

Stadt Meppen

Markt 43

49716 Meppen



Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen

und hierzu

Energiepotenzialkarte für Meppen (Kernstadt)

LINDSCHULTE Ingenieures. mbH Emsland
Technologiepark Meppen
Lohberg 10 a, 49716 Meppen

Aufgestellt: Meppen, den 01. April 2015



. Ausfertigung



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung/Ziele	4
1.1	Veranlassung	4
1.2	Ziele	4
2	Wärmepotenzial im Abwasser	4
3	Standortbeschreibung	6
3.1	Kernstadt Meppen	6
3.2	Schmutzwasseranfall und Abwassertemperatur Stadt Meppen	7
4	Randbedingungen zur Abwasserwärmenutzung	9
4.1	Schmutzwasser und Schmutzwasserkanal	9
4.2	Wärmeabnehmer	12
4.3	Mindestbedingungen	13
5	Energiepotenzialkarte Abwasser	15
5.1	Vorgehensweise	15
5.1.1	Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter	15
5.1.2	Schmutzwasserkanalisation Stadt Meppen und Wärmenutzungszonen	16
5.1.3	Potenzielle Wärmeabnehmer Stadt Meppen	16
5.1.4	Plausibilitätsprüfung Abwasserwärmenutzung Stadt Meppen	16
5.2	Energiepotenzialkarten Abwasser	17
6	Ergebnisdarstellung Energiepotenzialkarten	17
6.1	Ergebnisdarstellung Freigefällekanalisation	17
6.1.1	Freigefällekanalisation Kuhweide/Altstadt	17
6.1.2	Freigefällekanalisation Esterfeld	17
6.1.3	Freigefällekanalisation Altstadt/Neustadt	18
6.1.4	Freigefällekanalisation Neustadt	18
6.2	Ergebnisdarstellung Schmutzwasserpumpwerke	18
6.2.1	Pumpwerk Schleusengruppe	18
6.2.2	Pumpwerk Lingener Straße	19
6.2.3	Pumpwerk Orde	19
6.2.4	Pumpwerk Grabbestraße	19
6.2.5	Kläranlage Meppen	19
7	Anwendung und Fortschreibung der Energiepotenzialkarte Abwasser	19
8	Schlussbemerkung	20



Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Zusammenstellung der Zulaufmengen zur Kläranlage Meppen für den Zeitraum Januar 2013 bis Juli 2014 (Quelle: Stadtwerke Meppen)
- Anlage 2: Ermittlung des Schmutzwasseranfalls Stadt Meppen auf Grundlage der Einwohnerdichte und der Einwohnerzahlen
- Anlage 3: Übersicht Abwasserwärmenutzungssysteme (offene Aufstellung)

Planbeilagenverzeichnis

- | | | |
|----------|--|-----------|
| Blatt 1: | Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen
- Energiepotenzialkarte Abwasser Freigefällekanalisation | 1 : 1.000 |
| Blatt 2: | Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen
- Energiepotenzialkarte Abwasser Pumpwerke | 1 : 1.000 |
| Blatt 3: | Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen
- Grundlagendaten Energiepotenzialkarte Abwasser | 1 : 1.000 |



1 Veranlassung/Ziele

1.1 Veranlassung

Die Stadt Meppen als Modellstadt Klimaschutz und regenerative Energie begrüßt Maßnahmen zur Einsparung von Energie und hier im Besonderen von Energie aus fossilen Energieträgern und unterstreicht damit ihren Vorbildcharakter für einen zukunftsweisenden Umgang mit erneuerbaren Energien.

Zur Verfolgung dieser Ziele hat die Stadt Meppen u.a. bereits eine Machbarkeitsstudie zur Nutzung von Wärme aus Abwasser zur Wärmeversorgung für das neu zu errichtende Quartier „Am Emshafen“ durchführen lassen.

Für einen weiteren Schritt zum Aufzeigen der Potenziale zur Nutzung von Wärme aus Abwasser wurde die LINDSCHULTE Ingenieurgesellschaft mbH Emsland von der Stadt Meppen beauftragt, eine Energiepotenzialkarte zur Abwasserwärmenutzung für die Kernstadt Meppen aufzustellen.

1.2 Ziele

Ziel der Energiepotenzialkarte zur Abwasserwärmenutzung ist das Darstellen von potenziell geeigneten Standorten zum Einbau bzw. Betrieb von Abwasserwärmenutzungsanlagen innerhalb der Anlagen zur Schmutzwasserableitung einschl. der kommunalen Kläranlage und das Aufzeigen von potentiellen Nutzern der Abwasserwärme innerhalb der möglichen Wirkbereiche der Abwasserwärmenutzungsanlagen.

Mit der Energiepotenzialkarte steht der Stadt Meppen und auch den Stadtwerken Meppen z.B. bei der Entwicklung bzw. Erschließung von Stadtteilen und Stadtquartieren oder bei anstehenden Sanierungs- oder Erneuerungsmaßnahmen der Schmutzwasserkanalisation ein mögliches Instrument zur Verbesserung des Informationsflusses und der daraus resultierenden Kontaktaufnahme zwischen möglichen Partnern zur Umsetzung einer Abwasserwärmenutzungsanlage zur Verfügung.

2 Wärmepotenzial im Abwasser

Der tägliche Trinkwasserbedarf in Haushalten (einschl. Kleingewerbe) beträgt in Deutschland rd. 126 l pro Einwohner. Durch die Wasserversorgungsunternehmen wird das Trinkwasser mit einer mittleren Temperatur von 12°C bereitgestellt. Ein Großteil dieses Trinkwassers wird zur Benutzung erwärmt. Das gesamte in Haushalten (einschl. Kleingewerbe) verwendete Wasser verlässt dann als Abwasser mit einer mittleren Temperatur von 25°C das Gebäude (Studer 2004) und gelangt in die öffentliche Kanalisation.



Neben der Wärme aus Haushalten kommt zur Wärme im Abwasser noch die Wärme aus Produktions- und Prozesswärme aus Gewerbe- und Industriebetrieben. Nach der Vermischung des Abwassers in der öffentlichen Kanalisation weist das in der Kanalisation abfließende Abwasser im Jahresdurchschnitt eine Temperatur von rd. 15 °C auf. Durch die mit der Erwärmung des Wassers eingetragene Energie besitzt das in der öffentlichen Kanalisation abfließende Abwasser ein hohes Wärmenutzungspotenzial, welches zumeist ungenutzt bleibt. In der Tabelle 1-1 sind die mittleren Temperaturen des in der öffentlichen Kanalisation abfließenden Abwassers aufgelistet. Mit der Abwasserwärme steht ganzjährig eine kostengünstige Energiequelle zur Verfügung. Mit der Wärme im Abwasser kann z.B. im Winter geheizt sowie Warmwasser bereitgestellt werden. Im Sommer besteht weiterhin die Möglichkeit mit der im Abwasser enthaltenen Energie zu kühlen.

Tabelle 1-1: Mittlere Abwassertemperaturen in der öffentlichen Kanalisation (Studer 2004)

Zeitraum	mittlere Temperatur
Jahr	15°C
Sommer	18 – 22°C
Winter	10 – 12°C

Das im Abwasser enthaltenen Wärmepotenzial kann anhand der Wärmekapazität C des Abwassers ermittelt werden. Die Wärmekapazität gibt an, welche Wärmemenge Q (Wärmeenergie) z.B. Wasser pro Temperaturänderung ΔT speichern kann. Die Wärmekapazität ist innerhalb eines Aggregatzustandes von der Temperatur abhängig. Man kann die Wärmekapazität auf die Masseneinheit des Körpers beziehen und erhält so die mittlere spezifische Wärmekapazität c . Die spezifische Wärmekapazität gibt an, welche Wärmemenge Q (Wärmeenergie) z.B. Wasser mit der Masse 1 kg zugeführt werden muss, um seine Temperatur um 1 Kelvin zu erhöhen. Die Einheit der spezifischen Wärmekapazität c ist $J/(kg \cdot K)$.

Für Abwasser kann die spezifische Wärmekapazität vereinfacht mit der von Wasser der gleichen Temperatur gleichgesetzt werden. Auf Grund der im Abwasser enthaltenen Inhaltsstoffe ist der Wert tatsächlich jedoch geringer. Die nötige Wärmemenge um 1 m³ Abwasser mit der Temperatur von 15 °C um 1 K zu erwärmen beträgt 4.186 J bzw. 1,16 kWh. Umgekehrt kann bei einer Abkühlung um 1 K dem Abwasser eine Wärmemenge von 4.186 J bzw. 1,16 kWh entzogen werden.

Aus dem der Kläranlage Meppen zugeleiteten Abwasser in einer Menge von rd. 1,765 Mio. m³ im Jahr 2013 wäre bei einer Abkühlung des Abwassers um 1 K theoretisch eine Wärmemenge von 2.047 MWh/a gewinnbar. Aus der durchschnittlichen täglichen Abwassermenge im Zulauf



der Kläranlage Meppen in Höhe von 4.836 m³ (Grundlage Zulaufmengen 2013) wäre eine theoretische Wärmemenge von 5.610 kWh/d gewinnbar.

Tabelle 1-2: Gewinnbare theoretische Wärmemenge aus Abwasser in Meppen bei einer Temperaturabsenkung um 1 K

	Abwassermenge V	Wärmemenge Q
1 m ³ Abwasser	1 m ³ /a	1,16 kWh/a
1 m ³ Abwasser	1 m ³ /d	1,16 kWh/d
Kläranlage Meppen (2013)	1,765 Mio. m ³ /a	2.047 MWh/a
Kläranlage Meppen (2013)	4.836 m ³ /d	5.610 kWh/d

3 Standortbeschreibung

3.1 Kernstadt Meppen

Die Stadt Meppen ist Kreisstadt des Landkreises Emsland. Sie liegt im Zentrum des Emslandes. Die Stadt Meppen hat neben der Kernstadt mit 7 Stadtteilen noch insgesamt 13 Ortsteile. Die Stadt Meppen mit der Kernstadt mit den Stadtteilen Altstadt, Esterfeld, Hasebrink, Kuhweide, Neustadt, Nödike und Schleusengruppe und den 13 Ortsteilen weist eine Einwohnerzahl von rd. 35.000 auf. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Lage der Stadtteile sowie die zugehörigen Ortsteile der Stadt Meppen.

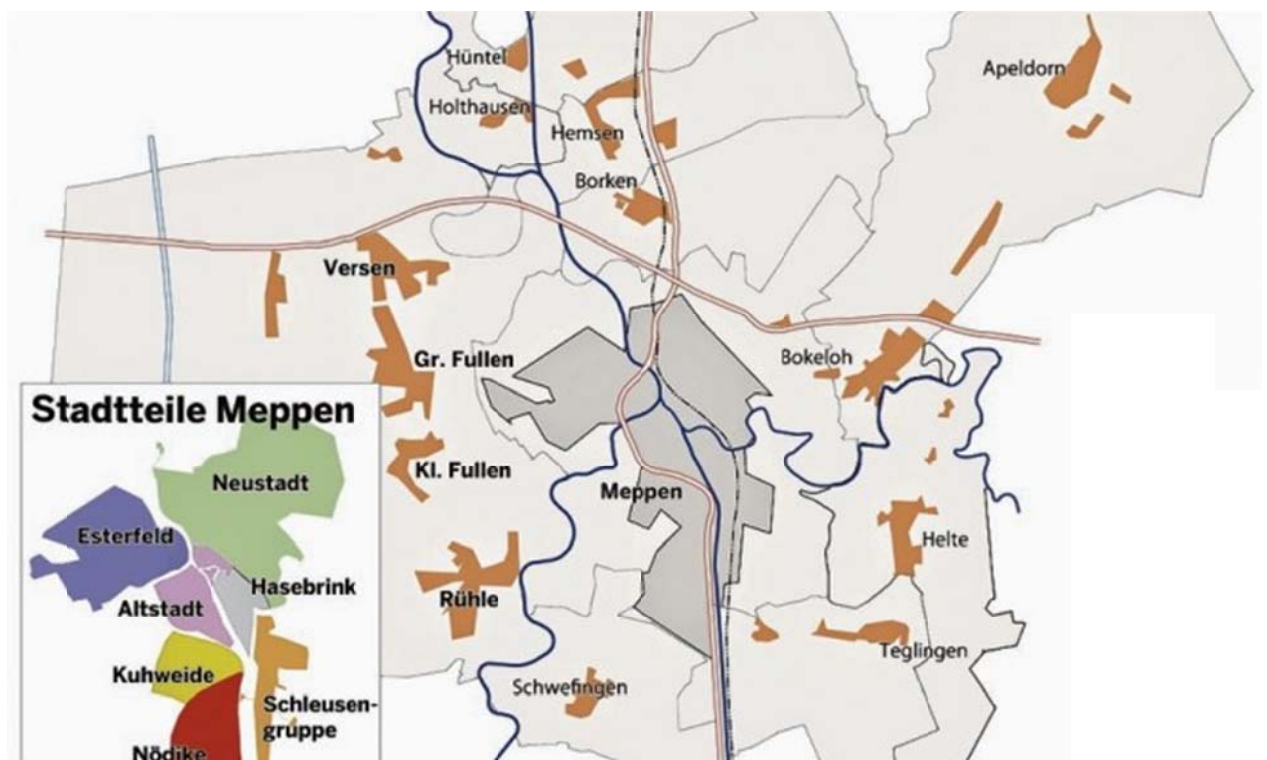


Bild 3-1: Übersicht Stadtteile Meppen – Gesamt und Kernstadt (Quelle: noz.de)



3.2 Schmutzwasseranfall und Abwassertemperatur Stadt Meppen

Die Stadt Meppen verfügt über zwei Kläranlagen, an denen rd. 93 % der Meppener Haushalte angeschlossen sind. Die Kläranlage Meppen befindet sich in der Schützenstraße im Norden der Stadt Meppen und die Kläranlage Rühle befindet sich im Ortsteil Rühle westlich von Meppen. Auf der Kläranlage Meppen wird das Schmutzwasser aus dem Stadtbereich von Meppen sowie aus den Ortsteilen Borken, Hemsen, Hüntel, Helte, Schwefingen, Teglingen, Bokeloh und Apeldorn gereinigt. Das Schmutzwasser wird der Kläranlage über ein Trennsystem zugeleitet. D.h. Regenwasser wird über separate Kanalsysteme in Oberflächengewässer oder am Ort des Anfalls ins Grundwasser abgeleitet.

Im Jahr 2013 betrug der Schmutzwasserzufluss zur Kläranlage Meppen rd. 1,765 Mio. m³/a, der mittlere Tageszufluss betrug rd. 4.836 m³/d. Im Zeitraum zwischen dem 01.01.2013 und dem 31.07.2014 betrug der minimale tägliche Kläranlagenzufluss 3.304 m³/d und der maximale tägliche Kläranlagenzufluss 13.104 m³/d.

Im Diagramm im Bild 3-2 sind die Jahresganglinien der Tageszuflaumengen zur Kläranlage Meppen sowie die Abwassertemperaturen im Zulauf für den Zeitraum vom 01.01.2013 bis zum 31.07.2014 dargestellt.

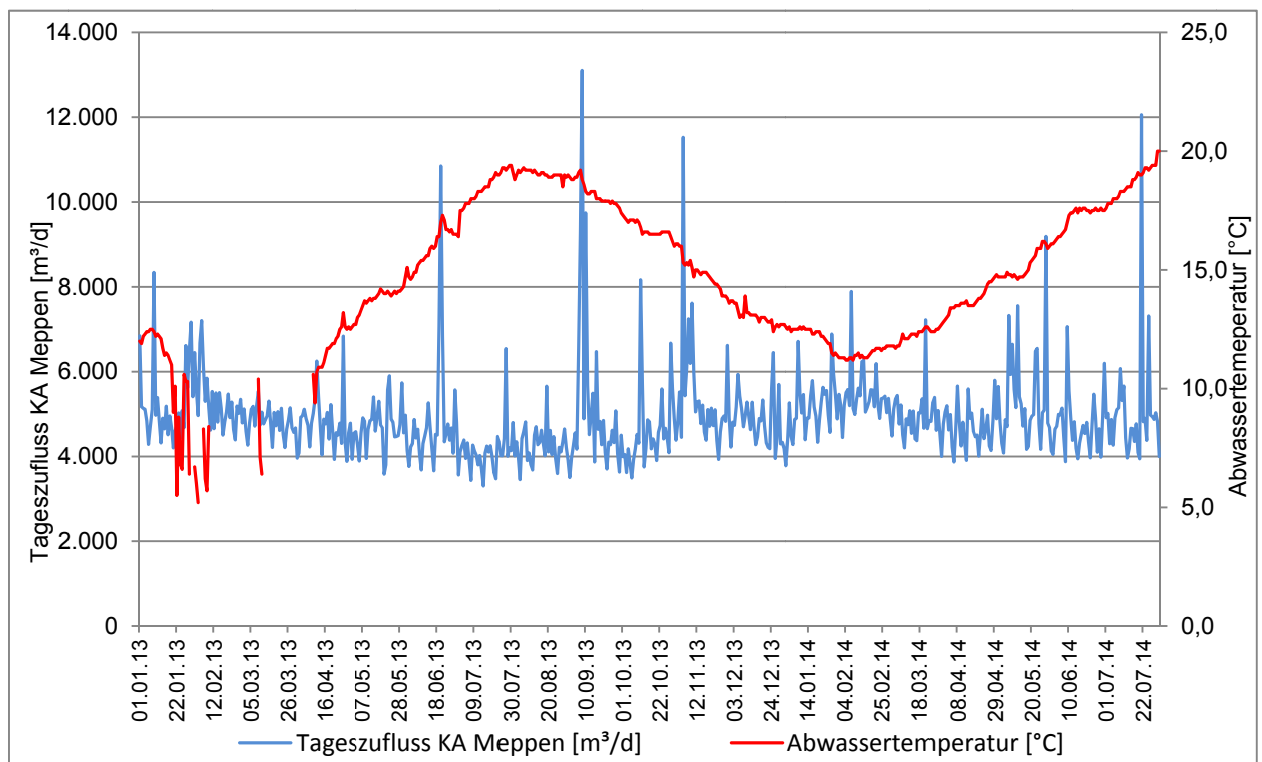


Bild 3-2: Kläranlage Meppen, Jahresganglinie Tageszufluss und Abwassertemperaturen Zulauf für den Zeitraum 01.01.2013 bis 31.07.2014



Aus dem Diagramm im Bild 3-2 ist anders als bei Mischwassersystemen keine Abhängigkeit der Abwassertemperatur von den Zulaufmengen zu erkennen. Da mit dem Schmutzwasser kein Regen- oder Schmelzwasser abgeleitet wird, ist die Schwankung der Abwassertemperatur im Wesentlichen von der Außentemperatur abhängig. Im Jahresverlauf ergeben sich Schwankungsbereiche von bis zu 16 °C.

Im Diagramm in Bild 3-2 ist weiterhin zu erkennen, dass die Temperatur des Abwassers im Zeitraum Januar bis April 2013 zum Teil deutlich unterhalb von 10 °C lag. Im betrachteten Zeitraum betrug die minimale Abwassertemperatur 4,0 °C (!) und die maximale Abwassertemperatur 20,0 °C. Die mittlere Abwassertemperatur im Zulauf betrug 14,7 °C.

Im Zeitraum vom 01.01.2013 bis 31.07.2014 wurde an 30 Tagen im Zulaufbereich der Kläranlage eine Abwassertemperatur von 10 °C unterschritten. Im Diagramm im Bild 3-3 sind die Einzelmesswerte der täglichen Abwassertemperaturmessung in Klassen zusammengefasst dargestellt.

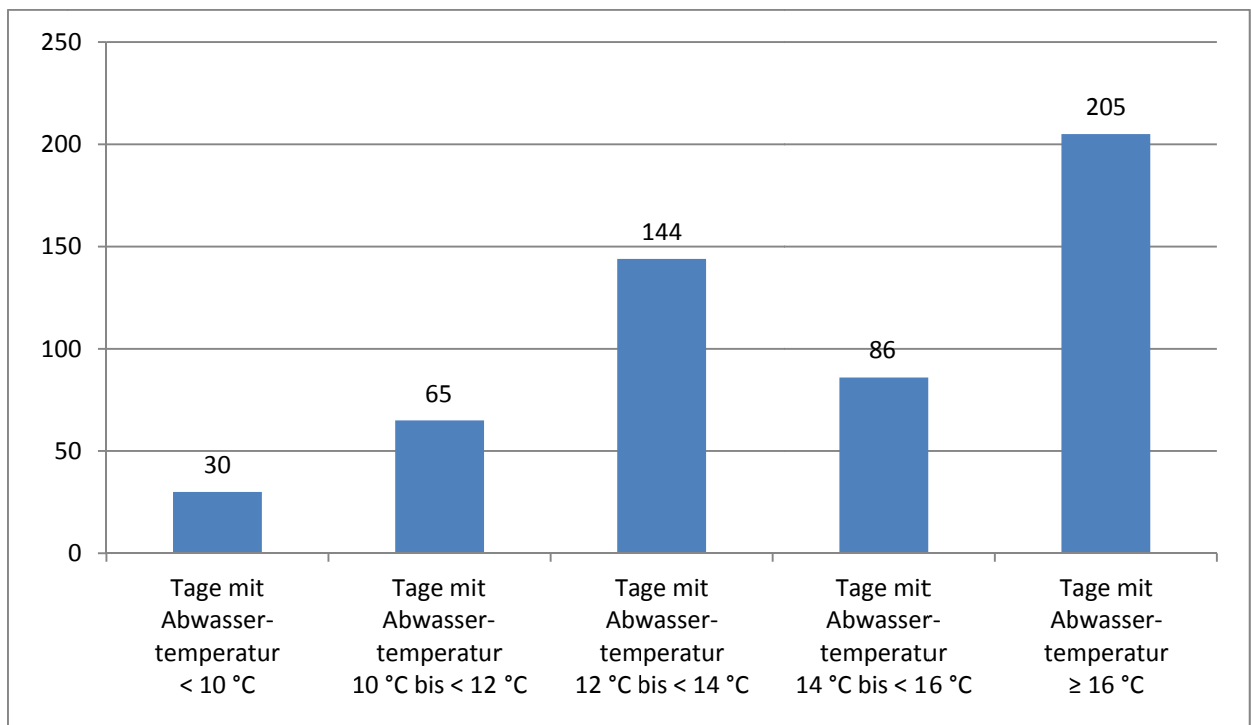


Bild 3-3: Kläranlage Meppen, Anzahl der Tage bestimmter Abwassertemperaturbereiche im Zulauf für den Zeitraum 01.01.2013 bis 31.07.2014

Aus den gemessenen Abwassertemperaturwerten für die Jahre 2013 und 2014 geht hervor, dass die Abwassertemperatur von 12 °C im Zulauf zur Kläranlage bei rd. 18 % der Messwerte unterschritten wird. Eine Abwassertemperatur von 10 °C wurde bei rd. 6 % der Messwerte unterschritten.

Nach Angabe der Stadtwerke Meppen werden rd. 97 % der Zulaufmenge über Druckrohrleitungen zur Kläranlage Meppen gefördert. Über die Freigefällekanalisation gelangen



nur rd. 3 % der gesamten Zulaufmengen zur Kläranlage. Im Kernstadtgebiet sind 3 Hauptpumpwerke und eine Vielzahl kleinerer Schmutzwasserpumpwerke vorhanden. Über die 3 Hauptpumpwerke in den Stadtteilen Esterfeld, Altstadt und Neustadt wird das Schmutzwasser der Kernstadt und der äußeren Stadtteile zur Kläranlage Meppen gefördert. Lediglich die Schützenstraße, der Schützenhof und Abschnitte der Herzog-Arenberg-Straße sind über eine Freigefällekanalisation direkt an die Kläranlage Meppen angeschlossen.

4 Randbedingungen zur Abwasserwärmenutzung

4.1 Schmutzwasser und Schmutzwasserkanal

Eine wesentliche Bedingung für die Abwasserwärmenutzung ist ein ausreichender kontinuierlicher Trockenwetterabfluss im Kanal. Für die wirtschaftliche Nutzung und den sicheren Betrieb von Anlagen zur Nutzung Abwasserwärme aus Freigefällekanalisationen ist erfahrungsgemäß eine Mindestabflussmenge von 12 bis 15 l/s bei Trockenwetterabfluss erforderlich.

Zur Einhaltung einer Mindesttemperatur zur Aufrechterhaltung einer stabilen biologischen Abwasserreinigung, insbesondere einer stabilen Stickstoffelimination sollte zudem die maximale Absenkung der Abwassertemperatur durch Abwasserwärmenutzungsanlagen soweit begrenzt werden, dass im Zulauf zur Kläranlage eine Abwassertemperatur von mind. 12 °C eingehalten wird.

Bei der Ermittlung der Abwasserabflussmenge sollten zukünftige Entwicklungen und Projekte im Einzugsgebiet, im Bereich des Kanalnetzes und auch im Bereich der Kläranlage berücksichtigt werden, da die Abflussmenge steigen oder auch sinken kann und sich die Anforderungen an die nutzbare Temperatur ändern kann.

Als Standorte für den Einbau von Wärmeübertrager zur Nutzung von Abwasserwärme kommen grundsätzlich der Ort des Abwasseranfalls innerhalb von Gebäuden, das gesamte (öffentliche) Entwässerungsnetz sowie Bereiche vor, in und hinter der Kläranlage in Frage.

Die grundsätzlichen Standorte zur Wärmegewinnung aus Abwasser sind in den Bildern 4-1 und 4-2 schematisch dargestellt.

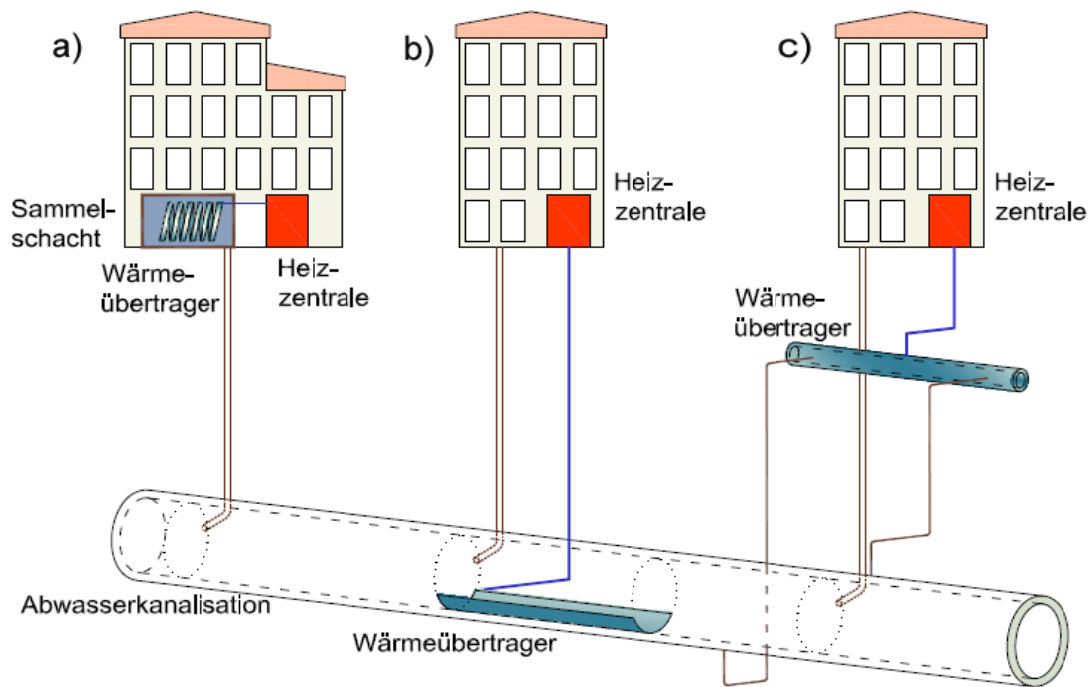


Bild 4-1: Standorte zur Wärmeabgewinnung aus Abwasser a) am Ort des Abwasseranfalls, b) innerhalb der Abwasserkanalisation, c) außerhalb der Abwasserkanalisation im Bypass (Heuer 2009)

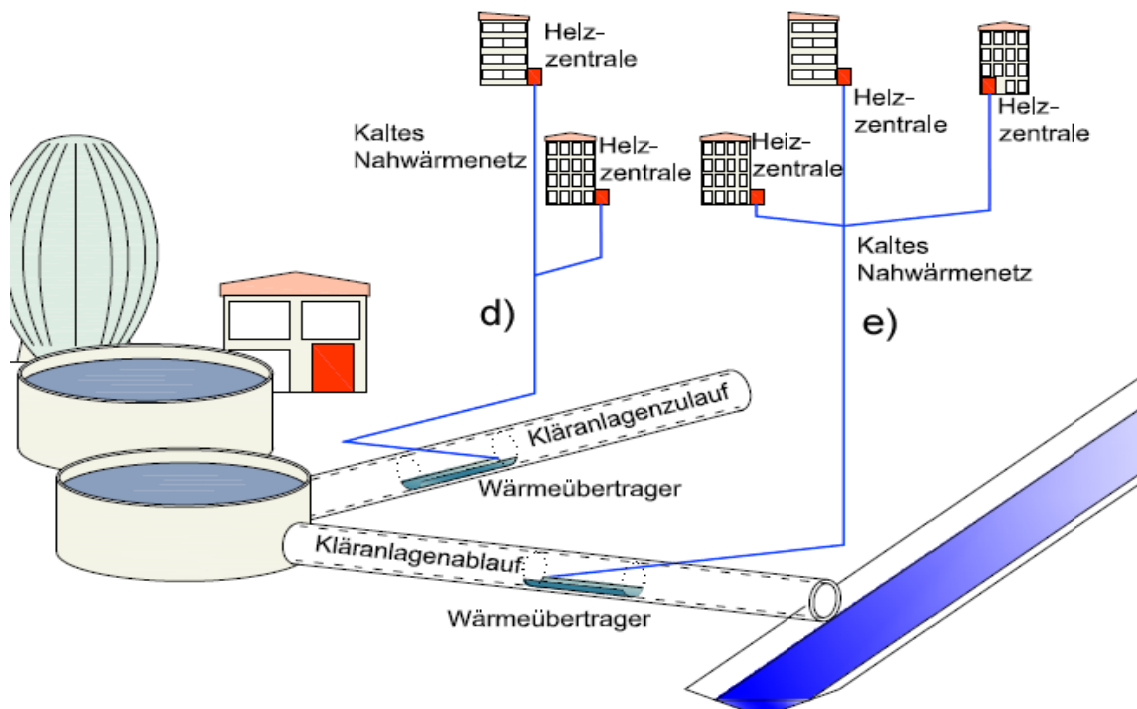


Bild 4-2: Standorte zur Wärmeabgewinnung aus Abwasser d) im Zulauf von Kläranlagen, e) im Ablauf von Kläranlagen (Heuer 2009)



Für Abwasserwärmenutzungsanlagen innerhalb von Gebäuden müssen für einen wirtschaftlichen Betrieb möglichst ganzjährig ausreichende Abwassermengen mit hohen Temperaturen vorhanden sein. Hier kommen insbesondere Gewerbebetriebe, wie Wäschereien, Hallenbäder oder Krankenhäuser in Frage.

Für Standorte von Abwasserwärmegewinnungsanlagen innerhalb von Entwässerungsnetzen sind neben einer ausreichenden Abwasserdurchflussmenge mit entsprechenden Temperaturen besonders die baulichen und hydraulischen Gegebenheiten wie die nutzbare Kanallänge, das Gefälle, das Profil des Kanalrohrs sowie die maximal mögliche Verringerung des Abflussquerschnittes zu prüfen. Denn durch den Einbau von Wärmetauscherelementen in bestehende Kanalisationen kommt es zu einer Verringerung des Abflussquerschnittes und zu Störstellen, die einen freien Abfluss behindern. Die Kanalstrecken, in denen der Einbau von Wärmeübertragern vorgesehen ist, sollten möglichst geradlinig verlaufen und eine Länge zwischen 20 und 200 m aufweisen. Eine Gesamtlänge des Wärmeübertragers von 200 m sollte nicht überschritten werden, da bei längeren Wärmeübertragungssystemen die mittlere Temperaturdifferenz zwischen dem Abwasser und dem Arbeitsmedium des Wärmeübertragers für eine effiziente Wärmetauscherleistung zu klein wird (Rometsch 2004).

Ist auf Grund der baulichen und/oder der hydraulischen Gegebenheiten der bestehenden Kanalisationen ein Einbau eines Wärmeübertragers innerhalb des bestehenden Entwässerungsnetzes nicht möglich, besteht die Möglichkeit den Wärmeübertrager in einem zur bestehenden Kanalisation erstellten Bypass einzubauen.

Aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen ist für den nachträglichen Einbau von Wärmeübertrager in einen bestehenden Abwasserkanal ein Mindestquerschnitt von DN 800 einzuhalten. Beim Einsatz vorgefertigter Kanalrohre mit integrierten Wärmeübertragerelementen ist aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen kein Mindestquerschnitt einzuhalten.

Weitere mögliche Standorte zum Einbau von Wärmetauschern innerhalb des Entwässerungsnetzes sind Sammelschächte von Abwasserpumpwerken.

Abwasserwärmenutzungsanlagen im Bereich von Kläranlagen können im Zulaufbereich, im Ablaufbereich oder auch dazwischen angeordnet werden. Bei der Anordnung von Wärmeübertrager im Zulaufbereich der Kläranlage ist zur Sicherstellung der erforderlichen Reinigungsleistung zur Einhaltung der Ablaufwerte besonders auf die Abkühlung des Abwassers zu achten. Besonders geeignet hierfür können Betriebskläranlagen industrieller und gewerblicher Betriebe sein, die ein entsprechendes Temperaturniveau im Abwasser aufweisen. Jedoch ist der Einsatz von Wärmepumpen im Bereich solcher Betriebe auf Grund des Wärmebedarfs und des Nutzungsverhaltens möglicher Wärmeabnehmer besonders zu prüfen.



Die Nutzung von Abwasserwärme im Bereich des Ablaufes von Kläranlagen stellt bezüglich der Temperaturabsenkung keine Probleme dar. Durch die Temperaturabsenkung kann sogar die Erwärmung des Vorfluters gemindert werden. Durch die Temperaturabsenkung sollte jedoch die Gewässerökologie nicht negativ beeinflusst werden.

In der Anlage 3 befindet sich eine tabellarische Übersicht verschiedener Abwasserwärmenutzungsanlagen. Hierbei wird zwischen Wärmeübertragungssystemen unterschieden, die innerhalb (intern) und außerhalb (extern) von Kanalhaltungen eingebaut werden. Bei den externen Wärmeübertragungssystemen werden Systeme, die im Bypass zur Abwasserkanalisation, die in Sammelschächten und innerhalb von Gebäuden installiert sind, berücksichtigt.

Die Übersicht der Abwasserwärmenutzungsanlage ist nicht abschließend und die angegebenen Hersteller sind stellvertretend für alle Hersteller und Anbieter zu verstehen.

4.2 Wärmeabnehmer

Weitere Faktoren zum wirtschaftlichen Betrieb von Abwasserwärmenutzungsanlagen sind der Wärmebedarf möglicher Wärmeabnehmer, das Alter bzw. der Sanierungsbedarf der Heizungsanlagen des Wärmeabnehmers sowie die Entfernung zwischen Wärmequelle und Wärmeabnehmer.

Die Wirtschaftlichkeit von Anlagen steigt mit der Größe des Energiebedarfs. Deshalb ist die Abwasserwärmenutzung insbesondere für größere Abnehmer mit möglichst ganzjährig hohem Wärme- bzw. Kältebedarf wie Schwimmbäder, öffentliche Verwaltungen, Krankenhäuser, große Siedlungsgebiete und Gewerbestandorte geeignet. In der Literatur sowie aus der Praxis werden für die Wärmeleistung Werte zwischen 50 und 200 kW angegeben. Für einzelne Wohnhäuser sind daher die Installation und der Betrieb einer Abwasserwärmenutzungsanlage nicht wirtschaftlich. Eine Lösung kann hier ein Zusammenschluss mehrerer kleiner Wärmeabnehmer über ein Nahwärmenetz sein. Erfahrungsgemäß werden Wärmeabnehmer mit einem Wärmebedarf von mindestens 150 kW als ideal angesehen.

Um die Investitions- und Betriebskosten möglichst gering zu halten, sollten die Wärmetransportleitungen, d.h. der Abstand zwischen Wärmeübertrager und Wärmepumpe, möglichst kurzgehalten werden.

Erfolgt die Verteilung der über eine Wärmepumpe gewonnenen Wärme nach der Wärmepumpe, so spricht man von einem warmen Nahwärmenetz. Beim warmen Nahwärmenetz wird die Wärmepumpe in einer zentralen Heizstation nahe am Abwasserkanal angeordnet. Von der Heizstation aus erfolgt dann die Verteilung der Wärme an die einzelnen

Wärmeabnehmer. Um die Wärmeverluste möglichst gering zu halten, sind die Längen der Wärmetransportleitungen zu den Wärmeabnehmern kurz zu halten und ggf. mit einer Wärmedämmung auszuführen. In der Literatur werden für Wärmetransportleitungen von warmen Nahwärmenetzen maximale Längen von bis zu 300 m angegeben.

Wird das Arbeitsmedium des Wärmeübertragers über die Transportleitungen zu mehreren dezentralen Heizstationen direkt bei den Wärmeabnehmern geführt, so spricht man von einem kalten Nahwärmenetz. In der Literatur werden für kalte Nahwärmenetze Entfernungen zwischen Wärmeübertrager und Wärmeabnehmer von bis zu 3 km angegeben.

Im Bild 4-3 sind die Anordnung der Wärmepumpen und Wärmeabnehmer für warme Nahwärmenetze und kalte Nahwärmenetze schematisch dargestellt.

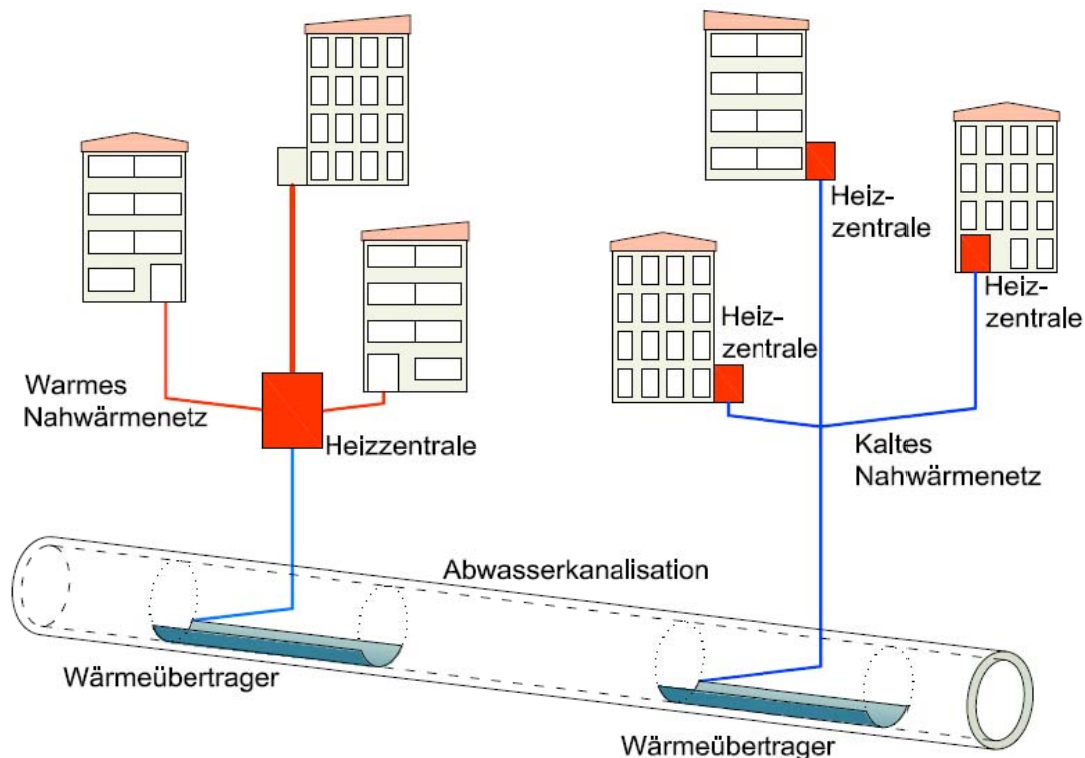


Bild 4-3: Schematische Darstellung warmer und kalter Nahwärmenetze (Heuer 2009)

4.3 Mindestbedingungen

Die tatsächliche Umsetzung einer Abwasserwärmenutzungsanlage ergibt sich aus der Notwendigkeit zur Einsparung herkömmlicher Energien sowie der Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Die Wirtschaftlichkeit ist neben den steigenden Energiekosten vor allem von den Investitionskosten und den Betriebskosten, d.h. dem technischen und wirtschaftlichen Betrieb der Abwasserwärmenutzungsanlage abhängig. Aus den Erfahrungen bisher umgesetzter Abwasserwärmenutzungsanlagen sowie Herstellerangaben sind für den



technischen und wirtschaftlichen Betrieb von Abwasserwärmenutzungsanlagen bestimmte Bedingungen an das Abwasser und die Abwasserableitung, an den Standort des Wärmeübertragers und des Wärmeabnehmers, d.h. dem Wärmenetz sowie an den Wärmeabnehmer selbst einzuhalten.

In der nachfolgenden Tabelle 4-1 sind die Mindestanforderungen für einen technisch und wirtschaftlich effizienten bzw. sinnvollen Einsatz von Abwasserwärmenutzungsanlagen aus umfangreichen Untersuchungen verschiedener Institutionen und langjährigen Erfahrungswerten verschiedener Hersteller zusammengefasst aufgelistet.

Tabelle 4-1: Mindestbedingungen für den technischen und wirtschaftlichen Einsatz von Abwasserwärmenutzungsanlagen

Parameter	Rometsch 2004	DWA 2009	Hersteller
Schmutzwasser und Schmutzwasserkanal			
Abwasserabfluss bei Trockenwetter	≥ 15 l/s	≥ 15 l/s	≥ 12 l/s
Abwassertemperatur	Bemessungstemperatur der KA berücksichtigen	Bemessungstemperatur der KA berücksichtigen	≥ 10°C
Kanaldurchmesser	800 mm	800 mm	bei Neubau ≥ DN400 bei Sanierung ≥ DN800
Kanal-/Haltungslänge	-	-	20 - 200 m
Wärmeabnehmer			
Heizlast	500 kW	100 - 150 kW	50 - 150 kW
Sanierung bestehender Heizanlagen	berücksichtigt	k. A.	-
warmes Wärmenetz	-	-	< 200m (beb. Gebiet) < 300m (unbeb. Gebiet)
kaltes Wärmenetz	-	-	< 3.000m



5 Energiepotenzialkarte Abwasser

5.1 Vorgehensweise

Zur Aufstellung von Energiepotenzialkarten für potenzielle Abwasserwärmenutzungsanlagen in der Kernstadt Meppen wurden monatliche Schmutzwasserzulaufmengen zur Kläranlage Meppen, Schmutzwasserkanalkatasterdaten, Grundstückskatasterdaten und Luftbilder sowie persönliche Kenntnisse ausgewertet. Die Auswertung erfolgte gemäß der folgenden Checkliste.

Tabelle 5-1: Checkliste zur Aufstellung der Energiepotenzialkarte Abwasser

1. Datenauswertung
a. Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter
b. Schmutzwasserkanalisation und Wärmenutzungszonen
c. Potenzielle Wärmeabnehmer
2. Datenprüfung
a. Plausibilitätsprüfung Abwasserwärmenutzung
3. Ergebnis
a. Energiepotenzialkarte Abwasser

5.1.1 Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter

Auf Grundlage des von den Stadtwerken Meppen zur Verfügung gestellten Katasters der Schmutzwasserkanalisation mit Freigefällenetz und Druckleitungsnetz wurde für die an die Kläranlage Meppen angeschlossenen Stadtteile der jeweilige Schmutzwasseranfall anhand der Einwohnerdichte ohne Berücksichtigung des gewerblichen und industriellen Schmutzwasseraufkommens ermittelt und in einem Fließschema grafisch dargestellt. Hierbei wurden die Schmutzwasserabflüsse in der Freigefällekanalisation und im Druckleitungsnetz getrennt aufgeführt. Die Ermittlung der maximalen Schmutzwassermengen erfolgte mit einem spezifischen Schmutzwasseranfall von 4 l/(s x1000 E). Der Minimalabfluss wurde mit einem Stundenfaktor von 10h/24d ermittelt. Der Minimalabfluss ist als maßgebender Abwasserabfluss bei Trockenwetter zur Beurteilung der Mindestbedingung anzusetzen.

Aus den durchgeführten Ermittlungen ergibt sich eine jährliche häusliche Schmutzwassermenge von rd. 1,275 Mio. m³/a und eine mittlere tägliche häusliche Schmutzwassermenge von rd. 3.493 m³/d. Unter Berücksichtigung der im Jahr 2013 gemessenen Schmutzwassermengen im Zulauf zur Kläranlage Meppen von rd. 1,765 Mio. m³/a und rd. 4.836 m³/d ergibt sich der gewerbliche und industrielle Schmutzwasseranteil zu rd. 490.000 m³/a bzw. 1.343 m³/d. Unter



Berücksichtigung der in der Stadt Meppen einschließlich der zugehörigen Stadtteile sind die Werte des gewerblichen und industriellen Schmutzwasseranfalls plausibel. Da in der Kernstadt jedoch nur wenige abwasserlastige Gewerbe- und Industriebetriebe angesiedelt sind, die in die öffentliche Schmutzwasserkanalisation einleiten, wird für die Beurteilung des maßgebenden Abwasserabflusses bei Trockenwetter nur das häusliche Schmutzwasser berücksichtigt.

In der Anlage 2 sind die tabellarische Ermittlung des Schmutzwasseranfalls sowie das erstellte Schmutzwasserfließschema für die Stadt Meppen beigefügt.

5.1.2 Schmutzwasserkanalisation Stadt Meppen und Wärmenutzungszone

Auf Grundlage der von der Stadt Meppen zur Verfügung gestellten Katasterdaten und dem von den Stadtwerken Meppen zur Verfügung gestellten Kanalisationskataster wurde ein Lageplan für die Kernstadt Meppen mit Darstellung der Kataster- und Schmutzwasserkanalisationsdaten erstellt. In dem Lageplan wurden für die Freigefällekanalisation alle Kanalhaltungen mit einer Nennweite von DN400 und größer sowie alle Schmutzwasserpumpwerke gekennzeichnet.

Um die gekennzeichneten Kanalhaltungen und Pumpwerke wurden 300 m breite Wärmenutzungszone eingezeichnet. Die Wärmenutzungszone stellen den Bereich dar, der mittels Abwasserwärmenutzungsanlage innerhalb der Kanalhaltungen und Pumpwerke über warme Wärmenetze wirtschaftlich mit Wärme versorgt werden kann. Eine Berücksichtigung kalter Wärmenetze mit Wärmenutzungszone von bis zu 3.000 m erfolgte im Rahmen der vorliegenden Energiepotenzialkarte nicht.

5.1.3 Potenzielle Wärmeabnehmer Stadt Meppen

Zur Ermittlung potenzieller Abnehmer der aus Abwasser gewonnenen Wärme wurden Luftbilder, Stadtpläne und persönliche Kenntnisse ausgewertet. Potenzielle Wärmeabnehmer innerhalb der festgelegten Wärmenutzungszone werden im Lageplan in der Planbeilage kenntlich gemacht. Bei der Ermittlung potenzieller Wärmeabnehmer wurde der Schwerpunkt auf öffentliche Gebäude gelegt.

5.1.4 Plausibilitätsprüfung Abwasserwärmenutzung Stadt Meppen

Anhand der Daten des Schmutzwasserabflusses, der Schmutzwasserkanalisation mit Wärmenutzungszone sowie der potenziellen Wärmeabnehmer wurde abschließend geprüft, ob in den gekennzeichneten Wärmenutzungszone potenzielle Wärmeabnehmer vorhanden sind und, ob in den gekennzeichneten Wärmenutzungszone das ermittelte Abwasserwärmepotenzial bzw. die Schmutzwassermenge ausreichend ist. In den Fällen, in denen keine Übereinstimmung der Mindestbedingungen gefunden werden konnte, wurden die



gekennzeichneten Wärmenutzungszone mit einem Schmutzwasseranfall von mindestens 15 l/s und potenziellen Wärmeabnehmer ausgeblendet.

5.2 Energiepotenzialkarten Abwasser

Als Ergebnis der Auswertungen des Abwasserwärmepotenzials bzw. der Schmutzwassermengen, der Schmutzwasserkanalisation mit den Wärmenutzungszone und der potenziellen Wärmeabnehmer wurden für die Kernstadt Meppen Karten mit Darstellung der Bereiche für eine mögliche Nutzung des potenziell nutzbaren Abwasserenergiepotenzials erstellt.

In den Planbeilagen Blatt 1 und 2 sind die erstellten Energiepotenzialkarten getrennt nach Freigefällekanalisation und Schmutzwasserpumpwerke und in der Planbeilage Blatt 3 eine Karte mit allen Wärmenutzungszone und potenziellen Wärmeabnehmer vor der Plausibilitätsprüfung enthalten.

6 Ergebnisdarstellung Energiepotenzialkarten

6.1 Ergebnisdarstellung Freigefällekanalisation

Die Energiepotenzialkarte in den Planbeilagen Blatt 1 zeigt für die Freigefällekanalisation in der Kernstadt Meppen 4 Bereiche mit Kanalhaltungen mit Nennweiten ab DN400 auf, die potenziell zur Abwasserwärmenutzung in Frage kommen. Nachfolgend werden für diese Bereiche die Ergebnisse bzw. Darstellungen der Energiepotenzialkarte kurz beschrieben.

6.1.1 Freigefällekanalisation Kuhweide/Altstadt

Für den Bereich Kuhweide/Altstadt befinden sich in der Nödiker Straße und in der Straße Auf der Herrschwiese Kanalhaltungen der Nennweiten DN400 und DN600. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befinden sich als potenzielle Wärmeabnehmer u.a eine DRK-Seniorenwohnanlage, das Ärztehaus Sophienplatz sowie das Bürogebäude Stadtpunkt. Für die Kanalhaltungen beträgt der maximale Schmutzwasserabfluss 21,38 l/s und der maßgebliche Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter 11,72 l/s.

6.1.2 Freigefällekanalisation Esterfeld

Für den Bereich Esterfeld befinden sich in der Straße Berghamsweg und in der Grabbestraße Kanalhaltungen der Nennweite DN600. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befindet sich als potenzieller Wärmeabnehmer u.a das Fitnesscenter Drei-Life. Für die



Kanalhaltungen beträgt der maximale Schmutzwasserabfluss 21,60 l/s und der maßgebliche Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter 9,00 l/s.

6.1.3 Freigefällekanalisation Altstadt/Neustadt

Für den Bereich Altstadt/Neustadt befinden sich in der Schützenstraße Kanalhaltungen der Nennweiten DN400 und DN1000. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befinden sich als potenzielle Wärmeabnehmer u.a die Einkaufspassage MEP, das Polizeikommissariat, die Bundesagentur für Arbeit, der Kindergarten Matthias-Claudius, der Mayrose Baustoffhandel und die Kläranlage Meppen. Für die in der Altstadt liegenden Kanalhaltungen beträgt der maximale Schmutzwasserabfluss 1,50 l/s und der maßgebliche Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter 3,70 l/s. Im Zulauf der Kläranlage beträgt der maximale Schmutzwasserabfluss 13,45 l/s und der maßgebliche Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter 5,41 l/s.

6.1.4 Freigefällekanalisation Neustadt

Für den Bereich Neustadt befinden sich in der Georg-Wesener-Straße, in der Hubertusstraße, in der Straße Kellners Tannen, in der Herzog-Arenberg-Straße, in der Straße Oldemeppener Weg und in der Hermann-Löns-Straße Kanalhaltungen der Nennweite DN400. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befinden sich als potenzielle Wärmeabnehmer u.a das Wasser- und Schifffahrtsamt Meppen, der Kindergarten St. Josef, die Overbergschule, das Altenheim Marienhaus, das Gymnasium Marianum und das Maristenkloster. Für die Kanalhaltungen beträgt der maximale Schmutzwasserabfluss 8,27 l/s und der maßgebliche Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter 3,43 l/s.

6.2 Ergebnisdarstellung Schmutzwasserpumpwerke

Die Energiepotenzialkarte in der Planbeilage Blatt 2 zeigt für die Schmutzwasserpumpwerke in der Kernstadt Meppen 5 Bereiche mit Pumpwerken auf, die potenziell zur Abwasserwärmenutzung in Frage kommen. Nachfolgend werden für diese Bereiche die Ergebnisse bzw. Darstellungen der Energiepotenzialkarte kurz beschrieben.

6.2.1 Pumpwerk Schleusengruppe

Für den Bereich Schleusengruppe befindet sich in der Straße Bramharer Weg ein Schmutzwasserpumpwerk. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befindet sich als potenzieller Wärmeabnehmer u.a der Waldorfkindergarten. Für das Schmutzwasserpumpwerk beträgt die maximale Fördermenge 13,59 l/s und die maßgebliche Schmutzwassermenge bei Trockenwetter 7,80 l/s.



6.2.2 Pumpwerk Lingener Straße

An der Lingener Straße befindet sich das Hauptpumpwerk Lingener Straße. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befindet sich als potenzieller Wärmeabnehmer u.a. das Bürogebäude Stadtpunkt. Für das Hauptpumpwerk beträgt die maximale Fördermenge 24,38 l/s und die maßgebliche Schmutzwassermenge bei Trockenwetter 12,97 l/s.

6.2.3 Pumpwerk Orde

In der Neustadt an der Straße Damaschkering befindet sich das Hauptpumpwerk Orde. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befinden sich als potenzielle Wärmeabnehmer u.a. das Kreishaus des Landkreises Emsland, die Sporthalle Dammstraße, der Kindergarten Margaretensstraße und die Kardinal-von-Galen-Schule. Für das Hauptpumpwerk beträgt die maximale Fördermenge 24,76 l/s und die maßgebliche Schmutzwassermenge bei Trockenwetter 15,06 l/s.

6.2.4 Pumpwerk Grabbestraße

Im Stadtteil Esterfeld an der Grabbestraße befindet sich das Hauptpumpwerk Grabbestraße. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befindet sich als potenzieller Wärmeabnehmer u.a. das Fitnesscenter Drei-Life. Für das Hauptpumpwerk beträgt die maximale Fördermenge 21,60 l/s und die maßgebliche Schmutzwassermenge bei Trockenwetter 9,00 l/s.

6.2.5 Kläranlage Meppen

In der Neustadt an der Schützenstraße befindet sich die Kläranlage Meppen. Innerhalb der 300 m breiten Wärmenutzungszone befinden sich als potenzielle Wärmeabnehmer u.a. das Gymnasium Marianum, das Maristenkloster, der Lebensmittelbetrieb Hochwald und die Kläranlage Meppen. Für die Kläranlage Meppen beträgt die maximale Abwasserablaufmenge 96,50 l/s und die maßgebliche Abwasserablaufmenge bei Trockenwetter 53,75 l/s.

7 Anwendung und Fortschreibung der Energiepotenzialkarte Abwasser

Die erstellten Energiepotenzialkarten stellen als Ergebnis der Auswertungen des Abwasserwärmepotenzials bzw. der Schmutzwassermengen, der Schmutzwasserkanalisation mit den Wärmenutzungszone und der potenziellen Wärmeabnehmer Bereiche für eine mögliche Nutzung des potenziell nutzbaren Abwasserenergiepotenzials dar.



Bei der Anwendung bzw. Nutzung der Energiepotenzialkarten ist zu beachten, dass sich das potenziell nutzbare Abwasserenergiepotenzial auf die zum Zeitpunkt der Erstellung der Energiepotenzialkarten vorliegenden Daten beschränkt.

Sie stellen damit eine erste Grundlage für eine potenzielle Wärmelieferung und für eine potenzielle Wärmeabnahme dar. Wärmelieferanten können für mögliche Standorte für Abwasserwärmenutzungsanlagen weiterführende Untersuchungen durchführen. Wärmeabnehmer können das vorhandene Abwasserwärmepotenzial und mögliche Standorte für Abwasserwärmenutzungsanlagen abschätzen. Die Energiepotenzialkarten geben keine Angaben zur tatsächlichen Machbarkeit von Abwasserwärmenutzungsanlagen an. Bei einer Überschneidung der Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung und der Bedürfnisse zur Wärmeabnahme können jedoch weitergehende Untersuchungen veranlasst werden.

Zur weitergehenden Nutzung der Energiepotenzialkarten sollten diese fortgeschrieben und mit weiteren sinnvollen Daten ergänzt werden. Eine Fortschreibung der Energiepotenzialkarte kann z.B. Erweiterungen und Änderungen der Schmutzwasserkanalisation, Maßnahmen der Stadt- und Bauleitplanung sowie Messdaten zum Schmutzwasserabfluss beinhalten.

Als Ergänzung können z.B. konkurrierende oder ergänzende Wärmenetze sowie Maßnahmen zur Kanalsanierung in die Energiepotenzialkarten eingetragen werden.

Im Rahmen weitergehender Untersuchungen sind vor allem mit Messungen die tatsächlichen Schmutzwasserabflüsse und die Schmutzwassertemperatur zu erfassen sowie die Temperaturabsenkung durch den Wärmeentzug zu ermitteln. Weiterhin sind vertragliche Regelungen zur Wärmelieferung und zur Wärmeabnahme abzustimmen und zu vereinbaren. Hierbei ist insbesondere die langfristige Sicherstellung der Wärmelieferung aus Abwasserwärme ein wichtiger Aspekt.

8 Schlussbemerkung

Auf Grund stetig steigender Energiepreise sowie den Verpflichtungen zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen kommt es für die zur Nutzung der erneuerbaren Energien vorhandenen Technologien zu immer neuen Verbesserungen und Entwicklungen. Hierdurch können bisher nicht oder nur eingeschränkt nutzbare erneuerbare und umweltschonende Energiequellen wirtschaftlich erschlossen werden. Mit der im Abwasser enthaltenen Wärme steht ganzjährig eine umweltschonende und kostengünstige Energiequelle zur Verfügung, deren Nutzung durch verbesserte und neue Technologien immer effizienter und wirtschaftlicher wird.



Die Nutzung von Abwasserwärme mittels Wärmepumpen ist eine, besonders in Skandinavien und der Schweiz weit verbreitete Technik zur Wärmeengewinnung. In den letzten Jahren wurden in Deutschland erste Pilotanlagen zur Nutzung der Wärme aus öffentlichen Abwasserkanälen realisiert. Die Wärmepumpen können gleichzeitig auch zur Kühlung genutzt werden, z. B. für gewerbliche Kälte oder im Sommer zur Raumkühlung. Wesentliche Anforderungen zur effizienten und wirtschaftlichen Nutzung von Abwasserwärme sind eine ausreichende Abwassermenge, geeignete Standorte bzw. Kanäle zum Einbau von Wärmeübertrager sowie geeignete Abnehmer der gewonnenen Wärme.

Bisherige Erfahrungen bei der Suche nach geeigneten Standorten für Abwasserwärmenutzungsanlagen zeigen, dass sich insbesondere der Informationsfluss und die resultierende Kontaktaufnahme zu möglichen Partnern als schwierig erweisen, da der betroffene Kreis möglicher Wärmelieferanten und möglicher Wärmeabnehmer keine Informationen oder keinen Zugriff auf erforderliche Daten oder Techniken besitzt. Vor diesem Hintergrund gilt es die Informationsgrundlage zur Möglichkeit der Wärmenutzung aus Abwasser als regenerative Energiequelle zu verbessern. Die Herausforderung liegt auch darin, dass diese Informationen zum richtigen Zeitpunkt an der richtigen Stelle vorliegen, um entsprechende Projekte bei den Baumaßnahmen rechtzeitig berücksichtigen zu können.

Zur Verfolgung einer konsequenten Klimaschutzpolitik steht der Stadt Meppen mit den erstellten Energiepotenzialkarten grundsätzlich ein Werkzeug zur Verfügung, das die Kontaktaufnahme und den Informationsfluss deutlich verbessern und das Thema Abwasserwärmenutzung weiter verbreiten helfen kann.

Auch wenn in Meppen (noch) keine Maßnahmen zur Abwasserwärmenutzung anstehen, können durch Anwendung der Energiepotenzialkarten, insbesondere unter Berücksichtigung sinnvoller Ergänzungen und Fortschreibungen, Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung leichter begegnet und die Akzeptanz zur Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung erhöht werden.

Aufgestellt: Meppen, den 01. April 2015

LINDSCHULTE Ingenieurgesellschaft mbH Emsland
Lohberg 10a - 49716 Meppen

Dipl.-Ing. H. Kötter



Literaturverzeichnis

DWA 2009 - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2009) Merkblatt DWA-M 114 Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, D-53773 Hennef

Heuer 2009 - Heuer, Ralf (2009) Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Energiegewinnung aus Kanalabwasser für die Städte Wilhelmshaven und Hannover - Masterarbeit vom 23.03.2009, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Rometsch 2004 – Dr. Lutz Rometsch (2004) Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen – Entwicklung eines Anforderungskataloges für Kläranlagen- und Kanalnetzbetreiber gestützt auf Praxistests mit Wärmetauschern, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW, IKT Institut für unterirdische Infrastruktur, Exterbusch 1, 45886 Gelsenkirchen

Studer 2004 - Dipl. Ing. Urs Studer (2004) Abwasser, die ungenutzte Wärmequelle, Rabtherm AG (29.07.2004) Beratende Ingenieure ETH/SIA, Dennlerstrasse 41, 8047 Zürich, Schweiz (www.rabtherm.com)



Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Zusammenstellung der Zulaufmengen zur Kläranlage Meppen für den Zeitraum Januar 2013 bis Juli 2014 (Quelle: Stadtwerke Meppen)

Anlage 2: Ermittlung des Schmutzwasseranfalls Stadt Meppen auf Grundlage der Einwohnerdichte und der Einwohnerzahlen

Anlage 3: Übersicht Abwasserwärmenutzungssysteme (offene Aufstellung)



Anlage 1

Zusammenstellung der Zulaufmengen zur Kläranlage Meppen für den Zeitraum Januar 2013 bis Juli 2014 (Quelle: Stadtwerke Meppen)



Anlage 2

Ermittlung des Schmutzwasseranfalls Stadt Meppen auf Grundlage der Einwohnerdichte und der Einwohnerzahlen



Anlage 3

Übersicht Abwasserwärmenutzungssysteme (offene Aufstellung)



Planbeilagenverzeichnis

Blatt 1:	Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen	
	- Energiepotenzialkarte Abwasser Freigefällekanalisation	1 : 1.000
Blatt 2:	Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen	
	- Energiepotenzialkarte Abwasser Pumpwerke	1 : 1.000
Blatt 3:	Abwasserwärmenutzung in der Stadt Meppen	
	- Grundlagendaten Energiepotenzialkarte Abwasser	1 : 1.000