Beilage S.1

Wärmegewinnung aus Abwasser
hier: Antrag der CSU-Stadtratsfraktion vom 02.06.2006
- Bericht -

Sachverhalt

1. Abwasser – ein interessantes Energieträgermedium

Wenn von regenerativen Energiequellen gesprochen wird, stehen Sonne, Wind und Biomasse im Mittelpunkt. In jüngster Zeit ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) hinzugekommen. Das aber mit dem Abwasser ebenfalls eine interessante Energiequelle zur Verfügung steht, ist bisher nur wenig bekannt.

Abwasser ist nicht nur ein „zivilisatorisches Abfallprodukt", im Abwasser steckt auch eine enorme Wärmeenergie, die aus der künstlichen Erwärmung des Wassers kommt. Im Jahresverlauf bewegt sich die Abwassertemperatur zwischen 10° C und 20° C (im Winter eher im unteren, im Sommer im oberen Bereich). Diese Wärme des Abwassers stellt eine Energieressource mit relativ hohem Temperaturniveau dar und kann zurück gewonnen und mittels moderner Wärmepumpentechnik zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Im Sommer kann das System, mit geringen Zusatzanforderungen, auch zur Kühlung eingesetzt werden.

Abwasserwärme ist eine interessante Energiequelle, da Abwasser in der Regel zuverlässig und ständig in einer bestimmten Menge verfügbar und die Wärmepumpentechnologie inzwischen ausgereift und erprobt ist, damit können hohe Leistungsziffern erzielt werden. Hinzu kommt, dass mit den in letzter Zeit gestiegenen Preisen für Primärenergie die Energiegewinnung aus Abwasser immer besser in den Bereich der Rentabilität kommt. Aber auch hinsichtlich ihrer ökologischen Bilanz kann sich diese Technologie sehen lassen, denn der CO_2-Ausstoß, wird im Vergleich zu anderen konventionellen Anlagen (mit fossilen Brennstoffen), stark reduziert.

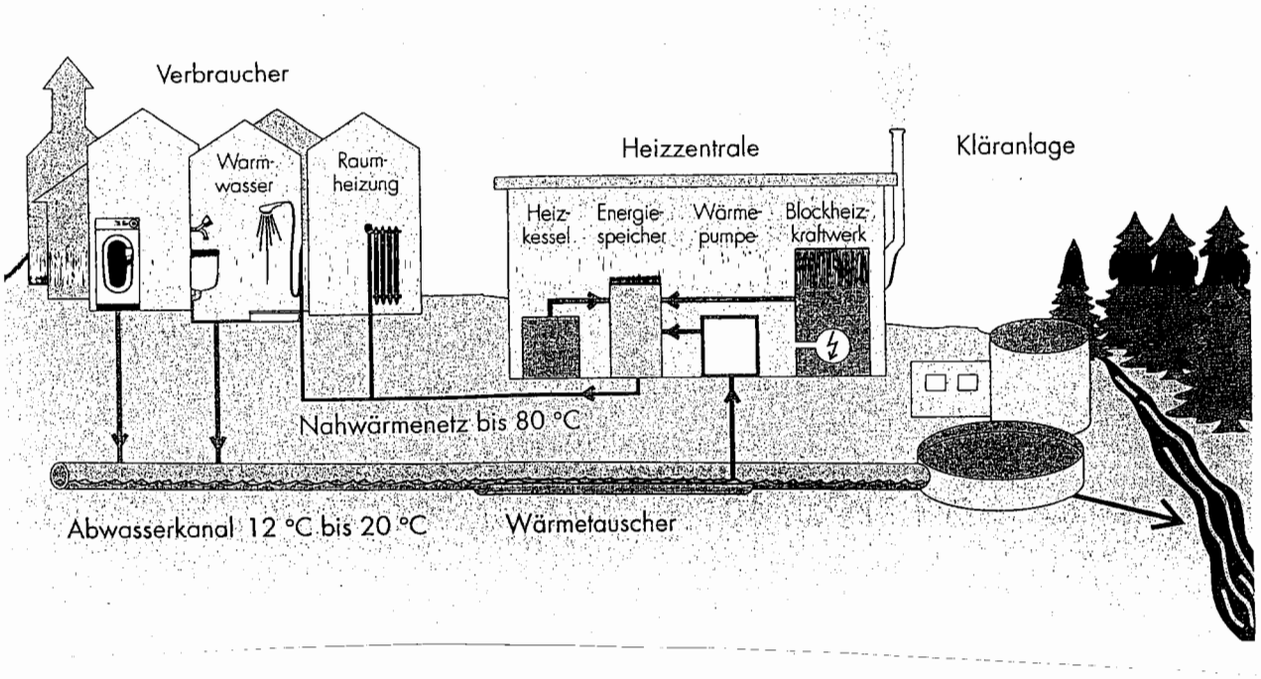
Die Wärme aus Abwasser kann entweder aus dem Rohabwasser der Kanalisation oder von gereinigtem Abwasser aus dem Ablauf einer Kläranlage gewonnen werden. Letzteres ist für die Versorgung, wegen der i. d. R. größeren Entfernung zum Abnehmer, nicht attraktiv. Zudem stehen zur Deckung des Eigenenergiebedarfs von Kläranlagen andere günstigere Energieträger zur Verfügung (z. B. Klärgas). Insofern konzentriert sich das Interesse der Wärmenutzung aus Abwasser überwiegend auf die Abwasserkanäle.

Die meisten Abwasserwärmepumpanlagen wurden bisher in der Schweiz errichtet; einige wenige existieren im skandinavischen Raum (insbesondere Norwegen). In Deutschland sind bislang zwei in Betrieb befindliche Anlagen bekannt (Ärztehaus in Leverkusen, Technologiezentrum Singen). Vor kurzem wurde zusätzlich eine Anlage in Berlin im Rahmen eines „Pilotprojektes" installiert. Das Interesse für diese Technologie ist mittlerweile offensichtlich stark gestiegen. Immerhin bietet das Abwasserdargebot besonders in den dichteren Siedlungsgebieten ein umfangreiches und nachhaltiges Potenzial.

2. Funktionsweise einer Abwasserwärmepumpe

Herzstück des Wärmegewinnungssystems bilden ein Wärmetauscher im Abwasserkanal, der aus dem Abwasser die Energie gewinnt, und eine Wärmepumpe in einer Heizzentrale,

die diese Energie umsetzt und für die Beheizung bzw. Kühlung von Gebäuden und die Warmwasserbereitung nutzbar macht. Die Funktionsweise des Systems wird anhand des folgenden Bildes deutlich.



Funktionsweise einer Abwasserwärmepumpe
Quelle: Heizen und Kühlen mit Abwasser-Ratgeber für Bauherren und Kommunen
Hrsg. Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Bundesverband WärmePumpe e. V.;
Institut Energie in Infrastrukturanlagen
(Grafik: Staubli)

Wärmetauscher

Der Wärmetauscher besteht i. d. R. aus Edelstahl und wird auf der Sohle der Kanalleitung eingebaut. Hierbei kann der Wärmetauscher nachträglich in einen bestehenden Kanal installiert werden, wobei er den Durchflussquerschnitt bis zu 15 % reduzieren kann, dies kann besonders bei kleineren Profilen zu einer nicht zu unterschätzenden Minderung der hydraulischen Leistungsfähigkeit führen. Der nachträgliche Einbau von Wärmetauschern ist von daher eher bei größeren Querschnitten ohne besondere Nachteile möglich und akzeptabel.

Im Falle einer Kanalerneuerung (Sanierung) bzw. einer Neuerschließung kann der Wärmetauscher bereits vorab baulich in das Kanalrohr integriert werden, wobei die richtige Dimensionierung der Entwässerungsanlage von vornherein berücksichtigt wird. Mit dieser Ausführungslösung lassen sich günstige Kostensynergien und damit erhebliche Vorteile gegenüber dem oben beschriebenen nachträglichen Einbau erzielen.

Prinzipiell lassen sich die Wärmetauscher den unterschiedlichen Kanalquerschnitten und -profilen gut anpassen. Im Anhang sind einige Ausführungsbeispiele für den Einbau des Systems der Firma Rabtherm AG dargestellt. Dieses Unternehmen ist auf diesem Gebiet Marktführer und durch die Systempatente nahezu ein Monopolist.

Der Wärmetauscher ist mit einem eigenen Wärmeübertragungskreislauf ausgerüstet. Das im Wärmetauscher zirkulierende Medium (Wasser oder Wasser-Glykol-Gemisch) erwärmt sich; das darüber fließende Abwasser wird dabei abgekühlt. Das aufgewärmte Wärmetauschermedium wird dann über eine Zuleitung zur Heizzentrale, in der sich die Wärmepumpe

befindet, transportiert. Abhängig von der Konzeption der Energiebereitstellung, über eine gemeinsame Heizzentrale oder in mehreren Einheiten dezentral bei den einzelnen Verbrauchern, ist die Länge dieser Zuleitung wegen der Wärmeverluste, aber auch der damit verbundenen Investitionskosten begrenzt. Für die zentrale Lösung werden Distanzen von 100 bis maximal 300 m als noch vertretbar erachtet. Bei der dezentralen Bereitstellung sind größere Längen möglich (bis etwa 1 km).

Wärmepumpe

In der Wärmepumpe wird die gelieferte Wärme über einen Verdampfer und einen Kompressor aufbereitet und weiter erwärmt sowie anschließend über einen Kondensator in den Heiz- bzw. Wärmekreislauf des Verbrauchers abgegeben.

Hier ist anzumerken, dass als Antriebsenergie für die Wärmepumpe elektrische Energie notwendig ist (Primärenergie). Der Einsatz einer Wärmepumpe ist deshalb ökologisch nur sinnvoll, wenn deutlich mehr Energie aus dem Abwasser gewonnen wird, als Strom für den Betrieb aufgewendet werden muss (Faktor 3-4).

Wärmepumpen erzeugen Heiztemperaturen von bis zu 65° C. Zur Erreichung höherer Heiztemperaturen und Versorgungssicherheit, zur sinnvollen Leistungsabstufung bzw. Überbrückung von Spitzenbelastungen (insbesondere im Winter), werden die Wärmepumpen in den meisten Fällen mit einem Heizkessel ergänzt (bivalentes System). Zusätzlich kann eine weitere Energiebereitstellung mit einem Blockheizkraftwerk erreicht werden (mulitvalentes System), das neben der Wärme auch Strom für den Antrieb der Wärmepumpe liefert.

Spitzenbedarfe müssen mit Primärenergiequellen abgedeckt werden.

3. Geeignete Objekte – Voraussetzungen und Anforderungen

Der Einsatz von Abwasserwärmepumpen eignet sich prinzipiell für größere komplexe Gebäude und ganze Nahwärmenetze.

Insbesondere kommen hierbei in Frage:

- Mehrfamilienhäuser
- Wohnsiedlungen
- Gewerbe- und Industriebauten
- Schulhäuser
- Heime oder sonstige Sozialeinrichtungen
- Sporthallen und Schwimmbäder
- Museen, Bibliotheken und Kultureinrichtungen.

Nicht geeignet sind einzelne Einfamilienhäuser und Prozesswärmeverbraucher (Gewerbe, Industrie). Voraussetzung für eine wirtschaftliche Energienutzung aus Abwasser ist ein Wärmebedarf von mindestens 150 kW (entspricht Wärmebedarf von etwa 50 Wohneinheiten) und die Nähe des Versorgungsobjektes zu einem großen Abwasserkanal mit ständig ausreichender Abwassermenge.

Anforderungen an die Versorgungsobjekte

Abwasserenergieanlagen kommen für neue und für bestehende Gebäude infrage. Neubauten bieten den Vorteil, dass die Wärmeversorgungseinheiten einfacher integriert und kostengünstiger hergestellt werden können. Bestehende Gebäude liegen oftmals innerhalb von Siedlungsbereichen, wo sich weitaus eher geeignete Abwasserkanäle befinden.

Aufgrund der sehr aufwendigen Technologie ist die Ausrüstung bei bestehenden Gebäuden allerdings nur im Rahmen einer Generalsanierung sinnvoll.

Vorteilhaft für die Abwasserenergienutzung ist ein möglichst ganzjähriger Energiebedarf, der lange Betriebszeiten der Wärmepumpe ermöglicht. Dies kann besonders auch bei der Kombination „Heizen und Kühlen" erreicht werden.

Je tiefer die Temperaturen der Energienutzung liegen, desto effizienter arbeiten Wärmepumpen. Besonders gute Voraussetzungen für die Energienutzung aus Abwasser bieten deshalb Niedertemperatur-Heizsysteme (z.B. Fußboden- oder Wandheizung).

Muss die Heizzentrale eines bestehenden Gebäudes ohnehin saniert werden, ergeben sich aus der Umstellung auf eine Abwasserwärmepumpe interessante Kostensynergien.

Der Abstand des Versorgungsobjektes zu dem Abwasserkanal sollte nicht zu lang sein, damit sich die Wärmeverluste auf dem Transportweg sowie die Investitionskosten in noch rentablen Grenzen halten.

Anforderungen an die Abwasseranlagen

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Abwasserenergieanlagen stellt nicht nur Anforderungen an die Wärmenutzung, sondern auch an die Wärmequelle selbst – den Abwasserkanal.

Vorrang hat dabei, dass durch Einbau, Betrieb und Unterhalt der Energiegewinnungsanlagen in Kanalisationsbauwerken ein zukunftsorientierter (Kapazitätsreserven), nach den anerkannten Regeln der Technik ausreichend bemessener und schadloser Abwasserabfluss gewährleistet bleibt. Die Funktionsfähigkeit des Abwasserkanals nicht beeinträchtigt ist und keine betrieblichen Erschwernisse oder Mehraufwendungen für die ordnungsgemäße Abwasserableitung auftreten. Diese Grundprinzipien sind in jedem Einzelfall zu prüfen und müssen immer eingehalten sein. Die Belange der Energiegewinnung haben sich den Anforderungen aus der Abwasserbeseitigung unterzuordnen.

Für die Energiegewinnung eignen sich grundsätzlich nur Schmutz- und Mischwasserkanäle, da sie dauerhaft mit Abwasser beaufschlagt sind. Regenwasserkanäle scheiden dagegen von vornherein aus, da sie lediglich temporär bei Niederschlag Abwasser mit nur geringer nutzbarer Wärmeenergie führen.

Der Einbau von Wärmetauschern in bestehende Kanalisationen ist grundsätzlich machbar; es müssen dabei allerdings bestimmte Bedingungen und Voraussetzungen eingehalten werden:

- Querschnittsgröße:

  Da Wartung und Unterhalt des gesamten Wärmetauschers an jeder Stelle möglich sein muss und auch die Abflusskapazität des Kanals nicht eingeschränkt sein darf, erweist sich aus der Praxis, dass der Einbau von Wärmetauschern erst ab einem minimalen Innendurchmesser von 800 mm (DN 800) möglich ist.
  An die Querschnittsform werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

- Abwassermenge:

  Die Energiegewinnung aus Abwasserkanälen erfordert aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eine Abwassermenge von mindestens 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter), dies entspricht der Schmutzwassermenge eines Einzugsgebietes von etwa 3000 bis 5000 Einwohnern. Im Hinblick auf die langen Nutzungsdauern der Energiegewinnungsanlage muss ein langfristiger stabiler und kontinuierlicher Abwasserzufluss gewährleistet sein.

- Kanalführung:

  Der Einbau von Wärmetauschern wird vereinfacht, wenn der Kanal keine Kurven aufweist, sondern geradlinig verläuft. Die wirtschaftlich vertretbaren Einbaulängen liegen in einem Bereich, abhängig vom Energiebedarf und der Anlagengröße, von mindestens 20 m bis 100 m bei großen Anlagen.

  Ebenso muss der Abwasserkanal ein ausreichendes Gefälle besitzen, damit Ablagerungen die Effizienz der Energiegewinnung nicht nachhaltig einschränken.

- Abwassertemperatur:

  Eine hohe Abwassertemperatur erlaubt eine größere Abkühlung und damit eine günstige Energieausbeute. Allerdings sollten die Abwassertemperaturen auch im Winter dann nicht unter 10° C liegen bzw. die Temperatursenkung nicht größer als 0,5 K betragen, da sonst nachteilige Auswirkungen auf die Reinigungsprozesse in den Kläranlagen zu erwarten sind (Stickstoffelimination durch Nitrifikation/Denitrifikation).

Untersuchungen des Institutes für unterirdische Infrastruktur (IKT) in Gelsenkirchen haben ergeben, dass negative Auswirkungen auf die Dichtheit und die Standfestigkeit des Kanals ebenso wenig zu erwarten sind wie Einschränkungen der Dauerhaftigkeit durch Korrosionsvorgänge. Auch von Kanalreinigungen geht kein negativer Einfluss auf die Dauerhaftigkeit von Wärmetauscher-Elementen aus. Bei der Arbeitssicherheit ist die bei Begehung übliche Vorsicht angemessen und ausreichend.

Betriebliche Nachteile

Die Effizienz der Wärmetauscher im Abwasserkanal nimmt, abhängig von der Zusammensetzung des Abwassers (Verschmutzung), bis zu etwa 40 % ab, in dem sich auf der Oberfläche die übliche Biofilmschicht (sog. Sielhaut) bildet. Diesem Tatbestand kann entgegen gewirkt werden, in dem die Wärmetauscherstrecke entsprechend länger hergestellt (baulicher Verlustausgleich) wird oder eine häufigere Kanalspülung stattfindet. Es fallen demnach zum einen höhere Investitionskosten, zum anderen höhere Unterhaltskosten an. Für eine 60 m lange, mit Wärmetauschern ausgestattete Kanalstrecke, werden allein 4 bis 5 Kanalreinigungen im Jahr (hier insbesondere auf die Winterzeit konzentriert) notwendig. Der reguläre Reinigungsturnus liegt derzeit bei zwei Jahren. Setzt man Kosten von 120 Euro/Reinigung an, fallen allein im Mittel etwa 1.500 Euro Mehrkosten für Kanalspülungen innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren an, die von den Energienutzern zu tragen sind.

Der Bildung der Biofilmschicht kann weiterhin entgegen gewirkt werden, indem Kupferstreifen in die Rohrmuffen der Kanalrohre eingebaut werden, die etwa alle 15 Jahre erneuert werden müssen. Diese Lösung erfordert eine möglichst einfache Zugänglichkeit in den Kanal und zu den Wärmetauschern, was letztlich nur für begehbare Kanäle (größer DN 1200) zutrifft.

Durch den Einbau von Wärmetauschern werden die Möglichkeiten für eventuell notwendige Sanierungsmaßnahmen am Abwasserkanal eingeschränkt bzw. mitunter maßgeblich beeinflusst. Der Einbau von Inlinern sogar gänzlich unmöglich, da er den unmittelbaren Kontakt zwischen Wärmetauschern und Abwasserstrom unterbricht und somit die Anlage wirkungslos wird.

Durch den Einbau von Wärmetauschern in die öffentliche Kanalisation ergeben sich enge technische und rechtliche Verflechtungen beider Anlagensysteme in Bezug auf Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Erneuerung, die zwischen den beiden Betreibern durch einen eigenen „Nutzungsvertrag“ eindeutig und abschließend zu regeln sind.

US-Cross-Border-Leasing

Über die Anlagen des Kanalnetzes wurde ein US-Cross-Border-Leasing-Vertrag abgeschlossen. Der Einbau von Wärmetauschern in einen städtischen Kanal stellt eine zusätzliche Nutzung von Anlagen der Abwasserableitung dar. Diese Nutzung ist grundsätzlich als sog. „permitted liens" erlaubt, sofern diese Nutzung die Lebensdauer, den Wert und die Betriebsfähigkeit des Entwässerungssystems (Kanalisation) nicht beeinträchtigt.

Aus heutiger Sicht sind die Laufzeiten eventuell abzuschließender Verträge mit Wärmetauscher-Betreibern oder Contracting-Verträge für die Wärmegewinnung aus Abwasser mit den Laufzeiten der bestehenden Leasing-Verträge zu harmonisieren.

Bei konkreten Maßnahmen sind die Verträge jedenfalls mit Blick auf die bestehenden Leasing-Verträge juristisch prüfen zu lassen.

4. Wirtschaftlichkeit – Kosten – Zuschüsse

Die Wirtschaftlichkeit von Abwasserwärmepumpen ist stark abhängig von der jeweiligen Ausgangslage des individuellen Einzelfalles. Wie aufgezeigt, spielen hierbei viele Faktoren eine entscheidende Rolle.

Die Vertreter dieser Technologie halten sie, gegenüber konventionellen Erdöl- und Erdgasheizungen bei sog. Vollkostenansatz, für konkurrenzfähig. Neben den Kapital- und Betriebskosten, werden dabei auch die externen Folgen (Umweltschäden, CO_2-Ausstoß) angesetzt. Ferner wird davon ausgegangen, dass die heute höheren Investitionen für Abwasserenergieanlagen mit zunehmender Verbreitung dieser neuen Technologie noch sinken werden (Serienfertigung von Modulen, vereinfachte Installation).

Immerhin werden vom Marktführer, der Firma Rabtherm AG, Herstellungskosten für ein Stahlbetonrohr, Größenordnung DN 800 bis DN 1000, einschließlich integrierten Wärmetauschern und für Vor- und Rücklaufleitungen, in Höhe von rd. 1.500 Euro/lfdm angegeben. Die adäquaten Kosten für ein normales Stahlbetonrohr, frei Baustelle geliefert, liegen bei etwa 130 Euro/lfdm. Hinzu kommen noch die Aufwendungen für Verlegung/Montage, die eigentlichen Tiefbauarbeiten (Verbau, Rohrgrabenaushub/-verfüllung) sowie Aufrechterhalung der Abwasservorflut und Straßenwiederherstellung.

Bei der Kanalauswechslung in der Reich-/Schweppermannstraße ist für einen Stahlbetonkanal DN 1200 ein Komplettpreis von rd. 2.300 Euro/lfdm angefallen.
Demnach errechnen sich folgende Investitionsaufwendungen und Kapitalkosten (bei 5% Zins und Abschreibung über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren für die Wärmeanlage) bei einer angenommenen Einbaulänge von 50 m (DN 1200):

Zusatzinvestition für Wärmetauscher bei Neubaumaßname:
Investitionsaufwendungen: (1.500 EUR/m – 130 EUR/m)*50m = 68.500 EUR
Kapitalkosten: ca. 4.000 EUR/Jahr

Investitionskosten für die Wärmezentrale (Wärmepumpen etc.) sowie Betriebskosten sind dabei nicht berücksichtigt. Aus diesen Zahlen wird beispielhaft deutlich, mit welchen finanziellen Größenordnungen zu rechnen ist.

In zahlreichen Projektstudien werden günstige wirtschaftliche Ergebnisse für die Anwendung der Energienutzung aus Abwasser gefunden, deren tatsächliche Realisierungen allerdings nicht bekannt sind. Andererseits konnte das Vorhaben in Leverkusen (mit Gesamtkosten in der Größenordnung von 500.000 Euro) nur durch die Gewährung von Zuschüssen realisiert werden.

Ein ganz bestimmtes Fördermittelprogramm für die Errichtung von Abwasserwärmenutzungsanlagen gibt es derzeit nicht. Eine fernmündliche Anfrage beim zuständigen Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie ergab, dass eine Bezuschussung einer solchen Anlage als „Pilotprojekt" aus einem Sonderfond denkbar ist. Allerdings müssen hierzu konkrete Unterlagen und Angaben zu dem Vorhaben vorgelegt werden, damit über den Pilotprojektcharakter der Maßnahme entschieden sowie die Zuschusskonditionen im einzelnen verhandelt werden kann.

Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit einer günstigen Kreditbeschaffung über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) – Förderbank und ggf. Fördermittel in Form von Zuschüssen aus dem Bundesprogramm EnSan des Ministeriums für Wirtschaft und Technologie.

Aus den vielfältigen Recherchen lässt sich für die Abwasserwärmenutzungsanlagen keine gesicherte Aussage zu deren Rentabilität machen. Die Vermarktung dieser Wärmeenergie ist nur möglich, wenn alle Beteiligten – der Kanalnetzbetreiber, der Energieversorger und der Energiekunde/Liegenschaftsbesitzer – eine langfristige und für alle Seiten wirtschaftlich vorteilhafte Kooperation eingehen. Dabei geht es um Zeithorizonte bis zu 30 und 50 Jahren.

Kanalnetzbetreiber haben einen Anreiz zur Abwasserwärmenutzung nur dann, wenn mindestens die Errichtungs- und Betriebskosten vollständig kompensiert werden und keine betrieblichen Erschwernisse oder Mehraufwände für ihn entstehen.

Aus Sicht der Energiekunden/Liegenschaftsbesitzer dürfen die zu entrichtenden Energieentgelte nicht über den Marktpreisen für Wärmegewinnung aus konventionellen bzw. anderen regenerativen Versorgungssystemen liegen.

Die Energieversorger beanspruchen schließlich ein Entgelt, das ihren Rentabilitätsvorstellungen genügen muss.

Nur wenn sich diese unterschiedlichen Zielvorstellungen in einen für alle Seiten befriedigenden Lösungsansatz unterbringen lassen, ist eine rentable Umsetzung möglich.

Ansatzpunkte für eine bessere Annäherung an die Rentabilität wären:

- Errichtung der Abwasserwärmenutzungsanlage im Zusammenhang mit einer Kanalneubaumaßnahme oder einer umfassenden Kanalsanierung/Kanalerneuerung, wodurch sich die Investitionskosten und damit die kalkulatorischen Kosten für die Energiegewinnungsanlage merklich reduzieren lassen.

- Kostengünstiger Einsatz bei Neubauvorhaben von Gebäuden/Gebäudekomplexen.

- Abschöpfen von Zuschussmöglichkeiten und/oder günstigen Kreditbedingungen, wo durch sich die Kapitalkosten verringern.

- Vermarktung von Wärme und Klimakälte zugleich, wodurch sich höhere Erlöse aus dem Betrieb erzielen lassen.

- Versorgung größerer Wärmebedarfe, in dem die Einheitskosten (Kosten für KWh) eher einen degressiven Verlauf aufweisen.

Diese Optimierungsschritte in Richtung einer verbesserten Rentabilität schränken allerdings die Einsatzmöglichkeiten dieser Wärmegewinnungsart relativ stark ein (z. B. insbesondere die Abhängigkeit zur Kanalsanierung/-erneuerung). Hinzu kommen noch die generellen Einsatzbedingungen für die Wärmegewinnungsanlagen (s. Kapitel 3).

5. Contracting

In Anbetracht des unterschiedlichen Beteiligungskreises sowie der teilweise fehlenden Fachkompetenz, empfiehlt sich bei angedachter großflächiger Vermarktung die Energieversorgung einem spezialisierten Unternehmen, dem sog. Contractor, zu übertragen. Die meisten Abwasserwärmenutzungsanlagen für öffentliche und private Einrichtungen werden in der Praxis über ein Energie-Contracting realisiert.

Weder der Kanalnetzbetreiber noch der Energiekunde/Liegenschaftsbesitzer haben die notwendige Fachkompetenz für das Geschäft der Energieversorgung. In der Regel ist der Aufgabenbereich des Kanalnetzbetreibers – wie auch in Nürnberg – durch Satzung allein auf die Abwasserbeseitigung begrenz und bestimmt. Die Energieversorgung Dritter ist hierbei kein Bestandteil der Aufgabenübertragung. Sollte die Kernkompetenz auf die Energieversorgung erweitert werden, muss sich der Kanalnetzbetreiber entsprechend zusätzlich verstärken oder die notwendigen Leistungen hinzu kaufen. Ebenso müssten natürlich die entsprechenden rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden.

Der Contractor plant, baut, finanziert, betreibt und wartet die Energiegewinnungsanlagen in eigener Verantwortung und auf eigenes Risiko. Er verrechnet dem Energiekunden (Contracting-Nehmer) die gesamten Leistungen über den Wärmepreis. Der Energiekunde muss demnach selber keine Investitionen tätigen oder sich um Betrieb und Wartung kümmern.

Das Contracting beinhaltet eine langfristig angelegte Partnerschaft. Insofern muss es Ziel sein, einen soliden und zuverlässigen, fachkompetenten und erfahrenen Contractor sorgfältig auszuwählen. Hierbei sollte der Contractingnehmer den Wettbewerb nutzen und sich über eine Ausschreibung verschiedene Angebote einholen. Als Contractors bieten sich i. d. R. die lokalen Energieversorgungsunternehmen oder große private Energieanlagenhersteller an.

6. Projektschritte für die Realisierung einer Abwasserwärmenutzungsanlage

Der Weg von der Idee bis zur fertigen Abwasserenergiegewinnungsanlage läuft in mehreren Schritten ab:

a) Grobcheck – Machbarkeitsstudie

In einem ersten Schritt werden anhand einer groben Beurteilung Standortmöglichkeiten eruiert und aufgezeigt. Eine fundierte Aussage über die Erfolgschancen bietet jedoch erst eine Machbarkeitsstudie, in der die ersten maßgebenden Parameter abgeprüft (z. B. Anforderungen an die Abwasseranlagen und Energieversorgung), die technische Umsetzung analysiert, Variantenvergleiche mit herkömmlichen (konventionellen) Energiesystemen angestellt und die Wirtschaftlichkeit ermittelt werden.

Die Machbarkeitsstudie sollte einem neutralen, erfahrenen Consultingbüro übertragen werden, das die Gewähr einer seriösen, objektiven Ermittlung und Prüfung bietet.

b) Grundsatzentscheid des Liegenschaftsbesitzers/Bauherrn (Energiekunde)

Anhand der Machbarkeitsstudie kann schlussendlich die grundsätzliche Entscheidung über die Weiterverfolgung des Projektes getroffen werden. Dazu kann es notwendig sein, einigermaßen verlässliche Angaben zur Finanzierung des Projektes, insbesondere der zu erwartenden Fördermittel zu erlangen. Die Höhe entscheidet dann maßgeblich die Frage der Wirtschaftlichkeit.

c) Finanzierungs- und Betriebskonzept

Auf der Basis der Machbarkeitsstudie, der Wirtschaftlichkeitsdaten und der übrigen Randbedingungen kann ein Finanzierungs- und Betriebskonzept erstellt werden, bei dem es letztlich um die Frage geht, ob der Liegenschaftsbesitzer/Bauherr die Energieanlage selber erstellen und betreiben will oder dies einem professionellen Energiecontractor (s. dazu Kap. 5) überlässt.

d) Vertragsabschlüsse

Sollte die Entscheidung zugunsten Letzterem gefallen sein, muss der Energiecontractor über ein entsprechendes Auswahl-/Ausschreibungsverfahren gefunden und vertraglich gebunden werden.

Parallel dazu muss auch der Nutzungsvertrag mit dem Kanalnetzbetreiber verbindlich geschlossen werden, in dem die einzelnen Nutzungs- und Verpflichtungskonditionen geregelt sind.

e) Planung, Bau und Betrieb der Energieanlage

Stehen die am Projekt Beteiligten fest, können die vertraglich geregelten Aufgaben für Planung, Bau und Betrieb der Energieanlage angegangen und umgesetzt werden.

7. Projekte in Nürnberg

Das Interesse an dieser neuen Energieversorgungstechnik ist bundesweit gestiegen. Angesichts der drastisch angestiegenen Preise für Primärenergie gibt es Ansätze und Ergebnisse aus Projektstudien, die in der Energiegewinnung aus Abwasser eine konkurrenzfähige und rentable Alternative zu konventionellen Anlagen sehen. Wegen der komplexen Rahmenbedingungen sind bislang Investitionsentscheidungen zugunsten dieser neuen Technik in nennenswertem Umfang ausgeblieben.

In Anbetracht des Beteiligtenkreises und des erforderlichen aufwändigen Vertragsgeflechtes ist eher davon auszugehen, dass private Investoren wenig Interesse haben, hier eine Vorreiterrolle zu spielen, die mitunter durchaus auch für sie nicht ganz überschaubare Risiken beinhalten kann. Durch die Einbeziehung öffentlicher Entwässerungsanlagen liegt es weitaus näher, dass zunächst die öffentliche Hand in diese neue Technologie einsteigt, um praktische Erfahrungen zu sammeln und letztendlich aussagekräftige Ergebnisse über Effizienz und Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen zu gewinnen.

Die Nürnberger Stadtverwaltung beschäftigt sich intensiv seit Herbst 2006 mit der Wärmegewinnung aus Abwasser und prüft, ob diese Technik an bestimmten städtischen Liegenschaften eingesetzt werden kann, sowohl bei Neubauprojekten als auch bei anstehenden grundlegenden Sanierungen von Wärme-/Energieversorgungsanlagen.

Grundsätzlich ist bereits heute die „Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen" als Regelalternative immer in die Untersuchungen einzubeziehen.

Hierfür wurden am 27.02.2007 vom Bau- und Vergabeausschuss beschlossen, dass im Rahmen „Energieeffizientes Bauen und Sanieren von städt. Hochbaumaßnahmen der Stadt Nürnberg" in den Standards und Planungsanweisungen, der Einsatz von Wärmepumpen grundsätzlich zu prüfen ist.

Grundlage hierfür ist nicht zuletzt das vom Umweltausschuss in seiner Sitzung vom 18.04.2007 beschlossene „Gesamtheitliche Energiekonzept für den Konzern Stadt Nürnberg", in dem

- regenerative Energiequellen einen höheren Anteil an der Energieversorgung übernehmen müssen,

- Aspekte der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit zu berücksichtigen sind und

- die lokale und globale CO_2-Bilanz in den Entscheidungsprozess einzubeziehen ist.

In der Ausschussvorlage wurde außerdem angesprochen, dass die Stadtverwaltung innovative Projektmöglichkeiten aufgeschlossen und offensiv verfolgt. Als ein Beispiel hierzu wurde die Abwärmenutzung von Abwasserkanälen erwähnt. Dazu stehen das Hochbauamt/Kommunales Energiemanagement (H/T-KEM) und der Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) in einem regen Austausch. Darüber hinaus haben sich projektbezogene weitere Abstimmungen mit dem Eigenbetrieb NürnbergBad (NüBad) ergeben.

Als konkrete Projekte wurden bislang abschließend geprüft:

- Generalsanierung und Umbau des Luitpoldhauses (Gewerbemuseumsplatz 4)

  Ein geeignet großer Kanal liegt in etwa 200 m Entfernung; zudem liefert die Fernwärme primär-energetisch günstige Leistungen. Die unterstützende Kühlung der besonders zu klimatisierenden Raumbereiche lässt sich geeigneter durch Grundwassernutzung (Medientemperatur ca. 10° – 14°C, ganzjährig direkt verfügbar) bewerkstelligen.
  Eine Abwasserwärmenutzung schied daher aus.

- Verwaltungs- und Lagergebäude des Spielzeugmuseums (Irrerstraße 21)

  Hier sind im Hinblick auf den geringen Heizbedarf (ca. 50 kW) die wirtschaftlichen Bedingungen für die Abwasserwärmenutzung nicht erfüllt.

- Hallenbad Katzwang

  Der im Nahbereich liegende Abwasserkanal hat einen zu geringen Durchmesser (DN 600 / DN 500) und führt zu wenig Abwasser (< 15 l/s). Insoweit waren die Mindestanforderungen für die Abwasserwärmenutzung nicht erfüllt.

Ferner fragte ein privater Investor für ein geplantes Verwaltungs- und Bürogebäude in der Neumeyerstraße bei SUN wegen einer möglichen Abwasserwärmenutzung an. Dabei ergab sich, dass der vor dem Baugrundstück verlaufende Mischwasserkanal zwar mit DN 1000 einen ausreichenden Querschnitt besitzt, jedoch viel zu wenig Abwasser im Trockenwetterfall (3 bis 6 l/s) führt. Die Kanaldimension ist maßgeblich durch das große befestigte Einzugsgebiet (Regenwasser) bestimmt.

Derzeit werden folgende Projekte geprüft, die sich in der Phase der Machbarkeitsstudie befinden:

- Rathaus, Hauptmarkt 18 (Generalsanierung)

- Heilig-Geist-Haus, Hans-Sachs-Platz 2

Ein endgültiges Ergebnis der Untersuchungen liegt noch nicht vor.

Weiterhin stehen konkret auf der Agenda:

- Neubau Langwasserbad

Zur Feststellung der Eignung eines Projektes ist ein „standardisierter Prüfablauf" vorgese-

hen. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei das Hochbauamt mit dem „Kommunalen Energiemanagement (H/T-KEM)" und der „Technischen Abteilung" ein, da dort die Neubau- und Sanierungsbedarfe aller städtischen Einrichtungen gesammelt und ausgewertet werden. Um festzustellen, ob prinzipiell eine Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen in Frage kommt, wurde H/T-KEM ein Übersichtslageplan des Kanalkatasters zur Verfügung gestellt, aus dem alle Abwasserkanäle mit einem Durchmesser größer/gleich 800 mm durch farbliche Kennzeichnung ersichtlich sind. Daraus geht hervor, dass der für die Wärmegewinnung aus Abwasser grundsätzlich in Frage kommende Querschnittsbereich bei lediglich 18,6 % des gesamten Nürnberger Kanalnetzes liegt. Zusätzlich müssen auch noch die übrigen Anforderungen an die Abwasserbeseitigungsanlagen (s. Kap. 3) erfüllt sein. Somit wird deutlich, dass das Nürnberger Kanalnetz keine breite Basis für die Anwendung dieser Technik bietet und an die Ausbeute ökologischer Verbesserungen (Klimaschutz, CO_2-Bilanz) keine übermäßig großen Erwartungen zu stellen sind.

Auch wenn kein sehr bedeutsames Verbesserungspotenzial für die Ökobilanz zu erwarten ist, sollte diese Technologie weiter verfolgt werden, da sie die Möglichkeit der Unabhängigkeit von konventionellen Energiequellen (fossile Brennstoffe) bietet. Insoweit wird in Nürnberg auch in Zukunft versucht, geeignete Projekte für die Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen zu finden.

Soweit ein Kanal im näheren Umfeld des ausgewählten Projektes einen ausreichenden Querschnitt besitzt, ermittelt SUN auf Anforderung von H/T-KEM

- den baulichen Zustand des betreffenden Kanalabschnittes (ob ebenfalls Sanierungsbedarf besteht),

- den Wasserstand bei Trockenwetter an mindestens 3 verschiedenen Tagen (Messreihe), woraus die Abwassermenge anschließend rechnerisch bestimmt wird,

- die Abwassertemperatur.

Darüber hinaus wird das Einzugsgebiet des Kanalabschnittes daraufhin überprüft, ob mit einer stabilen, ausreichenden Abwassermenge auch langfristig zu rechnen ist (Größe und Struktur des Gebietes).

Die Ergebnisse der ermittelten Daten und Untersuchungen werden mittels eines Abschlussberichtes an H/T-KEM übermittelt, die dann in die Machbarkeitsstudie übernommen werden können.

Ferner werden jährlich von SUN im Zusammenhang mit der Aktualisierung des Wirtschaftsplanes die für das Kanalnetz vorgesehenen Neubau- und Sanierungs- (Erneuerungs-) projekte an H/T-KEM gemeldet, die dort mit den beabsichtigten Energieversorgungsprojekten verglichen werden, sodass gemeinsame lokale Bau-/Erneuerungsbedarfe festgestellt werden können, um Synergieeffekte zu erzielen.

Weitere in Frage kommende Einsatzmöglichkeiten werden von SUN im Rahmen von Bebauungsplanverfahren ermittelt und ein entsprechender Hinweis an das Stadtplanungsamt gegeben.

Die endgültige Entscheidung darüber, ob eine Energiegewinnung aus Abwasserkanälen erfolgen soll, trifft der jeweilige Bedarfsträger der zu versorgenden Einrichtung anhand der Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie, die H/T-KEM federführend zusammenstellt. Dabei steht die Technik der Wärmegewinnung aus Abwasser in Konkurrenz mit anderen adäquaten Alternativen der regenerativen und umweltfreundlichen Energieversorgung.

8. Literaturhinweise

Für die Erstellung der Sachverhaltsdarstellung dienten als Grundlage folgende Literaturquellen:

- Ernst A. Müller, Felix Schmid: Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen, Hrs. Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V, Deutsche Bundessstiftung Umwelt, Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW) GbR im Verband kommunaler Unternehmen, Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 10/2005

- Rabtherm AG: Abwasser, die ungenutzte Wärmequelle

- Ernst A. Müller, Beat Kobel: Wärmenutzung aus Abwasserkanälen – Eine regenerative Energiequelle mit großem Potenzial

- René Buri, Beat Kobel: Wärmenutzung aus Abwasser – Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen, Hrsg. Bundesamt für Energie, Bern, November 2004

- Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT): Wärmegewinnung aus Abwasser; IKT-eNewsletter September 2005

- Dr. Ralf Mitsdoerfer, Dr. Oliver Christ, Claudius Moeser: Zum Heizen und Kühlen gibt es Abwasser; in Wasserwirtschaft Wassertechnik (wwt) Heft 11-12/2006