

Schlussbericht

Auftragnehmer: Freie und Hansestadt Hamburg

Kennzeichen: 03SF0378A

Vorhabensbezeichnung: ENEFF STADT HAMBURG: Energieeffiziente Stadt, der Hamburger Weg: Ambitionierter Klimaschutz bei komplexen Entscheidungsstrukturen

Laufzeit des Vorhabens: 1. 6. 2009 bis 31. 5. 2010

Berichtszeitraum: 1. 6. 2009 bis 31. 5. 2010



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

Vorabbemerkung

Das Vorhaben in Hamburg wird von 2 Auftragnehmern gemeinsam durchgeführt. Der größte Teil der inhaltlichen Arbeit wird formal unter dem Auftrag des Ökoinstituts (ÖI) verantwortet, der kleinere Teil unter dem Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) der FHH. Entsprechend finden sich im Zwischenbericht vom Ökoinstitut weitere, ergänzende Informationen.

I Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung des Hamburger Teils bestand zum einen aus der Projektleitung zum anderen aus der Analyse des Potentials der Nutzung von Wärme aus Abwasser. Die Arbeiten sind zusammen mit den Ergebnissen des Teils des ÖI in das Konzeptpapier eingeflossen, das dem Projektträger ebenfalls vorliegt.

2. Voraussetzungen

Das Vorhaben vom Ökoinstitut wurde erst Ende September 2009 bewilligt. Somit kam es im vorliegenden Vorhaben zu einer späteren inhaltlichen Arbeitsaufnahme. Durch erhöhte Arbeitsintensität in der verbleibenden Zeit konnte das Projektziel jedoch erreicht werden.

3. Planung und Ablauf

Abgesehen vom verspäteten Arbeitsbeginn (siehe Punkt 2) wurde das Projekt wie im Antrag zum Wettbewerb dargestellt bearbeitet. Lediglich die Anzahl der Arbeitstreffen wurde deutlich erhöht. Diese fanden zwischenzeitlich einmal monatlich statt.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Sowohl bei Projektmanagement als auch bei der Potentialanalyse wurde nicht auf bekannte Konstruktionen, Schutzrechte etc. zurückgegriffen.

Bei der Potentialanalyse wurde auf folgende Quellen zurückgegriffen:

[1] Buri, Kobel: "Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer", 2005, erhältlich unter www.dbu.de

[2] "Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen" herausgegeben vom Bundesverband Wärmepumpe e. V., der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung und dem Institut für Infrastrukturanlagen, 2005, erhältlich unter www.dbu.de

[3] Rometsch: "Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen", IKT Institut für unterirdische Infrastruktur, 2004

[4] Berliner Energieagentur GmbH, Graz Energy Ltd., Energiekontor Sydost: "Heizen mit Abwasserwärme – Energiekatalog", 2007

[5] DWA Regelwerk, Merkblatt DWA-M 114: "Energie aus Abwasser – Wärme und Lageenergie", Entwurf, September 2008

[6] Abwassertemperatur im Zulauf Kölbrandhöft Süd 2008, Tebis Auswertung

[7] Hamburgischen Automatisierten Liegenschaftsbuch

[8] Untersuchung der Beiträge von Umweltpolitik sowie ökologischer Modernisierung zur Verbesserung der Lebensqualität in Deutschland und Weiterentwicklung des Konzeptes der Ökologischen Gerechtigkeit Dr. Nils Meyer-Ohlendorf und Dipl.-Geoökol. Daniel Blobel Ecologic – Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, Berlin IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES Oktober 2008

[9] Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanierungen im Gebäudebestand Prof. Dr. jur. Stefan Klinski, unter Mitwirkung von Veit Bürger, Michael Nast Im Auftrag des Umweltbundesamtes Förderkennzeichen 3708 18 100 UBA-FB 001307 Oktober 2009

[10] Kühlung und Heizung von Bürogebäuden durch Nutzung von Abwasserenergie Konzeptstudie unter Zuhilfenahme dynamischer Anlagensimulation B. Lüdemann, Imtech Deutschland GmbH im Auftrag von Hamburg Wasser, Hamburg 2010

Bei der Analyse des Tools zu Entscheidungsunterstützung wurde eingehend mit der DIN 16000 „Energiemanagementsysteme“ gearbeitet.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.

Im Rahmen des Vorhabens wurde nur mit den Projektpartnern zusammen gearbeitet.

II Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens wurden ausschließlich „Schreibtischarbeiten“ durchzuführen. Experimente, Versuche etc. waren nicht geplant. Die Mittel beschränkten sich entsprechend auf Personalaufwand. Die Ergebnisse in zwei verschiedenen Dokumenten ersichtlich. 1) Potentialstudie zur Wärmenutzung aus Abwasser (in Anhang zu diesem Bericht, ohne Stadtkarte, da diese zu groß ist.) 2) Konzeptpapier zur Umsetzung (liegt dem Projektträger bereits vor.)

2. Wichtigste Position und Nachweis

Im Rahmen des Vorhabens wurden nur Personalmittel beantragt, die vollständig angefordert und ausgeben wurden.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit

Auf Grund der Vielzahl der Akteure war eine separate Projektleitung notwendig. Das Ergebnis (insb. Konzeptpapier liegt dem Projektträger vor). Das Potential zur Wärmenutzung aus Abwasser war bisher in Hamburg noch nicht ermittelt worden und liegt nunmehr vor (siehe Bericht im Anhang)

4. Nutzen und Verwertung

Das Potential der Wärme aus Abwasser wurde mit ca. 20 MW ermittelt. Somit hat sich herausgestellt, dass die Quelle ggf. einen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten kann, dass dieser Beitrag jedoch von der Leistung/ Energie eher begrenzt sein wird. Eine wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse ist derzeit noch nicht geplant. Im nächsten Schritt wäre ein Pilotprojekt denkbar.

5. Fortschritt bei anderen Stellen

Während der Laufzeit des Vorhabens sind dem Zuwendungsempfänger keine neuen Fortschritte bei der Potentialanalyse der Nutzung von Wärme aus Abwasser bekannt geworden.

6. Veröffentlichung

Die Ergebnisse werden wie gefordert bei der TIB in Hannover veröffentlicht. Darüber hinaus sind keine Veröffentlichungen geplant.

III Erfolgskontrollbericht

(als Anlage zum Schlussbericht)

Auftragnehmer: Freie und Hansestadt Hamburg

Kennzeichen: 03SF0378A

Vorhabensbezeichnung: ENEFF STADT HAMBURG: Energieeffiziente Stadt, der Hamburger Weg: Ambitionierter Klimaschutz bei komplexen Entscheidungsstrukturen

Laufzeit des Vorhabens: 1. 6. 2009 bis 31. 5. 2010

Berichtszeitraum: 1. 6. 2009 bis 31. 5. 2010

Vorabbemerkung

Das Vorhaben in Hamburg wird von 2 Auftragnehmern gemeinsam durchgeführt. Der größte Teil der inhaltlichen Arbeit wird formal unter dem Auftrag des Ökoinstituts (ÖI) verantwortet, der kleinere Teil unter dem Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) der FHH. Entsprechend finden sich im Zwischenbericht vom Ökoinstitut weitere, ergänzende Informationen.

1. Beitrag zu den Zielen

Das Vorhaben hat durch die Untersuchung des Einsatzpotentials der abwasserbürtigen Energie in Hamburg insbesondere zum Ziel der Entwicklung innovative, zukunftsweisender (Energie)Dienstleistungen beigetragen (Punkt 2 „Förderziele“ der Bekanntmachung)

2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Das Potential der abwasserbürtigen Energie also solches konnte bestimmt werden. Auf Grund verschiedener Restriktionen (z. B. Sicherheitsvorschriften in Abwassersielen, max. Temperaturabsenkung) ist es jedoch als begrenzt einzuschätzen. Die max. entnehmbare Wärmeleistung beträgt ca. 21, 2 MW.

3. Fortschreibung des Verwertungsplans

- Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten,

Erfindungen/ Schutzrechte oder Patente wurden nicht gemacht bzw. angemeldet.

- Evtl. wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt),

Eine wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse ist nicht primäres Ziel des Vorhabens. Entsprechend gibt es derzeit keine entsprechenden Erfolgsaussichten.

- Evtl. wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen,

Grundsätzlich sollen die Ergebnisse des Projekts anderen Kommunen zur Verfügung gestellt werden. Die erfolgt über die vorgesehene Veröffentlichung der Ergebnisse

- Evtl. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse.

Die Methode kann auch zur Analyse anderer wasserbürtiger Energiequellen (z. B. Trinkwasser) verwendet werden.

4. Arbeiten, die zu keine Lösung geführt haben.

Alle im Rahmen des Vorhaben geplanten Arbeiten wurden durchgeführt/ abgeschlossen.

5. Präsentationsmöglichkeiten

Die Studie steht in veröffentlichter Form anderen Nutzern zur Verfügung.

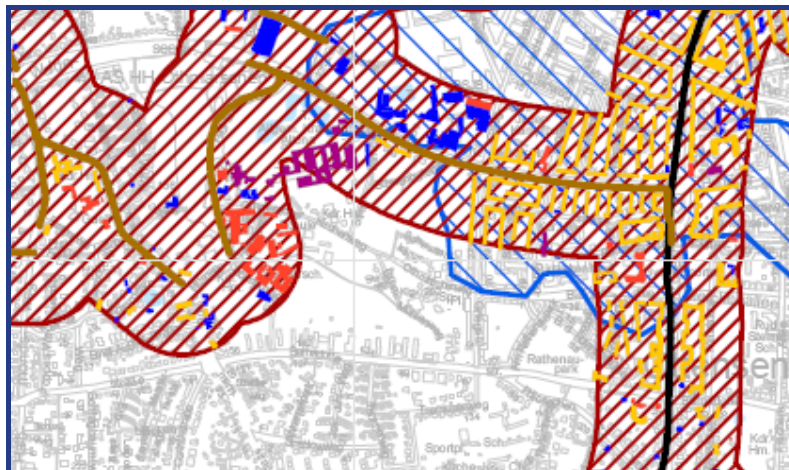
6. Einhaltung des Kosten-/ Zeitplan.

Der Kosten- und Zeitplan wurde eingehalten.

Vertreten durch: Hamburger Wasserwerke GmbH

Analyse zur Wasserwärmennutzung in Hamburg

März 2010



Im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)
der Freien und Hansestadt Hamburg

Inhalt

1.	VERANLASSUNG	3
2.	EINLEITUNG	3
3.	ANALYSE DER RANDBEDINGUNGEN	4
3.1.	ANFORDERUNGEN AN DAS SIEL	5
3.1.1.	<i>Kanaldurchmesser</i>	5
3.1.2.	<i>Durchfluss</i>	6
3.1.3.	<i>Verschneidung der Anforderungen an das Siel</i>	6
3.2.	ENTFERNUNG DER VERBRAUCHER ZUM SIEL.....	6
3.3.	FERNWÄRME ALS KONKURRENZ?	8
3.4.	GEBÄUDENUTZUNG	9
3.5.	ERGEBNIS	11
4.	ERMITTLUNG DES POTENTIALS	12
4.1.	ANGEBOTSSEITE	12
4.2.	VERBRAUCHERSEITE	14
4.2.1.	<i>Mehrfamilienhäuser</i>	15
4.2.2.	<i>Öffentliche Gebäude</i>	15
4.2.3.	<i>Gebäudekomplexe</i>	15
4.2.4.	<i>Sonstige Gebäude</i>	15
4.3.	SYNERGIEN BEI SIELSANIERUNGEN.....	16
4.4.	EINSCHRÄNKUNGEN	16
5.	MÖGLICHE GESCHÄFTSMODELLE	17
5.1.	ANGEBOTSSEITE	17
5.2.	VERBRAUCHERSEITE	18
6.	FAZIT	20
7.	AUSBLICK	21
8.	QUELLEN	23
	ANHANG	24

1. Veranlassung

Im Rahmen einer Konzeptentwicklung für das BMBF-Vorhaben „Energieeffiziente Stadt - der Hamburger Weg“ wurde im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) der Freien und Hansestadt Hamburg eine Potentialstudie angefertigt.

Für die erste Stufe des Bewerbungsverfahrens wurde eine Analyse zu den Möglichkeiten und Potentialen einer Wärmenutzung aus Abwasser in Hamburg durchgeführt. In dieser ersten Stufe soll u.a. eine grobe Abschätzung des technisch nutzbaren Dangebotes an Abwasserwärme und deren Verwendung aufgezeigt werden. Dabei sind die Randbedingungen zu definieren und die nutzbaren Potentiale den möglichen Wärmeabnehmern gegenüberzustellen. Eine erste grobe Skizzierung möglicher Geschäftsmodelle soll ebenfalls aufgezeigt werden.

In einem Ausblick sind ferner die Möglichkeiten der Kältegewinnung aus Abwasser anhand eines Beispiels zu benennen und weitere Potentiale, wie beispielsweise die mögliche Einbindung des Trinkwassernetzes zu betrachten.

2. Einleitung

Die Wärme des in den Haushalten aufgewärmten Wassers fließt meist ungenutzt mit dem Abwasser durchs Sieb zur Kläranlage. Seit einigen Jahren gibt es jedoch verschiedene Pilotprojekte zur Nutzung dieser Energie. Dabei wird dem Wasser über einen Wärmetauscher Wärme entzogen und diese mithilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, so dass sie zum Heizen und zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden kann. Auch in Hamburg, wo das Abwasser im Sieb in der Heizperiode eine Temperatur zwischen 12°C und 17°C hat [6], gibt es bereits ein Pilotprojekt in Zusammenarbeit von Hamburg Wasser, der Wohnungsbaugesellschaft Eisenbahnbauverein eG und der E.on Hanse AG zur Nutzung der Abwasserwärme. Im Stadtteil Harburg werden ab Anfang des Jahres 2010 stufenweise 215 Wohneinheiten mit Wärmeenergie aus dem Abwasser

versorgt. Dieses Projekt wird durch die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt finanziell unterstützt.

Es stellt sich nun die Frage, wie viele weitere Anlagen zur Abwasserwärmenutzung in Hamburg errichtet werden könnten, und so einen Beitrag zur Wärmeversorgung der Stadt leisten können. Die Nutzungsmöglichkeit der Wärmegewinnung wird durch verschiedene Randbedingungen beeinflusst. Es wird daher im Rahmen dieser Analyse untersucht, wie groß die Möglichkeiten zur Nutzung von Abwasserwärme in der Stadt Hamburg unter den gegebenen Randbedingungen tatsächlich sein könnten.

Die Analyse beschränkt sich dabei zunächst auf die Nutzung von Abwasserwärme durch Wärmetauscher im Siel. Nicht betrachtet werden die Wärmerückgewinnung in Pumpwerken und die Nutzung der Wärme im Kläranlagenablauf. Letztere wird vor allem vernachlässigt, da sich im Bereich des Kläranlagenablaufs keine Wärmeabnehmer befinden.

Zur Analyse des Potentials wurde im ersten Schritt eine Energiekarte erstellt, auf der auf einen Blick ersichtlich ist, in welchen Teilen des Untersuchungsgebietes von Hamburg die Nutzung von Abwasserwärme am ehesten technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Außerdem gibt sie einen Überblick über die Gebäude und deren Nutzung in diesen Gebieten.

Aufbauend auf der Energiekarte wurde das angebotsseitige Potential betrachtet, d. h. es wurde ermittelt, wie viel Wärme theoretisch maximal aus dem Siel gewonnen werden kann. Im weiteren Schritt wurde die Verbraucherseite untersucht, indem in den angebotsseitig geeigneten Gebieten mögliche Nutzer für die Abwasserwärme identifiziert wurden.

3. Analyse der Randbedingungen

Um eine Übersicht über die Gebiete zu erhalten, in denen Abwasserwärme mit der derzeit verfügbaren Technik wirtschaftlich genutzt werden kann, wurde eine Analyse durchgeführt, die im nächsten Schritt um die dort vorhandenen Gebäude erweitert

wurde. Es wurden alle begehbaren Schmutz-, und Mischwassersiele mit einem mittleren Trockenwetterabfluss $Q_{dTW} \geq 15$ l/s markiert. Da mit zunehmender Entfernung von Gewinnung und Nutzung der Wärme die Wärmeverluste zunehmen und gleichzeitig die Erschließungskosten steigen, wurde ein 200 m Bereich um die Siele markiert. Da die Nutzung von Fernwärme sich zum heutigen Zeitpunkt i. A. wirtschaftlicher darstellt als die der Abwasserwärme, ergibt sich in Gebieten mit Fernwärmeanschluss heute noch kein hohes Potential. Um diese Gebiete im Vorfeld identifizieren zu können, sind die Fernwärmenetze in Hamburg mit in die Untersuchungen einbezogen worden. Eine mögliche Einspeisung der Abwasserwärme in die Fernwärmenetze der Stadt Hamburg wäre Gegenstand zukünftiger Betrachtungen im weiteren Projektverlauf.

Es wurden vier Arten von Gebäudenutzungen, die aus heutiger Sicht zur wirtschaftlichen Annahme von Abwasserwärme besonders geeignet sind, mit in die Untersuchungen aufgenommen. Die Ergebnisse und weiteren Randbedingungen sind nachfolgend dargestellt.

3.1. Anforderungen an das Siele

Ein wichtiges Ziel der Analyse war die Identifikation von Sielen, bei denen eine Nutzung der Abwasserwärme technisch umsetzbar und auch wirtschaftlich sein könnte. Dazu gibt es beim momentanen Stand der Technik folgende Restriktionen seitens des Kanals.

3.1.1. Kanaldurchmesser

Ogleich sich in einigen Quellen Angaben zum Einsatz von Wärmetauschern ab 500 mm Kanaldurchmesser finden [4], reicht diese Größe doch im Allgemeinen nicht aus und der Einbau von Wärmetauschern erfordert beim derzeitigen Stand der Technik begehbare Siele. Für den erforderlichen Durchmesser werden daher in einem Leitfaden von Buri und Kobel [1] mindestens 800 mm Durchmesser angegeben. Dies ist auch der Wert, den die DWA [5] aus Gründen des Arbeitsschutzes angibt. Je nach Profil des Kanals kann der für den Wärmetauschereinbau erforderliche Durchmesser, bzw. die Höhe/Breite variieren. Für die durchgeführte Untersuchung wurden daher nicht Siele mit einer bestimmten Höhe oder Breite ausgewählt, sondern Siele, die die Bezeichnung "begebar" tragen. Dies bedeutet beispielsweise bei Kreisprofilen, dass sie einen Durchmesser von

1000 mm haben, bei Eiprofilen muss eine Höhe von mindestens 1000 mm gegeben sein.

3.1.2. Durchfluss

Damit genug Abwasser zur Wärmegewinnung zur Verfügung steht, muss bei Trockenwetter ein bestimmter Mindestdurchfluss im Tagesmittel vorliegen. Angaben zu diesem Wert schwanken je nach Quelle zwischen 12 und 15 Liter pro Sekunde. [1], [5] Für diese Studie wurde ein Mindestdurchfluss von 15 Liter pro Sekunde gewählt ($Q_{dTW} \geq 15 \text{ l/s}$), was Abwassereinleitungen von etwa 10.000 Einwohnern entspricht. Mit diesem Wert ist es wahrscheinlicher, dass auch nach einer Detailprüfung, sowie einer Analyse des Tagesgangs im entsprechenden Siedl tatsächlich genügend Abwasser vorhanden ist.

3.1.3. Verschneidung der Anforderungen an das Siedl

Für die Potentialstudie herangezogen wurden nur jene Schmutz- und Mischwassersiedle, die beide o. g. Anforderungen, d. h. Größe und Mindestdurchfluss, gleichzeitig erfüllen. Somit kommen sämtliche Siedle, bei denen die kanalseitigen Anforderungen zur Abwasserwärmenutzung erfüllt sind in Frage.

Diese Anforderungen berücksichtigen nicht, dass es auch Siedle, d.h. Sammler gibt, die so groß sind, dass ein Einbau von Wärmetauschern Probleme bereiten würde, da große Mengen Abwasser während der Umbaumaßnahmen umgeleitet werden müssen. Finden sich jedoch im Bereich der Sammler ausreichend viele Nutzer, ist es nicht ausgeschlossen, dass sich eine Umleitung wirtschaftlich rechnet, so dass die Sammler bei dieser Erhebung des Potentials mit berücksichtigt wurden. Außerdem können auch technische Alternativen zum Einbau eines Wärmetauschers auf der Kanalsohle dieses Problem lösen. Außerdem können auch technische Alternativen zum Einbau eines Wärmetauschers auf der Kanalsohle dieses Problem lösen. Darauf wird später noch eingegangen.

3.2. Entfernung der Verbraucher zum Siedl

Die Gebäude, bei denen die Nutzung der Abwasserwärme angewendet werden kann, müssen ebenfalls gewissen Anforderungen entsprechen. Ein wichtiger Punkt ist die Entfernung des Nutzers zum Siedl.

In dieser Potentialstudie wird zunächst die Nutzung von Abwasserwärme mit Hilfe eines Nahwärmenetzes betrachtet, bei dem an einem Ort, d.h. in einer Heizzentrale, die Wärme bereitgestellt wird und dann auf einem Temperaturniveau von 50°C bis 80°C zu den Abnehmern transportiert wird. Bei diesem als "warme" Nahwärme bezeichneten System wird eine Heizzentrale eingerichtet. Es benötigt geringere Investitionskosten, als der Einsatz "kalter" Nahwärme, bei deren Einsatz die Energie dezentral bereitgestellt wird und der Transport daher auf einem niedrigerem Temperaturniveau stattfinden kann. [2] Der Einsatz "kalter" Nahwärme wird jedoch in dieser Studie im Folgenden nicht betrachtet.

Wird die Wärme auf einem hohen Temperaturniveau transportiert, so ist zwangsläufig eine Wärmedämmung der Leitungen erforderlich. Die Länge der Leitungen ist somit begrenzt, damit keine zu großen Wärmeverluste auftreten. Je nach Größe des Gebäudes sollte die Entfernung zum Siedepunkt daher nicht mehr als 100–300 m betragen. [2] Für diese Potentialstudie wurde die maximale Entfernung zwischen Siedepunkt und Nutzer auf 200 m festgelegt. Im Einzelfall könnten auch Gebäude in einem Bereich von bis zu 300 m Entfernung betrachtet werden, allerdings erscheint eine so weite Entfernung für die Erhebung des Potentials zunächst nicht sinnvoll, da es sich wohl eher um Ausnahmen handelt. Besteht bei Gebäuden mit einer solchen Lage aber beispielsweise der ausdrückliche Wunsch des Verbrauchers, die Energie des Abwassers zu nutzen, so kann eine gesonderte Einzelfallprüfung erfolgen.

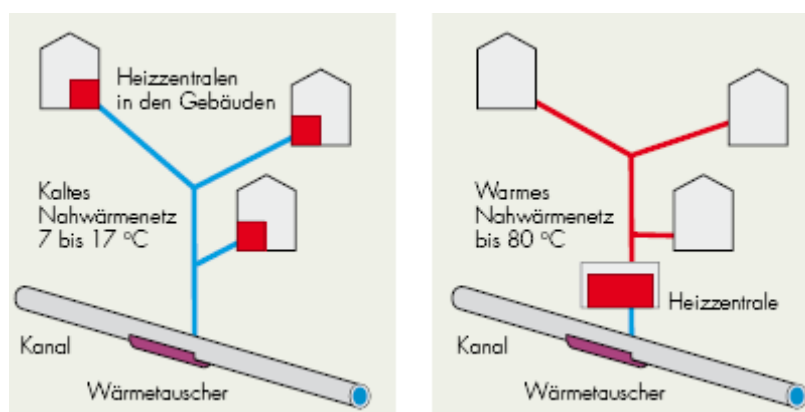


Abbildung 1: Gegenüberstellung der Systeme "kalte" Nahwärme (links) mit Heizzentralen innerhalb der Einzelgebäude und "warme" Nahwärme (rechts), Quelle: [2]

3.3. Fernwärme als Konkurrenz?

Obwohl die Wärmegewinnung aus Abwasser bei entsprechenden Randbedingungen wirtschaftlich ist [2], ist die Nutzung von Fernwärme zum Heizen für den Kunden gegenwärtig noch günstiger. Zwar werden derzeit nicht alle Gebäude im Bereich des Fernwärmenetzes auch mit Fernwärme geheizt, dennoch ist davon auszugehen, dass Verbraucher, die über eine Umstellung der Energieversorgung nachdenken, sicherlich den Anschluss an das Fernwärmenetz auch in Betracht ziehen werden. Auch wenn nicht auszuschließen ist, dass sich eine Nutzung der Abwasserwärme in Einzelfällen anbietet, wurde im Bereich der Fernwärmenetze die Ermittlung des Potentials in diesem ersten Schritt zunächst noch ausgeklammert.

Die Einspeisung der Abwasserwärme wäre eine mögliche Alternative, um diese Konkurrenz aufzuheben. Es ist jedoch anzumerken, dass diese Einspeisung der Abwasserwärme in die Fernwärmenetze der Stadt Hamburg derzeit entweder technisch nicht möglich ist, oder aber wirtschaftlich und auch ökologisch sich zur Zeit nicht sinnvoll darstellen lässt. Dies liegt vor allem an dem hohen Temperaturniveau der Fernwärmenetze.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine Auswertung eines versorgten Stadtteils. Die rot schraffierten Gebiete zeigen, wo unter den zuvor erläuterten Randbedingungen Abwasserwärme genutzt werden kann. Das Fernwärmenetz (in diesem Beispiel das Vattenfall-Netz) ist blau schraffiert dargestellt.

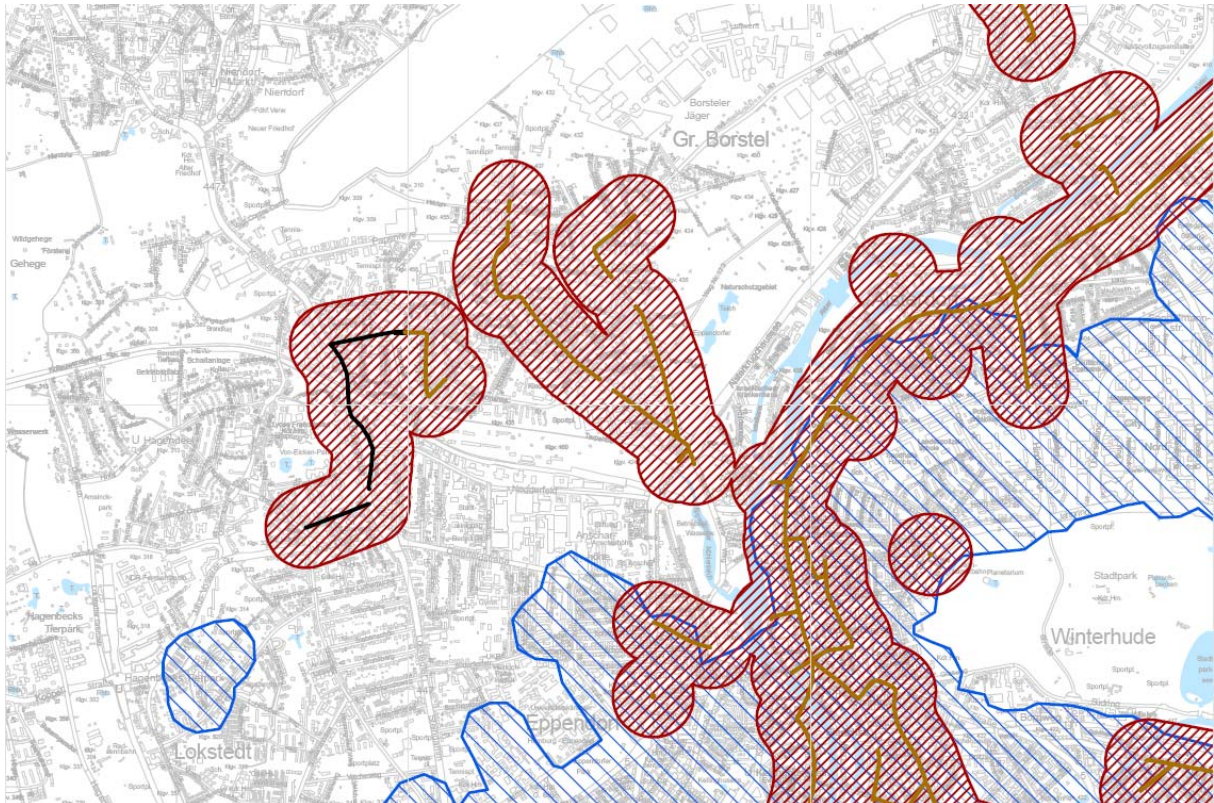


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Energiekarte (ohne Gebäude), Beispiel: Stadtteil Eppendorf
 Schwarz: Schmutzwassersiel, braun: Mischwassersiel
 Rot schraffierter Bereich: 200m Bereich um die Siele
 Blau schraffierter Bereich: Vattenfall Fernwärmenetz

3.4. Gebäudenutzung

Um den Wärmebedarf in den angebotsseitig zur Abwasserwärmenutzung geeigneten Gebieten näher zu untersuchen wurde die Verbraucherseite mit Hilfe der im Hamburgischen Automatisierten Liegenschaftsbuch (HALB) verzeichneten Gebäudenutzungsarten untersucht. Das HALB enthält über 100 verschiedene Nutzungsarten, von denen die für das Thema Abwasserwärme interessanten in den folgenden vier Gruppen zusammengefasst wurden:

1. Mehrfamilienhäuser
2. Öffentliche Gebäude
3. Gebäudekomplexe (z.B. Hotels und Krankenhäuser)
4. Sonstige (z.B. Bürogebäude und gewerblich genutzte Gebäude)

Es wurde eine genaue Auflistung der zu der jeweiligen Gruppe gehörenden Nutzungsbezeichnungen vorgenommen. Bei dieser Einteilung kommt es vor, dass Gebäude einer Mehrfachnutzung unterliegen, d. h. sowohl der einen, als auch der

andern Gruppe zugeordnet sind. Beispielsweise kann eine Doppelnutzung vorliegen, wenn in einem Gebäude sowohl Wohnungen, als auch Büros vorhanden sind (Gruppe 1 & 4) oder Krankenhäuser sowohl als öffentliche Gebäude als auch explizit als Krankenhaus im HALB gekennzeichnet sind (Gruppe 2 & 3). Gebäude mit Mehrfachnutzung wurden jeweils der kleineren Gruppennummer zugeordnet, da diese im Allgemeinen interessanter bei der Betrachtung der Abwasserwärmenutzung ist. Die häufig im Zusammenhang mit Abwasserwärmenutzung aufgeführten Schwimmbäder wurden in dieser Potentialanalyse nicht mit berücksichtigt, da sie bereits im Vorfeld untersucht wurden. Dabei hatte sich herausgestellt, dass es momentan keine Schwimmbäder in Hamburg gibt, bei denen die Möglichkeit zur Abwasserwärmenutzung gegeben ist. Diese Nutzung bietet jedoch, ggfs. unter sich ändernden Randbedingungen zukünftig ein hohes Potential für die Wärmeabnahme gerade hinsichtlich einer Grundlastabnahme für die Wärme aus Abwasser.

Abbildung 3 zeigt exemplarisch die Zuordnung der einzelnen Gebäudetypen innerhalb der Wärmeversorgungszone. Bei dieser Zuordnung der einzelnen Gebäudegruppen wird deutlich, dass insbesondere die Mehrfamilienhäuser und auch die sonstigen Gebäudenutzungen einen wesentlichen Anteil an den Abnehmern der Wärme darstellen könnten.

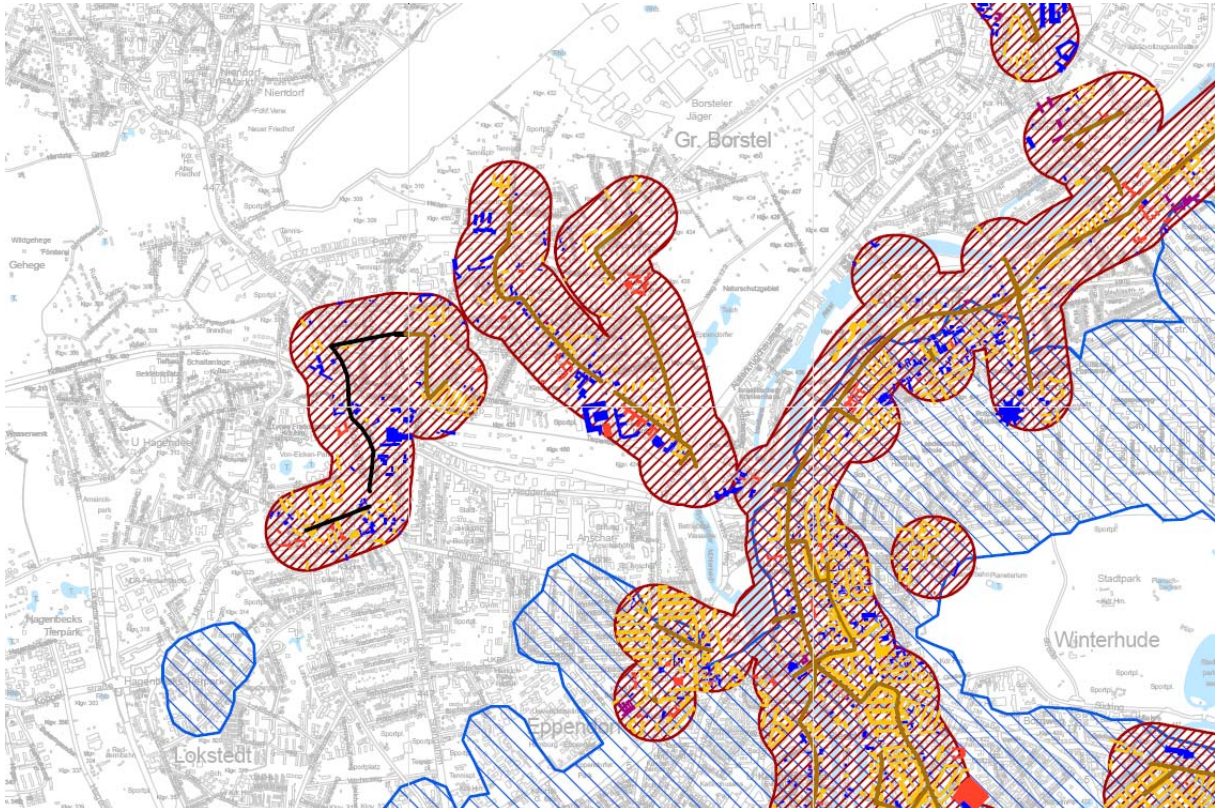


Abbildung 3: Ausschnitt aus der Energiekarte, Stadtteil Eppendorf; zusätzlich zu Abbildung 2 zeigt diese Karte verschiedene Arten der Gebäudenutzung
 Gelb: Mehrfamilienhäuser
 Rot: öffentliche Gebäude
 Pink: Gebäudekomplexe (Krankenhäuser, Hotels)
 Blau: sonstige Gebäudenutzungen von Bedeutung im Zusammenhang mit der Abwasserwärmenutzung

3.5. Ergebnis

Die Untersuchung zeigt, dass in Hamburg etwa 10% der Siele zur Wärmeabgewinnung geeignet sind. Von diesen liegen ca. 56% innerhalb des Fernwärmenetzes. Geht man davon aus, dass in einem Bereich von 200 m um diese Siele eine Abwasserwärmenutzung wirtschaftlich ist, ergibt sich eine Fläche von ca. 28,6 km², auf der theoretisch mit Abwasserwärme geheizt werden kann. Dies entspricht etwa 3,8% des Stadtgebiets. Eine zukünftige Auskopplung der Wärme und Einspeisung in das Fernwärmenetz bzw. in Teile des Netzes, würde dieses Potential allerdings erheblich steigern können.

Anhand der Untersuchungsergebnisse kann schnell geprüft werden, ob ein Gebäude, bei dem die Nutzung der Abwasserwärme in Betracht gezogen wird in einem geeigneten Gebiet liegt. Mit Hilfe der dargestellten Gebäude können weitere Nutzer für die Abwasserwärme geworben werden.

4. Ermittlung des Potentials

Das Potential zur Abwasserwärmenutzung wird im Folgenden sowohl von der Angebotsseite, als auch von der Verbraucherseite betrachtet.

4.1. *Angebotsseite*

Die Wärmemenge, die maximal aus den identifizierten Sielen gewonnen werden kann, gibt das angebotsseitige Potential an. Um diese Menge abzuschätzen wurden die im Folgenden beschriebenen Rechnungen durchgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Ergebnis um einen theoretischen Wert handelt, der durch weitere Randbedingungen ggfs. eingeschränkt werden könnte.

Wie bereits erwähnt liegen von den 326 km Siel, das zur Wärmeengewinnung aus Abwasser geeignet ist, 143 km außerhalb des Fernwärmenetzes, was ca. 4% des gesamten Schmutz- und Mischwassersiels Hamburgs entspricht. Zu diesen 143 km zählen verschiedene Sammler, Nebensammler und Transportsiele, für die die Abwassermengen im Schmutzwassermengenschema erfasst sind. Somit kann die maximal nutzbare Abwassermenge bestimmt werden.

Im Westen der Stadt verläuft nördlich der Elbe der Nebensammler Süd (Nbs 12). Durch diesen fließen 15.209 m³/d, die vom AZV Südholstein im Klärwerk Hetlingen behandelt werden.

Im Nordwesten liegt ein Teil des Transportsiel Altona (TS 6) außerhalb des Fernwärmenetzes. Im weitem Verlauf nach Süden, gehören zum Einzugsgebiet von TS 6 sowohl Gebiete ohne Fernwärmeanschluss (westlich des Transportsiels), als auch mit Fernwärmeanschluss (östlich des Transportsiels). Auf dem letzten Abschnitt des TS 6 nördlich der Elbe, im Bereich des Hohenzollernring befindet sich noch ein Gebiet von etwa 120.000 m², in dem kein Fernwärmeanschluss vorhanden ist. Somit fließt an dieser Stelle das gesamte Abwasser des TS 6, welches sich auf 34.888 m³/d beläuft durch ein Gebiet, in dem Abwasserwärme genutzt werden kann. Da es aber unwahrscheinlich ist, dass sich in dem ca. 120.000 m² großen Wohngebiet genügend Wärmeabnehmer finden, wurden für eine genauere Abschätzung die östlichen

Einzugsgebiete von TS 6 vernachlässigt. Es ergibt sich dann eine Abwassermenge von etwa 27.315 m³/d.¹

Im Nordosten der Stadt verläuft der gesamte Sammler Ost Abschnitt Nord (S 1) durch ein Gebiet ohne Fernwärmeanschluss. Ebenso verläuft der Nebensammler Bergedorf (Nbs 10) im Südosten außerhalb des Fernwärmenetzes. Sowohl das Abwasser aus S 1, als auch das aus Nbs 10 wird durch den Sammler Ost Abschnitt Süd (S 2), der später in den Sammler Wilhelmsburg (S 3) mündet zum Klärwerk Köhlbrandthöft transportiert.

Genau wie TS 6 zieht auch S 2 Abwasser aus den Bereichen des Fernwärmenetzes ein, dennoch verläuft der Sammler auch durch ein Gebiet außerhalb des Netzes, in dem also die Abwasserwärme genutzt werden kann.² Somit wurden die 202.903 m³/d des Sammlers S 2 in der Berechnung berücksichtigt.

In den Sammler Wilhelmsburg (S 3) mündet außerdem noch der Sammler Harburg Abschnitt Nord (S 4), an den wiederum der Sammler Harburg Abschnitt Süd (S 5) und der Nebensammler Neuland (Nbs 20) angeschlossen sind. Im Süden der Stadt, wo diese Sammler liegen, besteht kein Anschluss an die Fernwärme. Schließlich kann also theoretisch die gesamte Abwassermenge des Sammlers S 3 von 249.240 m³/d zur Wärmeengewinnung genutzt werden.

Zusammengefasst beträgt die maximal nutzbare Abwassermenge also 291.764 m³/d. Dieser Wert setzt sich aus 15.209 m³/d (Nbs 12), 27.315 m³/d (TS 6) und 249.240 m³/d (S 3) zusammen.

Obgleich die 143 km zur Wärmeengewinnung geeignetes Siel nur ca. 4% des gesamten Hamburger Schmutz- und Mischwassersiels ausmachen entsprechen diese 291.764 m³/d etwa 82% der im Klärwerk Köhlbrandthöft behandelten Schmutzwassermenge.³ Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass ein Großteil

¹ 4.751 m³/d + 9.617 m³/d + 4.815 m³/d + 8.132 m³/d = 27.315 m³/d

² Es handelt sich hierbei um ein Gebiet, welches größer ist, als jenes, das im Zusammenhang mit T 6 angesprochen wurde.

³ Die 15.209 m³/d, die durch Nbs 12 fließen, werden jedoch nicht im Klärwerk Köhlbrandthöft, sondern im Klärwerk Hetlingen behandelt.

der Sammler in zur Abwasserwärmenutzung geeigneten Gebieten liegt und somit große Abwassermengen durch diese Gebiete fließen.

Um die Wärmemenge, die diesem Abwasserstrom entnommen werden kann, zu bestimmen, wird die Annahme getroffen, dass das Abwasser zur Wärmeengewinnung um bis zu 1,5 K abgekühlt werden kann. Die Wahl dieser Temperaturdifferenz hat den folgenden Grund: Die Temperatur des Abwassers kann die Prozesse in der biologischen Stufe der Kläranlage beeinflussen. Von Temperaturschwankungen am stärksten betroffen ist die Stickstoffelimination, deren Wirkungsgrad mit sinkender Temperatur abnimmt. Kurzzeitige Schwankungen (z. B. Tag/Nacht oder Regen- / Trockenwetter) werden in der Kläranlage gedämpft, eine längerfristige Temperaturabsenkung kann allerdings die Reinigungsleistung beeinflussen. Eine Absenkung um bis zu 1,5 K sollte jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf die biologischen Abbauvorgänge haben.

Umgerechnet beträgt die nutzbare Abwassermenge $Q = 291.764 \text{ m}^3/\text{d}$. Mit einer Abkühlung um $\Delta T = 1,5 \text{ K}$ und einer Dichte von $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, sowie einer spezifischen Wärmekapazität von $c_p = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ ergibt sich eine max. entnehmbare Wärmeleistung von $P_{AW} \approx 21,2 \text{ MW}$.

$$P_{AW} = Q \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot c_p = 291.764 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,5 \text{ K} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot \frac{1}{86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}} = 21.224 \text{ kW}$$

4.2. Verbraucherseite

Aus den Untersuchungen geht bereits hervor, dass sich etwa 3,8% des Hamburger Stadtgebietes zur Abwasserwärmenutzung eignen. In diesen Gebieten wurden die Gebäude näher betrachtet. Damit die Abwasserwärmenutzung wirtschaftlich ist, sollten möglichst viele Nutzer an ein Wärmetauschersystem angeschlossen werden. Daher ist beispielsweise die Nutzung der Energie aus dem Abwasser bei Einzelhäusern eher nicht sinnvoll. In dieser Untersuchung wurden Gebiete mit besonders hoher Gebäudedichte, bzw. besonders große Gebäude identifiziert. Die Ergebnisse sind im Folgenden nach Gebäudegruppen gegliedert.

4.2.1. Mehrfamilienhäuser

In der Untersuchung wurden 40 Gebiete mit dichter Mehrfamilienhäuserbebauung identifiziert, von denen 12 an einem Sammler liegen. Für die Umsetzung weiterer Projekte sollten zunächst diese dicht mit Mehrfamilienhäusern bebauten Gebiete betrachtet werden.

4.2.2. Öffentliche Gebäude

Es wurden weiterhin 18 Orte mit großen oder mehreren öffentlichen Gebäuden identifiziert, wovon zwei direkt an Sammlern liegen.

Bezüglich öffentlicher Gebäuden ist außerdem festzuhalten, dass bereits seitens der GWG Schulen Interesse an der Abwasserwärmenutzung besteht. Von 35 Schulen, die Hamburg Wasser von der GWG genannt wurden, liegen sechs in Gebieten, die sich zur Abwasserwärmenutzung eignen, bei weitem sechs kann bei Bedarf genauer geprüft werden, ob Abwasserwärme zum Heizen eingesetzt werden kann.

4.2.3. Gebäudekomplexe

Die Anzahl an Gebäudekomplexen, d. h. Gebäuden der Gruppe 3, also jenen, die nicht bereits als öffentliche Gebäude erfasst wurden, ist relativ gering. Es wurden für diese Gruppe keine mit Priorität zu prüfenden Gebäude identifiziert.

4.2.4. Sonstige Gebäude

In der vierten Gruppe der zur Nutzung der Abwasserwärme geeigneten Gebäude befinden sich unter anderem Bürogebäude und andere gewerblich genutzte Gebäude. Diese Gruppe ist insbesondere im Innenstadtbereich stark vertreten. Hier handelt es sich vor allem um Bürogebäude. Der Einsatz von Abwasserwärme kommt aufgrund der Fernwärme zunächst nicht in Frage, jedoch können diese Gebäude für das Thema der Klimatisierung mit Abwasser von Interesse sein.

Da diese Gruppe sehr viele verschiedene Gebäudenutzungen vereint, wurde darauf verzichtet, spezielle Gebiete zu identifizieren. Gerade bei gewerblich genutzten Hallen kann es sein, dass die Gebäude zwar sehr groß erscheinen, allerdings nicht beheizt werden.

4.3. Synergien bei Sielsanierungen

Ist an einem Siel eine Sanierungsmaßnahme geplant, d. h. fallen ohnehin Kosten für eine Baumaßnahme an, bietet es sich an, dabei auch ein Wärmetauschersystem einzubauen. Die Abwasserwärmenutzung ist dann besonders wirtschaftlich. Straßenabschnitte, bzw. Gebäude, die sich an einem zu sanierenden Sielabschnitt befinden sind daher in den Straßenverzeichnissen gekennzeichnet. Aufgrund der Vielzahl der vorliegenden Daten konnte die konkrete Maßnahme jedoch nicht für jeden Einzelfall ermittelt werden. Unter den Sanierungen befinden sich daher sowohl kleinere als auch größere Erneuerungen, Ausbauten und Wiedereinbauten. Außerdem sind in der Datenbank, der die Angaben zu den Sanierungen entnommen wurden, auch jene Maßnahmen enthalten, die bereits im Bau sind. Ob es sich daher tatsächlich um eine Maßnahme handelt, die mit dem Einbau von Wärmetauschern sowohl von den technischen Gegebenheiten, als auch vom zeitlichen Rahmen her kombiniert werden kann, ist nur im Einzelfall zu prüfen.

Derzeit, bzw. in naher Zukunft werden an 4,8 km (entspricht 3,4%) der zur Wärmeengewinnung aus Abwasser geeigneten 143 km Siel Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Der größte Teil dieser Siele befindet sich in den Stadtteilen Rothenburgsort und Bergedorf.

4.4. Einschränkungen

Auch wenn Wärmeangebot und –nachfrage zusammentreffen, d. h. sich Wärmenutzer im 200 m Bereich um die geeigneten Siele finden, können sich weitere Einschränkungen, die den Bau einer Abwasserwärmenutzungsanlage ggf. verhindern, ergeben. Diese können sowohl auf der Seite des Wärmeangebots, als auch beim Verbraucher liegen.

So sind nicht alle Siele mit geeignetem Durchfluss per se tatsächlich für den Einbau von Wärmetauschern geeignet. Beispielsweise ist der Einbau von Wärmetauschern in Sammlern nicht unproblematisch, da große Abwassermengen während der Umbaumaßnahmen umgeleitet werden müssen. Außerdem können sich

Einschränkungen seitens des Siels ergeben, weil auch nach dem Einbau eines Wärmetauschers die hydraulische Kapazität des Siels gewährleistet sein muss. Des Weiteren müssen vor der Umsetzung eines Projektes zur Abwasserwärmenutzung verschiedene Details, wie beispielsweise der Tagesgang des Durchflusses untersucht werden. Wenn die Abwasserwärmenutzung technisch möglich ist, muss in jedem Fall auch noch die Wirtschaftlichkeit der Anlage überprüft werden.

Weiterhin ist zur Verbraucherseite zu sagen, dass zur Abwasserwärmenutzung neben der Einrichtung einer Heizzentrale in der Regel auch eine Umrüstung der Heizkörper in den Gebäuden notwendig ist. Damit die Wärmepumpe effizient arbeiten kann, ist eine möglichst geringe Vorlauftemperatur für die Heizung erforderlich. Um mit einer geringeren Temperatur zu heizen, sind größere Heizkörper erforderlich. Es bieten sich somit Objekte an, bei denen ohnehin eine Erneuerung des Heizsystems ansteht. Eine solche Sanierung findet etwa alle 20 Jahre statt. [3]

5. Mögliche Geschäftsmodelle

Mögliche Geschäftsmodelle für die Wärmenutzung aus Abwasser müssen anhand der einzelnen Zuständigkeiten und auch der gegenwärtigen Restriktionen abgeleitet werden. Nachfolgend werden einige dieser möglichen Modelle aufgezeigt.

5.1. Angebotsseite

Die Angebotsseite der Abwasserwärme ist definiert im tatsächlichen Dargebot und im Zugang der zur Verfügung stehenden Abwasserströme. Die gesetzliche Grundlage an einer möglichen Entnahme liefert auf der Seite der Abwasserableitung in Hamburg das Stadtentwässerungsgesetz. Dieses sieht vor, dass die Hamburger Stadtentwässerung die alleinige Zuständigkeit hat für das schadloose Ableiten der in das öffentliche Siel eingeleiteten Abwässer. Eine Entnahme durch Dritte ist somit zunächst nicht möglich.

Die zur Verfügung Stellung der Abwasserwärme, wie auch das Einbringen von Wärmetauschern oder etwa die Entnahme von Abwässern aus dem öffentlichen Siel

obliegt daher ausschließlich der Hamburger Stadtentwässerung. Im Rahmen einer Kooperation bzw. einer temporären Vermietung von bestimmten Sielabschnitten wäre jedoch auch eine Nutzung durch Dritte denkbar. Beispielsweise werden derzeit Glasfaserkabel in bestimmten Sielabschnitten durch eine Tochter der Hamburger Stadtentwässerung eingebaut und betrieben.

Angebotsseitig kommen daher folgende Konstellationen in Betracht:

- Einbau und Betrieb der Anlagen durch die Hamburger Stadtentwässerung
- Einbau und Betrieb der Anlagen durch Tochterunternehmen von Hamburg Wasser
- Einbau und Betrieb der Anlagen durch Dritte, die von der Hamburger Stadtentwässerung hierzu beauftragt wurden (Contracting)

5.2. Verbraucherseite

Auf der Verbraucherseite ist eine Vielzahl von verschiedenen Geschäftsmodellen denkbar, angefangen von der reinen Übergabe der „kalten“ Abwasserwärme an der Grundstücksgrenze bis hin zum Full-Service.

Für den Wärmeabnehmer vorteilhaft vor allem ist die Abkopplung vom Energiepreismarkt. Sind die Investitionen für die Abwasserwärme getätigt, fallen meist nur noch geringe Instandhaltungskosten an. Die Substitution von Primärenergie kann dann mit nur sehr moderaten und kalkulierbaren Preissteigerungen angeboten werden.

Wichtig bei allen Formen der vertraglichen Bindung ist neben einer angemessenen Laufzeit der Verträge die klare Definition der einzelnen Schnittstellen. Dabei ist nicht zu verkennen, dass die Auskopplung der Abwasserwärme, die Weiterverarbeitung im Rahmen einer Heizungszentrale und deren Weiterverteilung innerhalb der Gebäude eine enge Verzahnung beinhaltet. Nur wenn diese Komponenten technisch eng aufeinander abgestimmt sind, können die Vorteile eines solchen Systems auch generiert werden.

Neben der klassischen Eigenfinanzierung und dem Eigenbetrieb der Anlagen durch den jeweiligen Hausbesitzer mit dem Energiebezug durch die EVUs spielt das Contracting seit den 1990er Jahren in Deutschland gerade für größere Objekte eine zunehmende Rolle. Kern der vertraglichen Vereinbarungen ist die Auslagerung der Investitionen für die Errichtung bzw. Modernisierung von zentralen Heizungsanlagen vom Eigentümer an den Contractor. Der Hauseigentümer räumt dem Contractor in einem Liefervertrag mit Laufzeiten von i.d.R. etwa 15 Jahren das Recht ein, seine Liegenschaft mit Wärme zu versorgen. Die Abrechnung erfolgt entweder mit dem Besitzer der Liegenschaft oder aber auch direkt mit dem jeweiligen Mietpartner.

Unterschieden werden typischerweise vier Grundmodelle des Contracting:⁴

- Energiespar-Contracting
- Energieliefer-Contracting
- Finanzierungs-Contracting
- Betriebsführungs-Contracting

Der wirtschaftlich bedeutsamste Sektor ist derzeit das Energieliefer-Contracting (vgl. nachstehende Abbildung).

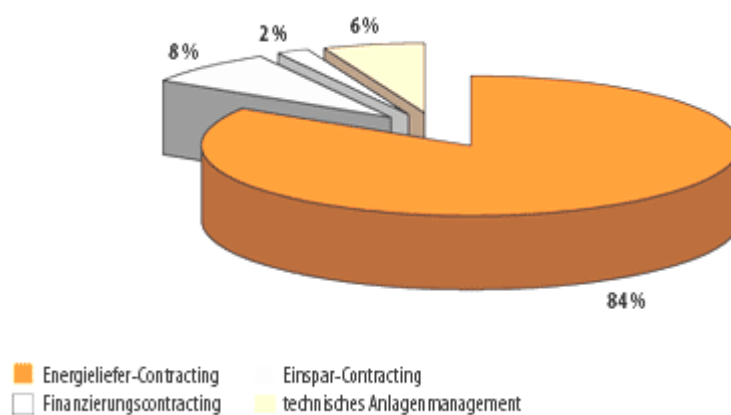


Abbildung 4: Verteilung der einzelnen Contracting-Modelle in Deutschland

Quelle: Verband für Wärmelieferung e.V., Mitgliederbefragung 2007

⁴ Vgl. auch DIN 8930 Teil 5

Beim Energieliefer-Contracting finanziert, errichtet und betreibt der Contractor die Wärmeerzeugungsanlage auf eigenes Risiko und eigene Kosten auf der Basis von längerfristigen Verträgen mit seinem jeweiligen Kunden. Das gemeinsame Ziel zwischen Contractor und dem Wärmeabnehmer besteht darin, durch effizientere Wärme-Erzeugung und Wärme-Speicherung wirtschaftliche und ökologische Vorteile zu erreichen.

Den Vorteilen einer Wärmelieferung aus einer Hand durch einen finanzkräftigen Contractor, der üblicherweise auch über genügend Erfahrung bei der Errichtung und dem Betrieb solcher Anlagen verfügt, stehen auch die Interessen der Mieter gegenüber. So ist etwa die Umlagefähigkeit der Kosten umstritten (Abschreibung und Zinsen) und die Risiken von Kostensteigerungen sollten hier nicht unterschätzt werden [8], [9].

6. Fazit

Zur Abwasserwärmegewinnung eignen sich derzeit 143 km des Hamburger Siels. Da ein Grossteil dieser Siele Sammler sind, könnten theoretisch bis zu 290.000 m³/d Abwasser genutzt und damit rund 20 MW Wärme zur Verfügung gestellt werden. Der Einbau von Wärmetauschern in die Sammler der Stadt ist jedoch derzeit aufgrund der notwendigen Umleitungsmaßnahmen nicht immer einfach durchführbar. Der Focus sollte daher auf neue Systeme bei der Wärmeauskopplung gelegt werden.

Neben der Möglichkeit zur Wärmegewinnung muss in den geeigneten Gebieten, die sich auf ca. 4% des Stadtgebietes belaufen, auch ein Wärmebedarf vorliegen. Treffen Angebot und Nachfrage zusammen ist anhand verschiedener Details zu prüfen, ob die Nutzung der Abwasserwärme an dem jeweiligen Standort tatsächlich technisch umsetzbar und wirtschaftlich ist. Im Rahmen dieser Studie wurden 37 Gebiete mit Mehrfamilienhäusern und 16 Orte mit öffentlichen Gebäuden ermittelt, in denen eine solche Detailprüfung, bzw. zunächst die Kontaktaufnahme zu den Eigentümern empfohlen wird.

Weiterhin ist festzustellen, dass Einzelmaßnahmen im Rahmen von Siedneubauten und Sielerneuerungen Potentiale aufweisen können, die eine wirtschaftliche Nutzung der Abwasserwärme rechtfertigen.

Eine Einspeisung der Wärme aus dem Abwasser in die Fernwärmeversorgungs-einrichtungen der Stadt Hamburg könnte zukünftig weitere Potentiale beim Absatzmarkt bieten. Mögliche Geschäftsmodelle sind bereits auf dem Markt etabliert und können für derartige Lieferungen angewandt werden. Dem berechtigten Interesse insbesondere der Mieter an preisstabilen Lösungen muss dabei jedoch Beachtung geschenkt werden.

7. Ausblick

Da das größte Potential im Bereich der Sammler liegt, ist es erstrebenswert, eine Lösung für den Einbau von Wärmetauschern in die Sammler zu finden, sofern sich in einem Gebiet eine große Anzahl von Wärmeabnehmern findet. Eine gute Möglichkeit dazu stellen extern angeordnete Wärmetauscher dar. Deren Wirtschaftlichkeit müsste jedoch noch genauer untersucht werden.

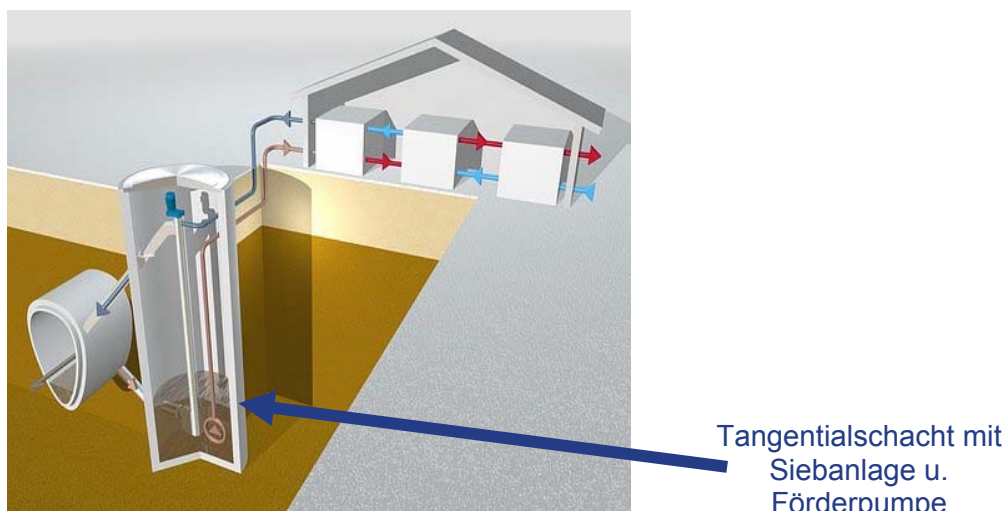


Abbildung 5: externer Wärmetauscher

Es ist außerdem davon auszugehen, dass sich die Technik in den nächsten Jahren stark weiterentwickelt und so vermutlich auch der Einbau von Wärmetauschern in Siele mit kleinerem Durchmesser (nicht begehbare Siele) möglich sein wird, wodurch sich die Nutzungsmöglichkeiten der Abwasserwärme stark vergrößern.

Weiterhin stellt auch das Kühlen mit Abwasser interessante Möglichkeiten zur Nutzung von Wärmetauschern im Siele dar. Die Potentiale hierfür sind ebenfalls in den Untersuchungsergebnissen enthalten. Eigene in Auftrag gegebene Untersuchungen an einem realen Bürogebäude ergaben eine potentielle Einsparung an Primärenergie für das Heizen und Kühlen (Wärme- und Kältelast) des Gebäudekörpers von etwa 35% an Primärenergie [10].

Eine weitere Möglichkeit zur sinnvollen Auskoppelung von Wärme oder Kälte stellen die Transportleitungen für Trinkwasser in Hamburg dar. Das Transportvolumen entspricht in etwa dem der Siele in Hamburg und liegt bei etwa 100 Mio. m³ jährlich. Dieses Potential wäre ggfs. in einer weiteren detaillierten Untersuchung zu betrachten.

8. Quellen

[1] Buri, Kobel: "Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer", 2005, erhältlich unter www.dbu.de

[2] "Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen" herausgegeben vom Bundesverband Wärmepumpe e. V., der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung und dem Institut für Infrastrukturanlagen, 2005, erhältlich unter www.dbu.de

[3] Rometsch: "Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen", IKT Institut für unterirdische Infrastruktur, 2004

[4] Berliner Energieagentur GmbH, Graz Energy Ltd., Energiekontor Sydot: "Heizen mit Abwasserwärme – Energiekatalog", 2007

[5] DWA Regelwerk, Merkblatt DWA-M 114: "Energie aus Abwasser – Wärme und Lageenergie", Entwurf, September 2008

[6] Abwassertemperatur im Zulauf Kölbrandhöft Süd 2008, Tebis Auswertung

[7] Hamburgischen Automatisierten Liegenschaftsbuch

[8] Untersuchung der Beiträge von Umweltpolitik sowie ökologischer Modernisierung zur Verbesserung der Lebensqualität in Deutschland und Weiterentwicklung des Konzeptes der Ökologischen Gerechtigkeit
Dr. Nils Meyer-Ohlendorf und Dipl.-Geoökol. Daniel Blobel
Ecologic – Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, Berlin
IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES
Oktober 2008

[9] Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanierungen im Gebäudebestand
Prof. Dr. jur. Stefan Klinski, unter Mitwirkung von Veit Bürger, Michael Nast
Im Auftrag des Umweltbundesamtes
Förderkennzeichen 3708 18 100
UBA-FB 001307
Oktober 2009

[10] Kühlung und Heizung von Bürogebäuden durch Nutzung von Abwasserenergie
Konzeptstudie unter Zuhilfenahme dynamischer Anlagensimulation
B. Lüdemann, Imtech Deutschland GmbH im Auftrag von Hamburg Wasser,
Hamburg 2010

Anhang

Gebäudenutzungsgruppen

1. Mehrfamilienhäuser
 - Gruppenhäuser
 - Wohnblöcke
 - Hochhäuser

2. öffentliche Gebäude
 - Rathäuser, Bezirksämter, Ortsämter
 - Zollämter
 - Gerichte
 - Sonstige öffentliche Verwaltung
 - Schulen (allgemein, berufsbildend)
 - Fachhochschulen, Universitäten
 - Forschungsinstitute
 - Sonstige Bildungseinrichtungen
 - Veranstaltungs-, Kongressgebäude
 - Büchereien, Bibliotheken
 - Sonstige kulturelle Einrichtungen
 - Sonstige Gesundheitseinrichtungen
 - Kindergärten
 - Sonstige Sozialeinrichtungen
 - Sonstige öffentliche Einrichtungen

3. Gebäudekomplexe
 - Krankenhäuser
 - Heil- und Pflegeanstalten
 - Hotels, Pensionen
 - Jugendherbergen, Schullandheime

4. Sonstige
 - Verwaltung, Büro, Praxen
 - Banken, Sparkassen
 - Versicherungen
 - Handel
 - Handel und dienstliche sonstige Gebäude
 - Produktion / Fabriken
 - Handwerk / Werkstätten
 - Forschung / Laboratorien