

ABWASSER ALS ENERGIEQUELLE

ABWASSER ZUM HEIZEN UND KÜHLEN – POTENZIAL, UMSETZUNG UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Fortlaufend entstehen neue Anlagen zur Abwasserwärmenutzung. Tatsächlich sind die Potenziale sehr gross. Doch wie steht es mit der Umsetzung? Welche Erfahrungen wurden in der Praxis gemacht? Wie sieht es mit der Wirtschaftlichkeit aus? Welche Einsatzmöglichkeiten bestehen überhaupt? Diesen Fragen wird im Artikel nachgegangen. Auch wird aufgezeigt, was Kläranlagenbetreiber, Gemeinden, Kantone oder Bund beitragen können, um der Abwasserenergienutzung zum Durchbruch zu verhelfen.

Ernst A. Müller*, InfraWatt
Martin Dietler, EBM

RÉSUMÉ

LES EAUX USÉES, UNE SOURCE D'ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT

Les exploitants d'installations de traitement font un grand effort pour protéger l'environnement; grâce à eux, nous pouvons nager dans des eaux propres. Pour remplir cette tâche, les usines de traitement exigent cependant beaucoup d'énergie. Cette consommation d'énergie peut cependant être compensée car, outre de précieuses matières premières telles que le phosphore, beaucoup d'énergie peut être récupérée à partir des eaux usées. Il ne s'agit pas seulement de l'utilisation du gaz des eaux d'égouts pour produire de l'électricité et de la chaleur mais aussi de la teneur en chaleur des eaux usées. Le potentiel de chaleur dans les eaux usées est bien supérieur au potentiel des gaz d'épuration; un bâtiment sur six pourrait en effet être chauffé en Suisse avec de la chaleur résiduelle des eaux usées. Comme le montre le rapport dressé sur la base de l'expérience, la technologie a fait ses preuves depuis des décennies et s'avère économique pour les grands bâtiments dans le domaine des usines de traitement des eaux usées ou des canaux collecteurs. En outre, l'utilisation de la chaleur résiduelle des eaux usées est financée par les cantons et par KliK. L'utilisation de la chaleur provenant de l'eau d'égout brute est soumise à autorisation, de sorte que les besoins des exploitants d'installations d'égout et de traitement des eaux usées soient toujours pris en considération.

EINLEITUNG

SCHWEIZ SPIELT FÜHRENDE ROLLE

Im Cleantech-Bereich der Abwasserenergienutzung ist die Schweiz weltweit führend. Kein anderes Land hat mehr Referenzen an realisierten Anlagen vorzuweisen. Diese Spitzenposition hat dazu geführt, dass diverse Schweizer Experten sogar in die Arbeitsgruppe des Deutschen Abwasserfachverbandes DWA [1] aufgenommen wurden. Auch wurden dank des erfolgreichen Umsetzungsprogramms von EnergieSchweiz InfraWatt-Fachleute für die Leitung von Initialisierungsprogrammen in verschiedenen Bundesländern beauftragt [2]. Weiter sind sie an zahlreichen Forschungsprogrammen im Inland, in Deutschland und Österreich [3] beteiligt.

UNGENUTZTES POTENZIAL

Dennoch erachtet der Direktor vom Bundesamt für Energie (BFE), *Walter Steinmann*, die ungenutzten Potenziale der Abwasserenergie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden nach wie vor als sehr gross. Auch findet er, dass die Entwicklung selbst in der Schweiz erst am Anfang stehe (vgl. *Aqua & Gas* 6/15). Seine Ansicht wird von einer neuen Studie [4] unterstützt. Diese zeigt auf, dass z.B. Information und Beratung weiter verstärkt

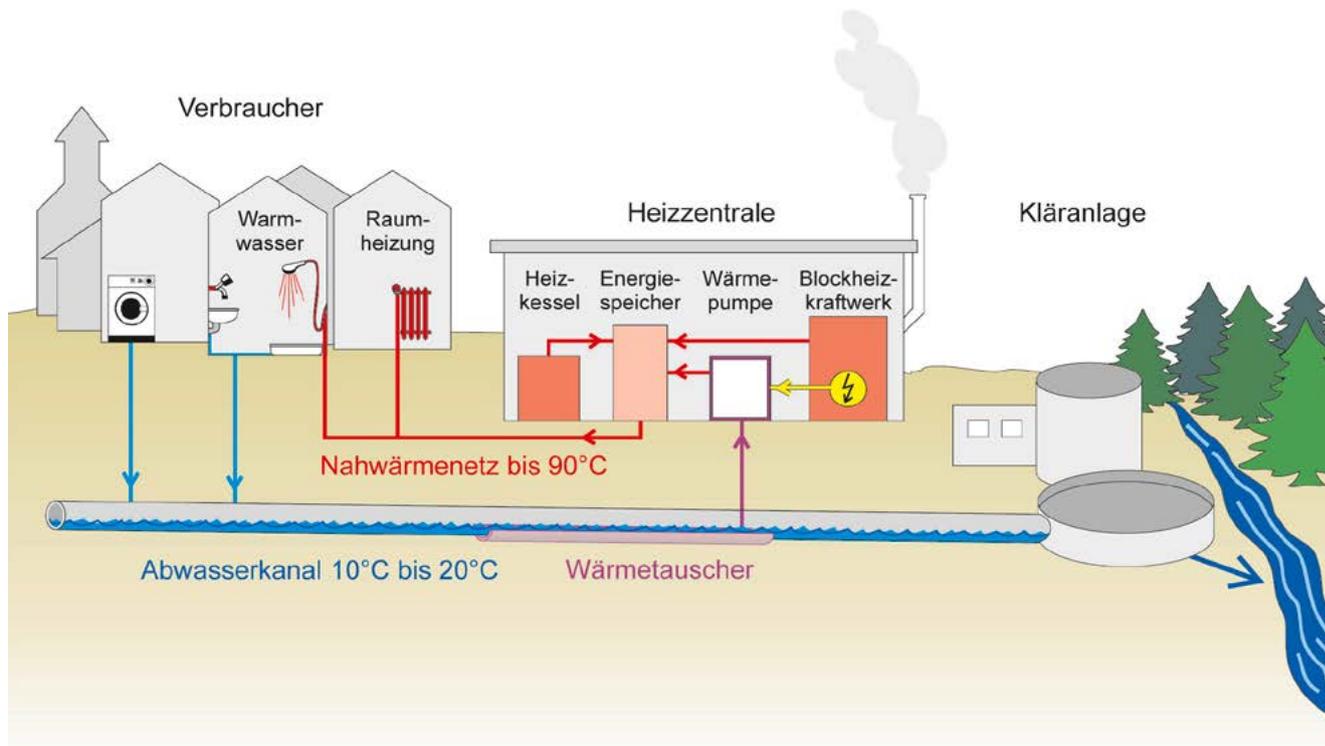
* Kontakt: info@infrawatt.ch

AKTIVITÄTEN ZUR FÖRDERUNG VON ABWASSERENERGIE

- Um den Bekanntheitsgrad von Abwasserenergie zu fördern und konkrete Standorte flächendeckend zu ermitteln, lanciert InfraWatt im Auftrag von EnergieSchweiz vermehrt Initialisierungsprogramme in Zusammenarbeit mit den Kantonen.
- Die Energierichtpläne sind ein geeignetes Instrument zur optimalen Planung der Nutzung ortsgebundener Energiequellen. Dabei sollen zukünftig auch Standorte zur Abwasserwärmenutzung überall aufgenommen

und die Umsetzung von den Gemeinden vermehrt vollzogen werden.

- Auf politischer Ebene wird ein Risikogarantiefonds zum Aufbau von Nah- und Fernwärme und der Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Wärme und damit auch für die Abwasserenergie gefordert.
- Nicht zuletzt können aber auch die Kläranlagenbetreiber selber aktiv werden, so wie es unter anderem *Roland Boller* in Arbon oder *Michael Kaspar* beim Flughafen Zürich/Kloten gemacht haben [4].



Prinzip der Wärmerückgewinnung aus Abwasser [5]

Box 1

werden müssen, und dass insbesondere bei grossen Projekten, selbst wenn eine Kläranlage oder grössere Sammelkanäle in der Nähe liegen, die Abwasserwärmenutzung häufig zu spät ins Spiel kommt. Dies aus dem einfachen Grund: Die Energiequelle Abwasser oder die lokal geeigneten Standorte sind noch zu wenig bekannt.

Box 1 führt auf, welche Aktivitäten zur Steigerung der Umsetzung der Abwasserenergie unternommen werden müssen.

EINSATZKRITERIEN FÜR ABWASSERWÄRMENUTZUNG

Am einfachsten lässt sich die Abwärme aus dem Abwasser im eigenen Haus zurückgewinnen (*inhouse*). Allerdings lässt sich damit aber nur einen Teil des Wärmebedarfes für die Wassererwärmung abdecken und nicht den gesamten Heizenergiebedarf. Selbst Mieter haben die Möglichkeit, bei ihrer Dusche eine Wanne vom System *Joulia* einzubauen und damit bis zur Hälfte der Wärme aus dem Warmwasser zurückzugewinnen. Bei Objekten mit einem grösseren Wasserverbrauch lässt sich das gesamte Abwasser eines Gebäudes zur Wärmerückgewinnung

nutzen und nicht nur das Duschwasser. Um den gesamten Heiz- und Warmwasserbedarf für ein Gebäude abdecken zu können, braucht es somit Abwasser von mehreren Gebäuden, aus einem grösseren Kanal oder noch besser von einer Kläranlage. Dabei ist zunächst zu prüfen, ob ausreichend Abwasser vorhanden ist und die Abnehmer einen minimalen Wärmebedarf aufweisen und nicht zu weit von der Energiequelle entfernt liegen (vgl. Box 2). Von Vorteil ist, dass mit Wärmepumpen Gebäude nicht nur beheizt, sondern auch gekühlt werden können, falls dies der Gewässerschutz zulässt.

Die überbrückbare Distanz von der Kläranlage oder dem Sammelkanal zu den Wärmeabnehmern ist grösser als vielfach angenommen. So liegt z. B. die Gemeinde Jegenstorf mehr als 2 km von der Kläranlage entfernt (Fig. 1), trotzdem ist eine Fernwärme mit Abwasser wirtschaftlich; sie wird realisiert, da die Wärmeabgabe entsprechend gross ist (1,9 MW). Als Erfahrungswert gilt pro 1 kW Wärmeleistungsbedarf der Abnehmer eine überbrückbare Distanz mittels Fernwärme von 1 m, bei 200 kW also ca. 200 m oder bei 2000 kW rund 2000 m. Sobald sich aber die Grabarbeiten z. B. in überbauten Gebieten verteuern, verkür-

KRITERIEN AN ABNEHMER

- minimaler Wärmebedarf von rund 100 kW
- ein Einzelgebäude oder Verbund mehrerer Gebäude in Gebieten hoher Wärmedichte
- bestehende Gebäude und Neubauten
- Distanz zur Energiequelle: pro 1 kW Wärmebedarf bis zu 1 m Distanz möglich

KRITERIEN AN ENERGIEQUELLE ABWASSER

- Kläranlagengrösse: mindestens rund 3000 Einwohnerwerte
- bestehende oder neue Kanäle mit mindestens 10 l/s Trockenwetter im Tagesmittel
- Bewilligung von Kanton und ARA-/Kanalbetreiber

Box 2 Einsatzkriterien für Abwasserwärmenutzung aus Kanal oder Kläranlage

zen sich diese wirtschaftlich machbaren Distanzen.

GEEIGNETE STANDORTE**SYSTEMATISCHE ERMITTLUNG**

Dank modernen GIS-Instrumenten lassen sich potenzielle Abnehmer für die Abwasserenergie rasch und mit vertretbarem Aufwand ermitteln und auf Karten lokali-

sieren. Mit diesen GIS-Karten kann InfraWatt für alle Gemeinden in der Schweiz ermitteln, ob die Abwasserwärmenutzung Potenzial hat und prüfenswert ist.

ZUSAMMENARBEIT MIT KANTONEN

Im Kanton Solothurn wurden mit dem Amt für Umwelt mit solchen GIS-Karten rund um die Kläranlagen geeignete Siedlungsgebiete ausgemacht. Auch der Kanton Aargau hat ein Initialisierungsprogramm mit InfraWatt gestartet. Dabei arbeiten beim Kanton die Energie- und Gewässerschutzabteilung Hand in Hand, um beide Umweltaspekte zu berücksichtigen. Einerseits wird die nutzbare Wärme aus dem Abwasser ermittelt, immer unter Berücksichtigung der Anforderungen des jeweiligen Kläranlagenbetriebes. Andererseits werden geeignete Siedlungsgebiete für den Aufbau eines Wärmeverbundes mit den GIS-Karten lokalisiert. Anschliessend werden die Gemeinden mit interessanten Potenzialen kontaktiert.

Im Gespräch mit den Gemeinden werden die lokalen Kenntnisse aufgenommen und geeignete Standorte für eine Abwasserwärmenutzung identifiziert. Um Projekte auszulösen, werden an die-

sen Standorten in einem ersten Schritt Machbarkeitsstudien durchgeführt (Box 3). Diese können durch regionale Ingenieurbüros mit Erfahrungen im Auftrage der Gemeinde erstellt werden, wobei die Energiefachstellen im Kanton AG und SO einen finanziellen Beitrag an die Studien leisten.

MACHBARKEITSSTUDIE ZUR ABWASSER-ENERGIEENTZUG

- nutzbares Wärmeangebot aus Abwasser (Kanal oder Kläranlage)
- Abnehmer: geeignete Gebäude, Wärme- und allenfalls Kältebedarf
- kalte oder warme Fernwärme, Standort Heizzentrale, Leitungsführung
- Wärmegewinnung aus Abwasser: Standort, Typ und Dimensionierung der Wärmetauscher
- Heizzentrale: Dimensionierung der Wärmepumpe(n), Spitzenkessel, allenfalls Blockheizkraftwerk
- Investitionen, Betriebskosten (Energie, Unterhalt/Wartung), Wirtschaftlichkeit
- übersichtlicher Bericht mit Empfehlung, Besprechung mit Auftraggeber

Box 3

BEIZUG VON CONTRACTOREN

Aufgrund der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie kann entschieden werden, ob eine Realisierung weiter verfolgt werden soll. Da häufig mehrere Bauherren betroffen sind, stellt sich die Frage, wer die Finanzierung und die Verantwortung übernehmen soll. Heutzutage werden vor allem bei einem Wärmeverbund häufig Contractoren beigezogen. Sie übernehmen die Planung, den Bau und den Betrieb, suchen die Wärmeabnehmer und verhandeln mit diesen. Die Contractoren kommen auch für die Investitionen auf und verkaufen - wie bei einer klassischen Fernwärme - die Wärme an die Abnehmer. Ein grosser Vorteil ist, dass ein Contractor ausgewählt werden kann, der die notwendige Erfahrung und das Know-how für den Aufbau eines Wärmeverbundes mit Abwasser mitbringt.

KONTINGENTE ZUR WÄRMENUTZUNG AUS ROHABWASSER

In der Schweiz erteilen die Kantone die gewässerschutzrechtlichen Bewilligungen für die Abwasserenergienutzungen

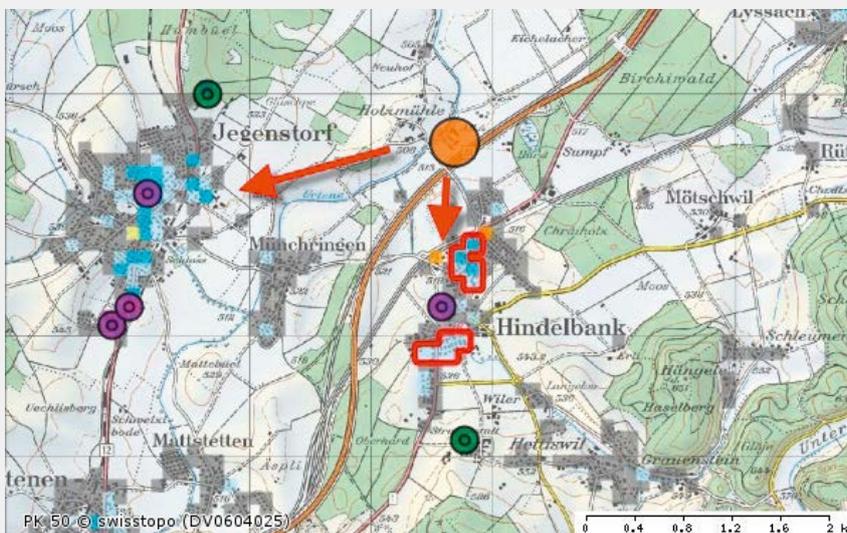


Fig. 1 Die Kläranlage liegt bis zu 2 km entfernt von den beiden Abwasserwärmenutzungsanlagen. Oranger Kreis: Heizzentrale auf ARA Moossee-Urtenenbach mit 5 MW Wärmeleistung, Wärmepumpe, Klärgas-BHKW, Spitzenkessel

Strang nach Jegenstorf: 1,9 MW, 7 Kunden, Distanz zur ARA 2,2 km, Inbetriebnahme 2015
Strang nach Hindelbank: 1,8 MW, 57 Anschlüsse, 1 km zur ARA, Inbetriebnahme 2013

L'usine de traitement est située à env. 2 km des deux installations de récupération de la chaleur des eaux usées. Cercle orange: Centrale de chauffage à la STEP Moossee-Urtenenbach avec production thermique de 5 MW, pompe à chaleur, cogénération de gaz d'épuration, chaudière de charge de pointe.

Tronçon après Jegenstorf: 1,9 MW, 7 clients, distance à la STEP: 2,2 km, en service en 2015
Tronçon après Hindelbank: 1,8 MW, 57 branchements, distance à la STEP: 1 km, en service en 2013
(Quelle: Localnet AG und InfraWatt)

vor der ARA in Absprache mit dem ARA-Betreiber. Dabei wird auch untersucht, welche Reduktion der Abwassertemperatur im ARA-Zulauf zulässig ist, damit die Reinigungsleistung der ARA nicht beeinträchtigt bzw. keine unzulässige Erhöhung der Frachten des temperatursensibelsten Parameters, also des Ammoniums ($\text{NH}_4\text{-N}$), bewirkt wird. Bei den bisher realisierten Projekten konnten noch keine Auswirkungen bzw. Verringerungen der Reinigungsleistung festgestellt werden.

LEITFADEN

Die Spezialisten der *Ryser Ingenieure AG* haben zur Bestimmung von sogenannten Kontingenten im Auftrage des Awel und in Zusammenarbeit mit der Eawag einen Leitfaden erstellt [6]. Gestützt auf diesen Leitfaden und jüngsten Erkenntnissen wird in Deutschland das Merkblatt DWA-M 114 überarbeitet. Der Vorsitzende dieser Arbeitsgruppe, der Schweizer *Beat Kobel*, empfiehlt deshalb für die Wärmegewinnung aus Rohabwasser auch für die Schweiz eine Bagatellgrenze von 0,5 Kelvin generell bei allen Kläranlagen festzulegen, sofern diese die Einleitbedingungen für Ammonium und allenfalls weitere Parameter einhalten. Diese Gren-

ze bzw. das Kontingent kann erhöht werden, wenn vertiefte Analysen zeigen, dass an dieser ARA keine Beeinträchtigungen des Kläranlagenbetriebes zu befürchten sind. Dabei sei auf folgende Punkte hingewiesen:

- Die Temperatur ist nicht die allein entscheidende Kenngrösse für die Ablaufwerte. Bei vielen ARA werden die Einleitgrenzwerte für Ammonium auch bei Temperaturen deutlich unter 10 °C immer klar eingehalten (Bsp. ARA Falkenmatt, Fig. 2). Eine Nitrifikation ist also auch bei tieferen Abwassertemperaturen meistens gewährleistet.
- Die Grenzwerte im Awel-Leitfaden wurden eher zu streng angesetzt, wie die Praxis nun gezeigt hat. Werden die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Werte gemäss den Angaben im Awel-Leitfaden berechnet, so liegen sie an untersuchten Kläranlagen viel höher als die tatsächlich gemessenen Werte. Somit können die Kontingente höher angesetzt werden als bislang.
- Der Temperatureinfluss wird durch folgende Faktoren nochmals vermindert:
 - Bei grösseren Entfernungen erwärmt sich das abgekühlte Abwasser im Kanal wieder.
 - Durch die Fremdwasserreduktion erhöht sich die Abwassertemperatur.

- Die Wassertemperaturen der Flüsse in der Schweiz sind gemäss Bafu um ca. $0,5\text{ °C}$ pro Dekade angestiegen und die weitere Erhöhung der Lufttemperaturen wird indirekt auch zu höheren Abwassertemperaturen führen.

PRAXISERFAHRUNGEN MIT VERSCHIEDENEN SYSTEMEN

Nachfolgend werden die Erfahrungen von *Martin Dietler*, Abteilungsleiter Wärmeprojekte von *EBM*, bei Planung, Bau und Betrieb von zahlreichen Anlagen mit ungereinigtem und gereinigtem Abwasser zusammengefasst. Die Firma *EBM* aus Münchenstein betreibt neben der klassischen Stromversorgung 200 Wärmeanlagen in der Schweiz und in Frankreich.

UNGEREINIGTES ABWASSER – INHOUSE

System

Für die Abwasserenergienutzung wird ein Schacht gebaut, in dem das Abwasser gesammelt und die Wärme entzogen wird. Dies kann über einen Rohrbündel-Wärmetauscher geschehen, der direkt im Schacht eingebaut wird oder über einen externen, selbstreinigenden Plattenwärmetauscher.

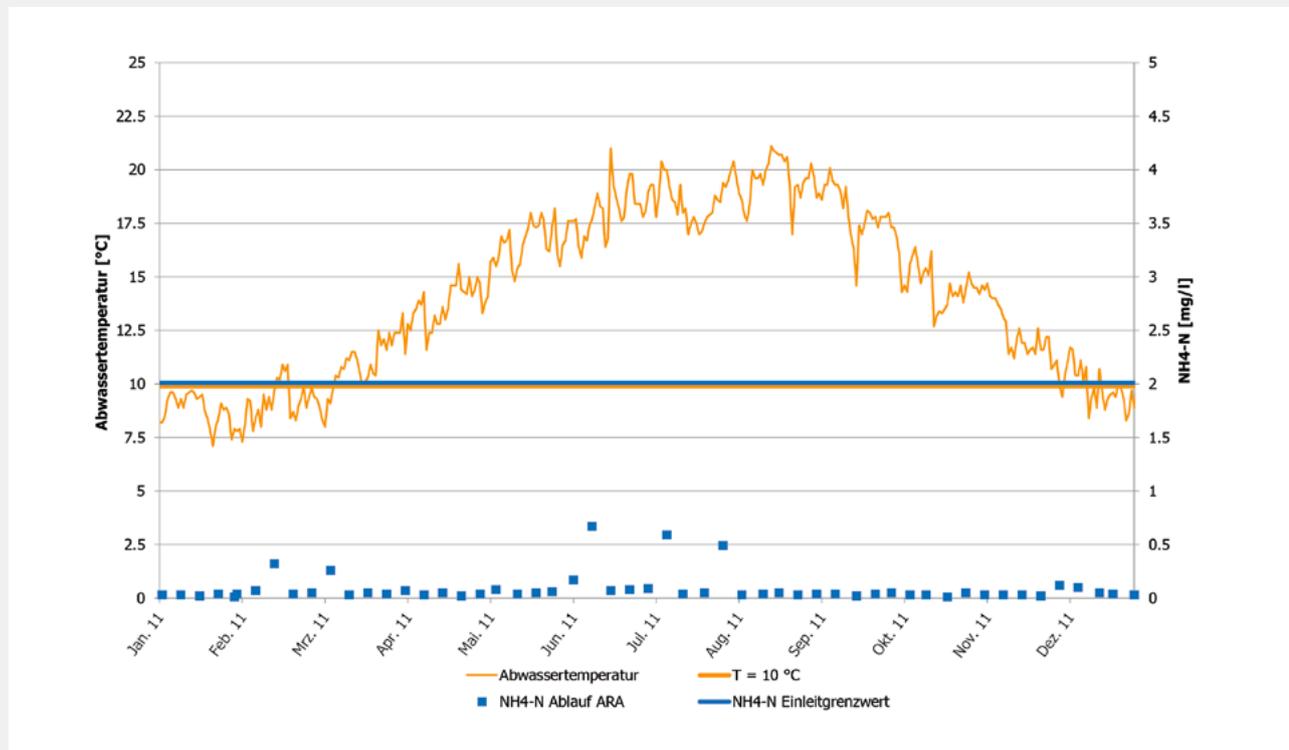


Fig. 2 Abwassertemperaturen und $\text{NH}_4\text{-N}$ -Werte der ARA Falkenmatt 2011. Die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen bleiben deutlich unter den geforderten $2,0\text{ mg/l}$, obwohl die Abwassertemperaturen im Winter über längere Zeit unter 10 °C liegen (Quelle: Ryser Ingenieure AG)

Températures des eaux usées et valeurs $\text{NH}_4\text{-N}$ de la STEP Falkenmatt 2011. Les concentrations de $\text{NH}_4\text{-N}$ restent bien en dessous de $2,0\text{ mg/l}$ requis, bien que les températures des eaux usées soient en hiver en dessous de 10 °C pendant une longue période

Vorteile

Die Anlage kann auf das Objekt zugeschnitten werden. Die Schwierigkeit, mehrere Parteien und Kunden für ein solches Projekt zu gewinnen, entfällt. Zudem braucht es keine Bewilligung. Die bisher gesammelten Betriebserfahrungen zeigen, dass die Systeme erstaunlich wartungsarm sind.

Nachteile

Der Bau solcher Anlagen ist bei bestehenden Gebäuden aufwendiger, weshalb sie vor allem bei Neubauprojekten angewendet werden. Das erschwert die Dimensionierung, da keine Angaben über die Belegung (Einzelperson oder Familie) bzw. die Abwassermenge zur Verfügung stehen. Es eignen sich nur Gebäude mit einem grösseren Wasserbedarf (über ca. 10 m³ pro Tag), also Heime, Hotels, Wohnsiedlungen etc. Das Wärmeangebot ist beschränkt.

Beispiel

- Wohnüberbauung «Le Pont Dornach – Arlesheim»
- Objekt: Urbane Wohnsiedlung mit Gewerbeflächen, Baujahr 2011
- Art der Wärmeerzeugung: Holzpelletfeuerung 240 kW und Abwasser-Wärmepumpe 80 kW als Grundlast
- Systemhersteller Abwasserwärmenutzung: Feka (Fig. 3)



Fig. 3 Einbau der Wärmetauscher in den Schacht einer Wohnüberbauung zur Abwasserwärmerückgewinnung im eigenen Gebäude
Installation de l'échangeur de chaleur dans le puits d'un bâtiment résidentiel pour la récupération de chaleur des eaux usées (Foto: Feka)

UNGEREINIGTES ABWASSER – DIREKT AUS DEM KANAL

System

In die Sole eines Abwasserkanals (Sammelkanal) wird ein Rinne-wärmetauscher eingebaut. Dieser entzieht dem darüber fließenden Abwasser die Wärme für die Wärmepumpe (Fig. 4).

Vorteile

Das System der Wärmerückgewinnung ist wartungsfrei, wenn der Wärmetauscher richtig dimensioniert wird – unter Berücksichtigung des zu erwartenden Biofilmes. So reicht die periodische Reinigung des Kanals aus, die der Kanalbetreiber ohnehin durchführt. Da keine mechanischen Teile vorhanden sind und die Elemente aus Edelstahl gefertigt werden, kann mit einer sehr langen Lebensdauer gerechnet werden. In der Schweiz sind Wärmetauscher seit über 30 Jahren in Betrieb.



Fig. 4 Wärmegewinnung aus dem Abwasserkanal am Beispiel Hirschgraben in der Stadt Luzern

Récupération de chaleur du conduit d'égout de Hirschgraben, par exemple, dans la ville de Lucerne (Foto: ewl)

Nachteile

Nicht überall lassen sich in der Nähe von Sammelkanälen geeignete Abnehmer finden und damit das verfügbare Potenzial ausschöpfen. In überbauten Gebieten kann der Bau von Leitungen recht teuer sein, sodass die Gebäude nicht zu weit vom Kanal entfernt liegen dürfen. Die Trockenwassermenge muss ausreichend sein: mindestens 10 l/s im Tagesmittel. Die grundsätzlich berechtigten, aber bislang oft übertriebenen Bedenken der ARA-Betreiber sind zu berücksichtigen. Auch braucht es eine Bewilligung vom Kanton. Der Einbau von Elementen in den Abwasserkanal ist mit dem Kanalbetreiber abzusprechen und erfordert sein Einverständnis.

Beispiel

- Wärmeversorgung Binningen AG
- Objekt: Bestehender Wärmeverbund in einer Vorortgemeinde der Stadt Basel, Baujahr 2001
- Art der Wärmeerzeugung: 2 gasbetriebene Blockheizkraftwerke, 1 Wärmepumpe mit Nutzung von Bachwasser (nur Sommerbetrieb), 1 Wärmepumpe mit Nutzung von Abwasser aus dem Sammelkanal, 1 Gaskessel (Mittellast) und 2 Ölkessel (Spitzenlast), Gesamtleistung 5 MW

UNGEREINIGTES ABWASSER – WÄRMETAUSCHER AUSSERHALB KANAL

System

Aus dem Sammelkanal wird ein Teilstrom des Rohabwassers entnommen und einem Schacht, der neu gebaut wird, zugeführt. Dort werden Feststoffe abgesiebt und das Abwasser wieder dem Kanal zugeführt.

Vorteile

Der Zugang für den Kanalbetreiber für die Wartung des Kanals ist einfach, die Eingriffe im Kanal sind minim.

Nachteile

Der Aufwand für den Bau des Schachtes und der gesamten Installationen sowie der Platzbedarf im Gebäude sind gemäss einer neuen Studie beträchtlich [4], sodass dieses System für kleinere Objekte weniger geeignet ist. Zudem braucht es eine fachkompetente Wartung.

Beispiel

- Wintower in Winterthur (Fig. 5)
- Objekt: Bürogebäude mit 22 000 m², Erstellung Abwasserwärmenutzung 2011
- Art der Wärmeerzeugung: Abwassermenge 501/s, Wärmeleistung der Wärmepumpe 585 kW, Kälteleistung 840 kW
- gemäss Hersteller stabiler Betrieb seit Inbetriebnahme



Fig. 5 Wärmetauscher ausserhalb des Kanals beim Wintower in Winterthur von Picatech Huber AG

Échangeur de chaleur à l'extérieur du conduit près de la Wintower à Winterthur (Foto: Hunziker Betatech AG)

GEREINIGTES ABWASSER – NACH ARA

System

Im Nachklärbecken der Kläranlage wird gereinigtes Abwasser über einen externen Wärmetauscher geführt und abgekühlt. Das Wasser wird in den Auslauf oder zurück in das Nachklärbecken geleitet.

Vorteile

Auf der ARA stehen grosse Mengen an Abwasser zur Verfügung und das Abwasser kann weiter abgekühlt werden (auf ca. 4 °C),

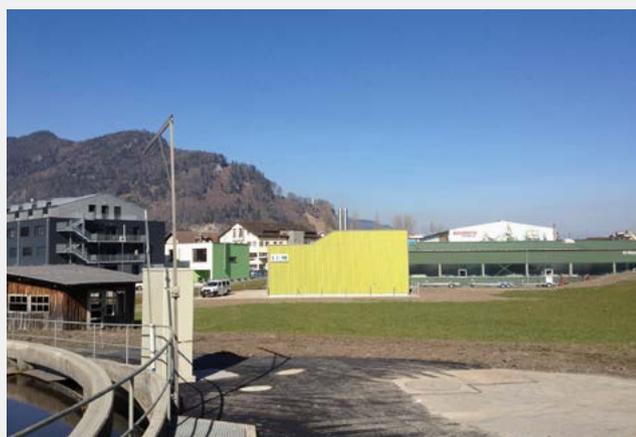


Fig. 6 Ein Blick über den Zaun der Kläranlagen zeigt, ob in der Umgebung grössere Bauten liegen, welche sich für eine Abwasserwärmenutzung nach der ARA eignen, wie hier in Stansstad

Une vue sur la grille des installations de traitement des eaux usées indique s'il y a des bâtiments plus grands appropriés pour une utilisation de la chaleur des eaux usées conformément à la STEP, comme ici à Stansstad (Foto: EBM)

sodass das Wärmeangebot viel grösser ist als vor der ARA und die Versorgung von grossen Verbunden möglich macht. Das Abwasser kann in unüberbauten Gebieten als kalte Fernwärme mit kostengünstigen Kunststoffrohren zu weit entfernten Abnehmern transportiert werden.

Nachteile

Gereinigtes Abwasser ist nicht gleich Sauberwasser, die verbleibenden Rückstände führen zu Verschmutzung der Wärmetauscher. Oft baut sich in kurzer Zeit ein Biofilm auf, der mittels mechanischen oder chemischen Mitteln periodisch beseitigt werden muss. Dieser zusätzliche Betriebsaufwand und der verschlechterte Wärmeübergang müssen bei der Planung bzw. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt werden.

Beispiel

- Wärmeverbund Stansstad (Fig. 6)
- Objekt: Wärmeverbund mit einer grossen Zahl von Bauten, vor allem Wohnungen, Baujahr 2012
- Art der Wärmeerzeugung: 2 Wärmepumpen mit Nutzung von gereinigtem Abwasser, je 650 kW, 2 Ölkessel zur Spitzen- und Notversorgung, je 1500 kW

WEITERE ANWENDUNGEN

Brüdenwasser auf der Kläranlage

Aus dem Brüdenwasser, das beim Ablauf des Faulturmes anfällt, kann Wärme entzogen und der Faulturn beheizt werden. Auf der ARA Bern können die Wärmetauscher damit eine Heizleistung von 1,1 MW generieren.

Nutzung Industrieabwasser

In der Schweiz fallen bei manchen Industriebetrieben grössere Kühl- oder Abwassermengen z. T. mit hohen Temperaturen an. Diese erlauben einen sehr effizienten Einsatz von Wärmepumpen. In Rheinfelden AG wird z. B. die Abwärme aus dem Produktionsprozess der Brauerei Feldschlösschen genutzt, um mit einem Wärmeverbund rund 200 benachbarte Liegenschaften zu beheizen.

WIRTSCHAFTLICHKEIT, FINANZIERUNG, FÖRDERUNG

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Wirtschaftlichkeit ist von vielen Parametern abhängig. Bei der Abwasserenergienutzung sind – im Vergleich zur Öl- oder Gasheizung – die Anfangsinvestitionen höher, die Energie- und Betriebskosten hingegen tiefer. Über die Lebensdauer betrachtet, liegen die gesamten Wärmegestehungskosten heute bei der Abwasserwärme gemäss den Erfahrungen von Martin Dietler von EBM an zahlreichen Projekten zwischen 0 und 20% über denjenigen konventioneller Heizungen.

Bei Neubauten ist die Situation noch günstiger, da keine rein fossilen Lösungen mehr zulässig sind. Unter diesen Umständen ist die Wärmenutzung aus Abwasser also durchaus ebenbürtig zu fossilen Energien.

Die Auswertungen von zwölf Machbarkeitsstudien im Rahmen des Initialisierungsprogrammes in Baden-Württemberg kommen zum ähnlichen Schluss wie die EBM in der Schweiz. Die meisten Anlagen sind bereits ohne Förderung und ohne Energiepreisteuerung gegenüber den konventionellen Heizungen über

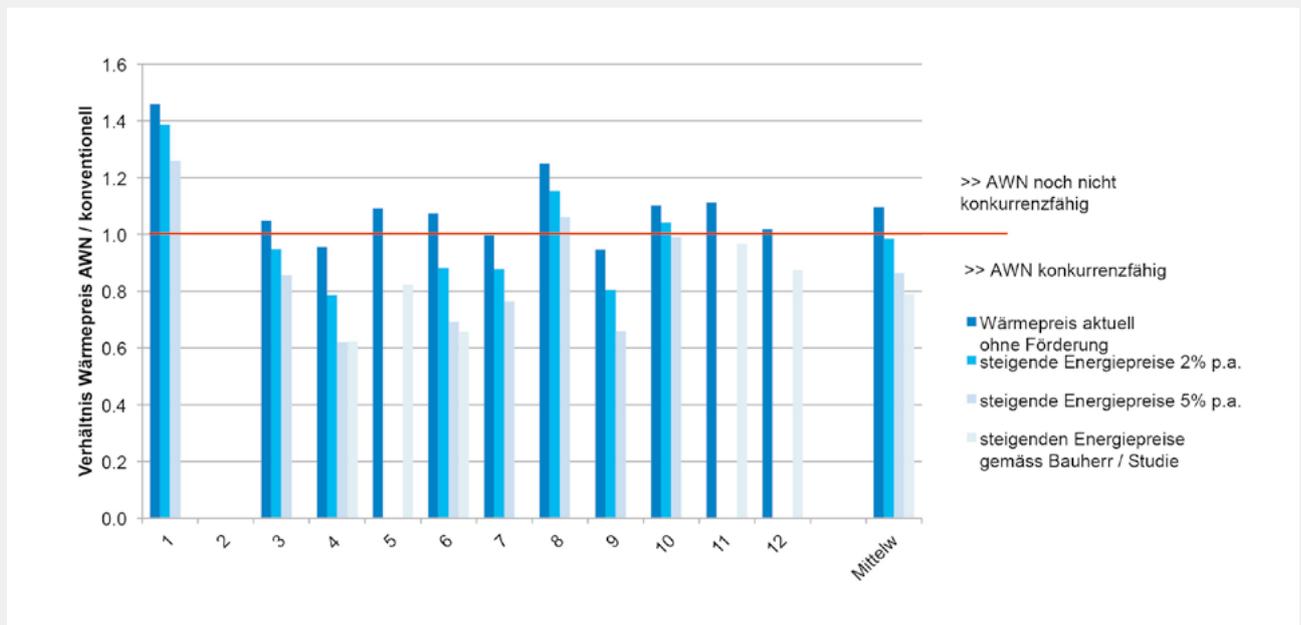


Fig. 7 Auswertung von zwölf Machbarkeitsstudien aus Baden-Württemberg: Abwasserwärmenutzung ist bei grösseren Objekten im Vergleich zu konventionellen Heizungen wirtschaftlich konkurrenzfähig

Évaluation de douze études de faisabilité dans le Bade-Wurtemberg: l'utilisation de la chaleur résiduelle des eaux usées est économiquement compétitive pour les objets les plus grands par rapport aux systèmes de chauffage conventionnels

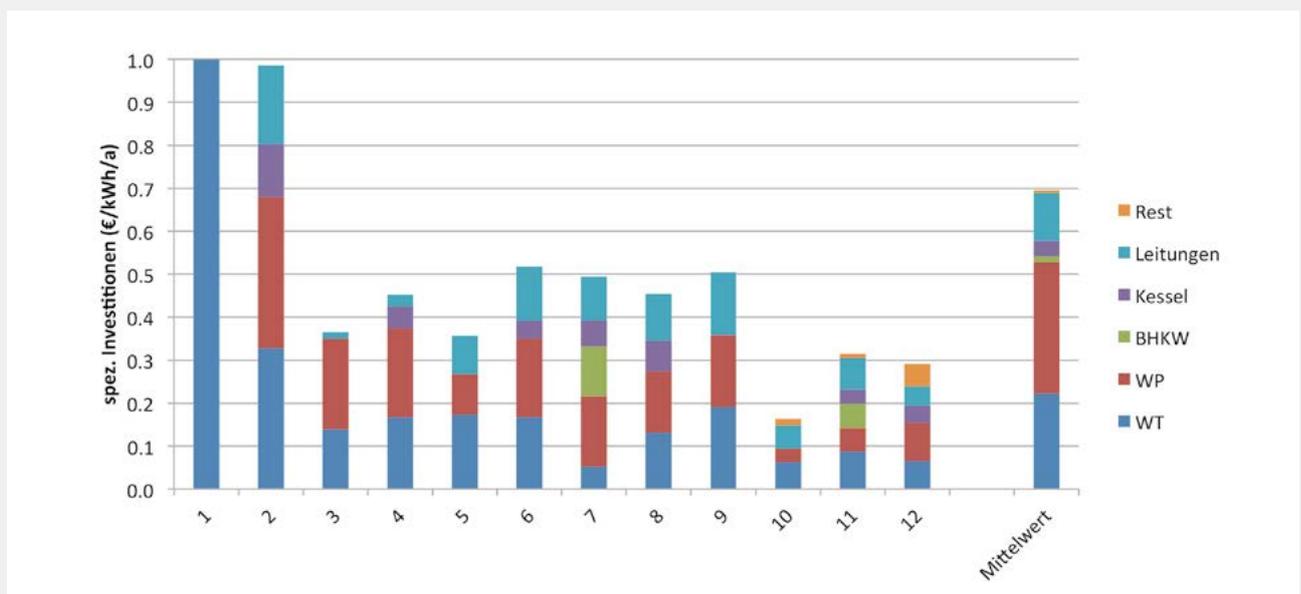


Fig. 8 Auswertung von 12 Machbarkeitsstudien aus Baden-Württemberg: Spezifische Investitionen bei Abwasserwärmenutzungsanlagen

Évaluation de 12 études de faisabilité dans le Bade-Wurtemberg: investissements dans des systèmes de récupération de la chaleur des déchets

den gesamten Lebensdauerzyklus gesehen konkurrenzfähig, unter Berücksichtigung einer angemessenen Teuerung in beinahe allen Fällen (Fig. 7). Lediglich ein Objekt (Nr. 1) bildet die Ausnahme, da dieses deutlich unter dem Eignungskriterium von 100kW Wärmeleistung liegt.

INVESTITIONEN

Die Auswertungen der zwölf Machbarkeitsstudien in Baden-Württemberg zeigen, dass bei den meisten Objekten die

gesamten Investitionen für die Abwasserwärmenutzung zwischen 0,2 und 0,5 Euro pro jährlichem Wärmeverbrauch (kWh/a) liegen, bei den Kleinstanlagen allerdings deutlich ansteigen (Fig. 8). Den grössten Anteil an den Kosten nehmen die Wärmepumpen sowie die Wärmetauscher ein. Die Kosten für die Fernwärmeleitungen folgen erst an dritter Stelle.

FINANZIERUNG

Heute können für die Finanzierung der Anlagen Contractoren beigezogen wer-

den, was insbesondere von Vorteil ist, wenn mehrere Bauherren involviert sind.

FÖRDERUNG

Schweizweit kann die Abwasserwärmenutzung über die CO₂-Kompensation von KliK gefördert werden, allerdings sind z.B. Neubauten ausgeschlossen. Für die Abwasserwärmenutzung wurde ein Programm entwickelt, das die Gesuchstellung viel einfacher gestaltet als früher. Interessenten können sich ab sofort an info@infrawatt.ch wenden.

Zudem unterstützen in diversen Kantonen die Energiefachstellen die Abwasserwärmenutzung oder den Aufbau von Nah- und Fernwärme, z. T. auch die Machbarkeitsstudien dazu.

BESICHTIGUNG VON ANLAGEN MIT REFERATEN

- Wärmenutzung mit Seewasser
25. August 2015 | Pfäffikon ZH
- Fernwärme aus Abwasser
15. September 2015 | Hindelbank BE
- Abwärme aus Produktionsprozessen bei
Feldschlösschen Getränke AG
22. Oktober 2015 | Rheinfelden AG

Info www.pusch.ch

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; Kobel, B. et al. (2011): Merkblatt DWA-M 114: Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie*
- [2] *Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen; Müller, K. et al. (2013): Potenziale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung*
- [3] *Austrian Energy Agency; Zach, F. et al. (2012): Zusammenfassung Forschungsprogramm: Energie aus Abwasser, Abwasserwärme- und -kältenutzung mittels hocheffizienten Grosswärmepumpen*
- [4] *Bundesamt für Energie; Moser, R. et al. (2015): Abwasserenergienutzung aus Kanal – Machbarkeitsstudie The Circle Flughafen Zürich*
- [5] *Energie in Infrastrukturanlagen; Müller, E.A.; Schmid, F. (2005): Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherrschaften und Gemeinden*
- [6] *AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft; Koch, M. et al. (2010): Heizen und Kühlen mit Abwasser – Leitfaden für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zur Abwasserenergienutzung*
- [7] *Bundesamt für Energie; Gutzwiller, S. et al. (2008): Abwasserwärmenutzung – Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung*
- [8] *VSA und EnergieSchweiz; Müller, E.A. et al. (2008/10): Handbuch Energie in ARA – Leitfaden zur Energieoptimierung auf Abwasserreinigungsanlagen*