraftwerk zur Erzeugung erneuerbarer Energie eine gute Alternative zur regionalen Energieversorgung darstellt. Lediglich bei der etwas mehr ins Detail gehenden Frage zum Sachbereichskonzept Energie konnten ‚nur‘ 67 % der Befragten mit dem Begriff etwas anfangen. Die Fragen zur b) Aktivität/ Passivität zeigen, dass die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer der Meinung ist, dass gerade auf politischer Ebene noch Spielraum für weitere Maßnahmen zum Klimaschutz vorhanden ist. Interessant war hierbei, dass fast 20 % der Befragten der Meinung waren, dass die Möglichkeiten des Einzelnen diesbezüglich sehr eingeschränkt sind.

Auch scheint ein Thema auf, welches nicht im Fragebogen behandelt worden war, jedoch in den freiwilligen Anmerkungsfeldern neben den Fragen bei nahezu 20 % der Befragten angeführt wurde, die Auswirkungen der Versorgung mit Wärmeenergie aus der Kläranlage auf den Energiepreis.

Von den Teilnehmern selbst war die Mehrheit nicht aus Diemlach (sie stellten 42% der Befragten) und nur ein kleiner Teil (gerade 25 %) waren Bewohner des

¹ Fragen, die unbeantwortet blieben, wurden als keine Angabe gewertet. Somit gab es in Summe 3 nominale Antwortmöglichkeiten (Ja/ Nein und keine Angabe) und alle Fragebögen wurde gewertet.

Wohnkomplexes „Riverside“. Die Geschlechterverteilung war mit 25 % zu 50 % in Richtung der Männer verschoben². Bezüglich der Ausbildung waren die Teilnehmer breit gefächert von Lehr- bis Hochschulabschluss, wobei keine Gruppe zahlenmäßig signifikant herausstach. Interessant war jedenfalls, dass die Mehrheit der Teilnehmer über 50 Jahre alt war (83 %).

Das Fazit aus der Umfrage kann wie folgt zusammengefasst werden: Eine gewinnbringende Maßnahme im Sinne der Öffentlichkeitsbeteiligung wäre sicherlich eine Erhöhung der Teilnehmeranzahl. Dies ist dann von Bedeutung, wenn die Öffentlichkeitsarbeit als Instrument der Bewusstseinsbildung verwendet werden soll. Im Fall der Kläranlage Kapfenberg waren wohl zwei Faktoren für das geringe Interesse maßgebend: a) die verwendeten Informationskanäle (dies spiegelt sich auch im erhöhten Altersschnitt wider). Um ein weiteres/anderes Spektrum der Öffentlichkeit einzufangen, gibt es gerade im digitalen Zeitalter diverse Informationskanäle, die zusätzlich genutzt werden sollten, und b) es gibt wenig bis gar keine negativen Effekte (abgesehen von der Unsicherheit hinsichtlich des Energiepreises, der sowohl in der Umfrage, als auch in der nachfolgenden Diskussion von den Teilnehmern thematisiert wurde), die sich auf die eine Bevölkerungsgruppe auswirken und daher polarisieren könnte. Die Gruppe der direkt betroffenen Bürger ist verhältnismäßig gering. Aufgrund der eingeschränkten Teilnehmeranzahl und geringen Reichweite war zu erwarten, dass die Teilnehmer, die den Informationsabend besucht hatten, sich einerseits für Kommunalpolitik interessieren würden, nicht zum ersten Mal eine solche Veranstaltung besucht haben und das nötige Vorwissen und Interesse mitbringen würden. Dies wurde durch die Umfrage letztlich bestätigt.

Öffentlichkeitsbeteiligung ist ein wichtiges Instrument, das im Sinne eines Projektes genutzt werden will. Sie und die ihr zugrundeliegenden demokratischen Ideen werden auf Ebene der EU gefördert und gefordert, jedoch ist der Handlungsspielraum bezüglich dessen wie sie ausgelegt und umgesetzt werden kann so offen (Uhlendahl, 2011), dass es letztlich vom Projekt selbst und dessen Hauptakteuren abhängig ist welche Form der Öffentlichkeitsbeteiligung gewählt und wie sie genutzt wird. Dies bedeutet zwar einen Mehraufwand, ist jedoch gleichzeitig eine Chance, die je nach Ausrichtung und Projekt andere Ergebnisse und Wirkungen zu Tage bringen kann.

² Die restlichen 25 % sind ohne Angabe

4 Ausblick

Ein wichtiges Ziel dieser Untersuchungen war und ist es, an Hand eines weiteren Beispiels darzustellen wie erneuerbare Energie aus Abwasser (Umgebungsenergie) über Verknüpfung von Stadtplanung, Energieraumplanung und technologischer Optimierung gewonnen werden kann. Die Kläranlage als infrastrukturelle Einheit kann in diesem Kontext ihr Aufgabenspektrum und ihre gesellschaftliche Rolle erweitern, sie wird auch zu einem lokalen Energieversorger (wobei die diesbezüglichen Tätigkeiten/Verantwortlichkeiten natürlich auch von anderen (z. B. Energieversorgungsunternehmen) übernommen werden können). Diese erneuerbare Energie bezieht sie aus ihrer größten Ressource dem Abwasser, in welchem die Energie in Form von Kohlenstoff und Wärme vorliegt. Dabei geht es nicht nur um die technologischen Möglichkeiten, sondern um durchdachte Energieraumplanung (Entwicklung des öffentlichen Raumes) und Einbindung aller betroffenen Fachdisziplinen sowie der Öffentlichkeit (Bewusstseinsbildung). Letzteres bildet eine notwendige Basis, wenn die ambitionierten EU-Strategien und Ziele wirklich in die Tat umgesetzt werden sollen.

Abschlussbemerkung

Dieser Beitrag wurde im Zuge der Ausarbeitung der Masterarbeit des Erstautors mit dem Arbeitstitel „Energieraumplanung Kapfenberg Südwest“, die derzeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien erstellt wird, verfasst. Er fasst die allgemeinen Grundlagen der Untersuchungen sowie erste Zwischenergebnisse zusammen.

Die Arbeiten erfolgen im Rahmen des derzeit laufenden Projektes „Energieraumplanung Kapfenberg“, einer Zusammenarbeit von Wasserverband Mürzverband, Stadtwerke Kapfenberg, Gemeinde Kapfenberg, AEE INTEC, Österreichischen Energieagentur und Universität für Bodenkultur Wien.

Literatur- und Quellenangaben

European Commission (2012) Energy Roadmap 2050, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Commission (2010) Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.

- European Commission (2014) Communication from the Commission of the European Parliament, the Council, and the European Economic and Social Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030.
- Europäische Union (2003) Richtlinie 2003/35/EG des Europäischen Parlaments und der Rates vom 26. Mai 2003 über die Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Ausarbeitung bestimmter umweltbezogener Pläne und Programme und zur Änderung der Richtlinien 85/337/EWG und 96/61/EG des Rates in Bezug auf die Öffentlichkeitsbeteiligung und den Zugang zu Gerichten.
- Europäische Union (2000) Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und der Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1).
- Frijns, J. Hofman, J., Nederlof, M. (2013) The potential of (waste)water as energy carrier. *Energy Conversion and Management* 65, 357–363.
- Guckelberger, A. (2010) Die diversen Facetten der Öffentlichkeitsbeteiligung bei wasserrechtlichen Planungen. *NuR (Natur und Recht)* 32, 835–842.
- Hammerl, B. (2011) Möglichkeiten und Grenzen der Öffentlichkeitsbeteiligung bei Infrastrukturprojekten. Deplhi-Studie. Resources - Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Joanneum, Graz.
- Koch, M., Nietlisbach, A., Känel, B., Calderoni, M., Wille, B., Müller, R., Bretscher, P., Wanner, O., Siegrist, H., Peter, A., Müller, E.A., Kobel, B., Roth, Y. (2010) Kühlen und Heizen mit Abwasser. Baudirektion Kanton Zürich, Zürich.
- Kollmann, R., Kretschmer, F., Neugebauer, G., A. Narodoslowsky, M., Stöglehner, G., Ertl, T. (2015) Mapping Thermal Energy Resource Potentials from Wastewater Treatment Plants. *Sustainability* 7 (10), 12988-13010.
- Kretschmer, F., Neugebauer, G., Kollmann, R., Eder, M., Zach, F., Zottl, A. Narodoslowsky, M., Stöglehner, G., Ertl, T. (2015) Resource recovery from wastewater in Austria: wastewater treatment plants as regional energy cells. *Journal of Water Reuse and Desalination* 6 (3), 421-429.
- Lindtner, S. (2008) Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen. Lebensministerium, Wien.
- Lindtner, S. (2011) Energieautarke Kläranlagen (Grundlagenpapier). Amt der NÖ-Landesregierung, Abteilung Siedlungswasserwirtschaft, St. Pölten.
- Regener, M. (2010) Umweltbelange in der Öffentlichkeitsbeteiligung – eine Bestandsaufnahme. *Zeitschrift für Angewandte Geographie* 34, 97–102.
- Simperler, L. (2015) Impact of thermal use of waste water in a sewer on the inlet temperature of a waste water treatment plant. *Masterarbeit*, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien.

- Stöglehner, G., Abart-Heriszt, L. (2019) Das Sachbereichskonzept Energie. Ein Beitrag zum Örtlichen Entwicklungskonzept. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz.
- Stöglehner, G., ErkerER, S., Neugebauer, G. (2014) Energieraumplanung (ÖREK-Partnerschaft). Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK)/ Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.
- UHLEND AHL (2011) Öffentlichkeitsbeteiligung in der Umweltplanung? *Zeitschrift für Angewandte Geographie*, 35, 22–28.

Bezugsautoren

Bernd Hrdy
Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ertl
Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber *
Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer*

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

* Email: florian.kretschmer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer
*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*

REEF 2W - Ausblick und Umsetzung in Österreich

Florian Kretschmer¹, Georg Neugebauer², Günter Langergraber¹

¹ Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz,
Universität für Bodenkultur, Wien

² Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung,
Universität für Bodenkultur, Wien

Kurzfassung: Die Erfahrungen aus dem Projekt REEF 2W aber auch aus anderen nationalen und internationalen Machbarkeitsstudien und Umsetzungen zeigen, dass die energetische Nutzung des Abwassers einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende in Österreich leisten kann. Vor allem die Abwasserwärmenutzung spielt hier aufgrund des hohen aber noch weitgehend ungenutzten Potenzials eine zentrale Rolle. Entsprechende Anlagenrealisierungen in Österreich erfolgten dabei bisher vor allem auf Initiative der lokalen Akteure. Um Abwasser als erneuerbare Energiequelle landesweit noch besser zu etablieren, müssen bestimmte Rahmenbedingungen geschaffen werden. In diesem Beitrag werden mögliche Maßnahmen in Bezug auf den österreichischen Kontext vorgestellt, die diese Entwicklung unterstützen können.

Keywords: Erneuerbare Energien, Abwasserwärme, Energieraumplanung, Sachbereichskonzept Energie, Akteursmanagement, Institutionalisierung

1 Einleitung

Die Ergebnisse aus dem Projekt REEF 2W sowie internationalen Erfahrungen und Erkenntnissen aus mehreren österreichischen Fallstudien und praktischen Umsetzungen zeigen, dass die energetische Nutzung von Abwasser vor allem auch außerhalb der abwassertechnischen Infrastruktur (externe Energieabnehmer) eine interessante Option für eine lokale, umweltfreundliche und auch wettbewerbsfähige Energieversorgung darstellen kann. In diesem Zusammenhang kommt vor allem der Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser aufgrund des großen aber bisher weitgehend ungenutzten Potenzials eine zentrale Bedeutung zu. Neugebauer et al. (2015) schätzen das thermische Potenzial im Ablauf aller österreichischen Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mindestens 2.000 Einwohnerwerten auf über 3 TWh pro Jahr ein. Damit stellt die im

Abwasser verfügbare thermische Energie eine nennenswerte Größe da, die im Zuge der Umsetzung der Energiewende in Österreich nicht mehr länger unberücksichtigt bleiben sollte.

2 Anlagenrealisierungen und Fallstudien

In Österreich gibt es heute schon mehrere realisierte Anlagen zur thermischen Abwassernutzung. Die den Autoren zum aktuellen Zeitpunkt bekannten sind die folgenden:

- Wien: Abwasserwärmenutzung im Kanal zur Beheizung und Kühlung der Betriebsgebäude von Wien Kanal in der Außenstelle Süd (Blumental).
- Innsbruck: Abwasserwärmenutzung im Kanal zur Beheizung und Kühlung der Betriebsgebäude der Innsbrucker Kommunalbetriebe in der Rossaugasse.
- Amstetten: Abwasserwärmenutzung im Kanal zur Beheizung und Kühlung des Betriebsgebäudes der Stadtwerke samt Werkstätten sowie eines benachbarten Kraftwerksgebäudes.
- Weiz: Abwasserwärmenutzung im Ablauf der Kläranlage zur Beheizung und Kühlung eines privaten Bürogebäudes sowie eines Autoschauhauses.

Darüber hinaus wurden in Österreich schon mehrere Machbarkeitsstudien durchgeführt, die der Infobroschüre des Projektkonsortiums Abwasserenergie (s. a., im Downloadbereich der Seite www.abwasserenergie.at zu finden) entnommen werden können. Drei aktuelle Ausarbeitungen werden zudem in diesem Seminarband beschrieben (Zach et al., 2019, Hrdy et al., 2019, Grunert et al., 2019). Zusätzlich soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Holding Graz in Zusammenarbeit mit der TU Graz ein Modell entwickelt hat, um die Entwicklung der Abwassertemperatur im Kanal darzustellen, entwickelt hat. Informationen dazu können der Masterarbeit von Schlagbauer (2018) entnommen werden.

Es muss an dieser Stelle allerdings festgehalten werden, dass der Großteil der bisherigen Aktivitäten (Anlagenrealisierungen bzw. Fallstudien) auf die Initiative von lokalen Akteuren (Abwasserunternehmen, Gemeinden, Energieabnehmer) zurückzuführen ist. Um Abwasser auf landes- bzw. Bundesebene besser zu etablieren erscheinen zusätzliche Maßnahmen von zentraler Bedeutung.

3 Maßnahmen zur weiteren Etablierung

Um die Energiequelle „Abwasser“ abseits der klassischen kläranlageninternen Klärgasnutzung in Österreich noch besser zu etablieren, können verschiedene Maßnahmen angedacht werden. Mair (2019) spricht im Zusammenhang mit der Förderung von erneuerbaren Energiequellen sinngemäß von den drei „Is“: Information, Investment, Institutionalisierung. Nachfolgende werden diese Aspekte und relevante aktuelle Aktivitäten in Bezug auf den österreichischen Kontext kurz dargestellt.

3.1 Information

Die energetische Nutzung von Abwasser zu Versorgung von anlagenexterner Infrastruktur betrifft nicht nur die Abwasserunternehmen (wie dies bei einer rein anlageninternen Versorgung vereinfacht festgehalten werden kann) sondern auch andere (lokale) Akteursgruppen. Kretschmer et al. (2018) nennen in diesem Zusammenhang neben den Abwasserunternehmen auch noch die Energieversorger, die Gemeinden sowie die potentiellen Energieabnehmer. Diese Akteursgruppen haben unterschiedliches Wissen und Bewusstsein in Bezug auf die Möglichkeiten der energetischen Abwassernutzung (verfügbare Technologien und Potenziale, Verantwortlichkeiten und organisatorische Möglichkeiten in Bezug auf die Energieversorgung). Die breite Wahrnehmung von Abwasser als erneuerbare Energiequelle stellt eine zentrale Grundlage für dessen Etablierung dar. Die Bereitstellung von auf die Bedürfnisse der jeweiligen Akteursgruppen abgestimmte Informationen stellt somit eine zentrale Maßnahme dar. Dabei ist auch unbedingt darauf zu achten, dass die unterschiedlichen Akteursgruppen unterschiedliche Informationspfade/-quellen nutzen (Lindemann, 2015, Hrdy, 2019). Damit soll sichergestellt werden, dass die jeweiligen Informationen beim gewünschten Empfänger auch tatsächlich ankommen.

3.2 Investment

Zeitlich begrenzte Förderungen können einen wichtigen Katalysator darstellen, um praktische Umsetzungen voranzutreiben. Erfolgreiche Umsetzungsbeispiele dienen in der Folge dann auch als Demonstrationsanlagen in Sinne der Bewusstseinsbildung. Aus wirtschaftlicher Sicht steht aber natürlich außer Frage, dass derartige Anlagen auch aus längerfristiger Sicht (nach Auslaufen etwaiger Förderungen) wirtschaftlich betrieben werden können müssen.

Nach Kenntnis der Autoren dieses Beitrages ist die thermische Abwassernutzung auf Bundesebene derzeit nicht förderfähig. In diesem Zusammenhang sei aber auf die im Dezember 2018 veröffentlichte Neufassung der EU Richtlinie zur Förderung von erneuerbaren Energien (EU RL 2018/2001) verwiesen, in der Abwasser aufgrund seines thermischen Energieinhaltes nunmehr von der Europäischen Kommission als erneuerbare Quelle anerkannt wird. Da europäisches Recht in österreichisches übergeführt werden muss, ist davon auszugehen, dass die nationalen Förderbedingungen in nächster Zeit entsprechend angepasst werden. Wie weit dieser rechtliche Transformationsprozess derzeit bereits fortgeschritten ist, entzieht sich leider der Kenntnis der Autoren dieses Artikels. Auf Landesebene stellt sich die Situation schon heute teilweise etwas anders dar, die thermische Abwassernutzung wird in bestimmten Bundesländern bereits gefördert.

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass nicht nur die öffentliche Hand sondern natürlich auch der private Sektor (z. B. Energieversorgungsunternehmen, Energieabnehmer) als möglicher Investor in Zusammenhang mit der thermischen Abwassernutzung auftreten kann. Da in diesem Zusammenhang der Wirtschaftlichkeit entsprechender Umsetzungen möglicherweise eine noch größere Bedeutung zugemessen wird, würden entsprechende Realisierungen die Etablierung von Abwasser als erneuerbare Energiequelle noch weiter unterstützen und vorantreiben.

3.3 Institutionalisierung

Die zuvor schon genannte EU RL 2018/2001 stellt hier einen Meilenstein zur Etablierung von Abwasser als erneuerbare Energiequelle dar. Denn gemäß dieser ist auch in Österreich Abwasser künftig als erneuerbare Energiequelle mit allen damit verbundenen Konsequenzen (z. B. in Hinblick auf finanzielle Förderungen) zu sehen. Ein weiterer sehr wichtiger rechtlicher Aspekt betrifft das im steirischen Raumordnungsgesetz verankerte Sachbereichskonzept Energie (Abart-Heriszt und Stöglehner, 2019). Mit einem Leitfaden werden Gemeinden bei der Festlegung von energie- und klimarelevanten Festlegungen im Rahmen ihres örtlichen Entwicklungskonzeptes unterstützt, mit denen die lokale Energienutzung konkretisiert und damit auch die Nutzung der vorhandenen Energiequellen forciert wird. Die Steiermark ist damit ein Vorreiter in Bezug auf die gezielte Aktivierung von örtlich verfügbaren, erneuerbaren Energiequellen. Es ist zu hoffen, dass in naher Zukunft auch die anderen Bundesländer diesem

Beispiel folgen. In diesem Zusammenhang soll hier auch noch auf das Ergebnispapier zur Energieraumplanung der ÖROK (Stöglehner et al., 2014) verwiesen werden, in dem auch die Abwärmenutzung aus der abwassertechnischen Infrastruktur explizit in Bezug auf die Optimierung und Aktivierung ungenutzter Energiepotenziale als energieraumplanerisches Handlungsfeld thematisiert wird.

Neben den rechtlichen Aspekten kommt auch dem organisatorischen Rahmen, in dem „zentrale Anlaufstellen“ zum Thema eingerichtet werden, eine wichtige Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang sei auf den 2018 beim Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) eingerichteten Arbeitsausschuss „Energie aus Abwasser - Abwasserwärmenutzung in öffentlichen Kanalisationen“ verwiesen, in dem derzeit ein Arbeitsbehelf erstellt wird, in dem unter anderem die Vorevaluierung von möglichen Kanalstandorten für die Abwasserwärmenutzung, die Nachweisführung zur Ermittlung möglicher Auswirkungen auf den Kanal- und Kläranlagenbetrieb bzw. den Gewässerschutz sowie rechtliche Rahmenbedingungen (Energieentnahmevertrag, wasserrechtliche Bewilligung etc.) thematisiert werden. Darüber hinaus kann an dieser Stelle auch festgehalten werden, dass die Universität für Bodenkultur Wien (z. B. in personae der Autoren dieses Beitrages) über langjährige Erfahrungen in Bezug auf die energetische Nutzung von Abwasser und über entsprechende nationale und internationale Netzwerke verfügt und diese auch gerne zur Verfügung stellt.

4 Zusammenfassung

Abwasser als erneuerbare Energie- bzw. Wärmequelle kann aufgrund des hohen bisher aber noch weitgehend ungenutzten Potenzials einen Beitrag für eine klimafreundliche, lokale und diversifizierte Energieversorgung leisten. In Österreich sind heute schon einige Anlagen in Betrieb, allerdings erfolgte deren Umsetzung in der Regel eher aufgrund der Initiative lokaler Akteure und nicht aufgrund eines regionalen bzw. nationalen „Masterplans“. Um Abwasser abseits der klassischen anlageninternen Klärgasnutzung als erneuerbare Energiequelle in Österreich weiter zu etablieren, müssen zusätzliche Impulse und Maßnahmen gesetzt werden. Ein zentraler Aspekt dabei ist die Vermittlung von akteursbezogenen Informationen über die jeweils relevanten Kanäle. Damit

können bestehende Wissenslücken geschlossen und die Wahrnehmung der Thematik in der Fachwelt sowie in der Öffentlichkeit erhöht werden. Zeitlich begrenzte Förderungen sowie private Investments können weitere Umsetzungen katalysieren. Vor allem erfolgreiche Anlagenrealisierungen sowie die dabei gewonnenen planerischen und betrieblichen Erfahrungen bilden in weiterer Folge wertvolle Eckpfeiler für eine österreichweite Etablierung. Schlussendlich stellt auch die Schaffung einer zentralen (Anlauf-)Stelle auf Landes- und/oder Bundesebene eine weitere Maßnahme dar, um die Nutzung der Energie aus Abwasser bestmöglich zu aktivieren und zu koordinieren. Abwasser als erneuerbare Energiequelle kann einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende in Österreich leisten. Dieser Artikel soll die Entwicklung in diese Richtung unterstützen.

Literatur- und Quellenangaben

- Grunert, M., Ertl, T., Langergraber, G., Kretschmer, F. (2019): REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf. *Wiener Mitteilungen* 251, L1-L22.
- Hrady, B., Neugebauer, G., Ertl, T., Langergraber, G., Kretschmer, F. (2019): REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Kapfenberg. *Wiener Mitteilungen* 251, M1-M14.
- Kretschmer, F., Neugebauer, G., Stoeglehner, G., Ertl, T. Participation as a Key Aspect for Establishing Wastewater as a Source of Renewable Energy. *Energies* 2018, 11, 3232.
- Lindemann, N. (2016): Akteursanalyse als Grundlage für die Verbreitung der energetischen Nutzung von Abwasser. Masterarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG), Universität für Bodenkultur Wien, pp 140.
- Mair, R. (2019): Internationale Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft. Vortrag der Tagung „Wasser und Klima - Wasser im Wandel. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 24.10.2019, Wien.
- Projektkonsortiums Abwasserenergie (s. a): Abwasserenergie - Die Kläranlage als regionale Energiezelle. Online im Internet: URL: http://www.abwasserenergie.at/fileadmin/energie_aus_abwasser/user_upload/Broschuer_e_Abwasserenergie_2017.pdf [abgefragt am 06.11.2019].
- 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. L 328 vom 21.12.2018), Brüssel.

Schlagbauer, P. (2018): Thermische Energiegewinnung aus Abwasser - Entwicklung eines Temperaturmodells für SWMM. Masterarbeit am Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU Graz, pp 160.

Abart-Heriszt, L., Stöglehner, G. (2019): Das Sachbereichskonzept Energie - Ein Beitrag zum Örtlichen Entwicklungskonzept. Leitfaden Version 2.0, Amt der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 13, Umwelt und Raumordnung, Referat Bau- und Raumordnung – örtliche Raumplanung, Graz.

Stöglehner, G., Erker, S., Neugebauer, G. (2014): ÖREK-Partnerschaft Energieraumplanung - Ergebnispapier der ExpertInnen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

Zach, F., Lichtenwöhrer, P., Neugebauer, G., Kretschmer, F. (2019): REEF 2W Machbarkeitsstudie - Fallbeispiel RHV Trattnachtal. *Wiener Mitteilungen* 251, K1-K11.

Bezugsautoren

Dipl.-Ing. Dr. Florian Kretschmer *
Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Günter Langergraber

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Siedlungswasserbau, Industriegewässerschutz
Muthgasse 18
1190 Wien*

* Email: florian.kretschmer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. Georg Neugebauer

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien*



Annex 2 - Presentations

The presentations were provided to the participants as pdf files for download.

TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W -Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien



Einführung in das Projekt REEF 2W



G. Langergraber, P. Lichtenwöhner, G. Neugebauer, F. Zach , G. Stöglehner, F. Kretschmer

REEF 2W - Increased Renewable Energy and energy Efficiency by integrating, combining urban Wastewater and organic Waste management system

- Erarbeitungen von Lösungen zur Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz in der öffentlichen Infrastruktur
- Entwicklung von Methoden und Tools, die die Integration öffentlicher Abfallverwertungs- und Abwasserreinigungsanlagen fördern und dabei den stofflichen Input sowie den energetischen Output optimieren sollen.
- 5 Pilotstudien in 5 Ländern.
- Entwicklung einer regionale Strategie zur Umsetzung.



A NEW DAY BEGINS **AT THE TOWN HALL**

Link zum Video: <https://www.youtube.com/channel/UCkplw4tTs34IK3gNsTjwL9A?>



Österreich:

- BOKU & RHV Trattnachtal

Italien:

- ENEA - Italienische Agentur für Neue Technologien, Energie und Nachhaltige Wirtschaftliche Entwicklung (Koordinator)
- Montefeltro Service Ltd.
- Unione Regionale delle Camere di Commercio del Veneto

Kroatien:

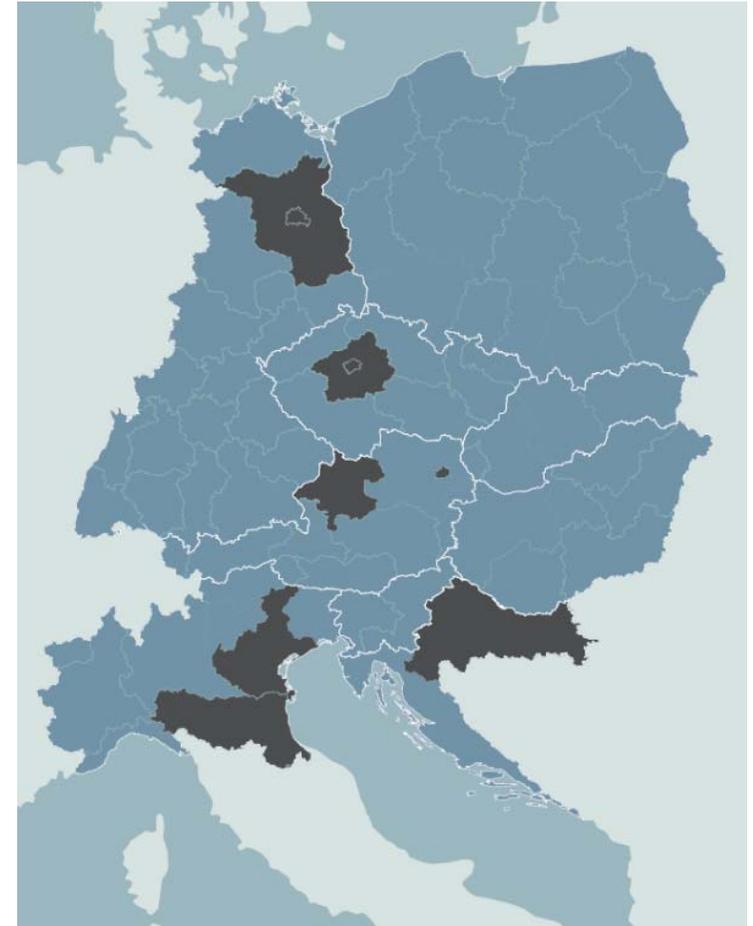
- REGEA - Regionale Energieagentur Nordwest-Kroatien
- Zagreb Holding Ltd.

Tschechische Republik:

- Universität für Chemie und Technologie, Prag
- Veolia Tschechische Republik

Deutschland:

- Adelphi Research, Berlin
- Kompetenzzentrum Wasser Berlin



DANKSAGUNG

Das Projekt REEW 2W wird im Rahmen der INTERREG Central Europe Programms mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung gefördert (Projektnummer: CE946). Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung.

Projektbeginn: 1.6.2017

Projektende: 31.5.2020

Website: www.interreg-central.eu/reef-2w

Abschlusskonferenz: 29. April 2020, Venedig



WAS GIBT ES HEUTE NOCH?

Dieser Teil des Seminar:

- Einführung
- Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen (Methode)
- Demonstration des REEF 2W-Tools (Tool)
- Pilotstudie RHV Trattnachtal
- 2 zusätzliche Fallstudien (Vösendorf und Kapfenberg)
- Ausblick und Umsetzung in Österreich

Liste von Interessenten liegt auf!



Danke für die Aufmerksamkeit

Günter Langergraber¹, Peter Lichtenwöhler², Georg Neugebauer²,
Franz Zach³, Gernot Stöglehner², Florian Kretschmer¹

¹ Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und
Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien

² Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung,
Universität für Bodenkultur Wien

³ Österreichische Energieagentur, Wien



Partners



Unioncamere
Veneto



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING COOPERATION FORWARD



TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W -Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien



Integrale Bewertung von Kläranlagen als lokale Energiezellen

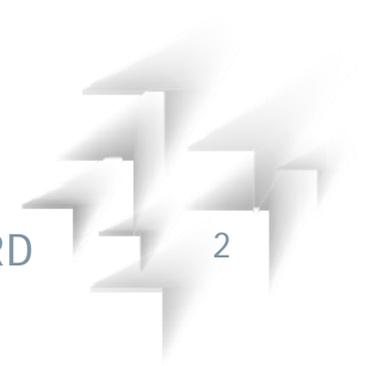


G. Neugebauer, P. Lichtenwöhrer, F. Kretschmer, G. Stöglehner, G. Langergraber

Klimawandel und Energiewende
als aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen

Energieeinsparungen, Energieeffizienzsteigerungen und
Forcierung erneuerbarer Energieversorgung sind wesentliche
Voraussetzungen

Kläranlagen als größte kommunale Energieverbraucher



INTEGRATIVE NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG



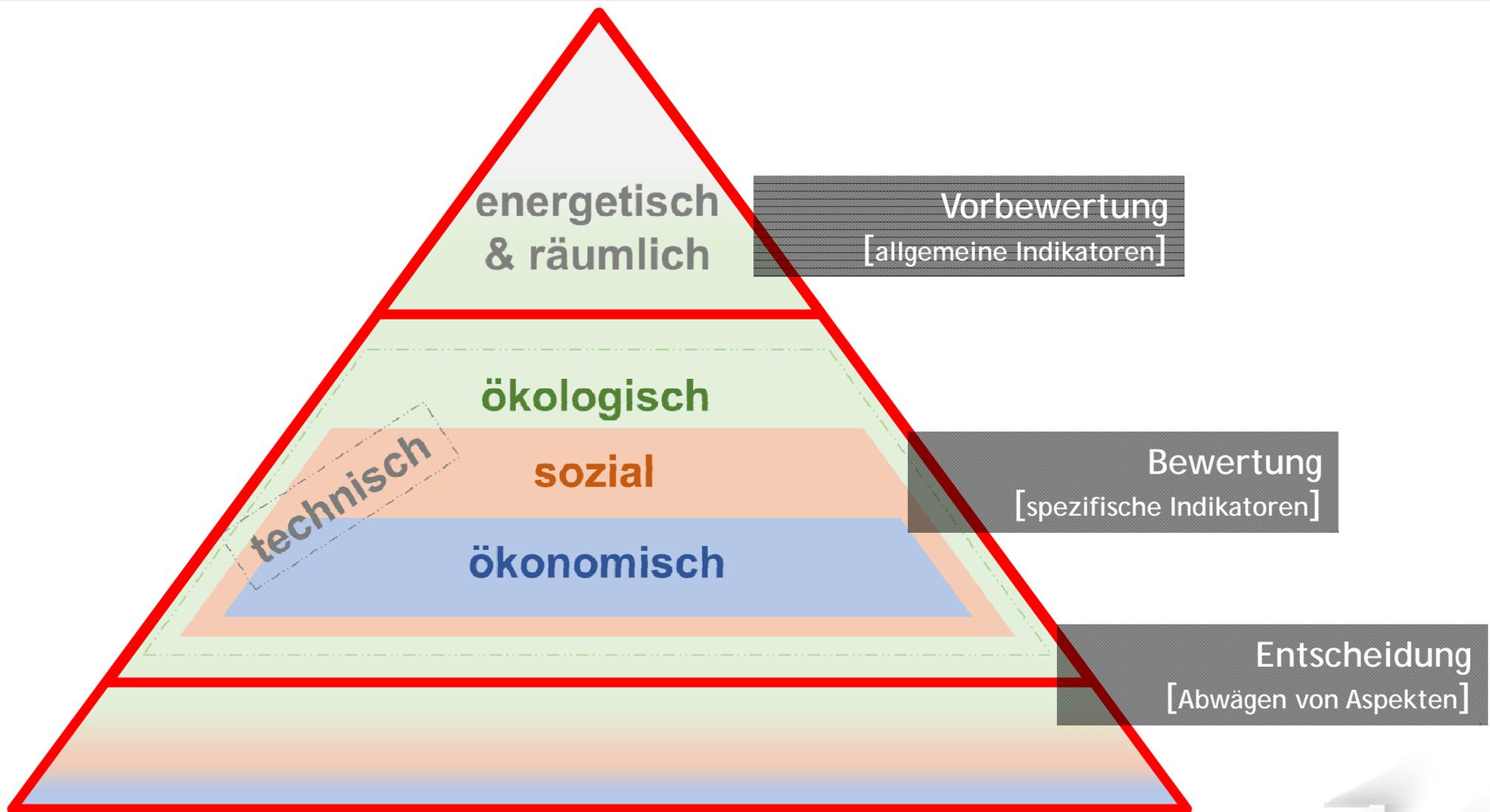
Drei-Säulen-Konzept
als Ausgangspunkt
(Pope et al. 2004)



REEF 2W Ziele

Erhöhung der
Energieeffizienz
und der
Bereitstellung
erneuerbarer
Energien
durch die
Integration von
Abfallverwertungs- und
Abwasserreinigungsanlagen





(eigene Bearbeitung, nach Kretschmer et al. 2018; Stöglehner & Narodoslowsky 2008)



ALLGEMEINE INDIKATOREN



(1)



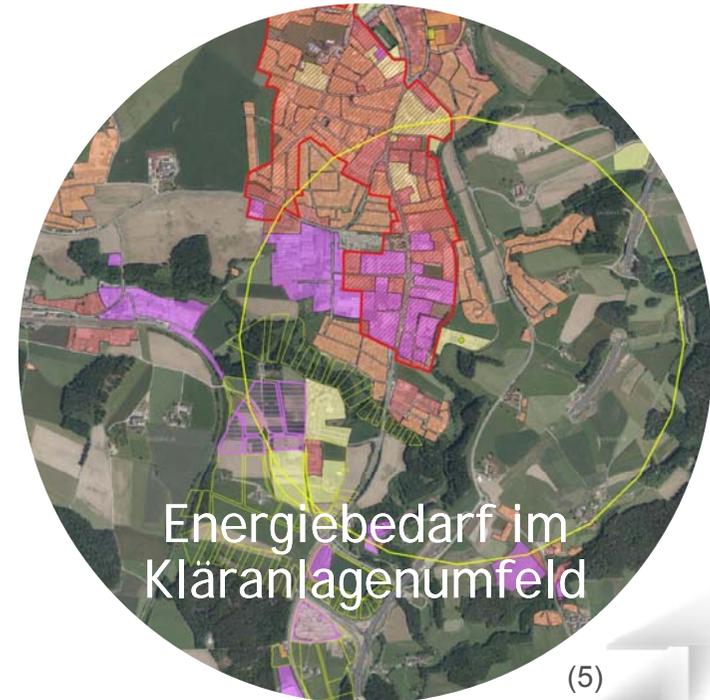
Strom
(2)



Gas
(3)



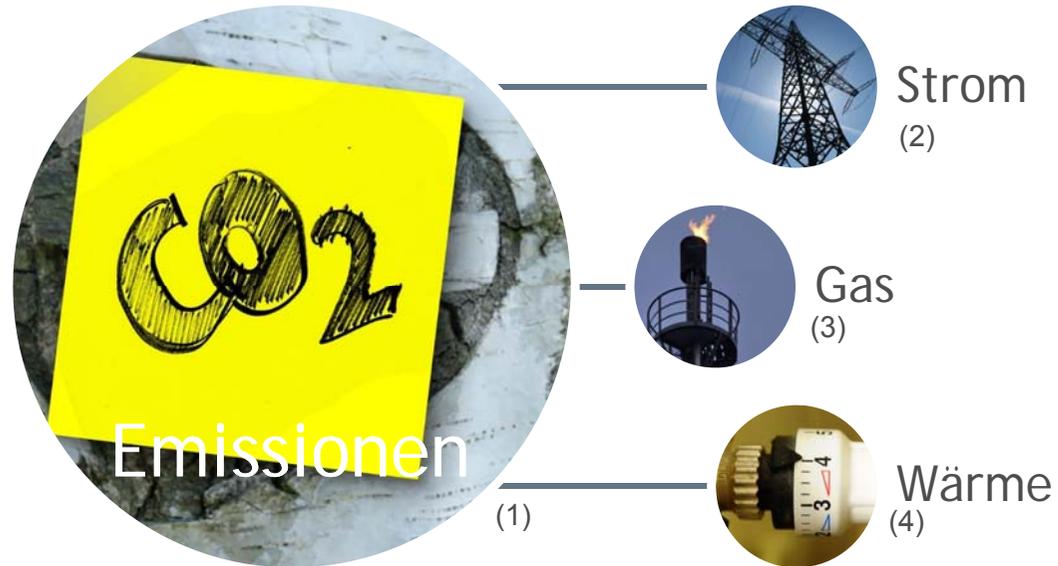
Wärme
(4)



(5)

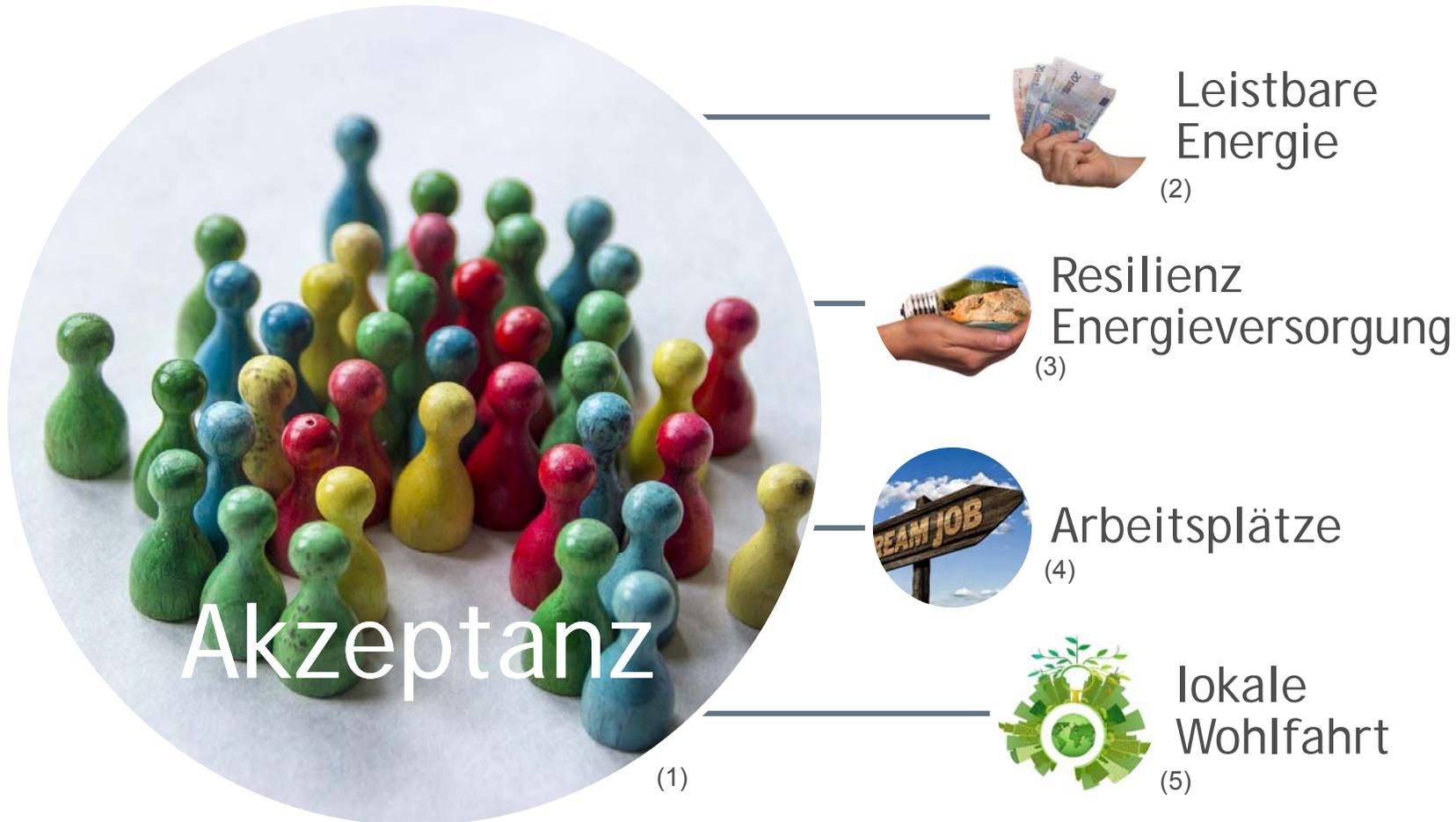
Quellen: (1) Haushaltsgeld.net pixelio.de (2) Wolfgang Dirscherl pixelio.de
(3) Hans Peter Schröder pixabay (4) Bernhard Kern BMNT (5) IRUB





Quellen: (1), (5) Gerd Altmann piabay (2) Wolfgang Dirscherl pixelio.de
(3) Uschi Dreiuicker pixelio.de (4) Bernhard Kern BMNT
(6), (8) Alexander Haiden BMNT (7) Hans Peter Schröer pixabay





Quellen: (1) MetsikGarden pixabay (2) Niek Verlaan pixabay
(3) Sumanley Xulx pixabay (4), (5) Gerd Altmann pixabay





Return on
Investment
(2)



Einnahmen aus
Energieverkauf
(3)



Kostenein-
sparungen
(4)

Quellen: (1) Jorma Bork pixelio.de (2) Steve Buisinne pixabay
(3) Nattanan Kanchanapat pixabay (4) 3D Animation Production
Company pixabay





Selbstver-
sorgungsgrad
(2)



Energiebedarf im
Kläranlagenumfeld
(3)



Energiebedarf
(4)



Energie-
bereitstellung
(5)

Quellen: (1) REEF2W (2) Haushaltsgeld.net pixelio.de
(3) IRUB (4), (5) Tumisu pixabay



Indikatoren

6 allgemeine Indikatoren
26 spezifische Indikatoren
jeweils bis zu 4 Kategorien

Beispielmatrix:

Indikator [X]	Status Quo		Szenario	
	1	2	3	4
		A		A
		B		
		C	C	
		D		

(eigene Bearbeitung 2019 in Anlehnung an Erker et al. 2019, Fürst & Scholles 2008)

Allgemeine Indikatoren

Indicator	Status Quo	Future
Electric excess energy provision		
> 0	A	A
≤ 0	B C D	B
Thermal excess energy provision		
> 0	A	A
≤ 0	B C D	
Excess digester gas provision		
> 0	A	
≤ 0	B C D	B
Excess electricity demand		
> 0	A	A
= 0	B C D	
Excess heat demand		
> 0	A	A
= 0	B C D	
Excess digester gas demand		
> 0	A	A
= 0	B C D	

CO ₂ emissions reduction (electric energy)	Status Quo	Future
< 0.05 kg CO ₂ /kWh	A	A
1.1 - 0.05 kg CO ₂ /kWh	B	
> 1.1 kg CO ₂ /kWh	C D	

CO ₂ emissions reduction (gas)	Status Quo	Future
< 0.22 kg CO ₂ /kWh	A	A
> 0.22 kg CO ₂ /kWh	B C D	

CO ₂ emissions reduction (thermal energy)	Status Quo	Future
< 0.12 kg CO ₂ /kWh	A	A
> 0.23 - 0.12 kg CO ₂ /kWh	B	
> 0.23 kg CO ₂ /kWh	C D	C

Share of renewable electricity	Status Quo	Future
> 100 %	A	N/A
100 - 40 %	B	
< 40 %	C D	

Share of renewable thermal energy	Status Quo	Future
> 100 %	A	A
100 - 40 %	B	B
< 40 %	C D	

Share of renewable gas	Status Quo	Future
> 100 %	A	N/A
100 - 40 %	B	
< 40 %	C D	

Sludge production change	Status Quo	Future
< 0 Delta t DM/yr	A	
= 0 Delta t DM/yr	B	
> 0 Delta t DM/yr	C	N/A
> 1 t DM/yr	D	C

Umwelt-indikatoren

Soziale Indikatoren

Affordable energy	Status Quo	Future
Cheaper	A	
+/- 10 %	B	N/A
more expensive	C D	B

Resilience I (# of RES provision at WWTP - electricity)	Status Quo	Future
3	A	
1 - 2	B	B
0	C D	

Resilience II (# of RES provision at WWTP - thermal)	Status Quo	Future
3	A	
1 - 2	B	B
0	C D	

Additional employment	Status Quo	Future
> 0	A	A
0	B	N/A
< 0	C D	

Local environmental welfare	Status Quo	Future
positive	A	
neutral	B	B
negative	C D	

Ökonomische Indikatoren

Return of investment	Status Quo	Future
< 3 years	A	
3 - 10 years	B	
> 10 years	C	N/A
	D	C

Additional income	Status Quo	Future
> 0	A	A
= 0	B	B
< 0	C D	

Energy costs saving	Status Quo	Future
> 0	A	A
= 0	B	B
< 0	C D	

Degree of electric self-sufficiency	Status Quo	Future
> 75%	A	A
25 - 75%	B	
< 25%	C D	

Degree of thermal self-sufficiency	Status Quo	Future
> 100%	A	A
20 - 100%	B	
< 20%	C D	

Degree of usable excess heat	Status Quo	Future
> 100%	A	N/A
< 100%	B C D	N/A

Degree of usable excess gas	Status Quo	Future
> 100%	A	N/A
< 100%	B C D	N/A

Electric energy consumption at WWTP	Status Quo	Future
< 20 kWh/PE _{120,a}	A	
20 - 50 kWh/PE _{120,a}	B	B
> 50 kWh/PE _{120,a}	C D	N/A

Thermal energy consumption at WWTP	Status Quo	Future
≤ 30 kWh/PE _{120,a}	A	
> 30 kWh/PE _{120,a}	B C D	N/A

Electric energy generation at WWTP (anaerobic stab.)	Status Quo	Future
> 20 kWh/PE _{120,a}	A	N/A
10 - 20 kWh/PE _{120,a}	B	
< 10 kWh/PE _{120,a}	C D	

Thermal energy generation at WWTP (anaerobic stab.)	Status Quo	Future
> 40 kWh/PE _{120,a}	A	N/A
20 - 40 kWh/PE _{120,a}	B	N/A
< 20 kWh/PE _{120,a}	C D	

Electric energy generation at WWTP (aerobic stab.)	Status Quo	Future
> 0 kWh/PE _{120,a}	A	N/A
< 0 kWh/PE _{120,a}	B C D	N/A

Thermal energy generation at WWTP (aerobic stab.)	Status Quo	Future
> 0 kWh/PE _{120,a}	A	N/A
0 kWh/PE _{120,a}	B C D	N/A

Technische Indikatoren



Energieeinsparungen, Steigerung der Energieeffizienz und Steigerung der erneuerbaren Energieversorgung zur Umsetzung der Energiewende erforderlich

Kläranlagen können als lokale Energiezellen einen Beitrag leisten

- Ausschöpfung kläranlageninterner Optimierungspotentiale
- Erschließung erneuerbarer Energiebereitstellungspotentiale

Integrale Bewertung zur Unterstützung der Entscheidungsfindung

Contact details



Name : Georg Neugebauer*
Peter Lichtenwöhler*
Florian Kretschmer**
Gernot Stöglehner*
Günter Langergraber**



*Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Raumplanung,
Umweltplanung und Bodenordnung
(IRUB)

**Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft und
Gewässerschutz (SIG)

Project Acronym: REEF2W



<https://boku.ac.at/rali/irub>



georg.neugebauer@boku.ac.at
peter.lichtenwoehrer@boku.ac.at
florian.kretschmer@boku.ac.at
gernot.stoeglehner@boku.ac.at
gunter.langergraber@boku.ac.at



Tel. +43 1 47654 85500



Partners



Unioncamere
Veneto



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W -Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien

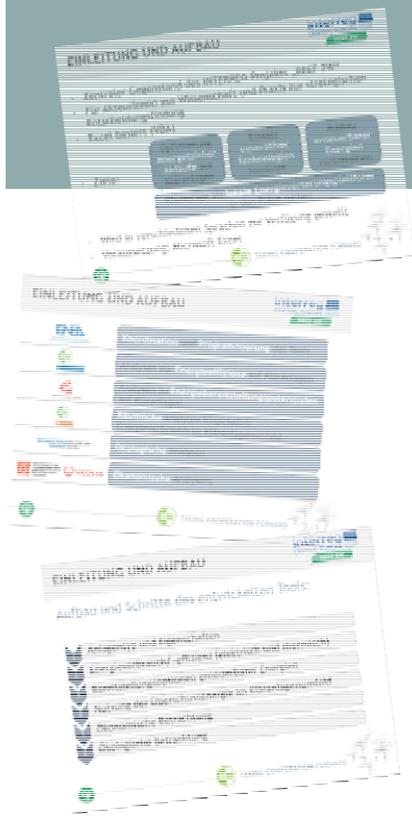


Demonstration des REEF 2W-Tools

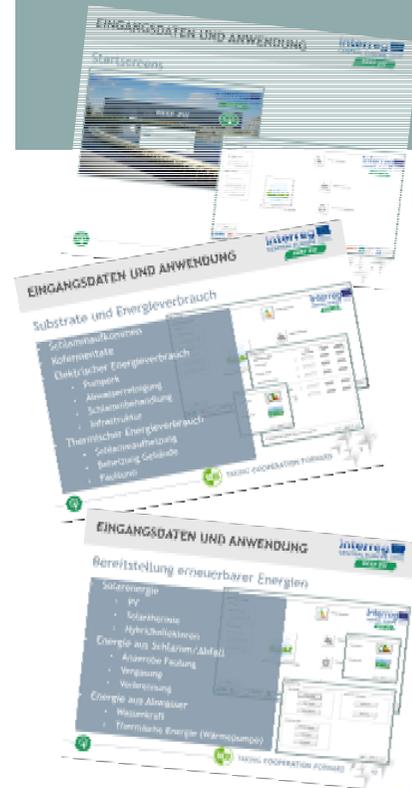


P. Lichtenwöhner, G. Neugebauer, F. Zach, F. Kretschmer

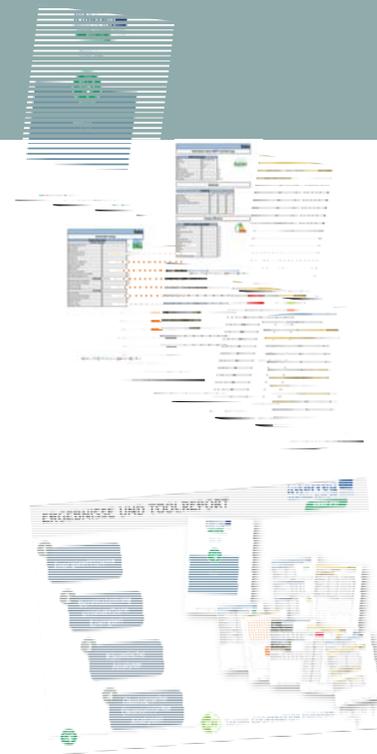
Einleitung und Aufbau des REEF 2W-Tools



Eingangsdaten und Toolanwendung



Ergebnisse und „Toolreport“



Zusammenfassung und Diskussion



- Zentraler Gegenstand des INTERREG Projekts „REEF 2W“
- Für AkteurInnen aus Wissenschaft und Praxis zur strategischen Entscheidungsfindung
- Excel basiert (VBA)

- Ziele:

Optimierung
energetischer
Abläufe auf
Kläranlagen

Einsatz
innovativer
Technologien
forcieren

Ausbau
erneuerbarer
Energien
vorantreiben

Kläranlage als lokale Energieversorgungsplattform
in den Fokus rücken

- Wird in verschiedenen Sprachen zur Verfügung gestellt
- Voraussetzung: Microsoft Excel



EINLEITUNG UND AUFBAU



Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

Koordination und Programmierung des Tools



Analysen zur Energieeffizienz auf Kläranlagen



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Analysen zu Energiebereitstellungspotenzialen
auf Kläranlagen



Räumliche Analysen hinsichtlich
Energieverbrauch im Kläranlagenumfeld

KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin

Ökologische Analysen



Ökonomische Analysen

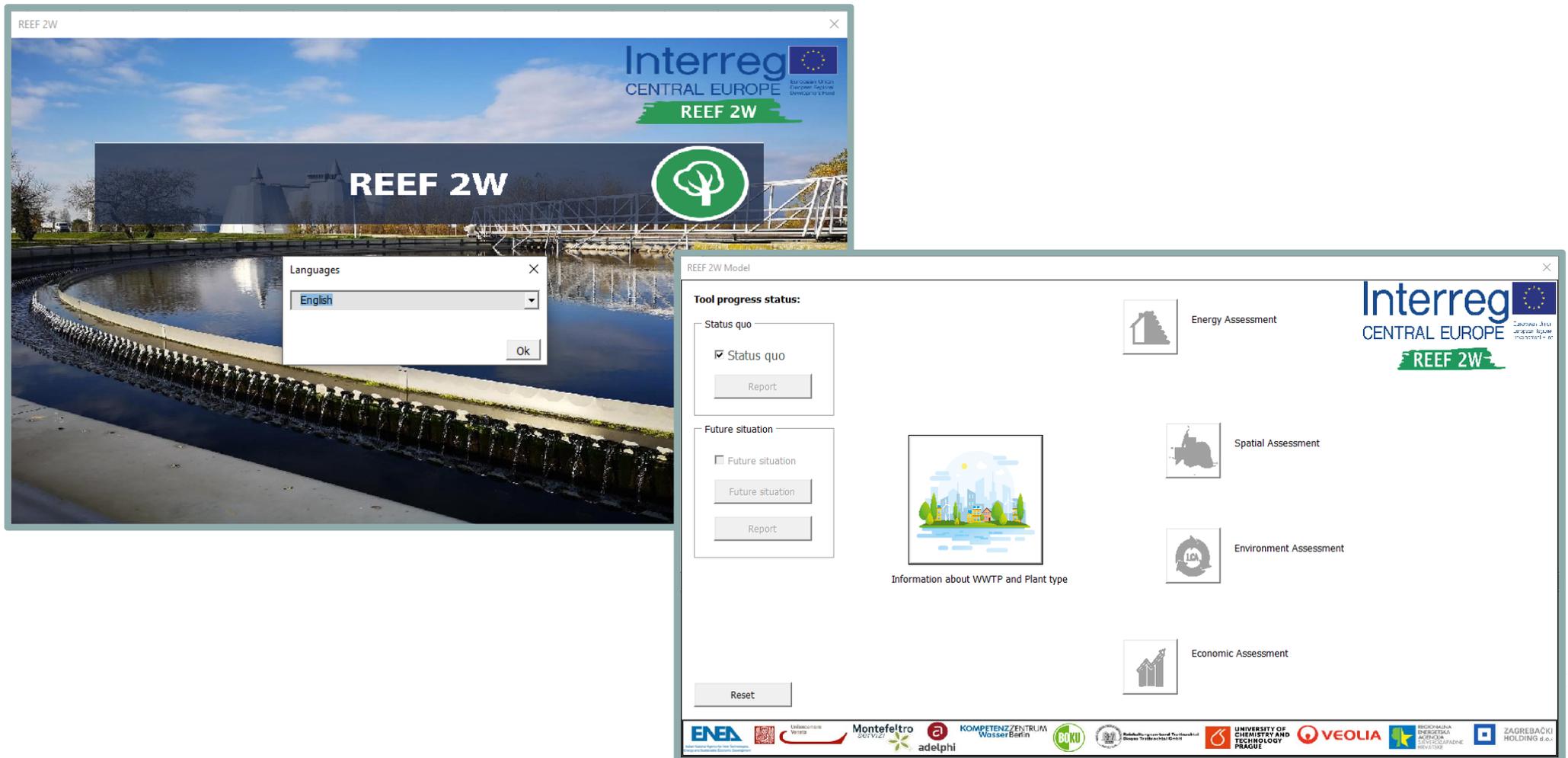


Aufbau und Schritte des entwickelten Tools:

- 1 Anlagentyp und Eigenschaften
- 2 Energieverbrauch/ -effizienz (elektrisch und thermisch)
- 3 Bereitstellungsoptionen erneuerbarer Energien
- 4 Nutzung der Überschussenergie im Kläranlagenumfeld
- 5 Ökonomische Betrachtung
- 6 Ökologische Betrachtung



Startscreens

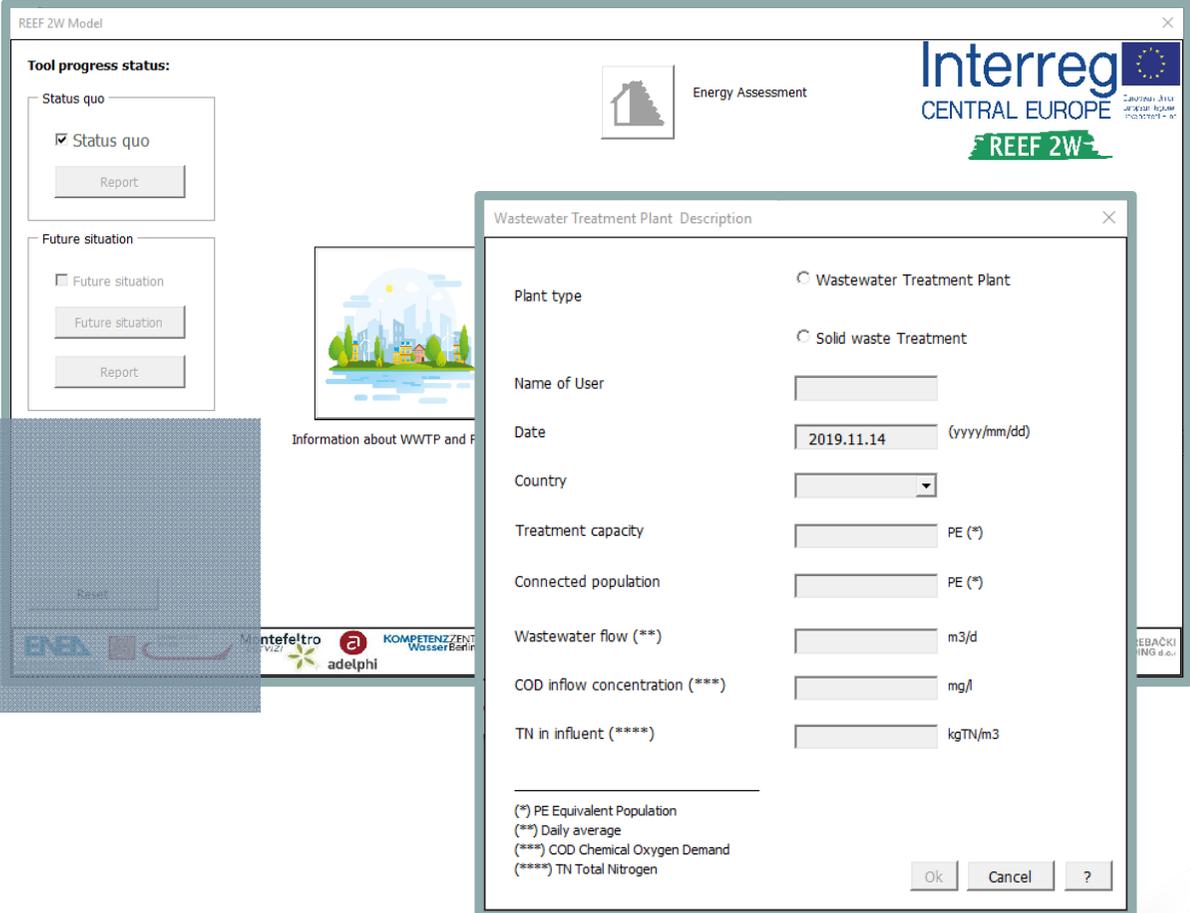


The image displays two overlapping screenshots of the REEF 2W software interface. The background screenshot shows the main start screen with a large image of a wastewater treatment plant. It features the Interreg Central Europe REEF 2W logo and a 'REEF 2W' title. A 'Languages' dialog box is open, showing 'English' selected. The foreground screenshot shows the 'REEF 2W Model' configuration window. It includes a 'Tool progress status' section with 'Status quo' (checked) and 'Future situation' (unchecked) options, each with a 'Report' button. Below this is an 'Information about WWTP and Plant type' section with a cityscape icon. To the right are five assessment modules: 'Energy Assessment', 'Spatial Assessment', 'Environment Assessment', and 'Economic Assessment', each with a representative icon. A 'Reset' button is located at the bottom left of the configuration window. The footer of the configuration window contains logos for various partner organizations: ENEA, Montefeltro Servizi, adelphi, Kompetenzzentrum Wasser Berlin, BOKU, and others.



Kläranlage und Anlagentyp

- Name und Adresse
- Ausbaugröße
- Abwasserzufluss



The screenshot displays the REEF 2W Model software interface. The main window is titled 'REEF 2W Model' and features a 'Tool progress status' section with two options: 'Status quo' (checked) and 'Future situation'. Below this, there are 'Report' buttons for each option. The main content area shows a 'Wastewater Treatment Plant Description' dialog box with the following fields:

- Plant type:** Radio buttons for 'Wastewater Treatment Plant' (selected) and 'Solid waste Treatment'.
- Name of User:** Text input field.
- Date:** Text input field with value '2019.11.14' and format '(yyyy/mm/dd)'.
- Country:** Dropdown menu.
- Treatment capacity:** Text input field with unit 'PE (*)'.
- Connected population:** Text input field with unit 'PE (*)'.
- Wastewater flow (**):** Text input field with unit 'm3/d'.
- COD inflow concentration (***):** Text input field with unit 'mg/l'.
- TN in influent (****):** Text input field with unit 'kgTN/m3'.

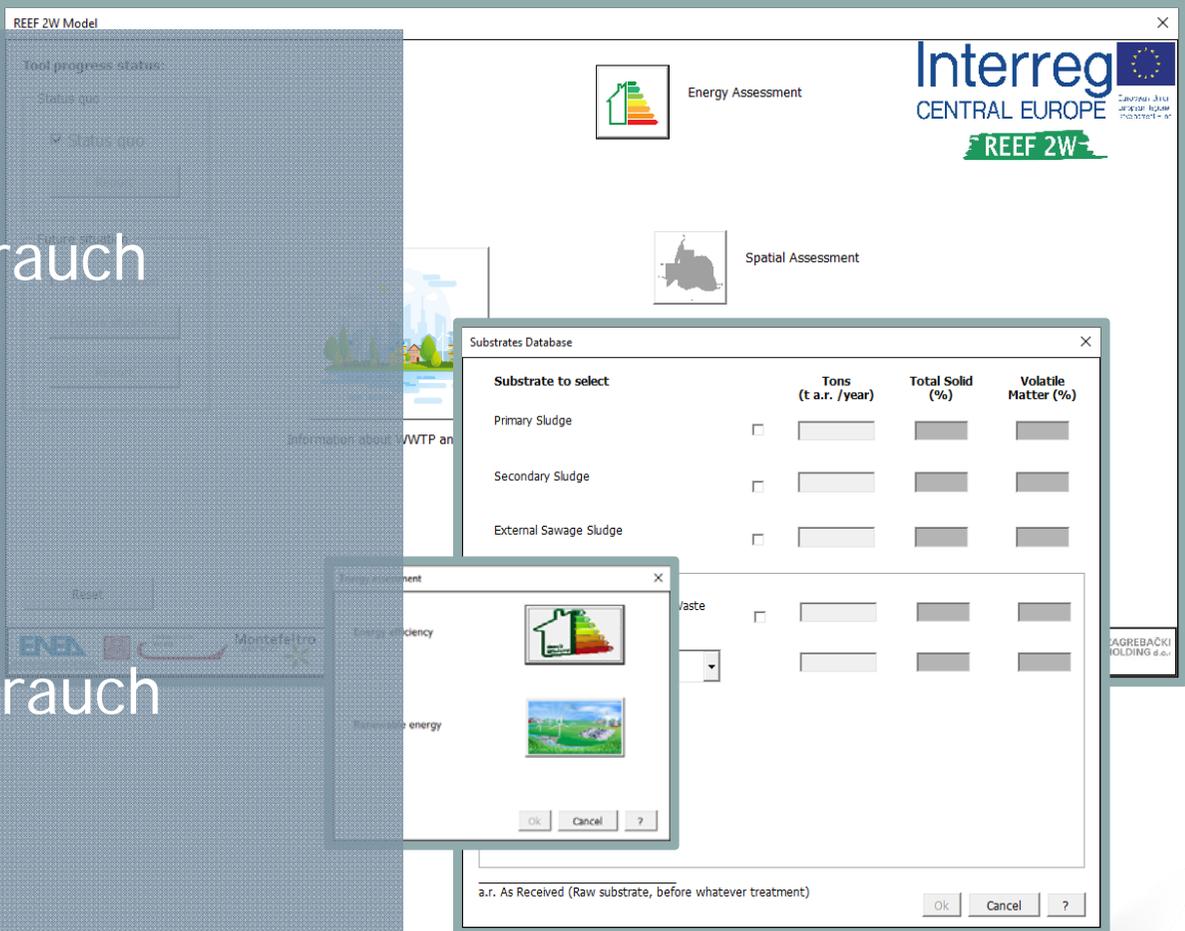
At the bottom of the dialog box, there is a legend:

- (*) PE Equivalent Population
- (**) Daily average
- (***) COD Chemical Oxygen Demand
- (****) TN Total Nitrogen

The dialog box also includes 'Ok', 'Cancel', and '?' buttons.

Substrate und Energieverbrauch

- Schlammaufkommen
- Kofermentate
- Elektrischer Energieverbrauch
 - Pumpwerke
 - Abwasserreinigung
 - Schlammbehandlung
 - Infrastruktur
- Thermischer Energieverbrauch
 - Schlammaufheizung
 - Beheizung Gebäude
 - Faulturm

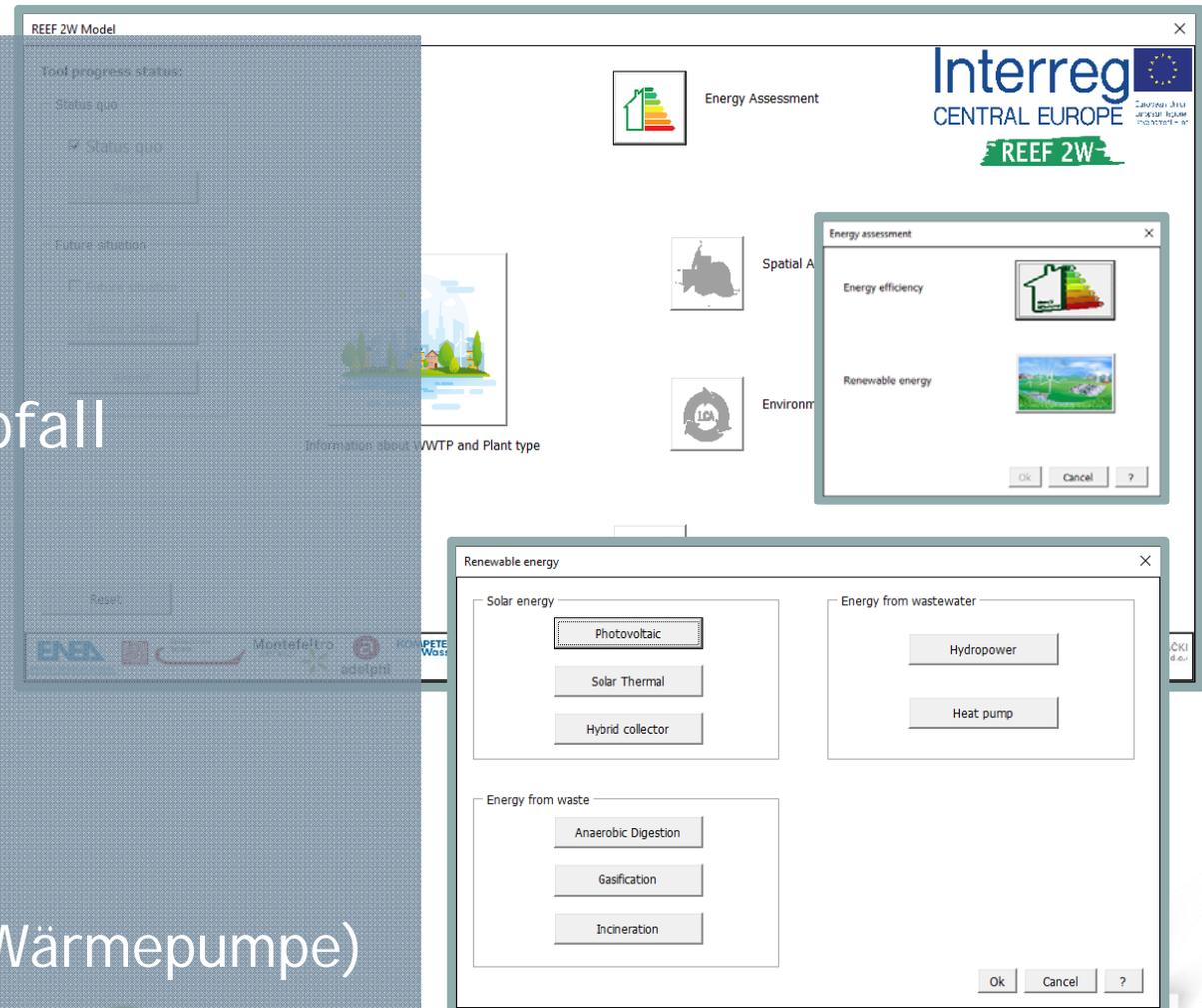


The screenshot displays the REEF 2W Model software interface. It includes a main window with 'Energy Assessment' and 'Spatial Assessment' sections. A 'Substrates Database' window is open, showing a table with columns for 'Substrate to select', 'Tons (t a.r. /year)', 'Total Solid (%)', and 'Volatile Matter (%)'. The table lists 'Primary Sludge', 'Secondary Sludge', and 'External Sawage Sludge'. A 'Management' window is also visible, showing 'Energy efficiency' and 'Renewable energy' options. The bottom of the interface features logos for ENEA, Montefeltro, and AGREBACK HOLDING s.r.l.

Substrate to select	Tons (t a.r. /year)	Total Solid (%)	Volatile Matter (%)
Primary Sludge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secondary Sludge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
External Sawage Sludge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bereitstellung erneuerbarer Energien

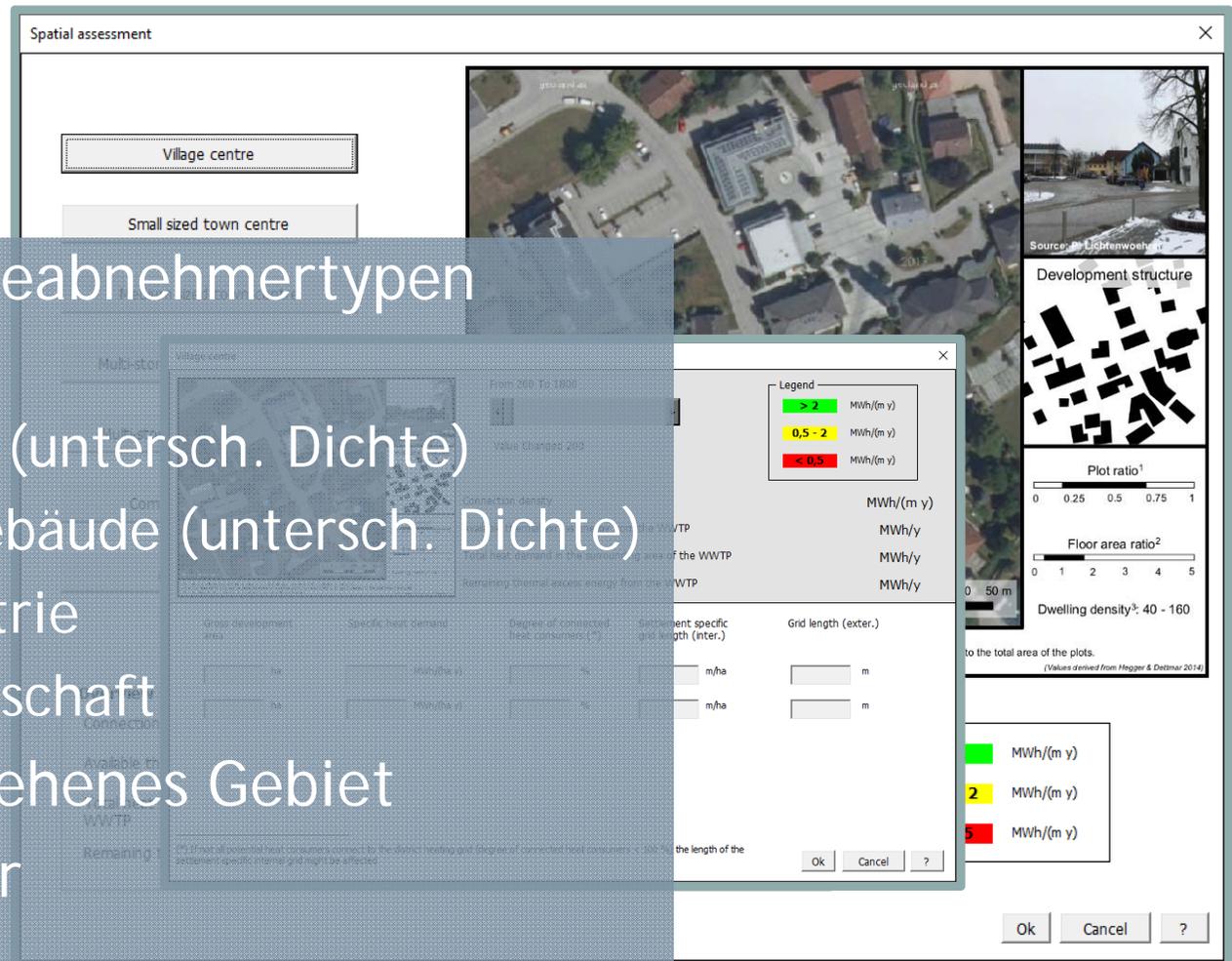
- Solarenergie
 - Photovoltaik
 - Solarthermie
 - Hybridkollektoren
- Energie aus Schlamm/Abfall
 - Anaerobe Faulung
 - Vergasung
 - Verbrennung
- Energie aus Abwasser
 - Wasserkraft
 - Thermische Energie (Wärmepumpe)



The screenshot displays the REEF 2W Model software interface. The main window is titled "REEF 2W Model" and features a "Tool progress status" section with "Status quo" and "Future situation" options. A central graphic shows a landscape with a wind turbine and solar panels. To the right, there are icons for "Energy Assessment", "Spatial Assessment", and "Environmental Assessment". An "Energy assessment" dialog box is open, showing "Energy efficiency" and "Renewable energy" options. A "Renewable energy" dialog box is also open, showing options for "Solar energy" (Photovoltaic, Solar Thermal, Hybrid collector), "Energy from wastewater" (Hydropower, Heat pump), and "Energy from waste" (Anaerobic Digestion, Gasification, Incineration). The interface includes logos for ENEA, Montefeltro, and Kompetenzzentrum Wasser Berlin.

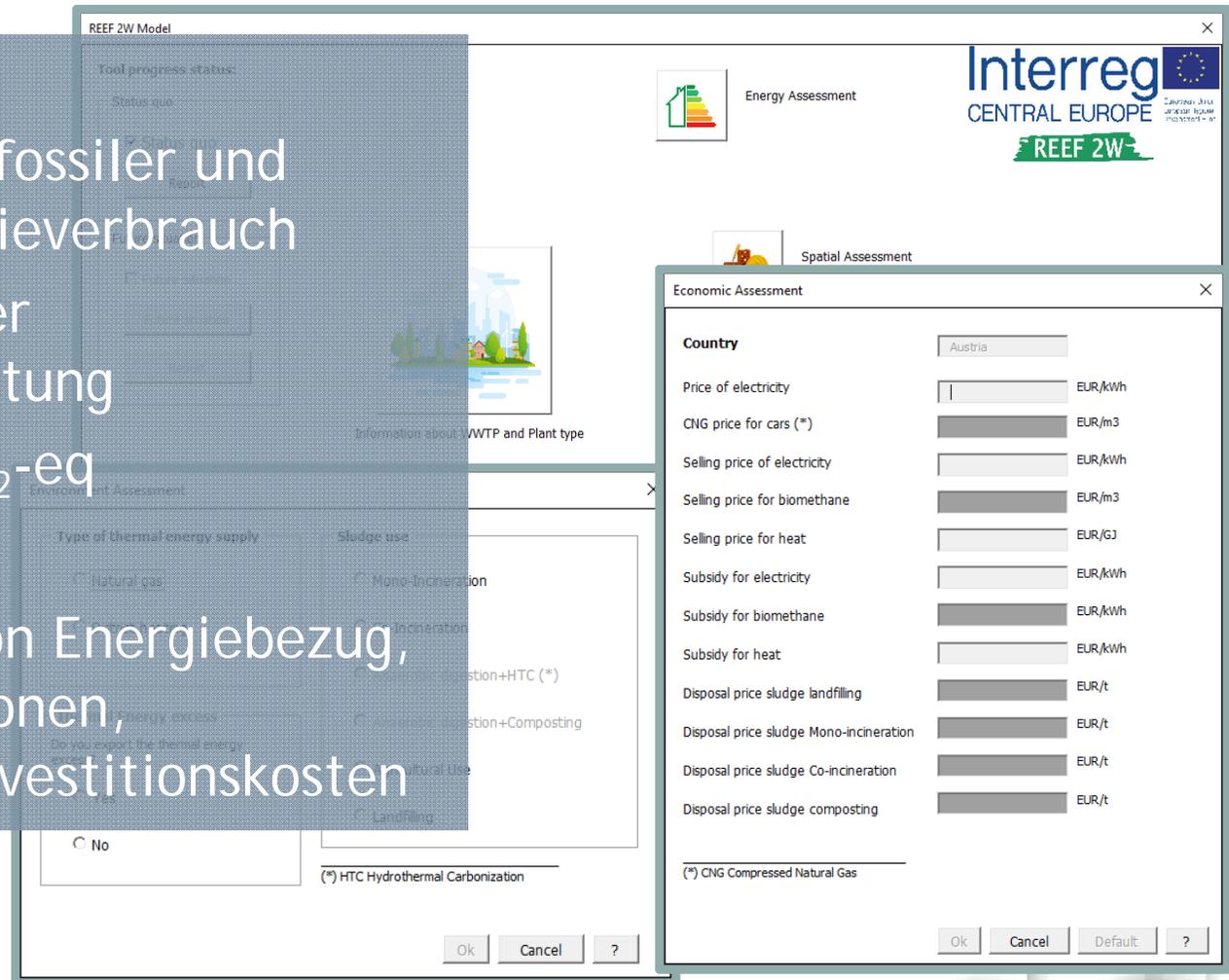
Räumliche Analyse

- Siedlungs- oder Energieabnehmertypen
 - Ortszentrum
 - Zentrum Kleinstadt (untersch. Dichte)
 - Mehrgeschossige Gebäude (untersch. Dichte)
 - Gewerbe und Industrie
 - Land- und Forstwirtschaft
- Zur Versorgung vorgesehenes Gebiet
- Benötigte Infrastruktur (intern/extern)
- Anschlussquote



Ökologische und ökonomische Analyse

- **Ökologische Analyse**
 - Gegenüberstellung fossiler und erneuerbarer Energieverbrauch
 - Berücksichtigung der Klärschlammverwertung
 - Berechnung von CO₂-eq
- **Ökonomische Analyse**
 - Berücksichtigung von Energiebezug, -verkauf, -subventionen, Entsorgungs- und Investitionskosten



The screenshot displays the REEF 2W Model software interface. The main window is titled "REEF 2W Model" and shows a "Tool progress status" section with "Status: quit". Below this, there is a "Spatial Assessment" window and an "Economic Assessment" window. The "Economic Assessment" window is open and shows a list of parameters for "Austria".

Parameter	Unit
Price of electricity	EUR/kWh
CNG price for cars (*)	EUR/m ³
Selling price of electricity	EUR/kWh
Selling price for biomethane	EUR/m ³
Selling price for heat	EUR/GJ
Subsidy for electricity	EUR/kWh
Subsidy for biomethane	EUR/kWh
Subsidy for heat	EUR/kWh
Disposal price sludge landfilling	EUR/t
Disposal price sludge Mono-incineration	EUR/t
Disposal price sludge Co-incineration	EUR/t
Disposal price sludge composting	EUR/t

Other visible windows include "Information about WWTP and Plant type" and "Environment Assessment". The "Environment Assessment" window shows options for "Type of thermal energy supply" (Natural gas, Biomethane, etc.) and "Sludge use" (Mono-incineration, Co-incineration, etc.).

ERGEBNISSE UND TOOLREPORT

1

Energieeffizienz

2

Bereitstellung
erneuerbare
Energien

3

Räumliche
Analyse

4

Ökologische,
Ökonomische
Analyse



1. Energieeffizienz
2. Erneuerbare Energiebereitstellung
3. Wärmeabnehmer im Kläranlagenumfeld
4. Ökologische und ökonomische Betrachtung



- Anknüpfung an bereits durchgeführte Studien
- Breite Anwendung möglich
- Validiert in INTERREG Partnerländern

Ganzheitliche
Analyse

Aufzeigen
unterschiedlicher
Planungsoptionen

Strategische
Unterstützung bei
Entscheidungs-
findung



Wiener Mitteilungen, Band 251:

Lichtenwoehrer, P., Neugebauer, G., Zach, F., Kretschmer, F.
(2019): Demonstration des REEF 2W-Tools. *Wiener
Mitteilungen* 251, J1-J13.



Kontakt



Name : Peter Lichtenwöhler*
Georg Neugebauer*
Franz Zach**
Florian Kretschmer***



Project Akronym: REEF 2W

*Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Raumplanung,
Umweltplanung und Bodenordnung
(IRUB)

**Österreichische Energieagentur
(AEA)

***Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft und
Gewässerschutz (SIG)



<https://boku.ac.at/rali/irub>



peter.lichtenwoehrer@boku.ac.at
georg.neugebauer@boku.ac.at
franz.zach@energyagency.at
florian.kretschmer@boku.ac.at



Tel. +43 1 47654 85500



Partner



Unioncamere
Veneto



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W - Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien



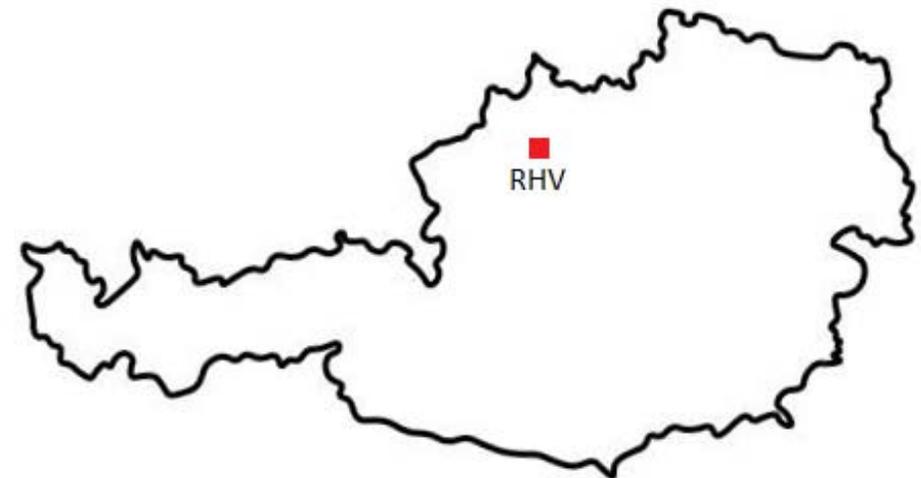
**REEF2W Machbarkeitsstudie -
Fallbeispiel RHV Trattnachtal**



F. Zach, P. Lichtenwöhner, G. Neugebauer, F. Kretschmer

DIE KLÄRANLAGE DES RHV TRATTNACHTAL

- Die Kläranlage des RHV Trattnachtal befindet sich 10 km nördlich von Wels.
- Sie reinigt das Abwasser von 13 Gemeinden, darunter Bad Schallerbach und Wallern an der Trattnach.
- Die Ausbaugröße beträgt 74.000 EW.
- Flüssige Kofermente erhöhen die Klärgasausbeute.
- Die Kläranlage kann sich über das Jahr zu 100% elektrisch und thermisch selbst versorgen.



- Erhebung des Status Quo des elektrischen und thermischen Energieverbrauchs und der Erzeugung.
- Ermittlung von Optimierungs- und zusätzlichen Erzeugungspotenzialen zur Erhöhung des Überschusses
- Untersuchung der Machbarkeit der Errichtung eines Nahwärmenetzes mit der Kläranlage als Energiequelle



- Durch die Umsetzung von Klärgas aus Klärschlamm und flüssigen Bioabfällen (aus Molkereiabfällen, Speiseöle, Schlachtabfälle etc.) erzielt die Kläranlage in jedem Monat thermische Energieüberschüsse.
- Es muss de facto kein Erdgas zugekauft werden.
- 85% des Wärmebedarfs gehen in den Faulturm.
- Ein Teil des Überschusses geht an einen nahe gelegenen Bauernhof.

in kWh 2016	Erzeugung	Verbrauch	
		gesamt	davon Faulturm
Jänner	224.000	121.000	91.000
Februar	192.000	140.000	119.000
März	243.000	171.000	141.000
April	212.000	168.000	150.000
Mai	266.000	242.000	225.000
Juni	230.000	214.000	200.000
Juli	204.000	184.000	165.000
August	171.000	153.000	139.000
September	244.000	215.000	192.000
Oktober	248.000	212.000	184.000
November	294.000	237.000	201.000
Dezember	320.000	252.000	213.000
Jahr	2.848.000	2.309.000	2.020.000

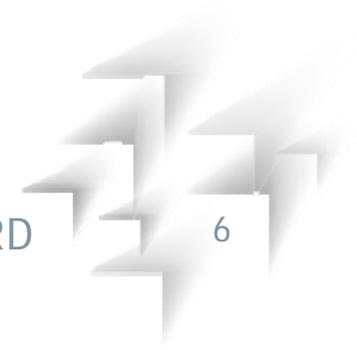


- Es wird fast doppelt so viel Strom erzeugt wie benötigt wird.
- Überschüsse werden zu sehr geringen Vergütungen ins Netz eingespeist.
- Ziel ist es daher den Strom selbst zu nutzen.
- Nur 2,5% des Gesamtverbrauchs müssen zugekauft werden.
- Die Belüftung benötigt 25% des Stroms, die Rücklaufschlammpumpe 17%, die Faultürme samt Schlammlinie 10%.

in kWh 2016	Erzeugung	Verbrauch	Verkauf	Zukauf
Jänner	211.747	168.899	58.211	15.363
Februar	181.081	149.077	53.869	21.865
März	383.497	173.502	211.333	1.338
April	268.447	148.559	122.211	2.323
Mai	306.903	160.642	147.813	1.552
Juni	307.335	161.110	147.629	1.404
Juli	316.455	174.095	144.555	2.195
August	283.867	169.399	117.463	2.995
September	338.089	177.051	161.318	280
Oktober	345.993	178.516	168.552	1.075
November	379.889	179.390	200.978	479
Dezember	421.157	200.731	220.799	373
gesamt	3.744.460	2.040.971	1.754.731	51.242



- Reduktion der Faulturmtemperatur: Derzeit $39,4^{\circ}\text{C}$ (2016) bzw. $44,9^{\circ}\text{C}$ (2017). Hohe Temperatur teils zur Reduktion des Einsatzes von Chemikalien, teils aber nur zur Ableitung von Wärmeüberschüssen. Eine Reduktion auf 35°C ist möglich.
- Verbesserte Faulturmdämmung: Eine grobe Rechnung ergibt einen Dämmwert von $2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Mit einer Dämmstärke von 10cm sollte ein Wert von $0,4\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ erzielbar sein.



- Reduktion des Wassergehalts im Faulturnklärschlamm: Dies würde den Aufheizaufwand reduzieren, aber evtl. eine Änderung der Pumpen und mehr Pumpstromaufwand erfordern.
- Umstellung auf Niedertemperaturheizung im Faulturn: Durch thermische Nutzung des Abwassers könnte der HT-Wärmeüberschuss erhöht werden (Ziel: externe Verbraucher versorgen).



- Als Basis für die Identifizierung von Einsparpotenzialen können die Benchmarkwerte von Lindtner (2008) dienen.
- 40% des Stromverbrauchs konnten nicht zugeordnet werden. Daher sind kaum Aussagen möglich.
- Der Stromverbrauch für die Belüftung ist relativ niedrig.
- Eventuell sind beim Sandfang geringe Optimierungspotenziale gegeben.
- Für eine bessere Beurteilung der elektrischen Energiebilanz ist eine vollständige Erfassung der Verbraucher notwendig.



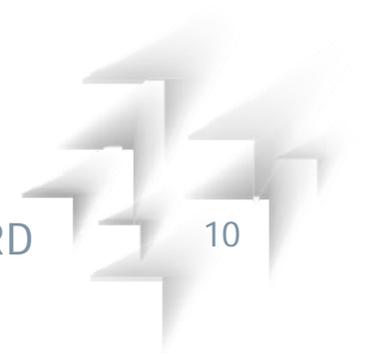
ZUSÄTZLICHE THERMISCHE ERZEUGUNGSPOTENZIALE

- Größtes Potenzial: Thermische Nutzung des Abwassers im Ablauf der Kläranlage
- Die Wärmepumpe (el. Leistung 750 kW, thermisch 2,75 MW) könnte zum Teil mit Überschussstrom (1,75 Mio. kWh/a) betrieben werden.

Mittel 2016-2017	m ³ Abwasser	Temp. °C	Abkühlung auf °C	Energiepotenzial kWh/Monat	Strom für WP (50°C)
Jänner	505.787	9,6	7,6	1.173.426	467.035
Februar	468.334	10,3	8,3	1.086.535	422.298
März	542.247	11,4	9,4	1.258.013	470.785
April	555.607	12,9	10,9	1.289.008	457.625
Mai	647.611	15,0	13,0	1.502.458	494.331
Juni	444.780	18,3	16,3	1.031.890	299.357
Juli	472.397	19,2	17,2	1.095.961	306.745
August	451.656	19,4	17,4	1.047.842	290.920
September	417.945	17,1	15,1	969.632	294.757
Oktober	460.046	15,0	13,0	1.067.307	351.160
November	455.621	12,4	10,4	1.057.041	381.976
Dezember	602.284	10,6	8,6	1.397.299	537.538
gesamt	6.024.315	14,3	12,3	13.976.411	4.774.528



- Technisch ist auch eine Abkühlung um 4 K möglich → 28 GWh/a aus dem Abwasser, 9,5 GWh/a Stromverbrauch (bei 50°C Zieltemperatur), 37,5 GWh/a Systemoutput
- Damit könnte ein Wärmenetz versorgt werden.
- Weitere Möglichkeit: Erhöhung der Klärgasausbeute durch mehr Kofermentation (wird jedoch schon intensiv betrieben)



- Neben PV (wegen geringen Potenzials nicht näher untersucht) gibt es folgende Möglichkeiten:
- Erhöhung der Klärgasausbeute
- Umstellung des BHKW auf stromoptimierte Betriebsweise bzw. Erneuerung des BHKW (ist jedoch noch nicht sehr alt)

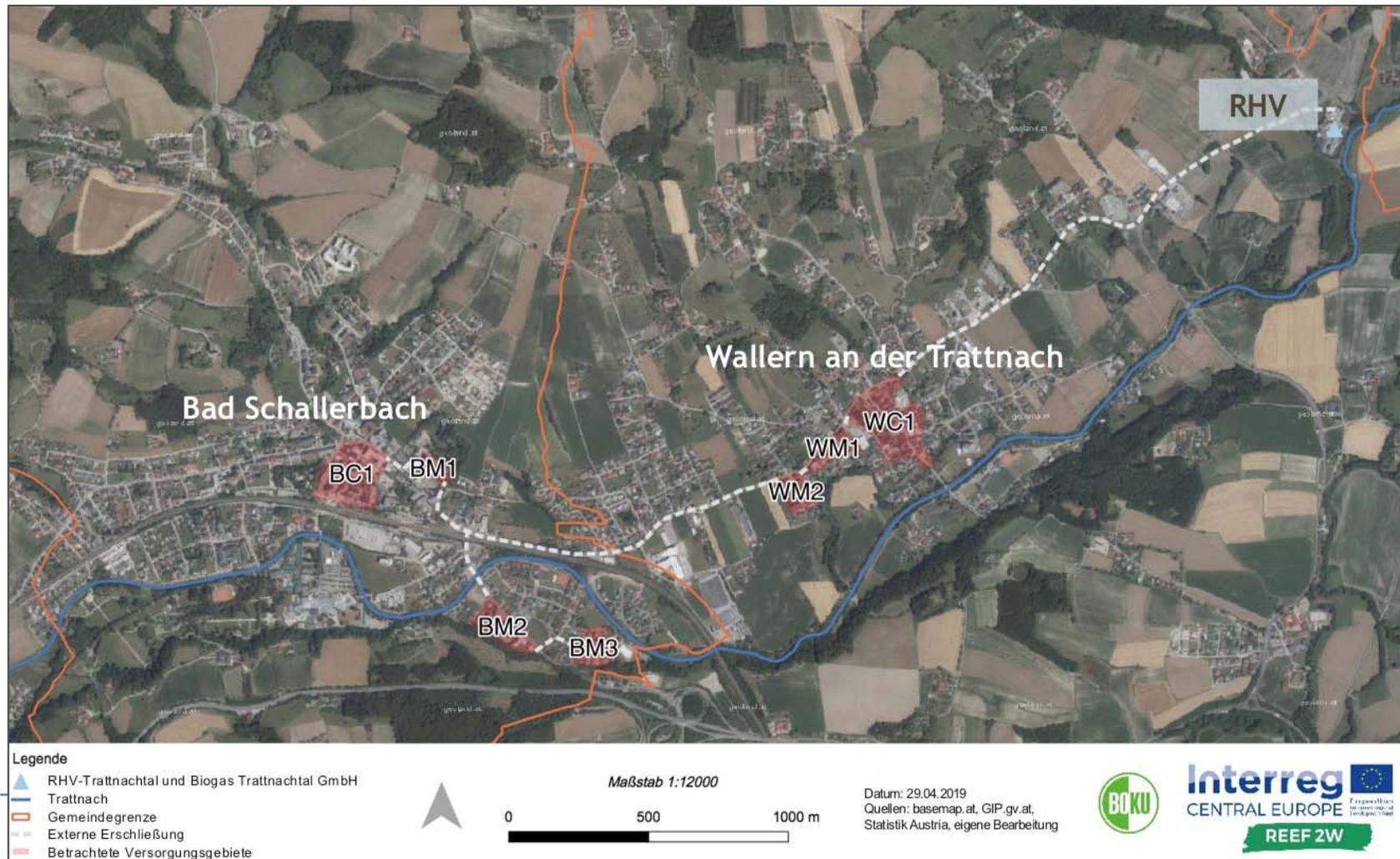


EXTERNE NUTZUNG - AUFBAU EINES WÄRMENETZES

- Die Einspeisung von Überschussstrom ins Stromnetz ist technisch einfach (aber ökonomisch nicht attraktiv).
- Die Einspeisung von Klärgas ins Erdgasnetz wird nicht weiter verfolgt (notwendige Reinigung).
- Externe Abgabe von Wärme erfordert genaue Analyse der Abnehmer:
 - Potenzielle Versorgungsgebiete
 - Mögliche Erschließung



- Fokus, auf der Identifizierung und Analyse potenzieller Wärmeabnehmer - sogenannter „Hotspots“ an Wärmesenken
- Gesamtwärmebedarf von ca. 12 GWh/a (ohne Industrie/Gewerbe)



- Rücksichtnahme auf natürliche und anthropogene Kriterien:
 - Flussverlauf der Trattnach oder die Bahntrasse südlich der Gemeinden sind Barrieren
 - Höhenunterschiede: Im Norden der beiden Gemeinden befindet sich eine stärkere Steigung im Gelände
- Innerhalb der Siedlungsgebiete ca. 2.500 m Fernwärmenetz.
- Verbindungen zwischen den Versorgungsgebieten ca. 4.000 m.
- → Wärmebelegungsdichte (MWh/a dividiert durch gesamte Fernwärmenetzlänge) knapp unter 2 MWh/m.a. Somit liegt der Wert im Rahmen der empfohlenen Werte nach Nussbaumer et al. (2017).



- Die Kläranlage des RHV Trattnachtal kann sich (besonders aufgrund von Kofermentation) schon jetzt elektrisch und thermisch selbst versorgen.
- Optimierungspotenzial wird bei der Faulturmdämmung sowie ganz besonders bei der energetischen Ressourcennutzung (speziell thermische Energie des Abwassers) gesehen
- Mittels Wärmepumpe im Ablauf der Kläranlage könnten bis zu 37,5 GWh/a Wärme gewonnen werden.
- Nahe gelegene Ortschaften könnten so umweltfreundlich mit Wärme versorgt werden. Eine erste Analyse zeigt, dass die Errichtung eines Netzes wirtschaftlich konkurrenzfähig sein kann.



- Universität für Bodenkultur Wien (BOKU):
 - Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG)
 - Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB)
- Österreichische Energieagentur (AEA)
- RHV Trattnachtal



Partners



Unioncamere
Veneto



adelphi

KOMPETENZENTRUM
Wasser Berlin



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING COOPERATION FORWARD

TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W - Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien

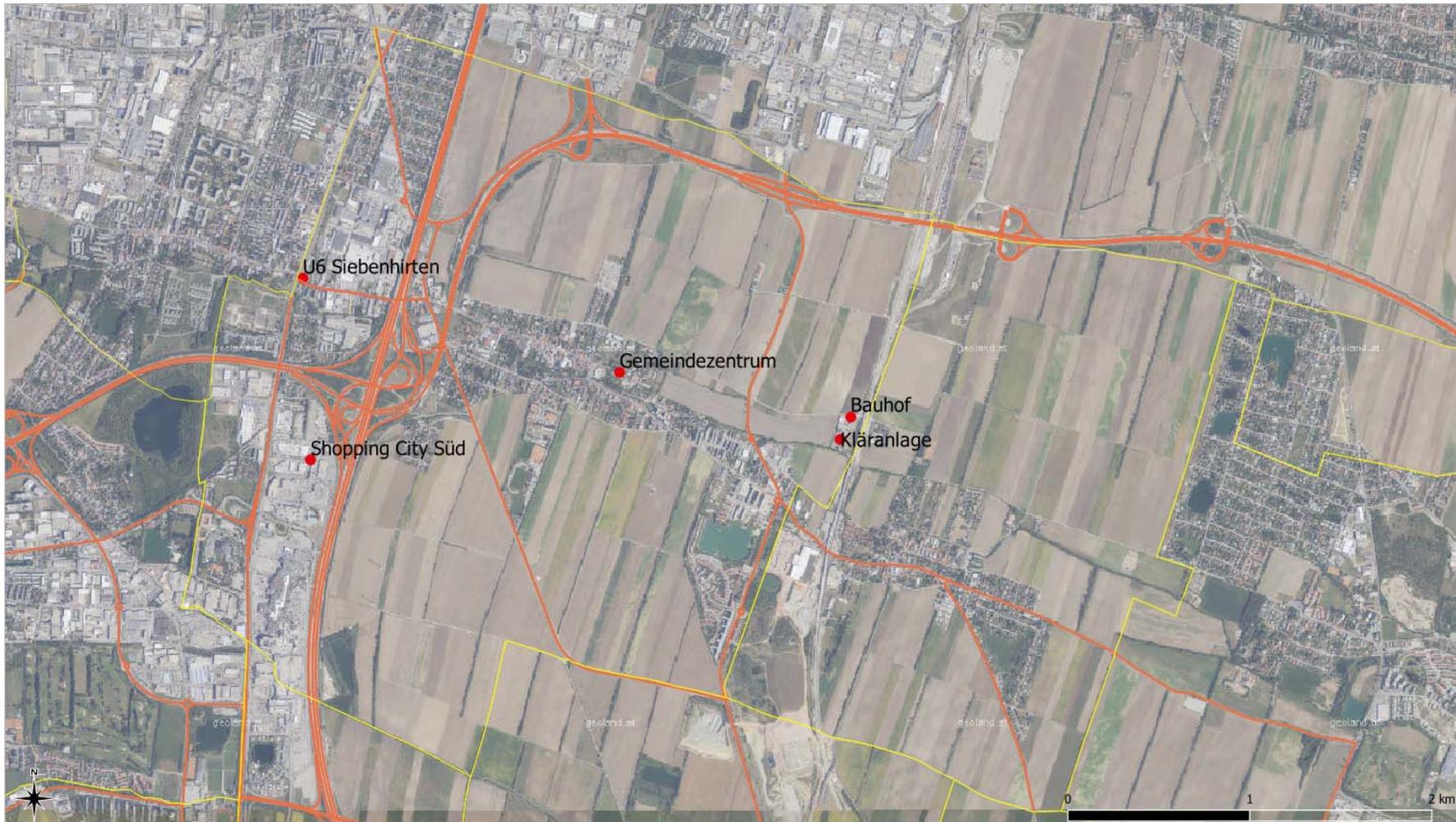


REEF2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf



M. Grunert, F. Kretschmer, G. Langergraber, T. Ertl

Gemeinde Vösendorf



Gemeinde Vösendorf

- Bevölkerungswachstum (39 % seit 2001)
- Klima- und Energie-Modellregion
- Vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien
- Energieautarkie bis 2030



Gemeinde Vösendorf

- Ausbau / Erweiterung der Kläranlage
- Verbesserung der Energieeffizienz der Kläranlage
- Energieversorgung der Kläranlage / Gemeinde durch erneuerbare Energien



Beschreibung der bestehenden Kläranlage

- Wasserrechtsbescheid (18.12.2000) 20.000 EW₆₀
- Einstufige Belebungsanlage mit aerober Schlammstabilisierung
- Mechanische Vorreinigung
- Vorklärbecken (288 m³)
- 2 Belebungsbecken (2 x 1800 m³)
- 2 Nachklärbecken (240 m³, 299 m³)
- Klärschlammverwertung: Deponierung



REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Vösendorf

- Untersuchung 1: Erweiterung der Kläranlage und Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung
- Untersuchung 2: Energiebereitstellung durch die erneuerbaren Energien Abwasserwärme und Klärgas
- Untersuchung 3: Energieversorgung

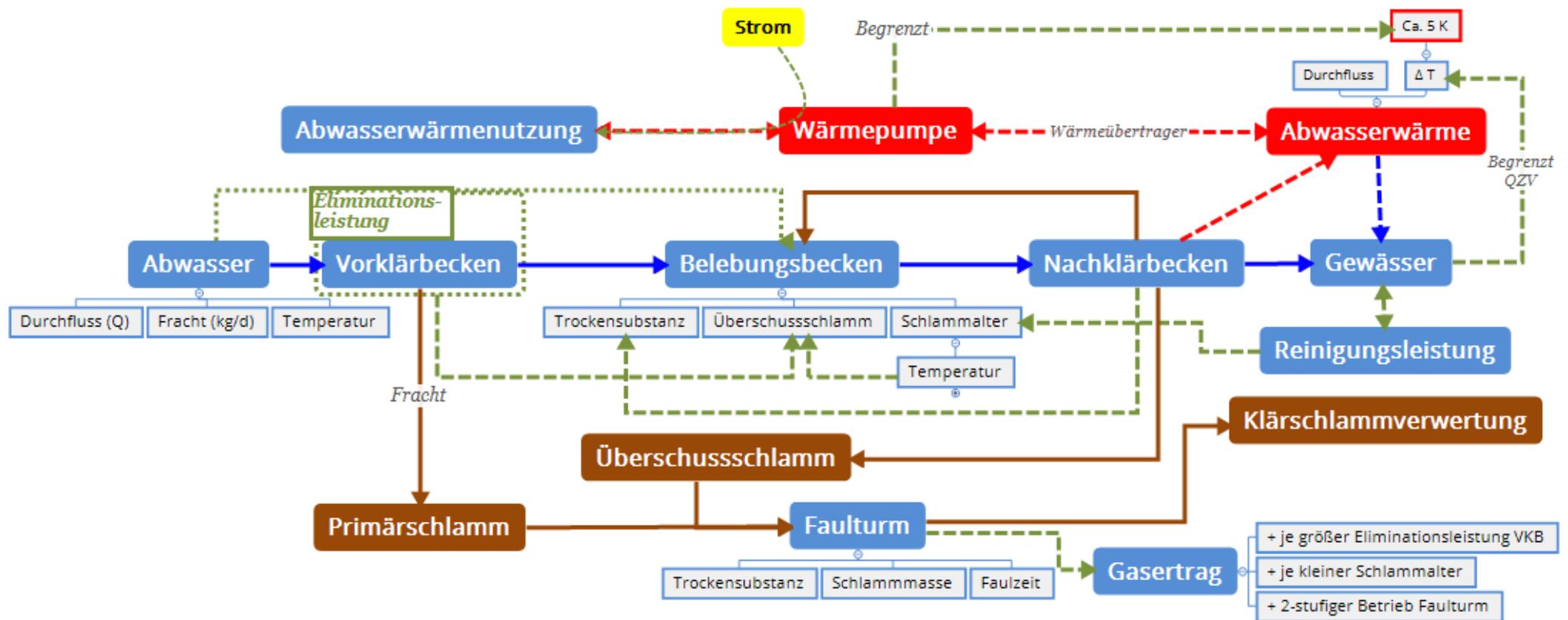


JG1

gzzobgz

Joachim Grunert; 19.11.2019

Fließschema der Kläranlage (vereinfacht)



Untersuchung 1: Faulturmstudie

- Jahresprotokolle (2005-2016)

Tagesfrachten	Q	BSB ₅	CSB	N _{ges}	P _{ges}
Menge bzw. Zulauf- frachten	4288 m ³ /d	739 kg/d	1884 kg/d	142 kg/d	15 kg/d
Menge/Fracht pro EW	200 l	60 g	120 g	11 g	1,8 g
Tagesfracht [EW]	21.400	12.300	15.700	12.900	8.100

- Wasserrechtsbescheid (18.12.2000) 20.000 EW₆₀
- 4300 m³/d Schmutzwassermenge



Untersuchung 1: Zukünftige Belastung

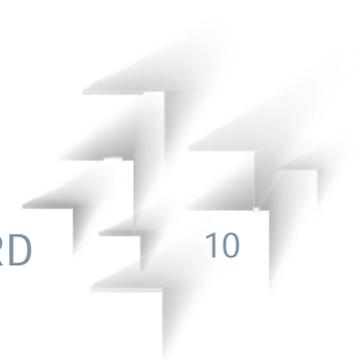
Tagesfrachten	Q	BSB ₅	CSB	N _{ges}	P _{ges}
Menge bzw. Zulaufkonzentrationen	6400 m ³ /d	209 mg/l	482 mg/l	39,3 mg/l	5,1 mg/l
Menge/Fracht pro EW	200 l	60 g	120 g	11 g	1,8 g
Tagesfracht [EW]	32.000	22.300	25.700	22.900	18.100

- Tagesfracht zukünftige Belastung = Mittelwert der Belastung (Faulturmstudie) + 10.000 EGW



Untersuchung 1: Kapazität Belebungsbecken (mittleren Eliminationsleistung)

Durchflusszeit Vorklärbecken Szenarium	0,75 - 1,0 h		
	Sommer	Bemessung	Winter
Abwassertemperatur [°C]	15	12	10
Erf. Schlammalter [Tagen]	9	12	15
Überschussschlammanfall [kg/d]	960	945	936
Erf. Belebungsbeckenvolumen [m ³]	2551	3369	4060



Untersuchung 1: Kapazität Belebungsbecken (große Eliminationsleistung)

Durchflusszeit Vorklärbecken Szenarium	1,5 - 2,0 h		
	Sommer	Bemessung	Winter
Abwassertemperatur [°C]	15	12	10
Erf. Schlammalter [Tagen]	10	13	16
Überschussschlammanfall [kg/d]	845	831	823
Erf. Belebungsbeckenvolumen [m ³]	2414	3186	3839



Untersuchung 1: Volumen Faulturm

- Faulturm einstufig: Volumen = 731 m³
 - Durchmesser ca. 10 m
- Faulturm zweistufig: Volumen = 512 m³ (2 x 256 m³)
 - Durchmesser jeweils. ca. 7 m
- Zylindrische Bauform H:D = 1
- Faulzeit 20 Tage (Einstufig), 14 Tage (Zweistufig)



Untersuchung 2: Energiebereitstellung Klärgasertrag

- Abschätzung des Klärgasertrags aus dem Schlammanfall
 - Leicht abbaubaren organischen Trockenmasse
 - Abbaugrad von $\eta_{\text{abb}} = 85 \%$
- a) 343 m³i.N./d (mittlere Eliminationsleistung VKB)
- b) 384 m³i.N./d (große Eliminationsleistung VKB)
- Methananteil von 2/3
 - a) 229 m³i.N. Methan
 - b) 256 m³i.N. Methan



Untersuchung 2: Energiebereitstellung Abwasserwärme

- Vom Wärmeübertrager bereitgestellte Wärme
 - Wärmemenge pro K Abkühlung
 - Gleichmäßige Verteilung des Bemessungsdurchflusses über den Tag
- a) 208 kW/K Abkühlung bei einem Durchfluss von 49,6 l/s
- b) 310 kW/K Abkühlung bei einem Durchfluss von 74,1 l/s



Untersuchung 3: Energieversorgung Kläranlageninterne Abwasserwärmenutzung

Faulturm 37 °C		Sommer	Winter	
Abwassertemperatur [°C]	T_{AW}	15	10	°C
Wärmebedarf Faulturm [kWh/d]	Q_F	1024	1440	kWh/d
Benötigte Nutzwärme Wärmepumpe (COP = 4,0)	$W_{WP,erf}$	43	60	kW
Benötigte Kapazität Wärmeübertrager	$W_{WP,erf}$	32	45	kW
Erf. elektrische Leistung Wärmepumpe	$W_{WP,erf}$	11	15	kW
Benötigte elektrische Energie	$P_{el.}$	264	360	kWh/d



Untersuchung 3: Energieversorgung Kläranlageninterne Abwasserwärmenutzung

- Wärmebedarf Infrastruktur Kläranlage und Bauhof: 912 kWh/d
- Benötigte Kapazität Wärmeübertrager: 61 kW
(COP = 5,0, Heizdauer 12 h/d)
- Erforderliche elektrische Leistung Wärmepumpe: 182 kWh/d
- Summe benötigte Kapazität Wärmeübertrager: 93 bis 106 kW
- Minimaler Durchfluss 22 bis 25 l/s ($\Delta T = 1 \text{ K}$)

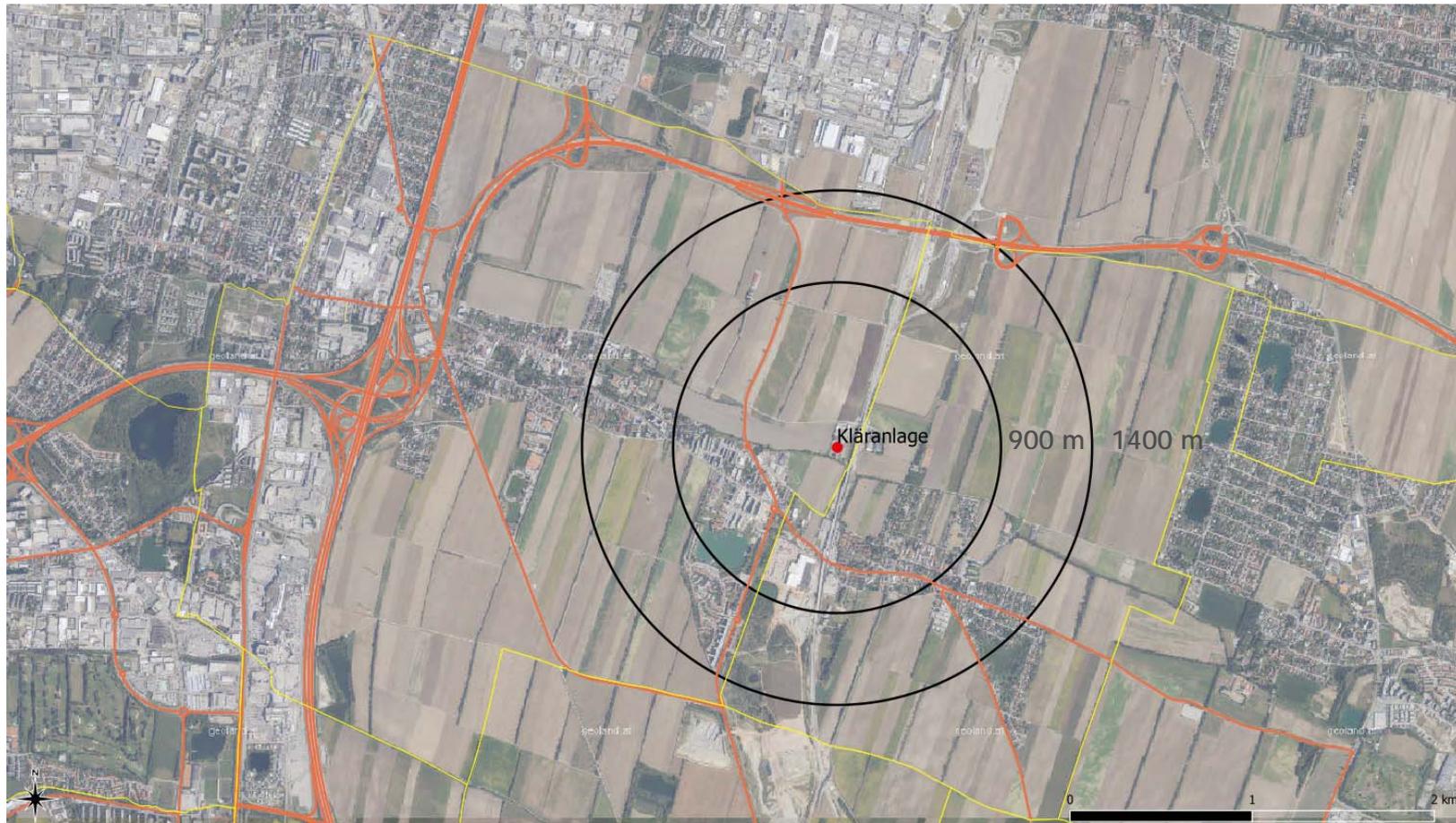


Untersuchung 3: Energieversorgung Kläranlagenexterne Abwasserwärmenutzung

- Maximale Entzugsleistung von 5 K
- Restliche Kapazität Wärmeübertrager: 900 bis 1400 kW
- Wirtsch. Distanz für die Fernwärmeleitung von 900 bis 1400 m
- Abdeckung Raumwärme:
 - 21.000 m² (Derz. durchschn. Raumwärmebedarf 121 kWh/m²*a)
 - 39.000 m² (Zuk. durchschn. Raumwärmebedarf 67 kWh/m²*a)



Untersuchung 3: Energieversorgung Bereich Kläranlagenexterne Abwasserwärmenutzung

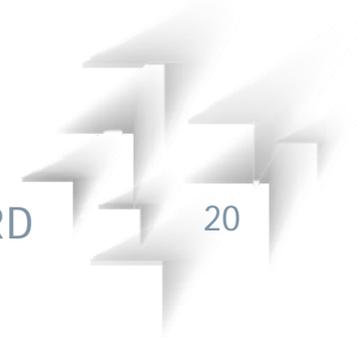


Untersuchung 3: Energieversorgung Nutzungsmöglichkeiten Klärgas

- Nutzung Kraft-Wärme-Kopplung (z.B. BHKW)
 - $P_{\text{elektrisch}} = 756 \text{ bis } 846 \text{ kWh/d}$ ($\eta_{\text{elektr.}} = 33 \%$)
 - $P_{\text{thermisch}} = 1145 \text{ bis } 1281 \text{ kWh/d}$ ($\eta_{\text{therm.}} = 50 \%$)
 - Intern (Back-up) oder extern (Gasleitung)
- Kraftstoff
 - Fahrzeuge
 - Betrieb Wärmepumpe
- Einspeisung Gasnetz



- Vorhandene Kapazität im Belebungsbecken ausreichend für die Erweiterung inkl. Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung
- Thermisches Potential im Ablauf deckt den Wärmebedarf des Faulturms und der Kläranlageninternen Infrastruktur
 - Untersuchung der Durchflussminima
 - Auslegung der Wärmepumpe (Faulturm, Raumwärme)
- Neues Potential für die Klärgasnutzung
- Thermisches Potential im Ablauf für die externe Versorgung
 - Identifizierung der Abnehmer (Wärmemenge, Temperatur, Entfernung)
 - Temperaturentzug Ablauf Kläranlage - Temperatur Vorfluter (QZV)



ENDE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Partners



Unioncamere
Veneto



adelphi

KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING COOPERATION FORWARD

TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W -Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien



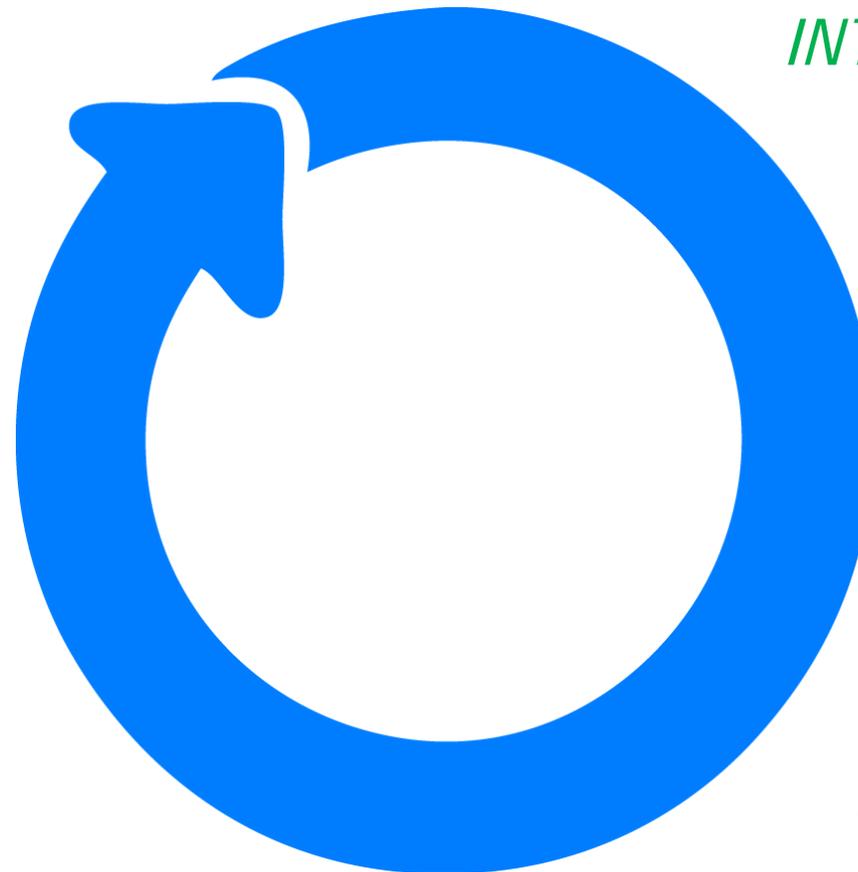
REEF 2W Vorstudie - Fallbeispiel Kapfenberg



B. Hrdy, G. Neugebauer, G. Langergraber, T. Ertl, F. Kretschmer

Energieraumplanung (extern)

INTEGRATION

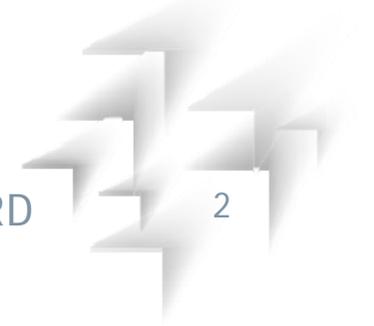


*Öffentlichkeits-
beteiligung*
(extern)

INTERAKTION

Technik
(intern)

PRODUKTION



Grundlegendes



Pariser Klimaabkommen

EU-Strategien -

Klima- und Energiepaket 2020

Rahmen für die Klima- und Energiepolitik 2030

Roadmap 2050

Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (EU 2018/2001)



EU Strategien

3 maßgebende Kriterien -

Reduktion der Treibhausemissionen

Erhöhung der Energieeffizienz

Steigerung des Anteils an Energie aus erneuerbaren Energiequellen
(20-32-55% bis 2050)



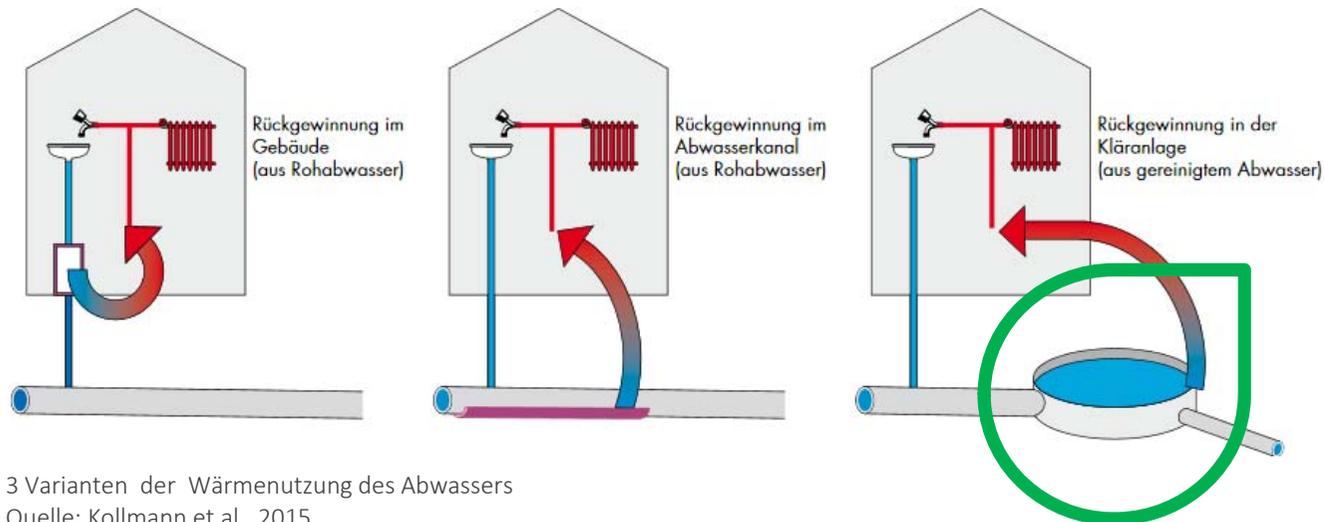
Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen

< 1. „Energie aus erneuerbaren Quellen“ oder „erneuerbare Energie“ Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Energiequellen, das heißt *Wind, Sonne (Solarthermie und Photovoltaik), geothermische Energie, Umgebungsenergie, Gezeiten-, Wellen- und sonstige Meeresenergie, Wasserkraft, und Energie aus Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas* [...]

2. „*Umgebungsenergie*“ natürlich vorkommende thermische Energie und in der Umwelt innerhalb eines begrenzten Gebiets angesammelte Energie, die in der Umgebungsluft, mit Ausnahme von Abluft, oder in Oberflächengewässern oder *Abwässern* gespeichert sein kann > (EU 2018/2001)



Energie aus Abwasser

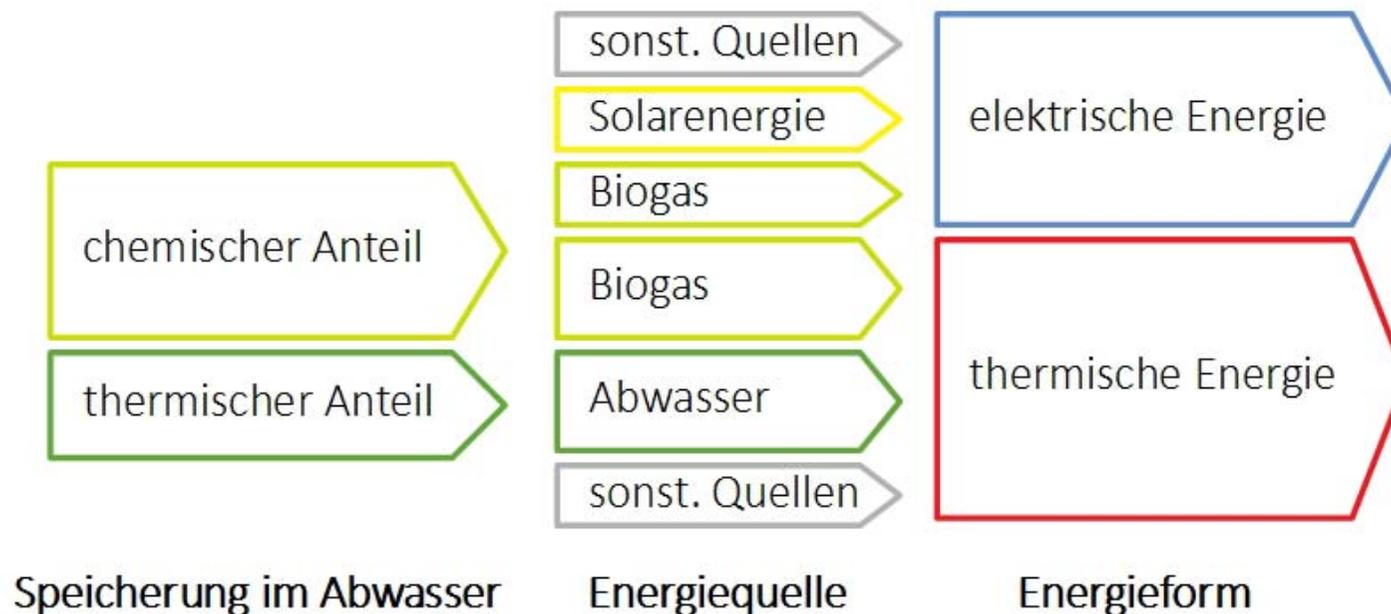


3 Varianten der Wärmenutzung des Abwassers
Quelle: Kollmann et al., 2015

- a) keine negativen Auswirkungen auf die biologische Abwasserreinigung in der Kläranlage
- b) die Abwassermenge im Ablauf ist konstant (der Temperaturgradient ist im Ablauf der Kläranlage zwar klein, jedoch ist die Abwassermenge verhältnismäßig groß und stabil)
- c) für den Vorfluter positiv im Sinne des ökologischen Gewässerzustandes (Probleme für Fauna entstehen bei zu hohen Temperaturen)

Energieströme

Im Abwasser ist Energie in **chemischer (organischer Kohlenstoff)** oder **thermischer Form (Wärme)** gespeichert (Frijns et al., 2013).



Übersicht der Energiequellen und Energieformen auf einer Kläranlage mit bestehender Klärschlammfäulung (symbolische Darstellung der Größen und Verhältnisse)

Kläranlage Mürz IV (Kapfenberg)



Quelle: basemap adaptiert (2019)

Status quo -
2 Faultürme zur
Klärgaserzeugung inkl. BHKW
PV-Anlage

in Planung -
zusätzliche Nutzung von
Solarenergie (PV/ PVT)
Wärmeenergie aus dem
Abwasser



Rahmenbedingungen - Mürz IV (Kapfenberg)

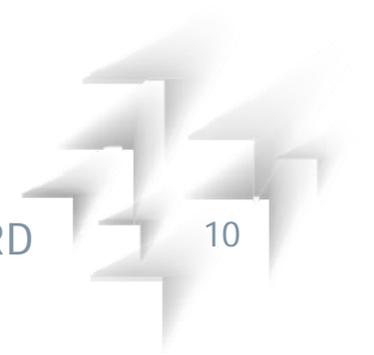
- a) **Interesse der Akteure** (ARA-Betreiber Wasserverband Mürzverband, Stadtwerke Kapfenberg und Stadtgemeinde Kapfenberg)
- b) **gesetzliche Rahmenbedingungen** (Raumordnungsgesetz, Energiekonzept zur Örtlichen Entwicklung) für **eine Integration energie- und klimarelevanter Aussagen** in der **örtlichen Raumplanung**
- c) Umsetzung des **Sachbereichskonzepts Energie** für die Stadtgemeinde Kapfenberg
- d) die **infrastrukturelle und bauliche Maßnahmen** (Fernwärmenetz, Wohnkomplex Riverside, Renovierung weiterer drei benachbarter Wohnblöcke)

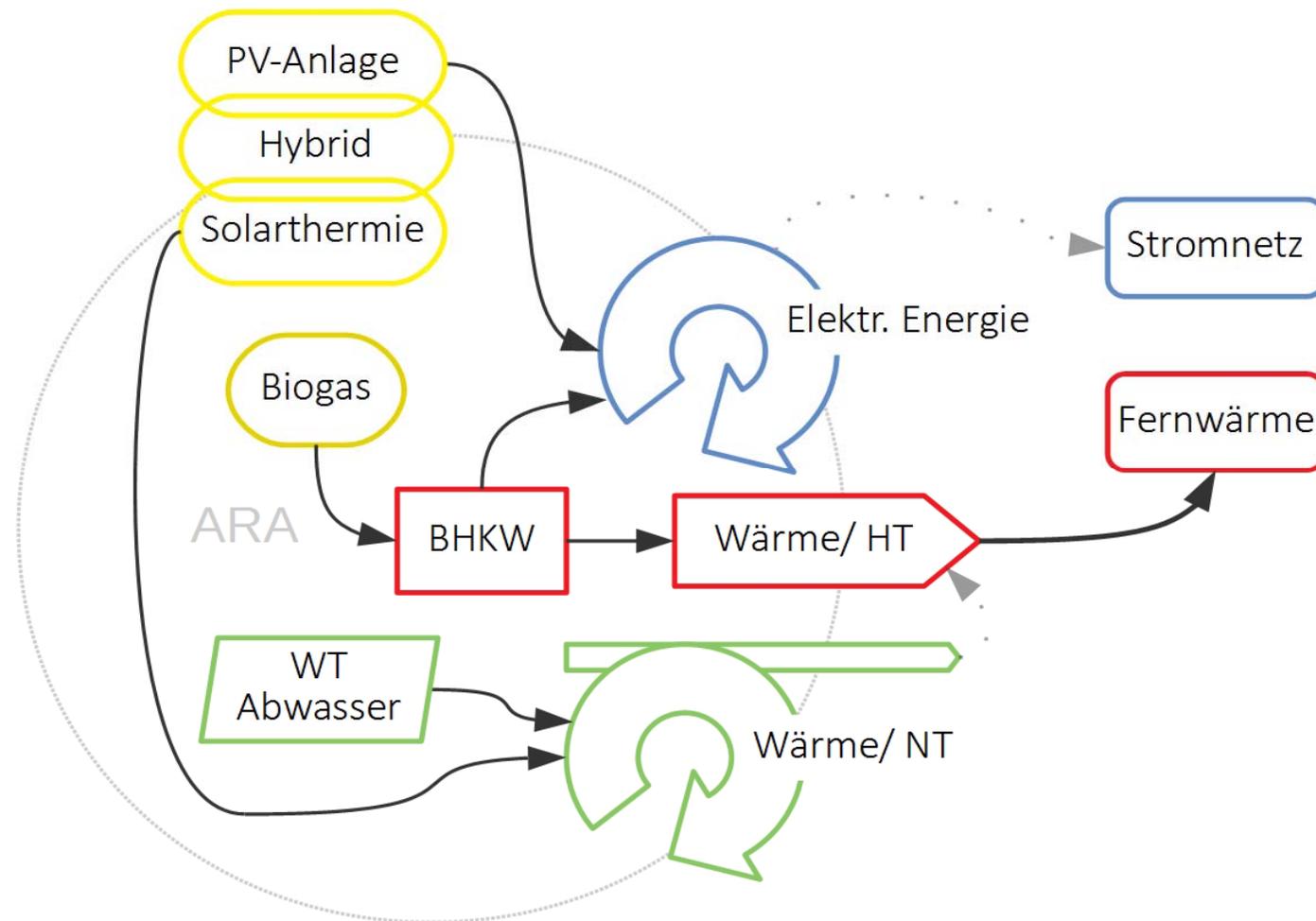


Technik

technische Optimierung - Integration der techn. Möglichkeiten
in ein bestehendes System

Zusammenspiel von **Energieeffizienz** (Gebäudesanierung etc.)
und Maximierung der **Energieproduktion** unter gleichzeitiger
Berücksichtigung der Kosten





Überblick über die Energieströme und deren interne bzw. externe Nutzung - Summe der Möglichkeiten für ARA Kapfenberg



Grundlegendes



Europäisches Raumentwicklungskonzept (EUREK)

< Strategien für eine nachhaltige Entwicklung von Landschaften und Bewertung des landschaftlichen Potentials zur Ausschöpfung erneuerbarer Energien >
(EUREK 1999)

Österreichisches Raumentwicklungskonzept (ÖREK)

< Energieautarke Regionen (regionalisierte Energiebereitstellung) > (ÖREK 2011)

Steiermärkisches Raumordnungsgesetz (StROG 2010)

< h) unter Berücksichtigung sparsamer Verwendung von Energie und vermehrtem Einsatz erneuerbarer Energieträger, > (§ 3 (2) Abs. 2, StROG 2010)

Sachbereichskonzept Energie



Energieraumplanung

Integration der ARA als Energiezelle in ein Energieraumkonzept, d.h.

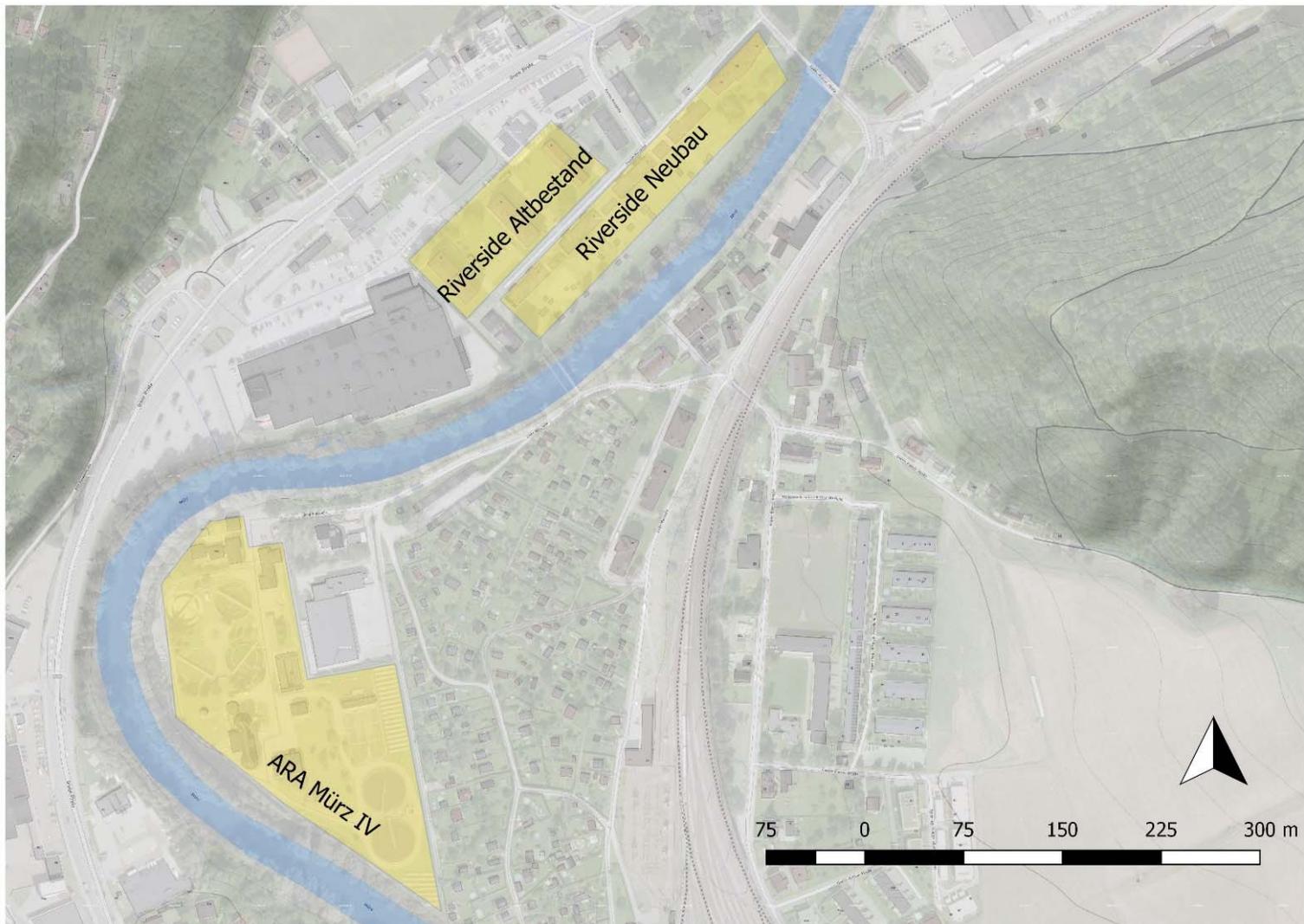
- a) Maximierung der Energieproduktion/ Energieeffizienz (Dichte)
- b) Anbindung an die regionale Energieversorgung (Funktionsmischung)
 - Energiebedarf (Wärme) und geographische Nähe

Vorarbeit - **Sachbereichskonzept Energie** (Stadtgem. Kapfenberg)

in Absprache mit den Stadtwerken Kapfenberg - Bau von Hackschnitzelanlage am Gelände der ARA + **Fernwärmeleitung**

Wärmeabnehmer - Wohnkomplex "Riverside" + zusätzlich 3 sanierte bestehende Wohnblöcke





Ausschnitt Kläranlage und Wohnkomplex, Stadtteil Diemlach (Kapfenberg) entstanden auf Basis von basemap (die dargestellten Gebäude entsprechen nur teilweise dem Status Quo) - Quelle: basemap (2019)



Rahmenbedingungen - Öffentlichkeitsbeteiligung



Aarhus-Konvention

EU-Richtlinien

Richtlinie über die Beteiligung der Öffentlichkeit (EU 2003/35/EG)

Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000/60/EG)

AT-Umsetzung

Wasserrechtsgesetz (WRG, BGBl 1959/215)



Öffentlichkeitsbeteiligung

- a) Kommunikation und damit auch ein Mittel zur **Konsensbildung/ Konfliktlösung** (Probleme können dadurch im Vorfeld ausgeräumt werden)
- b) **Bewusstseinsbildung** und damit auch ein Instrument, das gesellschaftliche Akzeptanz fördert (Raum für sachliche Argumentation)
- c) **Wissensaustausch** und damit auch die Chance lokales Vorwissen in der Planung zu berücksichtigen





Startseite

Info-Veranstaltung "Wärme aus Abwasser"

*Einladung
zur Informationsveranstaltung mit Workshop*

Wärme aus Abwasser

Interessieren Sie sich für Klimaschutz?
Womit wird meine Wohnung geheizt?
Wo kommt meine Wärme, wo mein Warmwasser her?

Informationsveranstaltung mit Workshop
am Mittwoch dem, 11. September 2019
Beginn 18:30 Uhr
Saal der Freiwilligen Feuerwehr Diemlach
Gustav-Kramer-Straße 8, 8605 Kapfenberg

 [Datei herunterladen \(208 KB\) - .PDF](#)

Ankündigung der Informationsveranstaltung in Diemlach, Kapfenberg
Quelle: Website der Stadtgem. Kapfenberg (09/2019)



Schriftl. Umfrage zu Themenclustern (Klimaschutz, Energie aus Abwasser, Energieraumplanung) - die Befragten, die vorbeigekommen sind, sind interessiert und informiert

Problem - **Bewußtseinsbildung** vs. geringes Interesse/ fehlgeschlagene Kommunikation

(oft Mittel zum Zweck der Konfliktlösung, ist jedoch mehr)

Handlungsspielraum bezüglich dessen wie sie ausgelegt und umgesetzt werden kann **offen**

Projekt selbst und dessen Hauptakteuren bestimmen, welche Form der Öffentlichkeitsbeteiligung gewählt und wie sie genutzt wird



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Partners



Unioncamere
Veneto



adelphi

KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING COOPERATION FORWARD

TAKING
COOPERATION
FORWARD



REEF2W -Increased renewable energy and energy efficiency by integrating, combining urban wastewater and organic waste management system

Abwasserwirtschaft im ländlichen Raum 2019 | 20. November 2019 | Wien



REEF 2W - Ausblick und Umsetzung in Österreich



F. Kretschmer, G. Neugebauer, G. Langergraber

REEF 2W Ergebnisse und nationale/internationale Erfahrungen -
(thermische) Energie aus Abwasser interessante Option

Abwasserwärme - Potenzial von rund 3 TWh im Kläranlagenablauf

Umsetzung der Energiewende - vorhandenes Potenzial nicht länger
unberücksichtigt lassen



Anlagenrealisierungen

Wien: Abwasserwärmenutzung im Kanal - Beheizung und Kühlung der Betriebsgebäude von Wien Kanal

Innsbruck: Abwasserwärmenutzung im Kanal - Beheizung und Kühlung der Betriebsgebäude der Innsbrucker Kommunalbetriebe

Amstetten: Abwasserwärmenutzung im Kanal - Beheizung und Kühlung des Betriebsgebäudes der Stadtwerke

Weiz: Abwasserwärmenutzung im Ablauf der Kläranlage - Beheizung und Kühlung eines Bürogebäudes und eines Autoschauhauses



Fallstudien

REEF 2W Fallstudien (Wallern, Kapfenberg, Vösendorf)

Projektkonsortium Abwasserenergie - www.abwasserenergie.at
(Freistadt, Fritzens, Gleisdorf)

Wien Energie - Potenzialanalyse über gesamtes Kanalnetz

Holding Graz und TU Graz - Abwassertemperaturmodell entwickelt



bisherige Aktivitäten vor allem auf Initiative von lokalen Akteuren

Etablierung von Abwasser als erneuerbare Energiequelle auf Landes- bzw. Bundesebene:

- Information
- Investment
- Institution(alisierung)



INFORMATION

Abwassernutzung für kläranlagenexterne Energieversorgung betrifft viele Akteursgruppen (AWU, EVU, Gemeinde, Energieabnehmer)

unterschiedliches Wissen und Bewusstsein in Bezug auf die Möglichkeiten der energetischen (thermischen) Abwassernutzung

Nutzung von unterschiedlichen Informationspfaden/-quellen

akteursgruppenspezifische Informationen über die richtigen Kanäle bereitstellen



INVESTMENT

zeitlich begrenzte Förderungen als Katalysator, wirtschaftlicher Betrieb der Anlagen von zentraler Bedeutung

erfolgreiche Umsetzungen als Demonstrationsanlagen für Bewusstseinsbildung (Information)

thermische Abwassernutzung auf Bundesebene derzeit nicht förderfähig (auf Landesebene tlw. schon) → EU RL 2018/2001 - Abwasser als erneuerbare Energiequelle anerkannt (Wärmeinhalt)

privater Sektor (EVU, Energieabnehmer) auch ein möglicher Investor



INSTITUTION(ALISIERUNG)

rechtlicher/technischer Rahmen - Gesetze und Leitfäden

- EU RL 2018/2001 (Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen) Meilenstein für Etablierung
- steirisches Raumordnungsgesetz - Sachbereichskonzept Energie - energie- und klimarelevante Festlegungen im örtlichen Entwicklungskonzept der Gemeinden
- ÖROK Ergebnispapier zur Energieraumplanung (Abwasser als ungenutztes Potenzial explizit erwähnt)



INSTITUTION(ALISIERUNG)

organisatorischer Rahmen - zentrale Anlaufstelle

- ÖWAV Ausschuss „Energie aus Abwasser - Abwasserwärmenutzung in öffentlichen Kanalisationen) seit 2018
 - Arbeitsbehelf
 - Vorevaluierung möglicher Standorte
 - Nachweisführung in Bezug auf Auswirkungen auf Kanal- und Kläranlagenbetrieb bzw. Gewässerschutz
 - rechtlicher Rahmen (Energieentnahme, Wasserrecht)
- Projektkonsortium REEF 2W bzw. Abwasserenergie
 - Universität für Bodenkultur Wien
 - Österreichische Energieagentur



Abwasser kann Beitrag zu einer klimafreundlichen, lokalen und diversifizierten Energieversorgung leisten

Bisherige Umsetzungen eher aufgrund lokaler Initiativen und nicht aufgrund eines regionalen/nationalen Masterplans

akteursbezogene Informationen über die passenden Kanäle

zeitlich begrenzte Förderungen und private Investments

rechtlicher/technischer Rahmen (Gesetze/Regelwerke) und zentrale (Anlauf-)Stelle für Koordination und gezielte Aktivierung



DANKSAGUNG

Das Projekt REEW 2W wird im Rahmen der INTERREG Central Europe Programms mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung gefördert (Projektnummer: CE946). Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung.

Projektbeginn: 1.6.2017

Projektende: 31.5.2020

Website: www.interreg-central.eu/reef-2w

Abschlusskonferenz: 29. April 2020, Venedig



Partners



Unioncamere
Veneto



adelphi

KOMPETENZENTRUM
Wasser Berlin



Reinholdungsverband Trattnachtal
Biogas Trattnachtal GmbH



UNIVERSITY OF
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
PRAGUE



REGIONALNA
ENERGETSKA
AGENCIJA
SJEVEROZAPADNE
HRVATSKE



ZAGREBAČKI
HOLDING d.o.o.



TAKING COOPERATION FORWARD