FORSCHUNGSINITIATIVE Zukunft BAU

F 3123

Ansgar Beuth, Achim Hamann

Hemmnisse und Potenziale der Abwasserwärmenutzung zur Gebäudeheizung – technische, wirtschaftliche, planerische und rechtliche Aspekte

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Fraunhofer IRB Verlag

F 3123

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2019

ISBN 978-3-7388-0328-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

HEMMNISSE UND POTENZIALE DER ABWASSERWÄRMENUTZUNG ZUR GEBÄUDEHEIZUNG – TECHNISCHE, WIRTSCHAFTLICHE, PLANERISCHE UND RECHTLICHE ASPEKTE

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Ansgar Beuth
Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau, IRB

Dr.-Ing. Achim Hamann
RS-Plan AG

Das Forschungsvorhaben wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.04
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Stuttgart, den 29.06.2018

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.
Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2018
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500
Telefax +49 711 970-2508
irb@irb.fraunhofer.de
www.baufachinformation.de

Inhalt

1
Danksagung 7

2
Einleitung 8

3
Zielsetzung und Gründe für dieses Forschungsvorhaben 10

4
Abwasserwärme – Definitionsversuch 11

5
Historie und Stand der Anwendung 12

6
Grundlagen 15
6.1
Politische und gesetzliche Grundlagen 15
6.2
Physikalische Grundlagen 17
6.3
Technische Grundlagen 18
6.4
Bundesweites Wärmepotenzial 19
6.5
Betriebliche Grundlagen 20
6.6
Grundlagen der Vertragsgestaltung 21
6.7
Wirtschaftliche Grundlagen 23

7
Methodik 26
7.1
Ziele der Umfrage 26
7.2
Konzeption der Umfrage 27
7.3
Durchführung der Umfrage 29
7.4
Datenbasis Teilnehmeradressen 30

8
Strukturierung 32
8.1
Klassifizierung der Befragungsteilnehmer 34
8.2
Zielkonflikte der Datenerhebung durch eine Onlinebefragung 34

9
Auswertung und Verteilung 36

10
Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen 38
10.1
Bandbreite der Befragten und Beschreibung der Befragten..... 38
10.2
Bewertungen der Befragten zu Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung 43
10.3
Bewertung der Randbedingungen mit Entscheidungseinfluss 50
10.4
Informationsbezug..... 64
10.5
Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit..... 73
10.6
Einschätzung der zukünftigen Anwendung der Abwasserwärmenutzung und Wahrnehmung von Hemmnissen 78

11
Abgeleitete Strategien und identifizierte Handlungsfelder zur Beseitigung technischer, planerischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hemmnisse 97
11.1
Wie werden aus Pilotanlagen Anwendungsfälle in der Breite?..... 97
11.2
Wie kann die Bereitschaft der Akteure zur Steigerung der Anwendungsfälle nutzbar gemacht werden? 98
11.3
Wie führen vorhandene Werkzeuge (z. B. Abwasserkataster usw.) zur Steigerung der Anwendungsfälle und wie sind diese weiterzuentwickeln? 99
11.4
Wie ist eine schnelle Wissensverbreitung zu erreichen (Planer, Handwerker, Generalunternehmer, Immobilienökonomen usw.)? 100
11.5
Wie können Bauherren oder ihre Vertreter als Entscheider überzeugt werden?..... 101
11.6
Welche Ansätze zu Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter Berücksichtigung des Dilemmas am Bau (Investor vs. Betreiber) sind empfehlenswert? 101
11.7
Wie wirkt sich die Förderung (z. B. KfW) auf die Steigerung von Anwendungsfällen aus und ist eine Erweiterung vorhandener Programme möglich/notwendig? 102
11.8
Sollte die Abwasserwärmenutzung im öffentlichen/privaten Kanal mit Blick auf erneuerbare Wärmeenergien im GEG/ EEWärmeG aufgeführt werden? 103
11.9
Welche rechtlichen Rahmenbedingungen können vereinfacht werden?..... 104
11.10
Welche Rolle können Abwasserträger mit Blick auf die Steigerung der Anwendungsfälle einnehmen?..... 105
11.11
Wie kann die zu erwartende Häufung der Gebäudekühlung genutzt werden?..... 105
11.12
Sind weitere technische Innovationen zu erwarten und nötig und unter welchen Voraussetzungen sinken die Kosten?..... 106
11.13
Wer kann die Netzwerker-Rolle zwecks Zusammenbringens der unterschiedlichsten Akteure am Bau einnehmen?..... 107
11.14
Weitere Handlungsansätze..... 108

12
Zusammenfassung und Ausblick 109

13
Anhang 110
13.1
Fragenverzeichnis..... 110
13.2
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 112
13.3
Formelverzeichnis..... 114
13.4
Quellenverzeichnis 114

14
Weiterführende Literatur 118
14.1
Monographie..... 118
14.2
Tagungsbände 118
14.3
Zeitschriftenaufsätze 118

1
Danksagung

Der Erfolg einer Hemmnis- und Potenzialanalyse, die mithilfe einer Online-Befragung durchgeführt wird, wird in großem Maße davon bestimmt, welche und wie viele Teilnehmer sich bereit erklären, ihre Zeit zu opfern und einen Fragebogen auszufüllen. Die Schwierigkeit besteht darin, die Teilnehmer erstens überhaupt zu erreichen und zweitens davon zu überzeugen, an der Umfrage teilzunehmen und sich damit womöglich gegenüber anderen Umfragen, die zu anderen Themenbereichen laufen, durchzusetzen.

Darüber hinaus bestimmen die Teilnehmer ganz wesentlich, welche Ergebnisse generiert werden können. Für diese Umfrage zu einem interdisziplinären Thema wurde eine sehr große Bandbreite von Teilnehmern im Immobilienmarkt angesprochen.

Die Verfasser danken daher allen, die an der Umfrage teilgenommen haben, für ihre Geduld beim Beantworten der Fragen.

2
Einleitung

Das theoretische Abwasserwärmepotenzial liegt in Deutschland, bezogen auf die Ressource »öffentliches Abwassernetz«, einer Abwasserabkühlung um zwei Grad Kelvin und einer Jahresarbeitszahl (Elektrowärmepumpen) von vier, bei rund 29,2 Terawattstunden pro Jahr (vgl. Kap. 6). In Deutschland existieren rund 40 Mio. Wohnungen (vgl. [1], S. 17), die zu beheizen sind. Wird je Wohnung von einem mittleren Wärmeenergiebedarf von 15 645 Kilowattstunden pro Jahr (vgl. [2], S. 80) ausgegangen, ist insgesamt eine Wärmeenergiemenge von etwa 626 Terawattstunden pro Jahr für alle Wohnungen aufzubringen. Mit der Abwasserwärmenutzung können auf Basis des theoretischen Potenzials demnach rund 5 Prozent der Wohnungen in Deutschland beheizt werden. Dieser Wert kann beispielsweise durch einen Vergleich mit dem Nutzwärmebedarf von deutschen Haushalten plausibilisiert werden.

Anders ausgedrückt können mithilfe des theoretischen Potenzials rund zwei Mio. Wohnungen beheizt werden, das wäre ein bisher weitgehend ungenutztes Potenzial (vgl. [3], S. 18).

Möglicherweise benötigen hochgedämmte Gebäude in näherer Zukunft nahezu nur noch Energie zur Warmwassererzeugung, von der ein Teil mithilfe der Abwasserwärmenutzung wieder zurückgewonnen werden könnte. Die Abwasserwärmenutzung in der breiten Anwendung entspricht einem dezentralen Wärmeangebot, die Wärme würde zu Großteil dort anfallen, wo sie benötigt wird.

Auch der Aspekt der Kühlung durch Abwasser sollte nicht vernachlässigt werden, insbesondere für städtische Gebiete könnte dies einen interessanten Aspekt darstellen.

Im Moment werden in Relation zum Gebäudebestand wenige Anlagen in Deutschland realisiert, was möglicherweise in einer vergleichsweisen Unkenntnis der technischen und wirtschaftlichen Chancen sowie umwelttechnischen Vorteilen begründet ist. Um das Potenzial aufzuzeigen und um eventuelle Vorbehalte ausräumen zu können, sollen bei potenziellen Anlagenbetreibern die Gründe, die sie an einer Realisierung hindern, abgefragt werden.

Ein folgender Vergleich zum o. g. theoretischen Abwasserwärmepotenzial zeigt das Einsparpotenzial hinsichtlich CO_2-Emissionen und Heizölverbrauch auf:

Zur Erzeugung der theoretisch möglichen Wärmeenergie von 29,2 Terawattstunden pro Jahr unter Nutzung von Elektrowärmepumpen, werden bei einer Jahresarbeitszahl von vier nur etwa 7,3 Terawattstunden pro Jahr elektrische Energie benötigt. Werden letztlich die Energieträger Heizöl, Erdgas und Strom mithilfe der spezifischen CO_2-Emissionswerte (Strommix 2012) verglichen zeigt sich gemäß nachfolgender Abbildung, dass bei Nutzung der Abwasserwärme nur 54 Prozent der CO_2-Emissionen im Vergleich zum Heizöl anfallen.

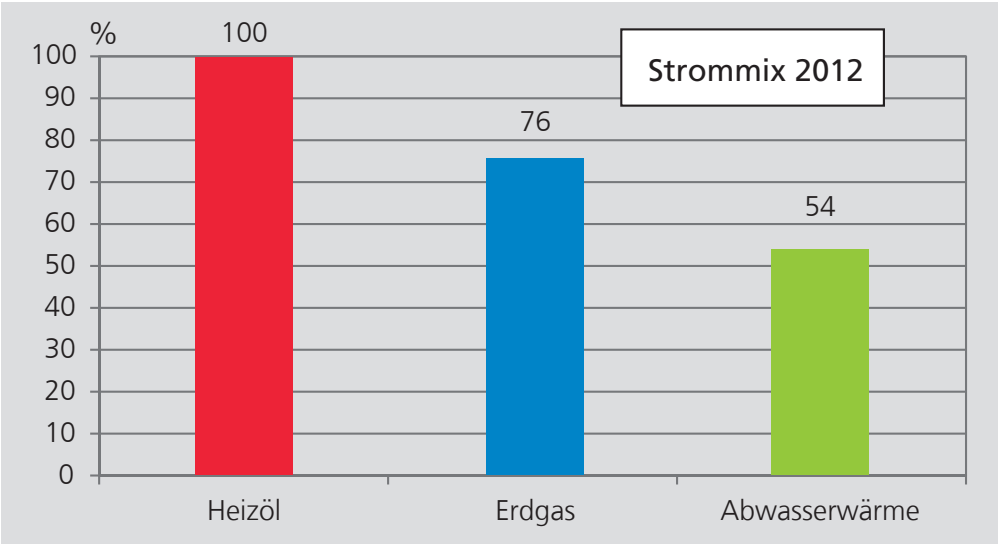


Abb. 1: Gegenüberstellung CO_2-Emissionen durch Einsatz unterschiedlicher Energieträger

Unter Berücksichtigung des Heizwerts von 10,08 Kilowattstunden je Liter Heizöl könnten bei Ausschöpfung des Abwasserwärmepotenzials etwa 2,9 Mio. Tonnen Heizöl pro Jahr eingespart werden. Der Antrieb der elektrischen Wärmepumpen, insbesondere mit Blick auf den zukünftigen Anteil der erneuerbaren Energien beim Strommix, kann dagegen in Zukunft nahezu klimaneutral realisiert werden.

3
Zielsetzung und Gründe für dieses Forschungsvorhaben

Die meiste Zeit seines Daseins verbringt der Mensch innerhalb von Gebäuden und dieser Aufenthalt in Gebäuden ist in den meisten Fällen mit Energiebedarf verbunden. Einen der größten Anteile stellt i. d. R. in Deutschland und Ländern in vergleichbaren Klimazonen der Raumwärmebereich dar. Daher nimmt dieser Aspekt der Energieeffizienz und Ressourcennutzung im Gebäudebereich über den technischen Bereich hinaus einen hohen gesellschaftlichen und letztendlich auch volkswirtschaftlichen Stellenwert ein.

Neben den rund 40 Mio. Wohnungen bzw. ca. 18 Mio. Wohngebäuden mit ca. 3,4 Milliarden m^2 Wohnfläche in Deutschland [4], die zu beheizen sind, existiert weiterhin eine sehr große Fläche an beheizten Nichtwohngebäuden, deren Wärmeenergiebedarf prozentual zum gesamten Gebäudebestand in Deutschland mit 42,6 % angegeben wird (vgl. [5]).

In vielen Bereichen der Gebäudeenergieeffizienz werden daher große Anstrengungen unternommen, um die Energieeffizienz des Gebäudebetriebs zu optimieren. Politisch wird gem. EU-Gebäuderichtlinie (Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rats vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden) das Konzept nearly zero-energy building (Niedrigstenergiegebäude) für Neubauten ab 2019/2020 verfolgt.

In dem Zusammenhang ist festzustellen, dass das Potenzial der Abwasserwärmenutzung bisher nicht in dem bestmöglichen Maße genutzt zu werden scheint, obwohl ausgereifte Technologien zur Verfügung stehen. Demnach ist der Kernfrage nachzugehen, welche Hemmnisse und Anreize im Zusammenhang bei der Abwasserwärmenutzung vorliegen und welche Strategien zur Beseitigung technischer, wirtschaftlicher, planerischer und rechtlicher Hemmnisse zur Einbeziehung der Abwasserwärmenutzung in den Wärmemarkt formuliert werden können.

Dazu waren die Akteure der Immobilienwirtschaft, des Hochbaus bzw. der Bauwirtschaft im Allgemeinen zu identifizieren, die bei der Entwicklung, der Planung, dem Bauen und Betreiben von Immobilien beteiligt sind. Um deren Erfahrungen und Standpunkte zu nutzen, kam methodisch eine Befragung in Betracht.

Die Akteure am Bau agieren oft unabhängig voneinander, trotz Zielen wie integraler Planung. Hinzu kommt das Dilemma am Bau in Form von grundlegend unterschiedlichen Interessenslagen der verschiedenen Baubeteiligten, beispielsweise was die Investitionskosten bei der Gebäudeerstellung betrifft, die sich nicht zwangsläufig mit den Interessen der Betreiber in Bezug auf die zu erwartenden Betriebskosten deckt.

Ein stärkeres Zusammenwirken und eine stärkere Interdisziplinarität der Baubeteiligten scheint notwendig, damit Technologien wie die Abwasserwärmenutzung, die naturgemäß übergreifend über verschiedene Fachgebiete wie z. B. Abwassertechnik, Gebäudetechnik und Gebäudeplanung betrachtet werden muss, von Beginn der Planung an berücksichtigt und untersucht wird. Nur so kann die Zahl der Anwendungsfälle der Abwasserwärmenutzung erhöht werden oder eine Möglichkeitsprüfung der Abwasserwärmenutzung sogar zu einem Standardvorgehen werden, mit dem die Anwendung grundsätzlich in einem frühen Planungsstadium geprüft wird.

Letztendliches Ziel des Forschungsvorhabens ist es zu überprüfen, welchen Stellenwert die Abwasserwärmenutzung im Wärmemarkt bzw. bei der Beheizung von Wohn- und Nichtwohngebäuden haben kann, um im Hinblick auf die CO_2-Ziele der Bundesregierung bis 2050, jede Ressource, im Fall der Abwasserwärmenutzung als Wärmequelle, zur Zielerreichung nutzen zu können.

4
Abwasserwärme – Definitionsversuch

Der Begriff Abwasserwärme lässt sich in seine Bestandteile Abwasser und Wärme zerlegen.

Zunächst ist der Begriff Abwasser als solcher in Deutschland festgelegt, Abwasser wird gemäß Kommentar zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG – wie folgt definiert [6]:

»Abwasser ist nach allgemeinem Sprachgebrauch zunächst Wasser, das durch Gebrauch […] verunreinigt bzw. verändert wurde […]. Da eine Unterscheidung zwischen den Abwasserquellen weder praktisch möglich noch im Hinblick auf den Zweck des Gesetzes erforderlich ist, umfasst der Abwasserbegriff des Gesetzes sämtliches in gebäudeinternen Abwasserrohren oder der Kanalisation vorhandenes Wasser unabhängig von seinem Ursprung, insbesondere aus den soeben aufgeführten Quellen.«

Der Begriff Wärme ist ebenso definiert. Wärme wird als Energieform bezeichnet, die auf Grund von Temperaturunterschieden die Systemgrenzen überschreitet.

Als allgemeine Definition zum zusammengesetzten Begriff Abwasserwärme kann dieser in Bezug auf einen Wärmerückgewinnungsvorgang zur Beheizung von Gebäuden als thermische Energie des Abwassers beschrieben werden. Eine Abwasserwärmenutzungsanlage stellt die Kombination der Anwendung von Wärmegewinnungs- und Wärmenutzungsanlage dar.

Im Vergleich zur Umweltwärme »Luft« liegt die Temperatur des Abwassers bei den üblichen Kanaltiefen von 2 bis 4 m auch im Winter bei etwa 10 °C bis 15 °C. Somit steht ein höheres Wärmeausgangsniveau bei Abwasser zur technischen Nutzbarmachung zur Verfügung als bei Außenluft.

Hinsichtlich des Versuchs einer Definition soll ein weiterer Bezug zu erneuerbaren Energien und zum EEWärmeG nicht unerwähnt bleiben. In der Drucksache 16/8149 (S. 21) des Deutschen Bundestags vom 18.02.2008, sprich im Gesetzentwurf zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG), wurde die Abwasserwärme der Umweltwärme hinzugerechnet. Die Textpassage lautet wie folgt:

»Zur Umweltwärme zählen deshalb auch Abwärme, Abwasserwärme und in Fortluft enthaltene Wärme wie Wärme aus mechanischer Lüftung mit Wärmerückgewinnung und vergleichbare Wärme nicht natürlichen Ursprungs.«

Im ausgefertigten Gesetz (EEWärmeG) wurde die Abwasserwärme in § 2 Abs. 2 dem Begriff Abwärme und somit nach § 2 Abs. 1 nicht den erneuerbaren Energien zugeordnet. Demnach stellt die Abwasserwärmenutzung unter Einhaltung von Randbedingungen eine Ersatzmaßnahme nach § 7 Abs. 1 EEWärmeG dar.

Im Gegensatz hierzu wurde im EWärmeG BW des Landes Baden-Württemberg (§ 3 Nr. 1 Satz 2) die Nutzung der Umweltwärme einschließlich der Abwärme durch Wärmepumpen als Nutzung erneuerbarer Energien anerkannt.

Am Beispiel des Begriffs Abwasserwärme lässt sich bereits eine grundlegende Diskussion im Zusammenhang mit der Anerkennung als erneuerbare Wärmeenergie führen. Die Vereinheitlichung gesetzlicher Definitionen ist anzuraten. Auf die Zuordnung zu erneuerbaren Energien wird noch gesondert, auch im Hinblick auf die Ergebnisse der durchgeführten Befragung, eingegangen.

5
Historie und Stand der Anwendung

In Europa wurden im Verlauf von 20 Jahren etliche Projekte mit Abwasserwärmenutzung realisiert. Bezogen auf das Potenzial zeigte eine Untersuchung im Jahr 2011, dass in Deutschland bisher nur etwa 0,1 % (vgl. [7]) des theoretischen Potenzials genutzt wird.

Auch in der Schweiz befindet sich die Abwasserwärmenutzung trotz vieler Anwendungen oftmals noch im Anfangsstadium (vgl. [8]).

Weiterhin wurden bisher in den europäischen Ländern Österreich, Frankreich, Finnland, Schweden, Norwegen und Dänemark ebenso Erfahrungen gesammelt.

In Deutschland konnte im Jahr 1982 ein erstes Pilotprojekt (»Salemer Pflegehof«, Sozialstation in Esslingen) realisiert werden. Im Jahr 1983 wurde in Berlin eine Abwasserwärmepumpenanlage mit 1,5 MW und anschließender Erhöhung auf 2 MW in Betrieb genommen (vgl. [9]). Die Anlage in Berlin wurde bis 2003 am Standort Landsberger Allee / Rhinstraße betrieben (vgl. [10]). Im Jahr 2010 kam in diesem Bereich eine neue Anlage für ein Möbelkaufhaus zum Einsatz (vgl. [11]).

Seit etwa Anfang des Jahrtausendwechsels entstanden in Deutschland auf Basis technischer Produktentwicklungen der Industrie und deren Vertriebsleistungen vermehrt einige Dutzend Projekte. Die Projekte wurden überwiegend bei öffentlichen Gebäuden realisiert. Darüber hinaus wurden etliche Machbarkeitsstudien, Energiekarten und Planungen erstellt (vgl. [12]). Dennoch entstehen weiterhin kaum Projekte zur Abwasserwärmenutzung und das Potenzial bleibt ungenutzt.

Nachstehend sind als Übersicht realisierte Projekte in Deutschland mit Stand aus dem Jahr 2015 aufgeführt. Zusätzlich können realisierte Projekte und erstellte Studien bei der »Themenallianz Abwasserwärmenutzung« (vgl. [13]), bestehend aus Industriepartnern, eingesehen werden.

Tab. 1: Realisierte Projekte in Deutschland, Stand 2015 [14]

Ort	Projektbezeichnung
Nassau	Betriebsgebäude der Kläranlage
Speyer	Wohnanlage Yachthafen
Lingen	Ludwig-Windhorst-Haus
Ahlen	Betriebsgebäude der Kläranlage
Leverkusen	Gesundheitshaus
Singen	Technologiezentrum
Berlin-Lichtenberg	großflächiges Handelsobjekt Landsberger Allee/ Rhinstraße
Berlin-Kreuzberg	Sporthalle, Leibnizgymnasium
Waiblingen	24 Gebäude
Ludwigshafen	Dienstgebäude Stadtentwässerung
Bochum	Nordwestbad

(Fortsetzung Tabelle, siehe nächste Seite)

Ort	Projektbezeichnung
Tübingen	Aischbachschule und Kindergarten (Gas-Wärmepumpe)
Straubing	Mietwohnanlage
Fürth	Rathaus
Hamburg-Harburg	Wohnanlage Hastedtstraße (Gas-Wärmepumpe)
Bretten	Wohnanlage, Sporthalle, Gymnasium
Schkeuditz	Kinderhort
Pinneberg	Schul- und Gemeindezentrum, Feuerwehrhaus
Rauenberg	Kinderhort
Drensteinfurt	Feuerwehrgerätehaus
Bad Cannstatt, Stuttgart	Terrot Areal, Seelberg Wohnen, Siedlungswerk
Dresden	Feuerwache
Dresden-Trachau	Weinbergskirche, Ev.-Luth. Laurentiuskirchengemeinde
Essen-Kettwig	Kläranlage: Betriebsgebäude, Rechengebäude und Werkstatt
Krumbach	Projekt der LEW-Tochter Überlandwerk
Esslingen	»Salemer Pflegehof«, Sozialstation
Köln	Deutsche Sporthochschule
Jena	öffentliches Hallenbad
Güstrow	Stadtwerke, Büro- und Werkgebäude
Aurich	innerstädtische Liegenschaften
Meinerzhagen	Betriebsgebäude der Kläranlage
Bremen	Pumpwerk Findorff
Karlsruhe	Nutzung auf Kläranlagengelände
Gelsenkirchen	Revierpark Nienhausen
Berlin-Schöneberg	Schwimmbad
München	MSE Betriebshof
Glauchau	Behindertenwerkstatt
Kornwestheim	Wohnanlage
Merseburg-Schkopau	Betriebsgebäude
Heidgraben	Gemeindezentrum
Berlin	Ministerium BMU
Mannheim	Pumpwerk Ochsenpferch

(Fortsetzung von Tab. 1: Realisierte Projekte in Deutschland, Stand 2015 [14]

Fortsetzung Tabelle, siehe nächste Seite)

(Fortsetzung von Tab. 1: Realisierte Projekte in Deutschland, Stand 2015 [14])

Ort	Projektbezeichnung
Wilhelmshaven	Pumpwerk »Ost«
Konstanz	Wohnpark
Horb	Schwimmbad
Nördlingen	Baumarkt
Berlin, Yorkstraße	Baumarkt
Kirchheim unter Teck	Gymnasium
Köln-Mühlheim	Gymnasium
Köln-Porz	Realschule
Weimar	Sporthalle
Frankfurt	Speicherstraße (Aktiv-Stadthaus)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass inzwischen genügend Industrieprodukte zur Anwendung der Abwasserwärmenutzung am Markt zur Verfügung stehen und dennoch das Wärmepotenzial im Grunde bisher nicht genutzt wird. Ziel muss es daher sein, das nutzbare Wärmepotenzial auszuschöpfen und die Akteure für die Anwendung zu gewinnen.

Als Akteure sind hier alle, die an einem Bauprojekt mitwirken, aufzuführen. Je nach Projektkonstellation sind beispielsweise als Entscheider die Bauherren, Planer oder Generalunternehmer die wichtigsten Ansprechpartner.

Auf Grund dessen wurde mit der hier durchgeführten Befragung versucht, eine Bandbreite der am Bau wirkenden Personen zu erreichen und deren Einschätzungen zur Steigerung der Anwendungsfälle zu nutzen und hieraus Strategien zur Beseitigung technischer, wirtschaftlicher, planerischer und rechtlicher Hemmnisse aufzuzeigen

6
Grundlagen

Das Forschungsprojekt behandelt schwerpunktmäßig die Einschätzungen der Akteure in Bezug auf Hemmnisse und somit zugleich die Anreize, um mit den so gewonnenen Aussagen die Anzahl der Anwendungsfälle von Abwasserwärmenutzung steigern zu können.

Zuvor ist das Aufzeigen von Grundlagen zur Abwasserwärmenutzung von Interesse um den Einstieg in das Themengebiet zu erleichtern und um die Einschätzungen der Akteure besser einordnen zu können.

Die Grundlagen hinsichtlich Abwasserwärmenutzung können wiederum in folgende Schwerpunkte unterteilt werden:

- politische und gesetzliche Grundlagen
- physikalische Grundlagen
- technische Grundlagen
- bundesweites Wärmepotenzial
- betriebliche Grundlagen
- Grundlagen der Vertragsgestaltung
- wirtschaftliche Grundlagen.

6.1
Politische und gesetzliche Grundlagen

Die politische Zielsetzung verfolgt die Reduzierung des ausgestoßenen Kohlendioxids (CO_2) als Treibhausgas, welches als Hauptverursacher für die Klimaveränderungen verantwortlich ist.

Die Ziele der Staatengemeinschaft sind erstmalig bei der Weltklimakonferenz vom 29.11.2010 bis 10.12.2010 in Cancun/Mexiko einheitlich anerkannt worden.
Der maximale Anstieg der globalen Temperatur soll auf 2 °C, bezogen auf die Zeit vor der Industrialisierung, begrenzt werden. Dieses gemeinschaftliche Ziel wird als sogenanntes Zwei-Grad-Ziel bezeichnet (vgl. [15]).

In diesem Zusammenhang hat die Bundesregierung als Ziel festgeschrieben, dass bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent, bezogen auf das Jahr 1990, verringert werden sollen.
Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiegewinnung soll dabei bis zum Jahr 2020 18 Prozent betragen [16].

In Deutschland gingen die bisherigen politischen Ziele in die Gesetzgebung ein. Auch finden sich die Ziele inzwischen in allen gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Bereichen wieder.

Auf Länderebene wurden bereits die ersten Klimaschutzgesetze erlassen. Im Bundesland Nordrhein-Westfalen (NRW) ist im Jahr 2013 ein Klimaschutzgesetz [17] in Kraft getreten, welches die Minderung der Gesamtemissionen um mindestens 25 Prozent bis zum Jahr 2020 und um mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050 (vgl. [18]), bezogen auf 1990, gesetzlich festgeschrieben hat. Rheinland-Pfalz folgte und verabschiedete im Jahr 2014 [19] als drittes Bundesland ein Klimaschutzgesetz [20].

In Bezug auf die Bau- und Immobilienwirtschaft sind die aktuellen klimapolitischen Ziele der Bundesregierung zur CO_2-Reduzierung im Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinspargesetz – EnEG) [21] definiert. Eine Rechtsverordnung nach den §§ 1 ff. EnEG soll die Einzelmaßnahmen konkretisieren. Diese Rechtsverordnung ist die Energieeinsparverordnung (EnEV).

Weiterhin ist als wichtige Gesetzesgrundlage das EEWärmeG relevant. In §§ 5 und 5a EEWarmeG wird der Mindestanteil der erneuerbaren Energien (solare Strahlungsenergie, Biomasse, Geothermie und Umweltwärme) bei der Gebäudebeheizung vorgeschrieben. In § 7 EEWärmeG werden abweichend hiervon mögliche Ersatzmaßnahmen beschrieben.

Die EnEV und das EEWärmeG stellen heute zentrale Planungsinstrumente für Architekten und Ingenieure dar. Dazu gehören eine Fülle von Normen rund um den Feuchteschutz, Wärmeschutz, die energetische Bilanzierung und die Gebäudetechnik, die hier nicht weiter aufgeführt werden, da diese unabhängig von der Abwasserwärmenutzung zu beachten sind.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass seitens der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) erstmals im Juni 2009 ein Merkblatt [22] zum Thema Energie aus Abwasser herausgebracht wurde.

In § 3 Abs. 4 Nr. 2 sieht das EEWärmeG eine Öffnungsklausel für Landesregelungen vor. Demnach kann auf Landesebene der Altbaubestand zur Nutzung von erneuerbare Energie verpflichtet werden. Dies wurde bisher in Baden-Württemberg angewendet. Gemäß § 3 Nr. 5 EWärmeG BW [23] unterliegt in Baden-Württemberg auch der Altbaubereich der Nutzungspflicht, wenn ab dem 01.01.2010 die Heizungsanlage ausgetauscht wird.

Die Öffnungsklausel nach § 3 Abs. 4 Nr. 2 EEWärmeG verweist nicht auf den Geltungsbereich nach § 4 EEWärmeG. Aufgrund dessen sind die Länder nicht an die Beschränkung der Gebäude gebunden und können zum Beispiel auch Gebäude, die religiösen Zwecken dienen, miteinbeziehen [24].

Landesbauordnungen (LBO) regeln im Weiteren, dass der Nachweis zum Wärmeschutz durch die Bauherrschaft vorzulegen ist (siehe beispielsweise § 57 Absatz 1 LBO NRW oder § 55 Absatz 1 LBO RP). Der Nachweis wird vom Bauamt nicht geprüft (siehe beispielsweise § 65 Absatz 1 LBO RP). Andere Bundesländer regeln, dass der Wärmeschutznachweis von einem staatlich anerkannten Sachverständigen aufzustellen ist oder von diesem geprüft wird (siehe beispielsweise § 68 Absatz 2 LBO NRW). Zusätzlich kann geregelt sein, dass staatlich anerkannte Sachverständige mit stichprobenhaften Kontrollen bei der Bauausführung zu beauftragen sind.

Je nach Bundesland sind zusätzlich Durchführungsverordnungen zur Energieeinsparverordnung zu beachten (siehe beispielsweise Verordnung zur Umsetzung der Energiesparverordnung, EnEV-UVO, in NRW).

Als zukünftiger Maßstab gilt der Niedrigstenergiehausstandard. Dieser ist in der EU-Gebäuderichtlinie [25], die für alle EU-Mitgliedsstaaten bindend ist, definiert. Nach dem 31.12.2020 sollen demnach Neubauten nur noch als sogenannte Niedrigstenergiegebäude [26] entstehen.

Auch in diesem Kontext wird deutlich, dass bei höherem Ausgangswärmeniveau, wie es bei Abwasser vorhanden ist, weniger Energie erforderlich ist und somit diese europäische Zielsetzung durch eine Abwasserwärmenutzung unterstützt wird.

6.2
Physikalische Grundlagen

Die physikalischen Grundlagen lassen sich auf die Wärmekapazität des Wassers, die Masse, die Temperaturspreizung (Temperaturdifferenz) und die Zeit reduzieren. Ausgehend von der Wärmemenge, die von den ersten drei genannten Faktoren abhängt, ergibt sich die zeitabhängige Wärmeleistung, die im Weiteren technisch genutzt wird. Nachfolgend werden die Zusammenhänge konkretisiert.

Die spezifische Wärmekapazität (c) von Wasser beziffert sich auf 4,1855 Kilojoule je Kilogramm und Kelvin bei 25 °C und 1,013 bar (vgl. [27]).

Die rechnerisch zugeführte oder entzogene Wärmemenge (ΔQ) in einem Abwassersystem ist unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität, der Masse (m) sowie des Temperaturunterschiedes (ΔT) ermittelbar. Die Wärmeleistung ('Q) in Kilowatt lässt sich aus der zeitlichen Ableitung der Wärmemenge berechnen (vgl. [28]).

Formel 1: Wärmemenge

$$\Delta Q = c\ (\mathrm{kJ/kg/K}) \cdot m\ (\mathrm{kg}) \cdot \Delta T\ (\mathrm{K}) \qquad [\mathrm{kJ}]$$

Formel 2: Wärmeleistung

$$'Q = \frac{\Delta Q}{t} \qquad [\mathrm{kJ/s = kW}]$$

Bei der Abwasserwärmenutzung lässt sich dieser allgemeine Zusammenhang auf die Leistung eines Wärmetauschers (W_{WT}) übertragen. In Abhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität (c = 4,19 kJ/kg/K), des Abwasservolumenstromes (Q), der Dichte des Abwassers (ρ = 1 kg/l) und der Temperaturabkühlung (ΔT) des Abwassers kann geschrieben werden (vgl. [29]):

Formel 3: Wärmetauscherleistung je Liter Abwasser pro Sekunde

$$W_{WT} = c\ (\mathrm{kJ/kg/K}) \cdot \rho\ (\mathrm{kg/l}) \cdot Q\ (\mathrm{l/s}) \cdot \Delta T\ (\mathrm{K}) \qquad [\mathrm{kJ/s = kW}]$$

Wird dies auf einen Kubikmeter Abwasser und auf eine Abkühlung des Abwassers um ein Grad Kelvin bezogen, errechnet sich die mögliche Energiemenge (W) folgendermaßen:

Formel 4: Energiemenge je Kubikmeter Abwasser pro Stunde bei 1 °K Temperaturspreizung

$$W = \frac{\frac{4{,}19\ \mathrm{kJ}}{\mathrm{kgK}} \cdot 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}} \cdot 1\,\mathrm{m^3/h} \cdot 1\,\mathrm{K}}{3600\,\mathrm{s/h}} = \frac{1{,}16\ \mathrm{kJh}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{h}} = 1{,}16\ \mathrm{kW} \qquad [\mathrm{je\ m^3/h}]$$

Infolge des physikalischen Grundprinzips einer Wärmepumpe wird die entnommene Wärme aus dem Abwasser unter Zuhilfenahme von elektrischer oder thermischer Energie auf ein höheres Nutzwärmeniveau angehoben.

Der größere Teil der Nutzwärme wird jedoch durch den Abwasserwärmetauscher geliefert. Aus beiden Energiequellen setzt sich im technischen Prozess die Nutzwärme zusammen und steht der Gebäudebeheizung zur Verfügung.

Mithilfe der theoretischen Wärmetauscherleistung wird die erforderliche Wärmetauscheroberfläche berechnet. Letztlich wird zur Größe der Wärmetauscheroberfläche infolge der Sielhaut- oder Biofilmbildung mithilfe eines Aufschlags die abschließende Dimensionierung der Wärmetauscheroberfläche durchgeführt.

Aufgrund der erforderlichen Wärmeübertragungsleistung des Wärmetauschers (P_{WT}), die hier der Wärmeübertragungsmenge des Wärmetauschers (W_{WT}, siehe Formel 3) gleichgesetzt wird, kann die wirksame Wärmetauscheroberfläche (A_{WT}), unter Berücksichtigung des Wärmedurchgangskoeffizienten (k), ermittelt werden. Dieser k-Wert

beschreibt die technische Nutzung unter Verlustzuständen und Veränderungen während des Betriebs des Wärmetauschers.

Die Wärmetauscherleistung (P_{WT}) bzw. erforderliche Oberfläche des Wärmetauschers berechnet sich wie folgt:

Formel 5: Wärmetauscherleistung aus Oberfläche

$$P_{WT} = W_{WT} = k\ (kW/[m^2/K]) \cdot A_{WT}\ (m^2) \cdot \Delta T\ (K) \qquad [kW]$$

Nach Umstellung ergibt sich die erforderliche Wärmetauscheroberfläche aus der Wärmetauscherleistung P_{WT} bzw. W_{WT}:

Formel 6: Erforderliche Wärmetauscheroberfläche

$$A_{WT} = \frac{P_{WT}(kW)}{k(kW/[\frac{m^2}{K}] \cdot \Delta T(K)} \qquad [m^2]$$

Die nutzbare Wärmemenge (W_{WP}), die eine Wärmepumpe zur Verfügung stellen kann, wird durch Ansatz der Jahresarbeitszahl ermittelt. Die Jahresarbeitszahl einer elektrischen Wärmepumpe kann bei Abwasser als Wärmequelle beispielsweise mit vier angenommen werden (vgl. [30]).

Der COP-Wert (Coefficient of Performance) bzw. JAZ-Wert (Jahresarbeitszahl) dient zur Berechnung der Leistung (P_{WP}, W_{WP}) und somit der Auslegung der Wärmepumpe. Bei der Berechnung wird die erforderliche Nutzwärme im Verhältnis zur eingesetzten elektrischen Energie ermittelt.

In Formel 7 und 8 ist die Berechnungsweise mithilfe des COP-Werts bzw. JAZ-Werts aufgeführt:

Formel 7: Leistung Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmetauscherleistung und Jahresarbeitszahl

$$W_{WP} = W_{WT} \cdot \frac{JAZ}{JAZ - 1} \qquad [kW]$$

Formel 8: Leistung Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmetauscherleistung und Coefficient of Performance

$$P_{WP} = P_{WT} \cdot \frac{COP}{COP - 1} \qquad [kW]$$

Die einzusetzende spezifische elektrische Energie (W_{el}) errechnet sich aus der Differenz der nutzbaren Heizenergie der Wärmepumpe und der entzogenen Energie aus dem Abwasser:

Formel 9: Spezifische elektrische Leistung von Abwasserwärmepumpen

$$W_{el} = W_{WP} - \frac{\frac{W_{WP}}{JAZ}}{JAZ - 1} \qquad [kW\ je\ m^3/h]$$

6.3 Technische Grundlagen

Allgemein können folgende Randbedingungen als optimale Grundlagen für die Installation einer Wärmerückgewinnungsanlage im Bereich der öffentlichen Abwasserkanalsysteme zusammengefasst werden (vgl. [31] und [32]):

- Nähe zum Kanal
- hohe Bebauungsdichte
- Niedertemperatur-Heizsysteme

- möglichst ganzjähriger Wärmebedarf bzw. Kühlbedarf
  - Sanierung der bestehenden Heizzentrale geplant
  - auch in Kombination mit Gasmotor-Blockheizkraftwerken möglich
- Abwasserdurchfluss mindestens 15 Liter je Sekunde
- relative hohe Abwassertemperatur auch im Winter
- ausreichend großer Kanalquerschnitt bei der Installation eines Kanalwärmetauschers
- gute Zugänglichkeit des Kanals für Wartung des Wärmetauschers
- Kanalsanierung ist vorgesehen
- Kanalgefälle zwischen 1 und 10 Promille
- Fließgeschwindigkeit zwischen 0,2 und 0,8 Meter je Sekunde
- hydraulische Auslastung des Kanals zwischen 5 und 40 Prozent.

Im Einzelfall ist eine projektspezifische Prüfung der Randbedingungen notwendig. Dies gilt auch, wenn das Wärmepotenzial des Abwassers innerhalb des Gebäudes oder im Bereich der Grundstücksentwässerung genutzt werden soll.

Zusätzlich ist die Prüfung einer Nutzbarmachung der Abwasserwärme bei einer Kanalsanierung oder Kanal-Neubaumaßnahme sinnvoll, sofern die zuvor genannten Randbedingungen weitestgehend erfüllt sind. Im Zuge dieser Maßnahmen kann der Wärmetauscher günstiger eingebaut werden, was zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit beiträgt. Insbesondere eignen sich Stauraumkanäle, Pumpwerke und sonstige Sonderbauwerke zum Einbau des Wärmetauschers. Diese Möglichkeiten sollten ebenso in Betracht gezogen werden.

Ergänzend sind, neben den allgemeinen Randbedingungen, die technischen Möglichkeiten und die damit am Markt zur Verfügung stehenden Produkte aufzuführen. Diese Produkte haben spezifische Einsatzgebiete und Randbedingungen, die im Einzelnen zu prüfen sind. Die Möglichkeiten können wie folgt stichwortartig zusammengefasst werden:

- Rohr- und Rinnenwärmetauscher für den integrierten Einbau in die Kanalrohrwandung
- Wärmetauscher aus Edelstahl zur Nachrüstung in einem Kanalrohr
- Externe Wärmetauscher zur Aufstellung außerhalb des Kanalsystems
- Wärmetauschersysteme für den Einsatz in Gebäuden
- Halbschalen-Absorber/Doppelmantelwärmetauscher
- Druckrohrwärmetauscher
- Flexible Wärmeübertrager
- Wärmeübertrager für offene Strömungen
- Module für den Schachteinbau
- Energietrichter mit Außenwandwärmeübertrager
- Wärmeübertrager für Duschen und die Trinkwasservorerwärmung
  - Doppelrohrwärmeübertrager
  - Wärmetauschereinheit in Duschwanne integriert
  - Wärmetauscherduschrinne
  - Plattenwärmetauscher für Warmwassererwärmung.

6.4 Bundesweites Wärmepotenzial

Die behandelte Jahresabwassermenge in öffentlichen Abwasserreinigungsanlagen lag in den Jahren 2004 bis 2013 zwischen rund 9,4 Mrd. und 10,07 Mrd. m^3 Abwasser (Schmutzwasser, Fremdwasser, Niederschlagswasseranteil) (vgl. [33]).

Da im Allgemeinen die Abwassertemperaturen bei etwa 10 °C im öffentlichen Kanalnetz liegen, kann das Wärmepotenzial berechnet werden. Dazu wird für die Ermittlung des bundesweiten Wärmepotenzials eine Abkühlung des Abwassers um zwei Grad Kelvin als technisch sinnvoll erachtet, damit einerseits eine ausreichende Wärmeenergie nutzbar gemacht wird und andererseits die Abwasserabkühlung mit Blick auf die Abwasserreinigung (Nitrifikation) nicht in zu hohem Umfang erfolgt. Im Einzelfall können abweichende Ansätze relevant sein.

Für die Berechnung des bundesweiten Wärmepotenzials wird vom zuvor genannten unteren Wert zur Jahresabwassermenge ausgegangen und nachfolgende Formel 10 erstellt:

Formel 10: Bundesweites theoretisches Wärmepotenzial des Abwassers

$$W = \frac{\frac{4{,}19\,\mathrm{kJ}}{\mathrm{kgK}} \cdot 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 9\,400\,000\,000\,\mathrm{m}^3\mathrm{a} \cdot 2\mathrm{K}}{3600\,\mathrm{s/h}}$$

$$W = \frac{2{,}1881 \cdot 10^{10}\,\mathrm{kJh}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{a}}$$

$$W = \frac{2{,}1881 \cdot 10^{10}\,\mathrm{kJh}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{a} \cdot 1000\,000\,\mathrm{kWh/GWh}} = 21\,881\,\mathrm{GWh/a}$$

$$= 21{,}8\,\mathrm{TWh/a}$$

Wird eine Jahresarbeitszahl von vier bei einer Abwasser-Elektro-Wärmepumpe angesetzt, kann bundesweit folgende theoretische Nutzwärme (W_{Nutz}) aus öffentlichem Abwasser gewonnen werden:

Formel 11: Bundesweites theoretisches Nutzpotenzial für die Raumbeheizung

$$W_{Nutz} = 21\,881\,\frac{\mathrm{GWh}}{\mathrm{a}} \cdot \frac{4}{4-1} = 29175\,\mathrm{GWh/a}$$

$$= 29{,}2\,\mathrm{TWh/a}$$

Das Wärmepotenzial von etwa 30 Terawattstunden pro Jahr kann mit dem Wärmebedarf von aktuell rund 40 Millionen Wohneinheiten [34] verglichen werden. Dadurch lässt sich der mögliche Anteil der Ressource Abwasser einschätzen. Es wird von einem jährlichen mittleren Wärmeenergiebedarf für einen Haushalt von rund 15 000 Kilowattstunden (vgl. [35]) ausgegangen. Diese Zahl entspricht den derzeitigen Verhältnissen, wobei sich bis zum Jahr 2050 der Wärmebedarf deutlich reduzieren soll, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Dies führt zum Beispiel bei einer Halbierung des Wärmebedarfs zu einer Verdopplung des möglichen Abwasserwärmepotenzials.

Für den Wohnungsbereich ergeben sich demnach rund 600 Terawattstunden pro Jahr an Wärmebedarf. Das zur Verfügung stehende öffentliche Abwasser kann heute somit einen theoretischen Deckungsanteil von etwa fünf Prozent im Wohnsektor erreichen.

Je nach Standort und örtliche Situation ist die Nutzung bei Nichtwohngebäuden ebenso sinnvoll bzw. ist zu favorisieren.

6.5 Betriebliche Grundlagen

Hier ist insbesondere die Wartung des Wärmetauschers im Kanal oder im Schacht bzw. die extern aufgestellte Anlage von Bedeutung. Es wird daher auf diesen Sachverhalt am Beispiel eines eingebauten Wärmetauschers im Kanal eingegangen.

Generell werden Kanäle turnusmäßig vom Abwasserbetreiber gereinigt bzw. gespült. Die anfallenden Kosten sind in den Kanalbenutzungsgebühren enthalten. Ein Wärmetauscher im Kanal verursacht ebenso Reinigungs- und Wartungszyklen. Fallen zusätzliche Kosten hierzu an, sind diese zu erfassen. Zwecks Kanalreinigung werden verschiedene Verfahren eingesetzt, wobei die Reinigungszyklen je nach Kanalgefälle und Rohrdimension zwischen 6 und 18 Monaten liegen. Folgende Reinigungsverfahren kommen infrage (vgl. [36]):

- Schwallspülung
- Durchzugsverfahren mit Pflug, Schrapper, Spirale, Wurzelreißer
- selbstlaufende Schildgeräte
- Kugeln und Walzen
- Hochdruckspülung mit verschiedenen Düsentypen
- Profilreinigung, beispielsweise mit Hamburger Sielwolf oder Kanal-Jumbo.

Die genannten Verfahren werden zur planmäßigen Reinigung bzw. zur Grundräumung im Kanal eingesetzt. Bei größeren Kanaldimensionen und eingebauten Wärmetauschern sind zur Reinigung die Hochdruckspülung und die Profilreinigung zu favorisieren.

Auf Grund der oben genannten allgemeinen Reinigungsintervalle, die der Kanalbetreiber durchführt, erfolgt auch eine Reinigung der Wärmetauscher. Im Einzelfall sind weitere Reinigungsmaßnahmen nicht auszuschließen. Die Vorgehensweise bei Reinigung und Wartung sollte vertraglich formuliert und mit dem Abwasserbetreiber sowie dem Kanalreinigungsunternehmen abgestimmt sein.

Bisher wurden Versuche zum Einfluss der Reinigung auf den Wärmetauscher durchgeführt. Trotz 30 Belastungszyklen durch Hochdruckreinigungsversuche, Schleifeinflüsse und Falleinwirkungen durch die Düse auf den Edelstahlwärmetauscher konnten keine relevanten Auswirkungen festgestellt werden (vgl. [37]).

Insgesamt ist von einer sehr langen Lebensdauer auszugehen, wobei Langzeiterfahrungen fehlen.

6.6 Grundlagen der Vertragsgestaltung

Die zu beachtenden vertraglichen Regelungen orientierten sich im Allgemeinen an Zusammenhängen, die nachfolgend zusammengestellt sind (vgl. [38]):

- Mindestabwassermenge
- zulässige Abkühlung des Abwassers in Grad Kelvin
- Wärmetauscher darf Kanalfunktion nicht beeinträchtigen
- Zuständigkeiten für Einbau, Kontrolle und Wartung sind festzulegen
- Sicherheits- und Schutzmaßnahmen
- Besitzverhältnisse (Kanal und Wärmetauscher)
- Schadens- und Haftungsregelungen
- Rückbau des Wärmetauschers durch Contractor/Immobilieneigentümer
- Definition des zur Verfügung gestellten Kanalabschnitts
- Zugang zum Kanal für Contractor/Immobilieneigentümer
- Aufwandsübernahme durch Contractor/Immobilieneigentümer für Betrieb und Unterhaltung
- Entschädigungsansprüche an Kanalbetreiber, wenn Kanal außer Betrieb geht oder Funktionsweise geändert wird

- Regelungen zur Übertragung der Vereinbarung an Dritte bei Eigentums- und Nutzerwechsel
- Haftungsausschluss des Kanalbetreibers für Abwasserzusammensetzung und Kanalreinigung
- Überwachung der Einbauarbeiten durch Kanalbetreiber
- Materialfestlegungen für Kanaleinbauteile
- nachträglicher Einbau von Kanalhausanschlüssen muss möglich sein
- Laufzeit der Vereinbarung.

Auf Basis der aufgeführten Inhalte können beispielsweise vertragliche Gestaltungen zwischen den Beteiligten entstehen, wie sie in nachfolgender Abbildung verdeutlicht als Varianten a bis d aufgeführt sind.

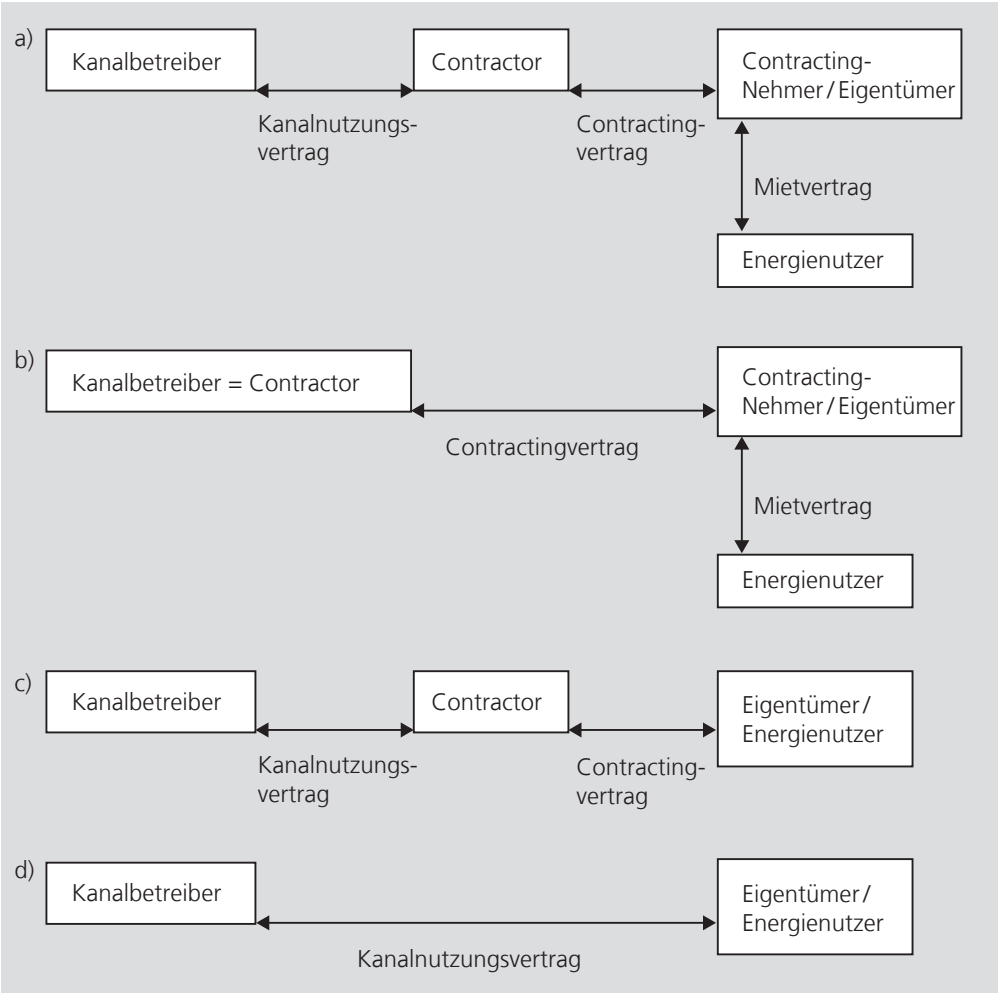


Abb. 2: Vertragsmodelle für die Abwasserwärmenutzung [39]

Stellt der Kanalbetreiber lediglich den Zugang zum Kanal zur Verfügung, kommen die Varianten a, c und d infrage. Soll ein Wärme-Contracting umgesetzt werden, sind die Varianten a, b und c denkbar. Der Wärme-Contractor erstellt, finanziert, betreibt und unterhält dabei die Anlage zur Abwasserwärmenutzung. Vertraglich werden die Grundlagen, die Modalitäten der Energielieferung, die Verantwortlichkeitsgrenzen, die Vertragslaufzeit sowie die Vergütung zwischen den beteiligten Parteien geregelt.

Variante a und c kommen in Betracht, sobald ein Wärme- und Energieversorger als Contractor auftritt. Der Kanalbetreiber ermöglicht dann lediglich auf Grundlage des Kanalbenutzungsvertrags den Zugang zum Abwasser bzw. zur Wärmequelle. Da das Wärme-Contracting bereits im öffentlichen und privaten Bereich Anwendung findet, ist dies auf die Abwasserwärmenutzung übertragbar.

Bei Variante b tritt der Kanalbetreiber zugleich als Contractor auf. Das Contracting-Verhältnis wird direkt zwischen dem Eigentümer und dem Kanalbetreiber geschlossen. Bei dieser Variante erstellt, betreibt und unterhält der Kanalbetreiber die Abwasserwärmeanlage.

Bei Variante d gewährt der Kanalbetreiber über einen Kanalnutzungsvertrag die Nutzung der Kanalisation. Die Abwasserwärmeanlage wird durch den Immobilieneigentümer bzw. Energienutzer selbst erstellt, betrieben und unterhalten. Bei dieser Vertragskonstellation sind beispielsweise der Einbau des Wärmetauschers, der Zugang zum Kanal, die Unterhaltung des Wärmetauschers, die Folgekosten und die Risiken sowie Haftungsfragen zu regeln.

6.7 Wirtschaftliche Grundlagen

An dieser Stelle wird auf wirtschaftliche Untersuchungen zu unterschiedlichen Wärmeerzeugungstechniken in Kombination mit zu erfüllenden Anforderungen gemäß Energieeinsparverordnung und EEWärmeG an die Gebäudehülle verwiesen. Je nach Heiztechnikvariante waren mehr oder weniger Anforderungen an die Gebäudehülle einzuhalten, was die Bautechnik und somit ebenso die Kosten beeinflusst. Es wurden Investitionskosten, Kapitalkosten, Betriebskosten und letztlich Jahreskosten zu folgenden Varianten (Heiztechnik und Gebäudehülle) verglichen:

- Fossile Beheizung, Gebäudehülle unterschreitet EnEV um mind. 15 %
- Nutzung Umweltwärme
- Nutzung Biomasse/Holzpellets
- Nutzung Abwasserwärme.

Ergänzend wurden Investitionskosten- und Jahreskostenfunktionen für eine überschlägige Kostenabschätzung erstellt. Mithilfe der Kostenzusammenstellungen konnte der wirtschaftliche Einsatzbereich der Abwasserwärmenutzung veranschaulicht werden. Dieser berücksichtigt 15 verschiedene Gebäudetypen aus dem Sektor Wohngebäude und Nichtwohngebäude. Im folgenden Netzdiagramm sind die Ergebnisse von 2012 aufgeführt.

Ausgehend von den Jahreskosten für die Abwasserwärmenutzung bei einem Neubau, werden die Mehr- oder Minderkosten je nach Gebäudetyp und Wärmeerzeugervariante in Kombination mit der Gebäudehülle im Vergleich zur Abwasserwärmenutzung erkennbar.

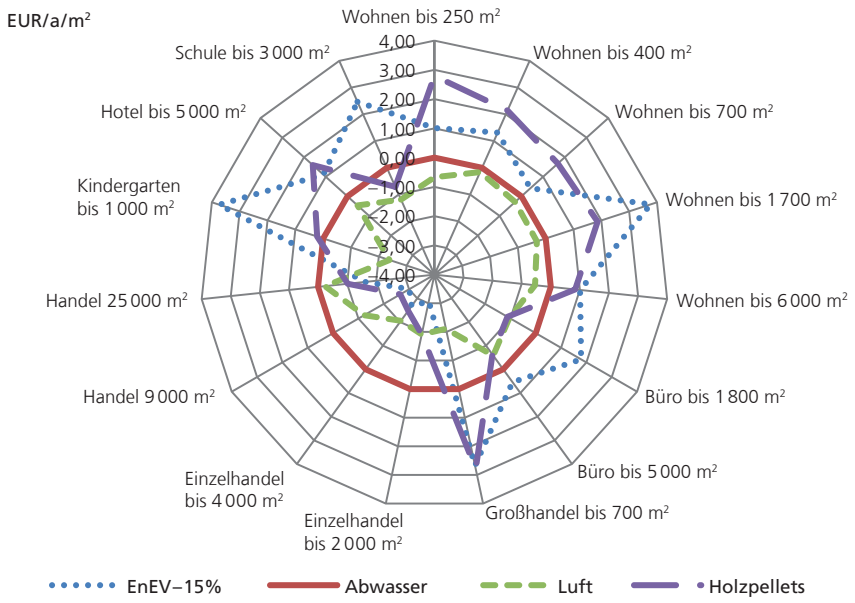


Abb. 3: Wirtschaftliche Einsatzgrenzen der Abwasserwärmenutzung im Vergleich zu drei Varianten (Bezug: spezifische Jahreskosten und beheizte Fläche) [40]

In Abb. 4 wird nun das Ergebnis einer Jahreskostenberechnung aufgezeigt, die auf Grundlage von Veränderungen der Bedingungen ausgeht (Sensitivitätsanalyse). Dies soll den Einfluss der Randbedingungen verdeutlichen und aufzeigen, dass sich je nach Randbedingungen und Gebäudetyp die Wirtschaftlichkeit (Vergleich Jahreskosten) verbessert. Das Netzdiagramm beinhaltet folgende Variationen der Berechnungsgrundlagen:

- Die Investitionskosten für die Gebäudehülle sind um 20 Prozent höher.
- Die Investitionskosten für Wärmetauscher und Wärmepumpen sind um 20 Prozent niedriger.
- Die Kapitalzinsen werden mit 5 statt 6 Prozent angenommen.
- Eine Förderung der Abwasserwärmenutzung um 30 Prozent wird angenommen.
- Höhere Energiepreise: Heizöl und Pellets um plus 20 Prozent, Strom um plus 10 Prozent.
- Für den Wärmetauscher im Kanal und für die Gebäudehülle wird die Nutzungsdauer von 20 Jahren auf 40 Jahre angehoben, die Wärmepumpen und Kesselanlagen werden nach 20 Jahren ersetzt.

Grundsätzlich ist demnach festzuhalten, dass die Abwasserwärmenutzung nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich eine Alternative für jeden Objekttyp darstellen kann. Spezifische Kostenuntersuchungen sind im konkreten Einzelfall anzustellen

Anhand der Abb. 4 wird deutlich, dass Strategien zur Beseitigung wirtschaftlicher Hemmnisse zur Einbeziehung der Abwasserwärmenutzung in den Wärmemarkt die Steigerung der Anwendungsfälle begünstigen. Zusätzlich begünstigen Strategien zur Beseitigung technischer, planerischer und rechtlicher Hemmnisse die Steigerung der Anwendungsfälle.

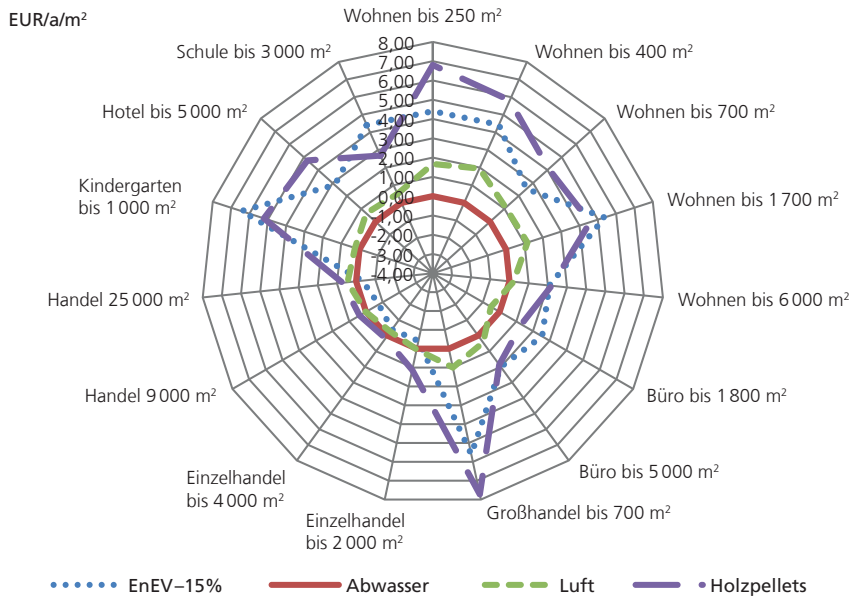


Abb. 4: Wirtschaftliche Einsatzgrenzen der Abwasserwärmenutzung bezogen auf Jahreskosten und beheizte Fläche, Sensitivitätsanalyse [41]

Der wirtschaftliche Einsatzbereich der Abwasserwärmenutzung kann zusammenfassend folgenden Gebäudetypen zugeordnet werden, wobei hier insgesamt nicht davon ausgegangen wird, dass Gebühren für die Nutzung der Abwasserwärme im öffentlichen Kanal anfallen:

- Wohngebäude
- Hallen für Großhandel und Gewerbe
- Kindergärten
- Hotels
- Schulen.

Je nach Kombination der beeinflussenden Faktoren, können auch bei nachstehenden Objekttypen wirtschaftliche Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Abwasserwärmenutzung vorliegen:

- Büro- und Verwaltungsgebäude
- eingeschossige Handels-, Gewerbe-, und Logistikgebäude
- zweigeschossige Handels-, Gewerbe-, und Logistikgebäude.

7
Methodik

7.1
Ziele der Umfrage

Um Hemmnisse und Anreize bei der Anwendung der Abwasserwärmenutzung identifizieren zu können, sollten Planer, Anlagenbetreiber, potenzielle Anlagenbetreiber, Institutionen und andere Baubeteiligte nach ihren Einschätzungen befragt werden. Grundidee der Fragebogenentwicklung war die Möglichkeit der standardisierten Erfassung und der Beschreibung von Hemmnissen und Potenzialen der Abwasserwärmenutzung (nachfolgend als AWN bezeichnet).

Dies wurde mithilfe eines Fragebogens angestrebt, mit dem möglichst viele Informationen über die Nutzer und über deren Kenntnisstand erhoben werden sollten. Dieser Ist-Zustand sollte standardisiert erfasst werden.

Um ein übergreifenden Überblick über das gesamte Bauwesen zu erhalten, wurde versucht, das Spektrum der Befragten breit zu fächern. Inhaltlich war der Fragebogen deshalb ebenfalls breit gefächert angelegt, damit jeder Befragte die Möglichkeit hatte, zumindest einen Themenbereich des Fragebogens zu beantworten.

Eine detaillierte Analyse war in dieser Befragung aufgrund der breiten Fächerung noch nicht zu erwarten, sondern es ging vorrangig darum, aus vielen Perspektiven Einschätzungen zur Nutzung bzw. zur Nichtnutzung von Abwasserwärme zu erhalten.

Über die technische Ebene der Abwasserwärmenutzung hinaus wurden übergeordnete Fragen zur Methodik der Informationsbeschaffung der Befragten mit dem Ziel gestellt, hier eventuelle Defizite und Handlungsfelder zu identifizieren.

Die Ausgangssituation für die Fragebogenerstellung bestand in der Annahme, dass alle Befragten theoretisch das gleiche Interesse an einem wirtschaftlichen und technologisch bewährten Verfahren zur Energieeinsparung haben müssten. Daher sollte quer über alle Baubereiche hinweg ermittelt werden, welcher Teil der Baubeteiligten Interesse an Abwasserwärmenutzung besitzt, welcher Teil Projekte realisiert hat, warum dies geschah und ob es erfolgreich war. Umgekehrt sollte aber auch erhoben werden, was die Gründe für Nichtnutzung von AWN ist und was die Bedingungen für eine mögliche Meinungsänderung sein könnten. Darüber hinaus sollten verschiedene Fragestellungen zu Informationsbezug und -bedarf, über Wirtschaftlichkeit und sonstige Rahmenbedingungen in Erfahrung gebracht werden.

Aus den Antworten soll abgeleitet werden

- Wie sehen der Wissensstand und der AWN-Realisierungsgrad derzeit aus?
- Wie beurteilen die Akteure die Einsatzchancen der Abwasserwärmenutzung?
- Wie werden Hemmnisse und Anreize von den Akteuren bewertet und wie können verbesserte Rahmenbedingungen aussehen?
- Welche Handlungsfelder ergeben sich?

7.2
Konzeption der Umfrage

Eine Online-Umfrage bietet die Möglichkeit, Daten auf verschiedene Weise zu erheben, entweder als anonyme oder personalisierte Umfrage und unabhängig davon als zyklische oder einmalige Umfrage.

Basierend auf der Grundidee der standardisierten Erfassung und der Beschreibung von Hemmmissen und Potenzialen der Anwendung der Abwasserwärmenutzung, wurde, nachdem der Interessensgegenstand definiert war, der sich aufgrund der Literaturrecherche herauskristallisiert hatte, eine anonyme und einmalige Umfrage als Art der Erhebung gewählt.

Eine anonyme Online-Umfrage wurde auch deshalb gewählt, weil es einerseits unerheblich für die Analyse der abgefragten Inhalte war, ob die Daten konkreten Personen zugeordnet werden konnten und weil sich hier für die spätere Analyse und der daraus resultierenden Handlungsfeldidentifizierung die vielversprechendsten Teilnehmerquoten erwarten ließen.

Die Durchführung erfolgte auch deshalb als Online-Umfrage, weil hierdurch eine leichtere Handhabbarkeit der Daten möglich war, sowohl was die Ansprache der Zielgruppe und die erzielbare Menge der Teilnehmer als auch die spätere Datenauswertung betrifft.

Grundsätzlich stellt sich das Problem bei der Entwicklung eines Fragebogens, inwiefern sich die gewählte Frageform für den Untersuchungszweck eignet und ob der Fragebogen ein geeignetes Instrument ist. Als Befragungsmethode bot sich in diesem Fall eine Online-Befragung an, denn mithilfe der Online-Umfrage konnte eine große Menge an Teilnehmern aus den verschiedensten Bereichen des Bauwesens erreicht werden. Darüber hinaus bestand die Annahme, dass die Teilnahmebereitschaft durch die Wahl dieser Umfrageform größer ist und somit eine hohe Rücklaufquote bedingt.

Überdies ermöglichen Netzwerke einen hohen Grad der Multiplikation, aus diesem Grunde wurde explizit darauf hingewiesen, den Link weiterzuleiten. Damit war beabsichtigt einerseits die Zahl der Teilnehmer zu erhöhen, um mit einer möglichst hohen Zahl an beantworteten Fragebögen die Aussagefähigkeit der Umfrage zu gewährleisten. Andererseits sollten, da den Umfrage-Link vorwiegend Beteiligte aus dem entsprechenden Fachbereich und Projektpartner erhalten hätten, Teilnehmer mit einer Affinität zu der Thematik hinzu gewonnen werden.

Um die Erfahrungen und Einschätzungen der Befragten differenziert ermitteln zu können, wurde ein umfassender Bereich des Fragebogens mit Eingruppierungsfragen versehen. Dadurch sollten mögliche Zusammenhänge zwischen Hierarchieebenen, individueller Berufserfahrung und bearbeiteten Projektgrößen festgestellt werden.

In der Umfrage wurde mit unterschiedlichen Filter- und Gruppierungskriterien gearbeitet, um die Umfragedauer abzukürzen und so die Akzeptanz zu steigern.

Die Online-Umfrage sollte von der Abteilung C9 der Fraunhofer Gesellschaft im Auftrag des Fraunhofer IRB als internetbasierte Befragung mithilfe eines Online-Fragebogens durchgeführt werden, der bei der Firma Questback auf einem Webserver in Hamburg hinterlegt wird, um ein Höchstmaß an Datensicherheit zu ermöglichen.

Nur Personen, die entsprechend dem Datengeheimnis nach § 5 BDSG verpflichtet sind, werten die Umfragen aus. Das Rechenzentrum der Firma Questback in Hamburg ist

nach ISO 27001 zertifiziert, technische Sicherheitsmaßnahmen sind also gewährleistet und als Sicherheitskonzept dokumentiert, sodass keine allgemeinen Risiken bestehen.

Ebenso sollte technisch gewährleistet sein, dass der Fragebogen auf einer möglichst hohen Anzahl an Computern benutzt werden konnte.

Notwendig für eine hohe Beantwortungsquote war maximale Datensicherheit, die den Befragten auch klar kommuniziert werden sollte.

Der Fragebogen auf Onlinebasis, der so konzipiert ist, dass er über die Zielgruppe der Fachleute im Bereich AWN versucht, Informationen aus einer sehr inhomogen zusammengestellten Befragtengruppe zu erheben, musste naturgemäß allgemein gehalten sein, damit möglichst viele Teilnehmer sich befähigt fühlen, zumindest Teilbereiche des Fragebogens beantworten zu können und zu wollen. Dies stellt einen Zielkonflikt bei der Fragestellung in Kombination mit der Struktur der Befragung dar. Das Hauptanliegen war daher, einen möglichst großen Querschnitt über das gesamte Bauwesen zu befragen, mit dem Risiko einer möglicherweise geringeren Rücklaufquote oder im Falle eines Rücklaufs mit geringer Antwortquote (siehe auch Kap. 8.2).

Der Fragenkatalog beinhaltete Eingruppierungsfragen, Fragen mit Mehrfachantworten sowie offene Fragen in Freifeldflächen. Darüber hinaus wurden sowohl Eingruppierungsfragen als auch technische Fragen qualitativ und quantitativ abgefragt. Die Fragen wurden im Interesse einer leichten, niedrigschwelligen Zugänglichkeit zur Befragung und einer schnellen Beantwortbarkeit möglichst kurz formuliert.

Die Fragen wurden auch deshalb möglichst kurz und eindeutig formuliert, um den Antwortfluss nicht zu unterbrechen und dadurch eventuell einen Abbruch hervorzurufen. Dies geschah in dem Bewusstsein und unter Inkaufnahme des Risikos, dass Fragestellungen damit nur an der Oberfläche bleiben können.

Das Umfrageverfahren sollte so gestaltet sein, dass die Erfassung des Frageinhaltes zuverlässig erfolgen konnte und dass tatsächlich die beabsichtigten Daten erhoben werden konnten. Während des Durchführungsprozesses sollte das Messergebnis unabhängig vom Verhalten des Befragten zustande kommen.

Bei dieser Onlinebefragung konnte von der Konstanz der Untersuchungsbedingungen ausgegangen werden, weil angenommen werden konnte, dass sich die Anfälligkeit für Störfaktoren während der Befragung bei der Gesamtgruppe aller Befragten ausgleicht, da durch die Befragung im beruflichen, räumlichen als auch inhaltlichen Kontext vergleichbare Bedingungen angenommen werden konnten.

Als größtes Risiko für die Durchführung konnte in diesem Fall die Gefahr der Unterbrechung der Fragebogenbearbeitung betrachtet werden, weshalb bei der Ausgestaltung des Fragebogens darauf geachtet wurde, nach Möglichkeit die Fragestellung so zu formulieren, dass der Befragte den Fragebogen so schnell wie möglich bearbeiten kann, aber auch die inhaltlich stärker fordernden Fragen so mit Kurzfragen kombiniert waren, dass eine Balance zwischen Abbruchvermeidung und Generierung komplexerer Daten ermöglicht wurde. [42]

Die Befragungsteilnehmer konnten einen Link anklicken, der es ihnen ermöglichte in ihrem Internetbrowser eine entsprechende Internetadresse aufzusuchen. Dort konnten dann in einem HTML-Formular Fragen beantwortet werden, deren Antworten direkt auf dem Server, auf dem die Befragung durchgeführt wird, gespeichert wurden.

Um die Motivation der Befragten nach Möglichkeit aufrecht zu erhalten, wurde ein Fortschrittsbalken vorgesehen, der anzeigt wie weit die Befragung vorangeschritten ist.

7.3 Durchführung der Umfrage

In der Konzeptionsphase wurde der Fragebogen in mehreren Iterationsschleifen erstellt, danach wurde er Vertretern der Zielgruppe zur Begutachtung vorgelegt. In diesem iterativen Prozess wurde mithilfe von Expertengesprächen herausgearbeitet, inwiefern der Fragebogen den gewünschten Anforderungen entspricht und ob die angestrebten Befragungsergebnisse erreichbar waren. Auf der Basis dieser Daten wurde der Fragebogenentwurf überarbeitet und den Anforderungen, auch bezüglich einer niedrigschwelligen inhaltlichen Zugänglichkeit sowie einer möglichst hohen Rücklaufquote, thematisch fokussiert und entsprechend angepasst. In dieser Pre-Test-Phase sollten im Idealfall aus der Perspektive der zu befragenden Gruppe eventuelle Unklarheiten in der Gestaltung des Fragebogens und der Formulierung, Platzierung und Aneinanderreihung der Fragen erkannt und beseitigt werden. Mit dem so bereinigten Online-Fragebogen begann dann die eigentliche Umfrage, mit der Daten gewonnen wurden, die dann in weiteren Schritten ausgewertet und interpretiert wurden.

Die technische Umsetzung wurde in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung C9 Informationsmanagement der Fraunhofer-Gesellschaft in Sankt Augustin durchgeführt. Der Ansatz der Konzeption des Online-Fragebogens war, den Fragebogen auch technisch niedrigschwellig zu konzipieren, um eine große Zahl von Teilnehmern für die Umfrage und damit einen breiten Überblick über die Baubranche zu gewinnen (vgl. Kap. 7.2).

Die Phase der Umsetzung begann am 19.09.2017, um zu vermeiden, dass sich durch die sich überschneidenden Ferientermine der einzelnen Bundesländer eine geringere Rücklaufquote der Befragung ergeben könnte. Der eigentliche Befragungszeitraum war auf drei Wochen veranschlagt, doch zugunsten einer höheren Anzahl von beantworteten Fragebögen wurde der Befragungszeitraum einschließlich Rücklaufbegleitung und Nachhaken bis zum 24.10.2017 verlängert.

Die Befragung fand auf verschiedenen Kommunikationskanälen wie Online-Newsletter und soziale Netzwerke aus allen Bereichen des Bauwesens statt, die Umfragewurde im Newsletter einer Bauzeitschrift mit Zielgruppe Planer und Bausachverständige, einem Newsletter im Forschungsbereich sowie sozialen Medien im Baubereich kommuniziert.

Im Einzelnen wurde angestrebt, Daten zu erheben in den Zielgruppen:

- Ingenieure/Fachplaner
- Architekten/Generalplaner
- Sachverständige/Gutachter
- Techniker, Energieberater
- Denkmalpfleger
- Juristen aus Unternehmen wie Planungs-, Architektur-, Ingenieur- und Sachverständigenbüros
- Bauproduktthersteller
- Bauunternehmen
- Bauhandwerk
- Öffentliche Verwaltung
- Fachverbände/Kammern
- Immobilienunternehmen
- Banken
- Versicherungen
- Projektentwickler, Projektsteuerer, Immobilienmanager.

Durch die Konzeption der Umfrage und durch die Verteilung des Fragebogens an eine große Gruppe von Befragten, die große Teile des Bauwesens in Deutschland repräsentieren sollten, sollten einerseits schon erste Defizite bei der Kenntnis bzw. der Nutzung der AWN erkannt werden. Andererseits sollten damit aber auch Experten gewonnen werden, die sich bereit erklären würden für später möglicherweise folgende Arbeitsschritte zur Verfügung zu stehen.

7.4 Datenbasis Teilnehmeradressen

Der Link zu dem Fragebogen ging im Zuge des Versands eines E-Mail-Newsletters an 19 070 Adressen im gesamten Bundesgebiet, die eine Teilmenge eines größeren Adressdatenpools darstellen, der Adressen aus dem gesamten Bauwesen in Deutschland enthält. Diese Adressmenge wurde als ausreichend erachtet, um auswertbare Rücklaufquoten generieren zu können.

Ergänzt wurde dies durch Bekanntmachung in den entsprechenden Bereichen der sozialen Medien. Der Link wurde 631 Mal aufgerufen, die Beantwortung des Fragebogens wurde 547 Mal abgebrochen. Insgesamt konnten 204 Fragbögen ausgewertet werden, davon waren 84 vollständig ausgefüllt. 120 Fragebögen waren unvollständig ausgefüllt, konnten aber in der Auswertung berücksichtigt werden.

Im Vorfeld nicht abzuschätzen und auch in der Auswertung nicht zuzuordnen waren die Effekte, die sich durch die Weitergabe des Links zur Umfrage ergeben.

Die Klassifizierung der Befragungsteilnehmer wurde auf die beschriebene Weise durchgeführt, um einen Querschnitt der Baubeteiligten zu erreichen. Hierdurch sollten Erkenntnisse hinsichtlich der Bereiche der Baubranche, denen die Teilnehmer sich selber zuordnen, gewonnen werden.

Dass von 19 070 Adressen, die direkt als Teilmenge des Adresspools eines Newsletters im Baubereich angesprochen wurden, der Link 631-mal (3,3 %) aufgerufen wurde, weist darauf hin, dass das übergreifende Interesse noch nicht da zu sein scheint bzw. die Technologie noch unbekannt zu sein scheint.

Abb. 5 zeigt die prozentuale Verteilung eines Teils der für diese Umfrage abgefragten Adressen. Diese Anzahl der verwendeten Adressen stellt aber lediglich die Menge der per E-Mail abgefragten Adressen dar, deren Bezeichnungen aus technisch-organisatorischen Gründen nicht deckungsgleich ist mit den Bezeichnungen in Kap. 7.3, da den verschiedenen genutzten Adresspools unterschiedliche Bezeichnungen zugrunde liegen. Um aber eine prozentuale Verteilung darstellen zu können, wurde auf das gröbste zur Verfügung stehende Bezeichnungsraster der Zielgruppen zurückgegriffen, insofern stellen die Zielgruppenbezeichnungen in Kap. 7.3 teilweise Untergruppen zu denen in Abb. 5 dar.

Da die Umfrage begleitend in den sozialen Medien bekanntgemacht wurde, kann von einer höheren Zahl an Teilnehmern ausgegangen werden, die aber weder genau beziffert noch als Adressgruppe zugeordnet werden können, deshalb soll die unten aufgeführte Anzahl der abgefragten Adressen als Anhaltspunkt über die prozentuale Verteilung der abgefragten Adressen dienen. Ein genaueres Bild bietet sich in Kap. 10.1, in dem die Bandbreite der tatsächlich erreichten Befragungsteilnehmer dargestellt wird.

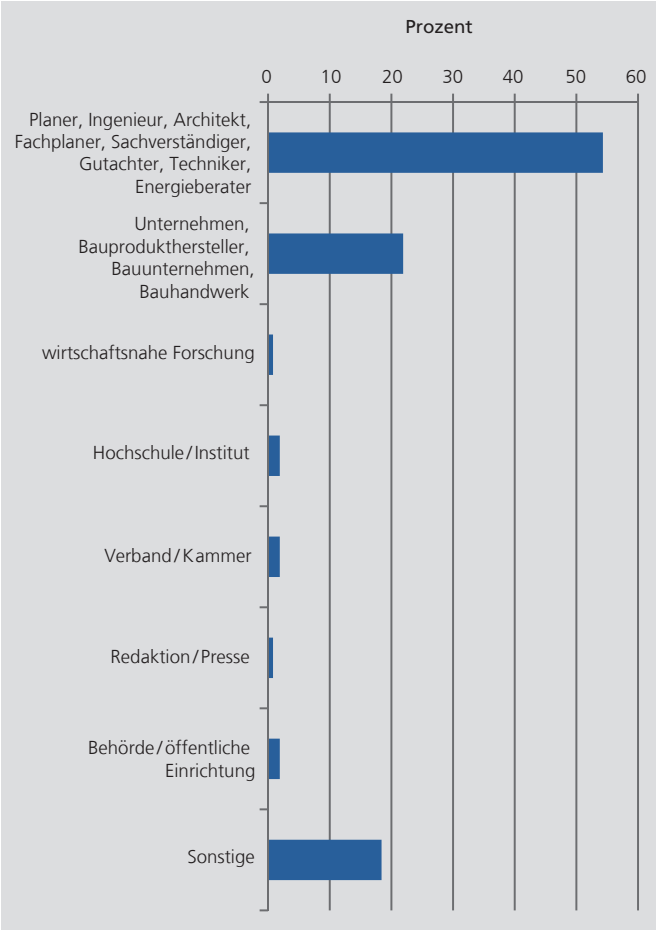


Abb. 5: Verteilung der abgefragten Adressen

8
Strukturierung

Der Fragebogen wurde in einzelne Fragegruppen aufgegliedert. Diese waren:

- Allgemeine Fragen zur Ermittlung des Wissensstandes
- Retrospektive Fragen zu Erfahrungswerten
- Prospektive Fragen zu Erwartungen und zur Einschätzung von Hemmnissen
- Eingruppierungsfragen.

Hierbei wurden offene und geschlossene Fragen gestellt.

Diese Fragestellungen wurden nicht inhaltlich homogen, sondern zugunsten der leichten Beantwortbarkeit thematisch gemischt abgefragt.

Verzweigungsfragen wurden verwendet, um für Teilnehmer, die sich für eine bestimmte Teilthematik nicht interessieren, die Möglichkeit anzubieten, den Fragebogen im Hinblick auf eine möglichst geringe Abbruchquote schneller zu beenden. Pflichtfragen wurden in diesem Fragebogen nicht verwendet.

Multikriterielle Auswertungen und entsprechende Zuordnungen der Befragten wurden durch die Struktur des Fragebogens ermöglicht.

Dazu kamen Fragen zum Wissens- bzw. Anwenderstatus der Befragten (verwendete Technik, strategische Überlegungen, zeitliche Anwendungsintention), um Daten für die Feststellung grundsätzlicher Investitionsbereitschaft erheben und die Haltung zu Innovationen bewerten zu können.

Des Weiteren wurde die Klassifizierung durch detaillierte und differenzierte Betrachtungen fortgeführt mit dem Ziel der Filterung der Ergebnisse für eine Identifizierung, inwiefern die jeweiligen Befragtengruppen durch positive oder hemmende Faktoren betroffen sind und um diese Unterscheidungen herausarbeiten zu können.

Im letzten Teil des Fragebogens wurde zur Unterscheidung bzw. Zuordnung der Befragtengruppen ein Abschnitt mit Klassifizierungsfragen vorgesehen, dessen Ergebnisauswertung die statistische Verteilung der Umfrageteilnehmer nach Zugehörigkeiten zu den einzelnen Teilen der Baubranche auflistet und mit Unterscheidungen nach Kriterien des Status Quo des einzelnen Befragten verbindet und damit einer Zielgruppe zuordnet

Darüber hinaus wurden inhaltlich voneinander abhängige Fragegruppen verwendet, die es ermöglichen, Weichenfragen zu stellen. Als Weichenfragen werden in diesem Zusammenhang Fragestellungen betrachtet, die es Befragungsteilnehmern, die zu bestimmten Fragebereichen keine Aussage treffen können, ermöglichen soll, den Fragebogen schneller abschließen zu können, indem der entsprechende Fragenkomplex für sie ausgeblendet wird.

Da die Qualität und Aussagekraft einer Befragung auf der möglichst hohen Anzahl an Teilnehmern beruht, wurde versucht, die Benutzerfreundlichkeit in den Vordergrund zu stellen und dadurch die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen bzw. die Abbrüche zu vermeiden.

Den Befragten wurden daher vordefinierte Antwortmöglichkeiten vorgeschlagen, je nach Zusammenhang waren Einfach- und Mehrfachantworten möglich, die lediglich angeklickt werden mussten. Diese Fragestruktur wurde gewählt, damit eine leichte redaktionelle Auswertbarkeit der Umfrage gewährleistet war und diente der leichteren Zugänglichkeit der Umfrage für den Befragten. Andererseits sollte damit verhindert

werden, dass durch Tippfehler oder ungenaue Wortwahl zu viele uneindeutige Angaben gemacht wurden, die nicht präzise auszuwerten sein könnten.

Strukturierung

Darüber hinaus durfte keine der Fragen als Suggestivfrage, die den Befragten in eine bestimmte Richtung führen oder drängen könnte, formuliert sein.

Der Fragebogen wurde in Umfang und Struktur in dem Bewusstsein konzipiert, dass ein Zielkonflikt entstand zwischen dem Wunsch nach maximalem Informationsgehalt einerseits, (Menge und Genauigkeit der abgefragten Daten und erfassten Antworten) und dem Bestreben, die Abbruchwahrscheinlichkeit zu reduzieren, indem möglichst wenige und schnell und intuitiv zu beantwortende Fragen formuliert wurden, auch auf die Gefahr hin, dass Fragestellungen dadurch thematisch sehr stark vereinfacht formuliert werden mussten. Aufgrund der Komplexität des betrachteten Untersuchungsgegenstands war eine teilweise geringe Beantwortungsquote nicht zu vermeiden, wenn zugunsten einer hohen Anzahl von Umfrageteilnehmern und geringen Abbruchquote eine reduzierte Detaillierung des Fragenkataloges in Kauf genommen wurde (siehe Kap. 8.2).

Der Fragenkatalog beginnt nach einer Startseite, die den Zweck der Umfrage erklärt und auf die Urheber verweist. Die Startseite ist obligatorisch für eine eindeutige Kommunikation der Intention der Umfrage. Die Startseite birgt aber auch die Gefahr, dass nicht die Aufmerksamkeit erreicht wird, die erforderlich ist, um hier schon einen Abbruch zu verhindern. Insofern stellte die Startseite eine kritische Stelle im Ablauf der Befragung dar.

Es wurde versucht, die Startseite so informativ, aber auch so kurz wie notwendig zu gestalten, im Wesentlichen sollte

- das Thema
- das Ziel der Befragung
- wer für die Befragung verantwortlich ist
- wie lange die Befragung dauern wird

dargestellt werden. Hier wurde auch auf den Datenschutz und die Anonymität der Befragung verwiesen.

Danach begann die eigentliche Befragung mit Fragen, die, wie bereits erwähnt, so formuliert waren, dass sie schnell und intuitiv zu beantworten sein sollten.

Die Fragen selber waren in geschlossene und offene Fragen aufgeteilt, wobei die geschlossenen Fragen wiederum aufgegliedert waren in Kurzfragen, die ohne lange Verweildauer bei der entsprechenden Fragestellung zu beantworten sind, sowie detailliertere Fragen, bei denen davon ausgegangen werden musste, dass der Befragte längere Zeit zur Fragenbeantwortung benötigen würde. Ausgehend von diesen Überlegungen zur Intensität des Zeitaufwands zur Beantwortung der Fragen aus einer dieser Kategorien, wurde versucht, die Fragen so zu gruppieren, dass kein Ermüdungseffekt auftritt, der in der Folge zu einem Abbruch führen könnte.

Zu Beginn der Befragung wurde auf Fragen zur Eingruppierung und Organisation zugunsten von Daten zur Technik verzichtet, um im Falle eines Abbruchs zumindest teilweise thematische Hinweise zur Fragestellung generiert zu haben. Danach wurden schnell zu beantwortende Fragen und Fragen, zu deren Beantwortung größerer Aufwand notwendig war, gemischt abgefragt.

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, Daten zum Status quo zu Beginn des Fragebogens abzufragen. Dies soll dazu dienen, Abbrecher und Nichtabbrecher statistisch vergleichen zu können. (vgl. [43]) in diesem Fall wurden aber Fragen zum Status Quo zu

Strukturierung

Gunsten von inhaltlich leicht und kurz zu beantwortenden Fragen zum Schluss aufgeführt, um bei Abbrüchen schon Aussagen zum Interesse an der Abwasserwärmenutzung generell zu erhalten. In der Auswertung wurden diese Fragen und die Antworten darauf jedoch am Anfang betrachtet und dementsprechend auch am Anfang der Fragenliste in Kap. 13.1 aufgeführt.

Mit der Kategorisierung in vier Antwortmöglichkeiten

- *sehr wahrscheinlich / eher wahrscheinlich / eher unwahrscheinlich / unwahrscheinlich*
- *wichtig / eher wichtig / eher unwichtig / unwichtig*
- *ja / eher ja / eher nein / nein*

wurde versucht, keine neutrale Antwort zu ermöglichen und den Befragten dazu zu veranlassen, einen eindeutigen Standpunkt zu beziehen.

8.1 Klassifizierung der Befragungsteilnehmer

Der für die Umfrage verwendete Adressdatenpool umfasste, wie bereits aufgeführt, 19 070 Adressen aus allen Bereichen des Bauwesens (vgl. Kap. 7.4). Wünschenswert war einerseits, einen möglichst großen Adresspool zu verwenden, andererseits eine gut handhabbare und leicht auswertbare Menge zu nutzen. Die verwendete Menge wurde als ausreichend betrachtet, da auf Grund der Anzahl der angefragten Personen mit einer für die Auswertung ausreichenden Menge an auswertbaren Fragebogen gerechnet werden konnte. Darüber hinaus stellten die Adressdaten inhaltlich einen vergleichbaren Querschnitt durch das Bauwesen dar, gegenüber einer lediglich quantitativ größeren Anzahl von Adressen bei gleicher Verteilung der Zuordnung der Eingruppierungskriterien bei der Verwendung einer größeren Adressmenge.

Im Einzelnen erfolgt die Unterscheidung nach

- Zielgruppenzugehörigkeit
- Betriebsgröße
- Berufserfahrung
- Zuordnung der Bauleistungen.

8.2 Zielkonflikte der Datenerhebung durch eine Onlinebefragung

Wie bereits in Kap. 7 angesprochen soll hier auf den grundsätzlichen Zielkonflikt verwiesen werden, der einer Umfrage innewohnt, die versucht neben Potenzialen eines bestimmten Themenbereiches auch die Hemmnisse zu bestimmen, weshalb eine bestimmte Thematik nicht präsent zu sein scheint. Wenn die Hemmnisse unter anderem darin bestehen, dass eine Thematik nicht bekannt ist, ist es naturgemäß schwer, hohe Rücklaufquoten mit einer Umfrage zu erzielen.

Die Rücklaufquoten könnten in Hinblick auf die Akzeptanz der Abwasserwärmenutzung als Indikator zu werten sein, dass das Thema nicht in dem Maße im Fokus der Baubeteiligten vorhanden zu sein scheint, wie es vom rechnerischen Potenzial her anzunehmen wäre.

Einerseits bestätigt dies die Grundannahme, die dem Forschungsvorhaben zugrunde liegt, andererseits ist es dennoch gelungen, eine ausreichende Anzahl an auszuwertenden Fragebogen zu erzielen, die statistisch aussagekräftige Feststellungen zulassen.

Strukturierung

Aus diesem Grunde wurde das in Kap. 7 beschriebene Vorgehen gewählt, durch eine bestimmte Strukturierung, Formulierung der Fragen und Durchmischung von kurzen und detaillierteren Fragestellungen mit offenen Fragen einen möglichst niederschwelligen Zugang der Befragten zum Fragebogeninhalt zu erreichen.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, wie eine solch komplexe Thematik möglichst zeiteffizient, in der möglichst automatisierten Erhebung und Auswertung der Daten bei hoher Objektivität, hoher Datenqualität bei hoher Teilnehmerzahl zu erreichen ist.

Ein Zielkonflikt zeigt sich hier auch in der Notwendigkeit des Versuchs einerseits möglichst viele Daten zu erheben und andererseits die Abbruchquote möglichst niedrig zu halten, unter anderem durch einen möglichst niedrigschwelligen Zugang zum Fragebogen selber, aber auch durch einen möglichst einfachen Bearbeitungsablauf.

9
Auswertung und Verteilung

Da die Teilnahme an der Umfrage anonym, freiwillig und onlinebasiert war (nach Definition in Kap. 7.2), kann nicht ermittelt werden, wie viele Teilnehmer absolut erreicht wurden.

Insgesamt kann der Rücklauf der Fragebögen in Anbetracht der abgefragten Thematik als zufriedenstellend betrachtet werden. Im Detail waren dies (prozentual bezogen auf die Adressenverteilung in Kap. 7.4):

- Aufrufe des Links: 631 — 3,30 %
- Abgebrochene Fragebögen: 547 — 2,87 %
- Unvollständige Fragebögen, die aber in die Auswertung einfließen: 120 — 0,63 %
- Vollständige Fragebögen: 84 — 0,44 %
- Ausgewertete Fragebögen: 204 — 1,06 %

Die wichtigsten Ziele in der Umfragemethodik waren eine hohe Teilnehmerzahl und eine geringe Abbruchquote, um eine möglichst große Datenmenge erheben zu können.

Die Ergebnisanalyse erfolgte daher in den Themenbereichen:

- Vorkenntnisse und Erfahrungen zur Thematik
- Einschätzungen zu Potenzialen
- Informationswege bzw. Informationsdefizitermittlung
- Technische Abfragen
- Hemmnisabfrage
- Klassifikation der Teilnehmer (Zusammensetzung nach Zielgruppenzugehörigkeit und Zuordnung nach Anwendergruppen).

Angestrebt wurde ein möglichst großer Verteilerkreis, um eine möglichst hohe Aussagekraft der Befragung zu gewährleisten. Aufgrund des umfangreichen Fragenkatalogs war damit zu rechnen, dass sich eine hohe Abbruchquote ergeben würde, weshalb Wert darauf gelegt wurde, eine ausreichend große Menge an Adressen zu befragen, bei der zu erwarten war, dass auch bei geringen Rücklaufquoten mit einer ausreichenden Anzahl auswertbarer Fragebogen zu rechnen war.

Insofern kann der Aufruf des Links von 631 Befragten bzw. 3,3 % (bezogen auf die Adressenverteilung in Abb. 5) der Befragungsteilnehmer auf ein grundsätzliches Interesse schließen lassen. Der Anteil von 2,87 % (siehe Kap. 9) abgebrochener Fragebögen lässt möglicherweise auf eine zu hohe Komplexität des Fragebogens bzw. zu hohe Anzahl an Fragen schließen. Wie in Kap. 8.2 (Zielkonflikte der Datenerhebung durch eine Onlinebefragung) bereits beschrieben, besteht eine gewisse Diskrepanz zwischen der relativ großen Anzahl an Adressen aus sämtlichen Zielgruppen des Bauwesens, an die der Fragebogenlink versandt wurde und der Rücklaufquote. Es wird von einer statistischen Abweichung 2,5 %, bezogen auf die Anzahl der eingeladenen Teilnehmer (siehe auch Kap. 7.4), ausgegangen. Zur besseren Einordnung sind die gültigen Fälle, die zur Auswertung herangezogen wurden, in den jeweiligen Grafiken aufgeführt.

Durch die Anzahl der abgefragten Adressen und die daraus resultierende Rücklaufquote, der Adressverteilung laut Abb. 5 sowie der Umfragekonzeption kann davon ausgegangen werden, dass im Abfragezeitraum zwischen 19.09.2017 und 24.10.2017 ein aussagekräftiger Querschnitt der Baubeteilgten in Deutschland erreicht werden konnte.

Es kann keine eindeutige Aussage getroffen werden, je nachdem ob die Zahl der Rücklaufe in Verhältnis zu dem in Kap. 5 angesprochenen bisherigen Realisierungsgrad von AWN-Anlagen gesetzt wird oder ob das Verhältnis der abgefragten Adressen zum Rücklauf betrachtet wird, inwiefern die Zahl der Rückläufe auf ein grundsätzliches Interesse oder Desinteresse an der Thematik Abwasserwärmenutzung hinweisen.

Die Anzahl der Aufrufe des Links und die Anzahl der abgebrochenen Fragebögen deuten auf gewisses Interesse hin, insbesondere wenn das Verhältnis der aufgerufenen und der abgebrochenen Fragebögen betrachtet wird, die Abbruchquote könnte auf einen zu hohen Komplexitätsgrad des Fragenbogens bzw. auf eine zu hohe Anzahl an Fragen hinweisen.

10
Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Im Folgenden sind die Fragen im einzelnen dargestellt, die Antworten, die in die Freifelder eingetragen wurden, sind im Wortlaut wiedergegeben und lediglich auf Rechtschreibung überprüft.

Hinweis: Ergebnisse über 100 % ergeben sich durch Mehrfachnennungen oder Aufrundungen. Die Prozentzahl bezieht sich auf die Anzahl der Nennungen, nicht der Personen.

Die Reihenfolge der Fragen im Fragebogen wurde im Hinblick auf möglichst leichte Handhabbarkeit und geringe Abbruchsquote gewählt. Für die Darstellung der Ergebnisse wurden die Fragen jedoch inhaltlichen Schwerpunkten zugeordnet.
In Hinblick auf die Ergebnisse wurden für die Darstellung der Auswertung daher folgende inhaltliche Kategorien gewählt:

- Darstellung der Bandbreite der Befragten
- Erfahrungen hinsichtlich Abwasserwärmenutzung
- sonstige Randbedingungen mit Entscheidungseinfluss
- Informationsbezug zum Thema Abwasserwärmenutzung
- Investitionskosten, Wirtschaftlichkeit.

10.1
Bandbreite der Befragten und Beschreibung der Befragten

10.1.1
Zusammenfassung der Beschreibung der Bandbreite der Befragten

Hinsichtlich der Auswertungskategorie *Beschreibung der Bandbreite der Befragten*, in der sich die Befragten einem Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft zuordnen sollten, kann festgestellt werden, dass mit der Umfrage der Querschnitt der Akteure am Bau gut abgebildet zu sein scheint. Damit ist es möglich, die Aussagen der Befragten so einzuordnen, dass aussagekräftige Schlüsse die verschiedenen Abfragekategorien betreffend gezogen werden können.

Es kann abgeleitet werden, dass durch die Abfrage der Eigeneinschätzung der Zuordnung in den Abfragekategorien zu den Bereichen

- Teil der Bau und Immobilienwirtschaft
- angebotene Leistungen
- Position
- Berufserfahrung
- Unternehmensgröße
- Projektgrößen

ein hoher Anteil an verantwortlichen Akteuren und Projektbeteiligten erreicht wurde.

Die Befragten verfügen auch überwiegend über ausreichende Berufserfahrung, was ermöglicht, dass die Aussagen vor einem hinreichenden Erfahrungshintergrund getroffen werden konnten. Es kann also davon ausgegangen werden, dass durch die dadurch festgestellte Zusammensetzung der Befragungsgruppen belastbare Aussagen zustande kamen.

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Zusammenfassend betrachtet kann davon ausgegangen werden, dass mit der Umfrage erfahrene Akteure der Bau- und Immobilienbranche in einer ausgewogenen Verteilung in Deutschland erreicht wurden. Jedoch kann auch festgestellt werden, dass der Bereich Investoren unterrepräsentiert war, was in Verbindung mit der *Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?* den Schluss zulässt, dass Investoren bisher unzureichend in den Informationsprozess bezüglich der Potenziale der Abwasserwärmenutzung eingebunden sind, obwohl diese sich eigentlich in der Rolle eines Multiplikators im Planungs- und Finanzierungsprozess von Bauvorhaben befinden.

Zusammenfassend kann zu den einzelnen Ergebniskategorien festgestellt werden, dass

- ein guter Querschnitt der am Bau Beteiligten durch die Befragung erreicht wurde
- ein hoher Anteil der verantwortlichen Akteure und Projektbeteiligter erreicht wurde
- erfahrene Akteure erreicht wurden.

10.1.2
Detaillierte Darstellung der Befragungsergebnisse in Bezug auf die Bandbreite der Befragten

Bezüglich der Auswertungskategorie *Beschreibung der Bandbreite der Befragten*, bei der die Befragten sich einem Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft zuordnen sollten, kann aus der Auswertung abgeleitet werden, dass keine Auffälligkeiten in der Verteilung erkennbar waren, mit Ausnahme, dass die Gruppe *Investoren* unterdurchschnittlich repräsentiert erscheinen, was insofern bemerkenswert ist, als dass diese Gruppe maßgeblichen Einfluss auf die Entscheidung hat, ob Abwasserwärmenutzung vorgesehen werden soll.

Was die Zuordnung der angebotenen Unternehmensleistungen (*Frage 1: Welchem Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft gehört Ihr Unternehmen an?*) betrifft, kann von einer ausgewogenen Verteilung der am Bau Beteiligten ausgegangen werden, sodass für die Auswertung vermutet werden kann, dass der Querschnitt der Akteure am Bau gut abgebildet ist und die Bewertungen der Befragungsteilnehmer somit ein breites Spektrum der Einschätzungen der Baubranche widerspiegeln.

Umfrageergebnisse
nach thematisch gegliederten
Untergruppen

Frage 1: Welchem Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft gehört Ihr Unternehmen an?

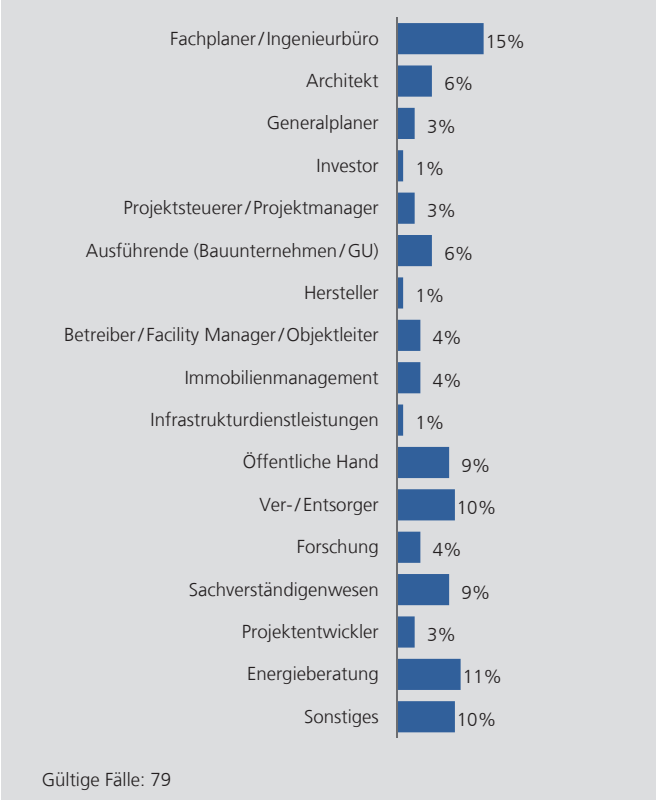


Abb. 6:
Ergebnis Frage 1

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Abwasserentsorgung*
- *Architektur- und Ingenieurbüro und Sachverständigenwesen*
- *TGA Ausführung*
- *Stadtentwässerung*
- *Industrie*
- *Agentur für Energiekonzepte, Forschung Energiekonzepte (u. a. KfW432) für das BMUB*
- *Hochschule*
- *Bau- und kunsthistorische Forschung*

Frage 2: Welche Leistungen bietet Ihr Unternehmen an?

Abb. 7:
Ergebnis Frage 2

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Forschung & Entwicklung*
- *Wasserver- und -entsorgung*
- *Abwasserentsorgung*

Betrieb von Anlagen

- *Abwasserreinigung*
- *Abwasserableitung und -aufbereitung*
- *Abwasserreinigung*
- *Abwasserbeseitigung*
- *Kommunalverwaltung*
- *Unternehmensberatung*
- *Arbeitssicherheit*
- *Ausführendes Handwerk*
- *Wohnungsverwaltung*
- *Bauphysikalische Dienstleistungen*
- *Forschungs- und Entwicklungsleistungen, Monitoring*
- *Forschung Energiekonzepte und Methoden*
- *Contracting*

Bei Betrachtung der Zuordnung in Bezug auf die bekleidete Position (*Frage 3*) innerhalb eines Unternehmens ist festzustellen, dass der Großteil der Fragebogenteilnehmer sich der Gruppe Inhaber, Projektleiter oder Projektmitarbeiter zuordnet, was darauf schließen lässt, dass ein hoher Anteil der Akteure und Projektbeteiligten in verantwortlicher Position erreicht wurde.

Wird diese Aussage verbunden betrachtet mit der Zuordnung, dass 95 % der Befragten mehr als fünf Jahre Berufserfahrung (*Frage 4: Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie im Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft?*) vorweisen können, kann davon ausgegangen werden, dass die Aussagen zur Thematik Abwasserwärmenutzung mit einem hohen Grad von Praxisbezug gemacht wurden.

Auch aus den Angaben zu Unternehmensgröße (*Frage 5: Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Unternehmen?*) kann abgeleitet werden, dass hier ein aussagekräftiger Querschnitt der Baubranche in Deutschland erreicht wurde.

Frage 3: Welche Position bekleiden Sie in Ihrem Unternehmen?

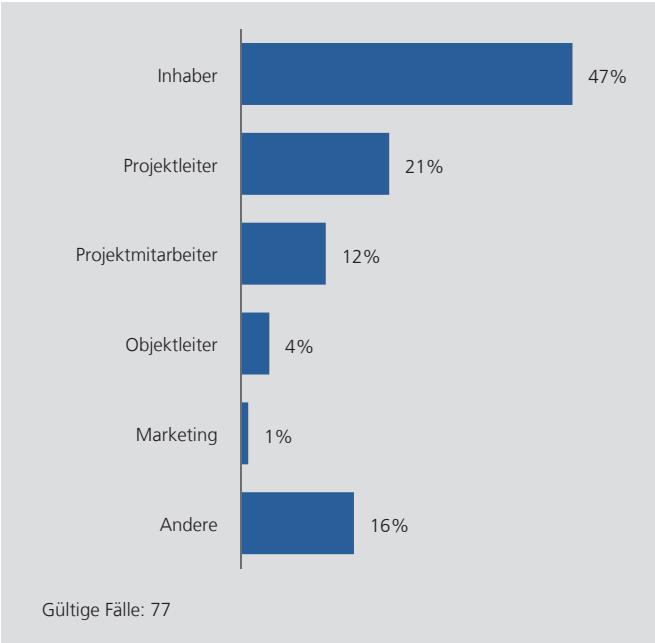


Abb. 8:
Ergebnis Frage 3

Nennungen aus dem Feld »Andere:«

- *Abteilungsleiter*
- *Betriebsleiter Stadtentwässerung*
- *Energiemanager*
- *Energiebeauftragter*
- *Stellv. Bereichsleiter*
- *Facilitymanager*
- *Klimaschutzmanager*
- *Elektromeister*
- *Techn. Mitarbeiter*
- *Student*

Frage 4: Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie im Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft?

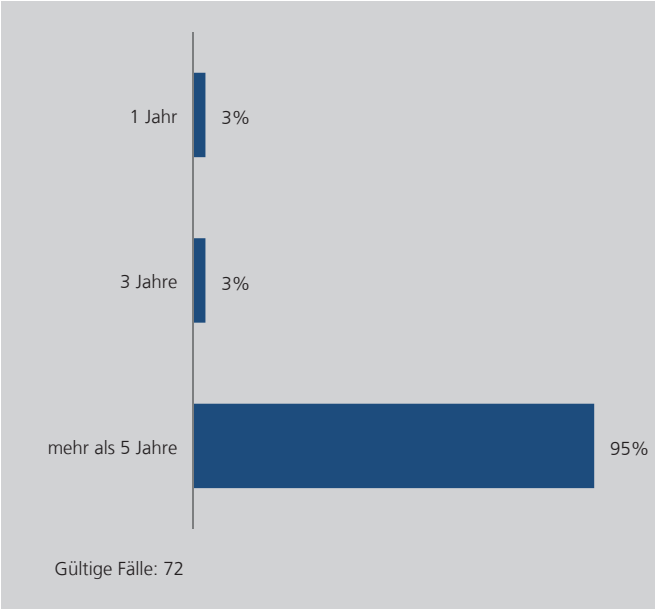


Abb. 9:
Ergebnis Frage 4

Frage 5: Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Unternehmen?

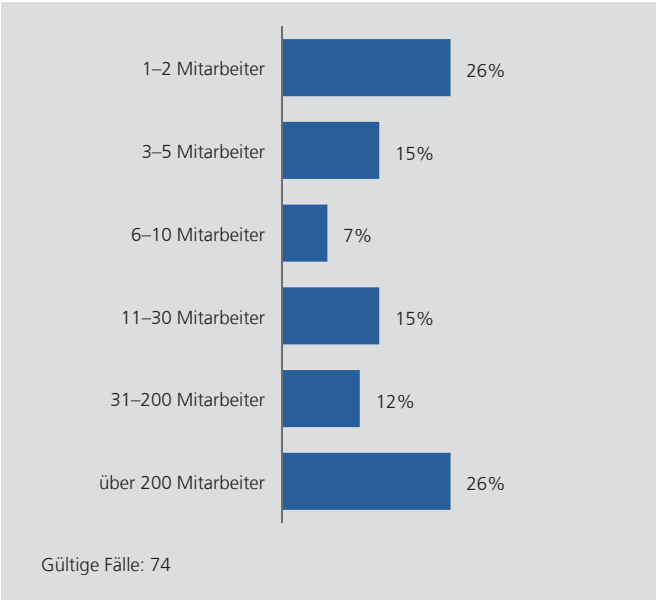


Abb. 10:
Ergebnis Frage 5

10.2
Bewertungen der Befragten zu Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung

10.2.1
Zusammenfassung der Bewertungen der Befragten zu Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung

Die Einordnung der Wichtigkeit der Abwasserwärmenutzung (*Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?*) mit *sehr wichtig* bzw. *eher wichtig*, lässt vermuten, dass die Thematik Abwasserwärmenutzung im Gesamten betrachtet eher als Nischenthema angesehen wird. Sie wird jedoch von vielen, die sich mit dem Thema beschäftigen, als wichtig eingeordnet, was darauf schließen lässt, dass die Thematik nicht grundsätzlich uninteressant, sondern im Gegenteil sogar sehr interessant ist, sofern man sich erst einmal damit beschäftigt hat. Diese Aussage führt in Verbindung mit den Aussagen, ob die gesetzten Ziele bei der Umsetzung einer Anlage erreicht wurden (*Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?*) und der Einschätzung, ob ausreichend Information zur Verfügung steht, weiter zu dem Schluss, dass ein womöglich erhebliches Informationsdefizit hinsichtlich der Vorteile und Chancen der Abwasserwärmenutzung besteht.

Tatsächlich weisen bereits gemachte Erfahrungswerte (*Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?*) darauf hin, dass sobald sich die Projektbeteiligten einmal für die Realisierung einer Anlage zur Abwasserwärmenutzung entschieden haben, überwiegend positive Erfahrungen mit dieser Technologie gemacht wurden.

Hingewiesen sei auf den Umstand ist, dass angegeben wurde, dass die Abwasserwärme zu einem Großteil durch Abwasserwärme im Kanal durch Wärmetauscher im Kanal nutzbar gemacht wurde (*Frage 9: Wie haben Sie die Abwasserwärme bei Ihren Projekten nutzbar gemacht?*), gefolgt vom Entzug und der Nutzbarmachung der Abwasserwärme im Gebäude.

Dies zeigt, dass bei den Befragten der Wärmeentzug aus dem Kanalsystem favorisiert wird und der Wärmeentzug aus kleinen Wassermengen, wie sie z. B. beim Duschen entstehen, eine zweitrangige Nutzung darstellen.

Begründet werden unzureichende Erfahrungen mit AWN damit, dass häufig Antworten aus den Themenbereichen Technik, Wirtschaftlichkeit, Erfahrung und auch Konkurrenz durch andere Energiequellen als Begründung aufgeführt werden neben technischen Belangen, die oft objektspezifisch sind. Dies waren vorwiegend Bedenken hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, aber auch mangelndes Interesse bzw. unzureichende Information. Für immerhin 20 % der Befragten (*Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?*) stellt die Abwasserwärmenutzung jedoch ein wichtiges, für 35 % ein eher wichtiges Thema dar, aber nur 24 % haben Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht, woraus geschlossen werden kann, dass zwar ein grundsätzliches Interesse vorhanden ist, aber aus noch in den nachfolgenden Punkten beschriebenen Gründen relativ wenige Projekte realisiert wurden (siehe auch *Frage 8: Bei welchen Arten von Projekten haben Sie die Abwasserwärmenutzung bis jetzt durchgeführt bzw. Erfahrungen damit gesammelt?*).

Hervorzuheben ist, dass als Gründe für die Anwendung (*Frage 11: Welches waren die Gründe für die Anwendung (der Abwasserwärmenutzung)?*) häufig angegeben wurde, dass vielfach auf Pilotprojekte bzw. Forschungsprojekte verwiesen wurde, was darauf hinweist, dass viele AWN-Projekte Pilotprojekte sind. Dies wirft die Frage auf, ob es bei den Befragten bei Pilotprojekten geblieben ist oder ob aus der Erfahrung aus diesen Projekten heraus Nachfolgeprojekte entstanden sind. Dieser Zusammenhang wurde nicht abgefragt, aber es wäre vorstellbar, dass die Erfahrungen, speziell die positiven, aus den Pilotprojekten nicht in dem Maß veröffentlicht bzw. diskutiert wurden, wie es für eine ausreichende Information der Planer und Bauherren der infrage kommenden Projekte notwendig wäre. Dies deckt sich auch mit den Aussagen in *Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*, die besagen, dass 24 % die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung unbekannt ist, 8 % geringes Interesse haben und 37 % angeben, dass das Tagesgeschäft von der Nutzbarmachung der Abwasserwärme abhält, was im Grunde auch eine Aussage in Richtung von geringem Interesse darstellt.

Daraus lässt sich folgern, dass Maßnahmen, die zu einer breiteren Anwendung über Pilotanlagen und Forschungsprojekte hinaus führen, als Handlungsfeld naheliegen.

Hieraus lässt sich schließen, dass falls mehr Informationen über die erfolgreiche Anwendung der Abwasserwämenutzung verfügbar wären, es möglicherweise zu mehr Anwendungsfällen käme. Auch dass 49 Prozent der Befragten eine Beratung beim konkreten Objekt interessant finden (*Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?*), lässt darauf schließen, dass hier ein Informationsdefizit zu vermuten ist.

In der *Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?* soll noch weiter darauf eingegangen werden, woher diese Informationen kommen könnten bzw. aus welcher Richtung sie erwünscht oder erwartet werden.

Grundsätzlich lassen sich die Gründe, weshalb keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht wurden, in die Hauptkategorien

- technische Belange/Erfahrung
- Konkurrenz durch andere Energieträger
- Wirtschaftlichkeit

einteilen. Anhand dieser Einteilung könnte auch abgeleitet werden, wie Informationen aufgearbeitet und über welche Kanäle sie den Baubeteiligten zugänglich gemacht werden müssten, um eine breite Anwendung der Abwasserwärmenutzung zu fördern.

10.2.2
Detaillierte Darstellung der Befragungsergebnisse der Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung

55 % der Befragten antworten auf die Frage nach der Einordnung der Wichtigkeit der Abwasserwärmenutzung (*Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?*) mit *sehr wichtig* bzw. *eher wichtig*, was darauf schließen lässt, dass trotzdem die Thematik im Gesamten betrachtet eher als Nischenthema angesehen werden kann, doch bei einem relativ großen Prozentsatz derer, die sich mit dem Thema beschäftigen, die AWN als wichtig eingeordnet wird, woraus geschlossen werden könnte, dass ausreichende Information einen großen Einfluss auf die positive Bewertung der Thematik hat. Auszugehen ist jedoch davon, dass diejenigen Befragten, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben, eine gewisse Affinität zu dem Thema aufweisen.

Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?

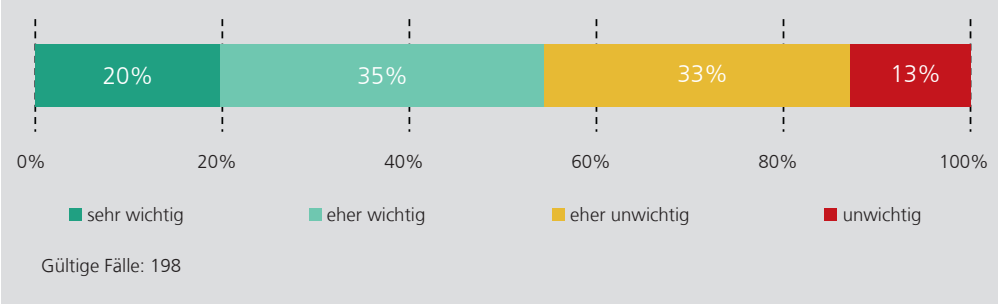


Abb. 11: Ergebnis Frage 6

Knapp ein Viertel derjenigen, die den Fragebogen ausgefüllt haben, haben bis jetzt konkrete Erfahrungen mit AWN gemacht (*Frage 7: Haben Sie bis jetzt Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht?*), konkret aufgeschlüsselt in *Frage 8: Bei welchen Arten von Projekten haben Sie die Abwasserwärmenutzung bis jetzt durchgeführt bzw. Erfahrungen damit gesammelt?* wobei festgestellt werden konnte, dass sich ein gewisser Schwerpunkt im Bereich der Wohngebäude und der öffentlichen Gebäude ergibt, sich die Erfahrungen bei Bürogebäuden und Gewerbebauten aber in der Waage halten.

Kindergärten und Schulen sollen hier nicht weiter betrachtet werden, da es sich hier auch um öffentliche Gebäude handelt und aufgrund der Fragestellung nicht klar unterschieden werden kann, inwiefern sich die beiden Zuordnungen differenzieren lassen, wobei auch ohne diese Unterscheidung zu erkennen ist, dass bei öffentlichen Gebäuden insgesamt größere Erfahrungswerte gesammelt werden konnten.

Frage 7: Haben Sie bis jetzt Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht?

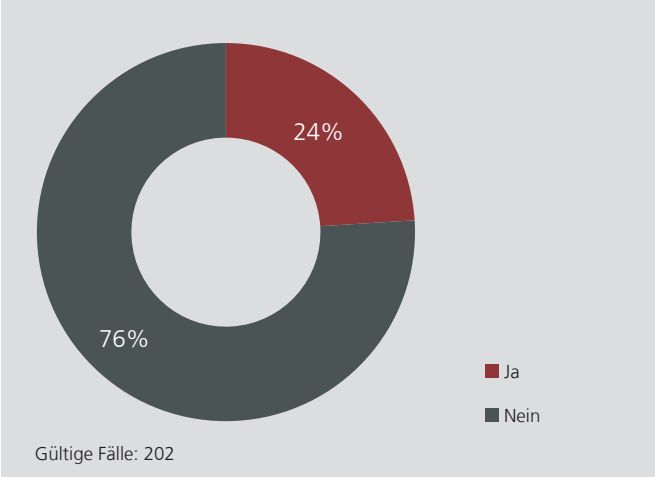


Abb. 12:
Ergebnis Frage 7

Festgestellt wurde, dass die Abwasserwärme zu einem Großteil durch Abwasserwärme im Kanal durch Wärmetauscher im Kanal nutzbar gemacht wurde (*Frage 9: Wie haben Sie die Abwasserwärme bei Ihren Projekten nutzbar gemacht?*), gefolgt vom Entzug und der Nutzbarmachung der Abwasserwärme im Gebäude. Da infolge des Wärmebedarfs der Anwendungsfall »Entzug der Wärme aus dem Kanal« zu favorisieren ist, sollten Projekte dieser Art im Fokus stehen.

Interessant ist ebenfalls, dass wenn die AWN tatsächlich eingesetzt wurde, die gesetzten Ziele zum Großteil auch tatsächlich erreicht wurden (*Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?*). Als Gründe für die Anwendung (*Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*) ist auffällig, dass relativ häufig konkret auf Pilotprojekte bzw. Forschungsprojekte verwiesen wurde, was vermuten lässt, dass viele AWN-Projekte Pilotprojekte sind. Als Gründe der Befragten dafür, dass keine Erfahrungen mit AWN vorliegen, werden vorwiegend Antworten aus den Themenbereichen Technik, Wirtschaftlichkeit, Erfahrung, und auch Konkurrenz durch andere Energiequellen aufgeführt.

Frage 8: Bei welchen Arten von Projekten haben Sie die Abwasserwärmenutzung bis jetzt durchgeführt bzw. Erfahrungen damit gesammelt?

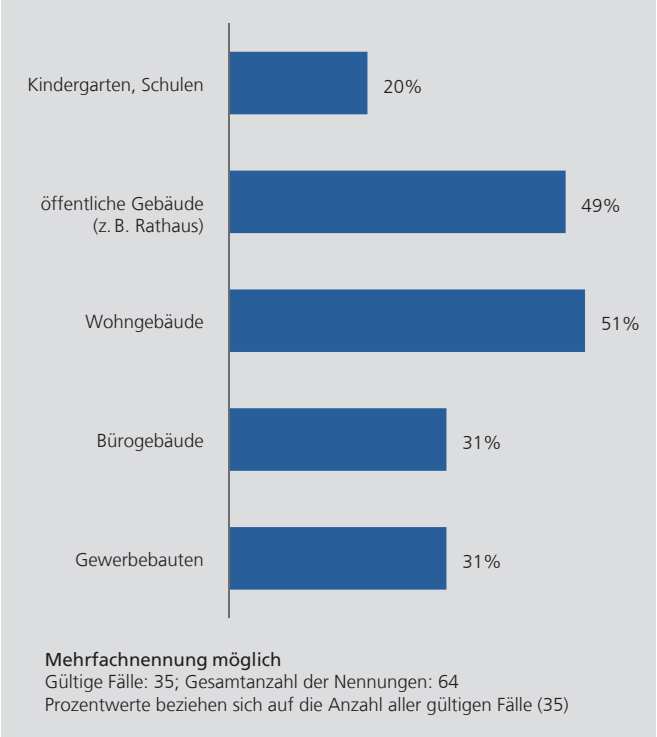


Abb. 13: Ergebnis Frage 8

Nennungen aus dem Feld »Gewerbebauten, welche:«

- *Wohn- und Geschäftshäuser (Neubau)*
- *Fahrzeughalle, Instandhaltungshalle*
- *Kläranlage*
- *Laborgebäude*
- *Chemieanlagen*
- *Chemieindustrie*
- *Schwimmbad*

Frage 9: Wie haben Sie die Abwasserwärme bei Ihren Projekten nutzbar gemacht?

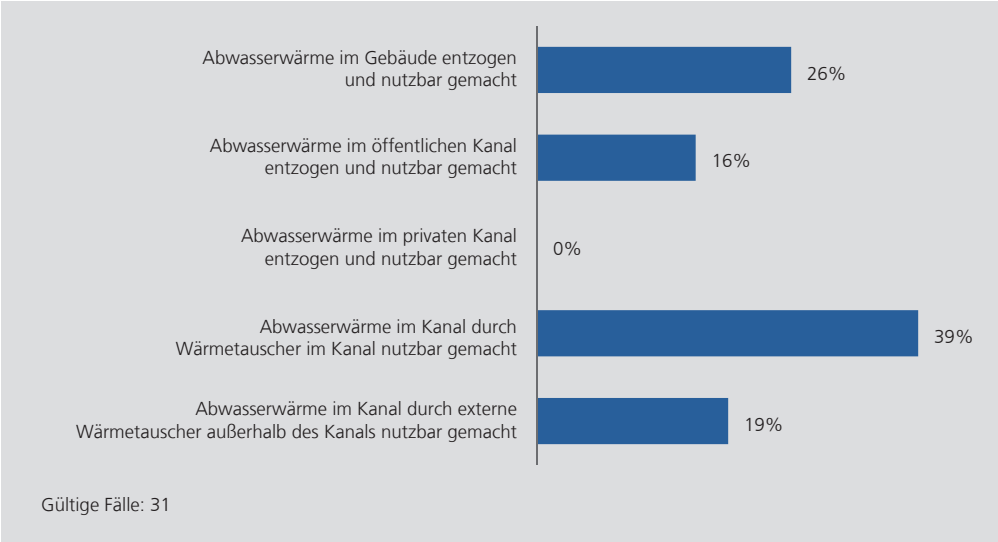


Abb. 14: Ergebnis Frage 9

Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?

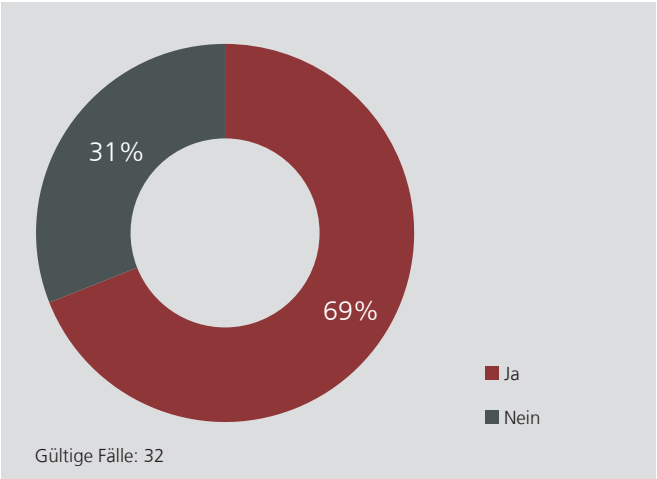


Abb. 15:
Ergebnis Frage 10

Nennungen aus dem Feld »Nein, welche Probleme sind in der Umsetzung aufgetreten?«

- *(…) noch nicht erreicht, bzw. nur teilweise: Multifunktionshalle wird versorgt, Versorgung des Bades geplant, wenn zuverlässiger Betrieb gewährleistet. Problem bereitet noch die Auslegung des externen Wärmetauschers im Abwasser und dessen Unterhaltung.*
- *Die gewählte Wärmepumpentechnologie ist fehleranfällig. Auch die Verstopfungsneigung des externen Wärmetauschers ist höher als erwartet.*
- *Die Wärmeenergie, die dem Abwasser entzogen wird, muss dem Prozess später wieder bei der Erwärmung der Faulbehälter zugeführt werden.*
- *Stagnierender Gaspreis*
- *Nicht ausreichende Temperaturen in den Wintermonaten*
- *Abwasserreinigungsanlage benötigt eine gewisse Restwärme im Abwasser, damit die Mikrobiologie überhaupt ins Laufen kommt und wirksam funktioniert. Ich denke zudem, eine Nutzung »nur« für kleine Einleiter lohnt sich nie. Nutzung nur in Sammelkanälen.*
- *Es gab zum damaligen Zeitpunkt noch keine kleinen Wärmepumpen, die das energetische Potenzial von Schmutzwasser nutzen konnten.*
- *Verschmutzung, Verstopfung, Wirkungsgrad*

Frage 11: Welches waren die Gründe für die Anwendung (der Abwasserwärmenutzung)?

- *Nachweis der Wirtschaftlichkeit der Technologie. Festlegung und Aufzeigen der Rahmenbedingungen für den Einsatz der Technik.*
- *Pilotprojekt, Forschungsprojektarbeit, Potenzialstudie, Vorortmessungen zur Überprüfung von Abwasserwärmenutzungsanlagen*
- *Pilotanlagen, Erfahrung sammeln*
- *Pilotprojekt*
- *Pilotprojekte zur Evaluierung der Wirtschaftlichkeit etwaiger zukünftiger Projekte*
- *Erstellung einer Pilotanlage in Zusammenarbeit mit einem Ver- und Entsorger*
- *Machbarkeitsstudie hat Wirtschaftlichkeit (im Vergleich zu Vergleichsvariante) ausgewiesen – Kundenwunsch nach Pilotprojekt*
- *Technische Machbarkeit, große Wirtschaftlichkeit, Nutzung regenerativer Energiepotenziale*
- *Wirtschaftlichkeit, Innovation*
- *gute Standortvoraussetzungen; eigenes Interesse an Innovationen; aufgeschlossene Investoren.*
- *Forschungsprojekt – direkte Anfrage*
- *Überzeugt davon eine derartige Technik wirtschaftlich betreiben zu können.*
- *Kostensenkung Wärmekosten*
- *Regenerative Energieversorgung in unmittelbarer Nähe zum Bauvorhaben. Standard Effizienzhaus Plus. Demonstrativbauvorhaben mit Forschungsanteil gefördert durch BMVBS*
- *CO_2-Reduktion, Nutzung reg. Energien vor Ort*
- *Erhöhtes Temperaturniveau aufgrund eines gewerblichen Einleiters, Neubau einer kommunalen Multifunktionshalle und eines Freizeitbades*
- *Erhaltung der Biologie in der Vorklärung*
- *Energieeinsparung durch Nutzung von Prozesswärme*
- *Hauptsammler für Heizung WW und Kühlung*
- *Energienutzen*
- *Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre gab es mehrere öffentlich geförderte Projekte, um einen Teil des energetischen Potenzials (von Grauwasser) im Gebäude zu*

nutzen. Wir sind einen Schritt weitergegangen und haben das Grauwasser gereinigt und damit Trinkwasser substituiert. Danach sind eine Vielzahl von Grauwasserprojekten umgesetzt worden, die nur den Stoffstrom »Wasser« im Fokus hatten und haben.

- *Trennung von Schwarz- und Grauwasser, Wärmerückgewinnung aus Grauwasser (Bad, Küche)*
- *Experimentierfreude*
- *Ständig Abwasser aus Badeabteilung einer Reha-Klinik*
- *Etwas für die Umwelt zu tun.*
- *Die Wärme im Abwasser (also die Energiequelle) war vorhanden. Also warum nicht auf Dauer Nutzen.*

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?

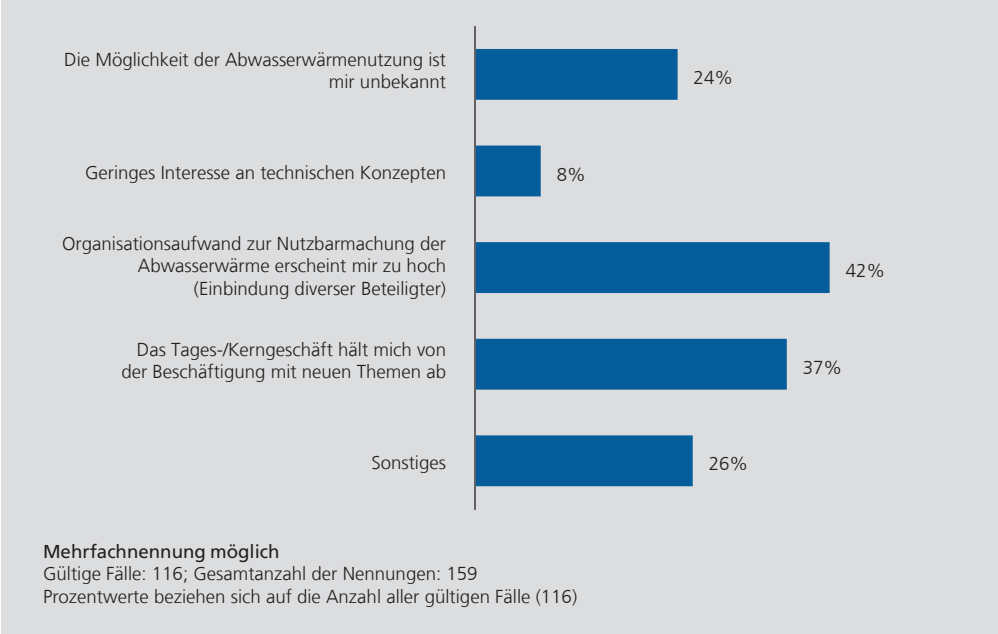


Abb. 16: Ergebnis Frage 12

Nennung aus dem Feld »Sonstiges:«

Hinweis: Die folgenden Begründungen sind, um einen besseren thematischen Überblick zu ermöglichen, thematisch grob zugordnet.

Technische Belange

- *Durch die Nutzung unserer Abwärme bei der BHKW-Betreibung steht uns genug Wärme zur Verfügung. In der Ortslage bin ich der falsche Ansprechpartner.*
- *Gebäude müssen für Wärmepumpen geeignet sein. Evtl. müssen Kläranlagen dann wieder nachheizen.*
- *die oftmals sehr geringen Temperaturniveaus bzw. Wärmeströme je nach Anwendungsgebiet*
- *Ich beschäftige mich mit Prozessen, in denen Abwasser keine Rolle spielt. Mein Betrieb (Holzwerkstoffe mit Biomassekraftwerk) erzeugt jedoch große Mengen Heißdampf und Wasser und käme für diese Idee in Betracht.*
- *Ländlich geprägte Region mit guten Möglichkeiten für Energie aus nachwachsenden Rohstoffen*
- *Die Abwasserwärmenutzung wurde in der Stadt (…) sehr stark eingesetzt. Dort liegen sowohl positive wie negative Erfahrungen vor. Bei der Abwasserreinigung wir durch verschiedene biologische Vorgänge eine bestimmte Temperatur an Abwasserwärme benötigt.*

Wirtschaftlichkeit

- *Wirtschaftlichkeit ist oft nicht gegeben*
- *Bauherren wollten die Kosten für die Abwasserwärmenutzung nicht tragen*
- *Bauvorhaben sind dafür größtenteils zu klein*
- *Ungünstiges Aufwand/Nutzenverhältnis ist zu erwarten*
- *Die vorhandenen Strukturen machen »teuere« aber neue und innovative Techniken uninteressant*
- *Hoher Aufwand, insbesondere für Einfamilienhäuser,*

meist schon bei oberflächlicher Betrachtung unwirtschaftlich
- *Seitens der Kommunen wurde noch keine Kosten-Nutzenrechnung beauftragt und es herrscht allgemein das Denken, eine Abwasserwärmenutzung hat zu geringe Rentabilität*
- *Da wir hauptsächliche Renovierung und Instandsetzung umsetzen, sind die Kunden nicht bereit, sich noch in Abwasserwärme zusätzliche Kosten aufzubürden*

Interesse / Information
- *Keine Planungserfahrung, Leistung und Anforderung nur aus Literatur bekannt*
- *Keine Ingenieuraufträge für dieses Thema*
- *Geringes Interesse auf Seiten des Auftraggebers*
- *Mir sind keine ausgereiften Systeme bekannt*
- *Keine Projekte, bei denen Abwassernutzung in Frage kommt*
- *Kein Interesse bei den Entscheidungsträgern*
- *Kommt in meiner Praxis selten vor.*
- *Abwasserwärmenutzung ist für mich ein neues Thema, das ich bei zukünftigen Projekten berücksichtigen möchte.*
- *Als SV habe ich andere Tätigkeitsfelder – als Planer würde ich sie einsetzen*
- *Abwärmenutzung von (…) Institut in (…) Februar 1979, seit diesen Jahren lese ich Literatur. Bauherren(in) haben an diesem Thema kein Interesse.*
- *Im Zuge von DGNB und LEED bislang nicht in Projekten thematisiert oder durchgesetzt*

Die abgefragten Projektgrößen und Erstellungskosten wurden wie folgt beschrieben, aufgrund der geringen Beantwortungsquote wurden die Ergebnisse jedoch nicht in die Auswertung mit einbezogen.

BGF
- *11 700*
- *7 312,6*
- *20 000*
- *300*
- *1 000 m²*
- *6 400*
- *200 m²*
- *Mehrfamilienwohnhaus 66 WE und Kindergarten, Mehrfamilienwohnhaus ca. 25 WE und Gewerbeeinheit*
- *2 934 m²*

Erstellungskosten
- *66 000 – 125 000*
- *60 000 – 1 500 00*
- *800 000*
- *800 000*
- *900 000 Euro*
- *bis 350 000 Euro (Anlagenkosten)*
- *500 000*
- *60 Mio*
- *180 000*
- *50 000*
- *7890 000*
- *500 000–800 000*
- *nicht bekannt*
- *80 000*
- *41 055*

10.3 Bewertung der Randbedingungen mit Entscheidungseinfluss

10.3.1 Zusammenfassung der Bewertung der Randbedingungen mit Entscheidungseinfluss

Die Abfrage der Wichtigkeit der Entscheidungsgrundlagen weist darauf hin, dass Projektkenntnisse zum Wärmebedarf und Abwasserwärmeangebot als außerordentlich wichtig erachtet werden, was auch nicht grundsätzlich verwundert, denn nur mit diesen Daten kann in der Projektierungsphase ermittelt werden, ob überhaupt die Möglichkeit zur Nutzung der Abwasserwärmenutzung besteht. Aber es ist auch abzuleiten, dass dort, wo diese Informationsquellen nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, damit gerechnet werden muss, dass die Abwasserwärmenutzung erst gar nicht Betracht gezogen wird.

Als Handlungsansatz kann sich hieraus ergeben, dass verstärkt Sorge getragen muss, dass diese Informationen zugänglich sind. Dies würde entweder bedeuten, dass dort, wo die Informationen vorhanden sind, auch gewährleistet ist, dass diese Informationen

abgefragt werden können und möglicherweise in einem weiteren Schritt bei projektierten Bauvorhaben, bei denen Abwasserwärmenutzung möglich ist, auch von Seiten der erhebenden Stelle die Informationen aktiv weitergeleitet werden, zumindest in Form eines Hinweises auf die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung ab dieser Stelle.

Dort wo diese Informationen noch nicht erhoben sind, wäre es denkbar, Mechanismen zu entwickeln, die es erlauben, diese in ausreichendem Maße zu erheben, beispielsweise von Seite der Kommunen.

Darüber hinaus ist die Rolle der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung genauer zu betrachten, immerhin 92 % der Befragten stufen sie als wichtig und eher wichtig ein (*Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung?*). Dies ist nachvollziehbar, denn letztendlich entscheiden die Gebäudeeigentümer über die Realisierung. Es stellt sich aber die Frage, inwiefern diese wichtigen Entscheider, die nicht zwangsläufig aus der Baubranche kommen müssen, über ausreichende Informationen zur Abwasserwärmenutzung verfügen, wenn selbst in der Baubranche ein Informationsdefizit zu herrschen scheint. Hier lohnt es sich möglicherweise genauer zu betrachten, inwiefern der Informationsstand in diesem Bereich verbessert werden kann.

Ergänzend zu dem vorhergehenden Punkt wäre es denkbar ein Vorgehen zu entwickeln, das gewährleistet, dass der Gebäudeeigentümer in jedem Fall über das mögliche Energie- und CO_2-Einsparungspotenzial seines Vorhabens im Vorfeld in Kenntnis gesetzt wird. Dies sollte möglichst noch in der Phase geschehen, in der das Projekt vorbereitet und die Wirtschaftlichkeit kalkuliert wird. Hier könnte ein obligatorischer Hinweis von Seiten der genehmigenden Behörden sinnvoll sein. Zu überprüfen wäre in diesem Zusammenhang, ob es sinnvoll wäre, eine Prüfung zu allen Energieträgermöglichkeiten bei Bauprojekten verpflichtend vorzuschreiben.

Letztendlich müssen Werkzeuge entwickelt und dafür gesorgt werden, dass sie auch effektiv eingesetzt werden, die gewährleisten, dass die notwendigen Informationen, die für die Realisierung eines energieeffizienten und wirtschaftlich zu erstellenden Bauprojekts erforderlich sind, sowohl möglichst vollständig erhoben werden können als auch zielgerichtet weitergereicht werden. Eine Ergänzung von Werkzeugen, um den Vergleich Wärmeangebot/Wärmebedarf zu ermöglichen und durchzuführen, wäre also erforderlich.

Auch was die Einschätzung konkurrierender Energieträger wie Gas, Strom und Fernwärme betrifft, ist festzustellen, dass eine Konkurrenzsituation zu bestehen scheint. Die Einschätzung der Befragten zu diesem Thema (*Frage 18: Verhindert der Vertrieb konkurrierender Energieträger (Gas, Strom, Fernwärme) die Abwasserwärmenutzung?*) lässt vermuten, dass dies auch ein Grund sein könnte für die zögerliche Realisierung der Abwasserwärmenutzung, auch wenn dies verglichen wird mit der Einschätzung, ob Förderprogramme die Anwendungsfälle erhöhen könnten. 82 % der Befragten glauben, dass dies der Fall sein könnte, was darauf schließen lässt, dass Unsicherheit bezüglich der Wirtschaftlichkeit besteht. Hier wäre als Konsequenz zu überlegen, inwiefern tatsächlich Förderprogramme überprüft, überarbeitet oder neu aufgelegt werden müssten, beispielsweise in KfW-Programmen wie in KfW 294 und KfW 494.

In einem weiteren Schritt wäre es sinnvoll, auf eine stärkere Berücksichtigung der Abwasserwärmenutzung bei der Energieberatung und EnEV-Bilanzierungen hinzuwirken und das Thema immer aufzuzeigen, gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen, bei denen ein theoretisches Abwasserwärmepotenzial zu vermuten ist und bei denen angenommen werden kann, dass sie in hoher Zahl existieren.

Darüber hinaus wäre es denkbar, dass Wärmeenergie-Contracting, wie beispielsweise durch Stadtwerke, Abwasserwärme in ihr Angebot aufnehmen würden und dies auch

offensiv kommunizieren und vermarkten würden, um dadurch die Umsetzung von AWN-Anlagen zu fördern und darüber hinaus Beratung zum konkreten Projekt anzubieten. Offen bleibt, wie das Interesse dieser Wärmeenergiemarktteilnehmer gefördert werden könnte.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass in den Bereichen Information und Kommunikation zahlreiche Möglichkeiten identifiziert worden sind, (vgl. *Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?*) die Anwendungsfälle fördern könnten, wobei die Grenzen zwischen Information und Kommunikation in diesem Fall als nicht klar abgegrenzt betrachtet werden können. Das Fehlen von konkreten Daten wird einerseits angemerkt, andererseits besteht hoher Beratungsbedarf sowohl bei den Baufachleuten selber als auch bei fachfremden Baubeteiligten, beispielsweise bei manchem Bauherrn und Gebäudebesitzer.

Es stellt sich also die grundsätzliche Frage, in welcher Form Informationen aufbereitet werden müssten, um sowohl eine gewisse Form von allgemeiner Aufmerksamkeit zu erwecken und das Interesse einer breiten Öffentlichkeit als auch das Interesse der Fachöffentlichkeit zu erregen und dieser Fachöffentlichkeit darüber hinaus fundierte Informationen zugänglich zu machen. Ein ergänzendes Zusammenspiel beider Seiten verspricht hier wahrscheinlich eine höhere Generierung von Nachfrage der Abwasserwärmenutzung.

Notwendig scheinen also Maßnahmen zu sein, die den Informationsstand der Beteiligten, vor allem aber der Gebäudebesitzer, verbessern und die Diskussion über diese Technologie fördern.

Hinzufügend kann zu diesen Punkten festgestellt werden, dass die Befragten zu Handlungsansätzen, wie die Nutzung der AWN gefördert werden könnte (siehe auch *Frage 29: Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern?*), auf eine verpflichtende Prüfung zu allen Energieträgermöglichkeiten bei Bauprojekten hinweisen, woraus sich ableiten lässt, dass die Anerkennung als erneuerbare Wärmeenergie wichtig ist. Die Einordnung der Wichtigkeit der Entscheidungsgrundlagen (*Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?*) wie Kataster zu Abwassermengen, Projektkenntnisse zum Wärmebedarf, Kenntnisse zu technischen Lösungsansätzen, Wärmebedarfskataster anhand des Immobilienbestands und Abwasserwärmekataster zeigt, dass die beschriebenen Maßnahmen und Werkzeuge ein wichtiger Teil einer Strategie sein können, um den Kenntnisstand der Beteiligten zu erhöhen, um letztendlich Eigentümer und Investoren von der Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit zu überzeugen, aber auch durch eine möglichst umfassende Datenbasis ein Netzwerk von Beteiligten zu schaffen, die Möglichkeiten und Referenzprojekte kommunizieren können.

Hinzuweisen ist noch auf die Einschätzung von 56 % der Befragten, für die eine zusätzliche Gebäudekühlung relevant wird (*Frage 22: Wird eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant?*), was für die Anwendung der AWN spricht, da Abwärme an Abwasser mit 10 °C im Sommer übertragen werden kann und nicht auf höher temperierte Außenluft und weil möglichweise zusätzlich Kältetechnik nicht notwendig wird (passive Kühlung) oder geringer dimensioniert werden kann.

10.3.2
Detaillierte Darstellung der Befragungsergebnisse zu sonstigen Randbedingungen mit Entscheidungseinfluss

Bei der Abfrage der sonstigen Randbedingungen ist abzulesen, dass auf die Frage nach der Wichtigkeit der Entscheidungsgrundlagen *Projektkenntnisse zum Wärmebedarf und Abwasserwärmeangebot* mit 90 % in den Bereichen *sehr wichtig / wichtig* sowie *Kennt-*

nisse zu technischen Lösungsansätzen zur Abwasserwärmenutzung mit 88 % genannt wurden. Auch das Fehlen von Informationen in Form von Katasterangaben zum Abwasserwärmeangebot sowie zum Abwasserwärmebedarf ist deutlich zu erkennen.

Es ist festzustellen, dass die Nutzung von Prozesswärme eine untergeordnete Rolle spielt (*Frage 13: Verhindert die Möglichkeit der Prozesswärmenutzung die Abwasserwärmenutzung?*. *Frage 14: Nutzen Sie Prozesswärme?*) Von daher ist einerseits die Feststellung der Befragten richtig, dass die Prozesswärme die Abwasserwärmenutzung eher verhindert. Jedoch andererseits trifft dieser Fall nur untergeordnet zu. Insofern stellt die Prozesswärme keine wirklichen Hemmnisse für die Anwendung der Abwasserwärmenutzung in der Breite dar.

Es ist also anzunehmen, dass o. g. Werkzeuge wichtig sind und ergänzt werden müssen, um mehr Anwendungsfälle der AWN generieren zu können. Im Moment scheint ein Defizit zu bestehen was die Vergleichsmöglichkeiten von Wärmeangebot und Wärmebedarf betrifft.

Frage 13: Verhindert die Möglichkeit der Prozesswärmenutzung die Abwasserwärmenutzung?

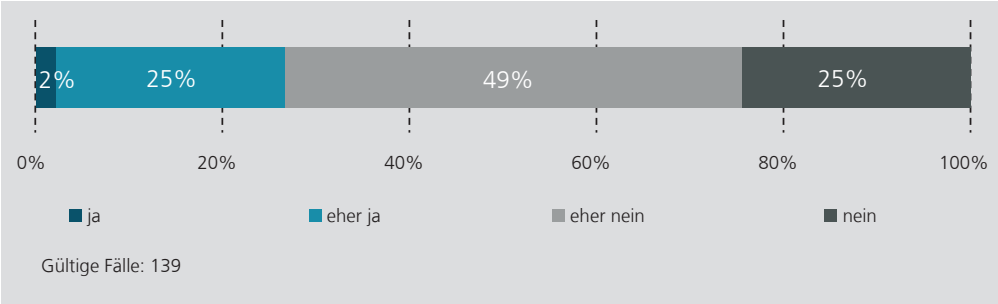


Abb. 17: Ergebnis Frage 13

Frage 14: Nutzen Sie Prozesswärme?

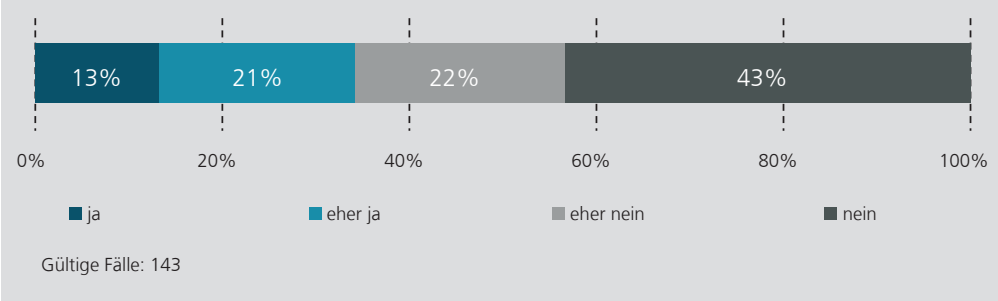


Abb. 18: Ergebnis Frage 14

Nach mehrheitlicher Ansicht der Befragten verhindert die Prozesswärmenutzung die Möglichkeit der AWN nicht. Demnach besteht auch eine Chance in Bereichen mit nutzbarer Prozesswärme (höheres Temperaturniveau, teilweise keine Wärmepumpe erforderlich) dennoch die AWN einzusetzen.

Insbesondere mit Blick auf ein Betriebskostenmanagement, was gemäß der Befragung in Teilen zur Anwendung kommt, jedoch noch deutlich stärker im Vordergrund stehen sollte, damit auf Grund wirtschaftlicher Ansätze Methoden wie die AWN mit geringeren Betriebskosten (im Einzelfall immer untersuchen) zur Anwendung kommen kann.

Gerade was diesen Punkt *Projektkenntnisse zum Wärmebedarf* betrifft, besteht nach Aussagen der Befragten ein Mangel an Kenntnissen zum Prozess der Stadtentwicklung,

der möglicherweise nur durch Netzwerker in Form von verantwortlichen Personen behoben werden kann.

Es besteht also möglichweise der Bedarf nach Personen bzw. Institutionen, die es übernehmen, Informationsaustausch einerseits und Identifizierung betroffener bzw. handelnder Personen andererseits vorzunehmen und diese zu verbinden, um die Kommunikation der verschiedenen Parteien in Gang zu setzen. Wie das genau auszusehen hat, darüber können aus den Ergebnissen der Befragung heraus keine konkreten Aussagen getroffen werden. In Kap. 11.13 wird bezogen auf die identifizierten Handlungsfelder auf die Netzwerkgestaltung eingegangen.

Die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung (*Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung?*) der AWN wird mit 92 % Einordnung in die Kategorien sehr wichtig/wichtig als maßgeblich betrachtet, was aber im Vorfeld zu vermuten war. Die Abfrage dieses Punkts war aber dessen ungeachtet wichtig, um die Größenordnungen der Zuordnungen in diesem Punkt feststellen zu können. Sicherlich wäre es an diesem Punkt aufschlussreich gewesen abzufragen, welches die Gründe für die Einschätzungen eher unwichtig/unwichtig gewesen sind.

Aus den Aussagen zu diesem Punkt lässt sich der Schluss ziehen, dass in Hinblick auf die vorher erhobenen Fragestellungen und die relativ geringe Realisierungsrate von Projekten ein wesentlicher Schritt sein müsste, Eigentümer und Investoren zu überzeugen, sich näher mit den Potenzialen der Abwasserwärmenutzung zu beschäftigen.

Auf diese Weise könnte möglicherweise der grundlegend unterschiedlichen Interessenslage der Baubeteiligten bezüglich der Investitionskosten bei der Gebäudeerstellung und den diesen gegenüberstehenden Interessen der Baubetreiber in Bezug auf die zu erwartenden Betriebskosten entgegen gewirkt werden.

Frage 15: Erfolgt bei Ihren Projekten ein Betriebskostenmanagement oder eine Betriebskostenbetrachtung?

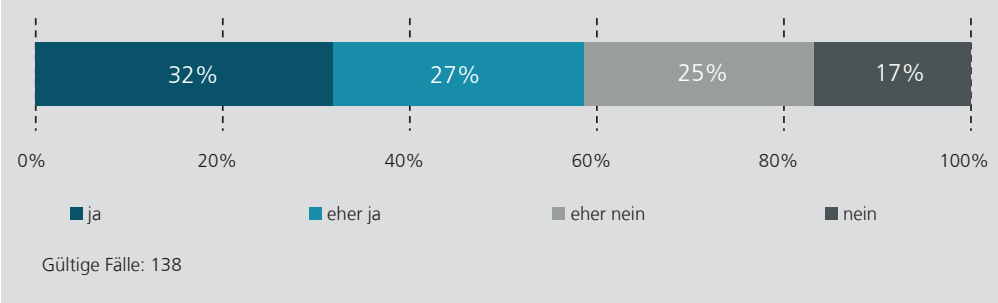


Abb. 19: Ergebnis Frage 15

Die Antworten auf die Frage nach der Diskussion der konkreten Umsetzung der Abwasserwärmenutzung und Steigerung der Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme (*Frage 21: Wird bei Ihnen aktuell die konkrete Umsetzung der Abwasserwärmenutzung diskutiert?*) lässt erkennen, dass die Abwasserwärmenutzung zum großen Teil kein Thema, das großes Interesse hervorruft, zu sein scheint. Das deckt sich auch mit den Aussagen in *Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?*.

Hier wären möglicherweise Maßnahmen hilfreich, die die Aspekte der Abwasserwärmenutzung mehr in den Fokus der Wahrnehmung der Baubeteilgten rücken. Wenn möglich, wäre es gar wünschenswert, dass auch in der breiten Öffentlichkeit das Thema vermehrt diskutiert wird oder zumindest bekanntgemacht wird, denn nur durch vermehrte Präsenz kann auch eine Nachfrage von Seiten der Bauherren generiert

werden, vor allem bei denjenigen, die nicht aus dem Baubereich selber stammen. Zumindest aber sollte ein größerer Anteil an Planern soweit für das Thema interessiert und darüber hinaus befähigt sein, um einen Bauherrn auf das Thema und die wirtschaftlichen Potenziale aufmerksam zu machen. Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang nochmals auf die *Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?*, bei der 69 % der Befragten, die Abwasserwärmenutzungsprojekte realisiert hatten, angegeben hatten, dass sie ihre gesetzten Ziele erreicht haben.

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?

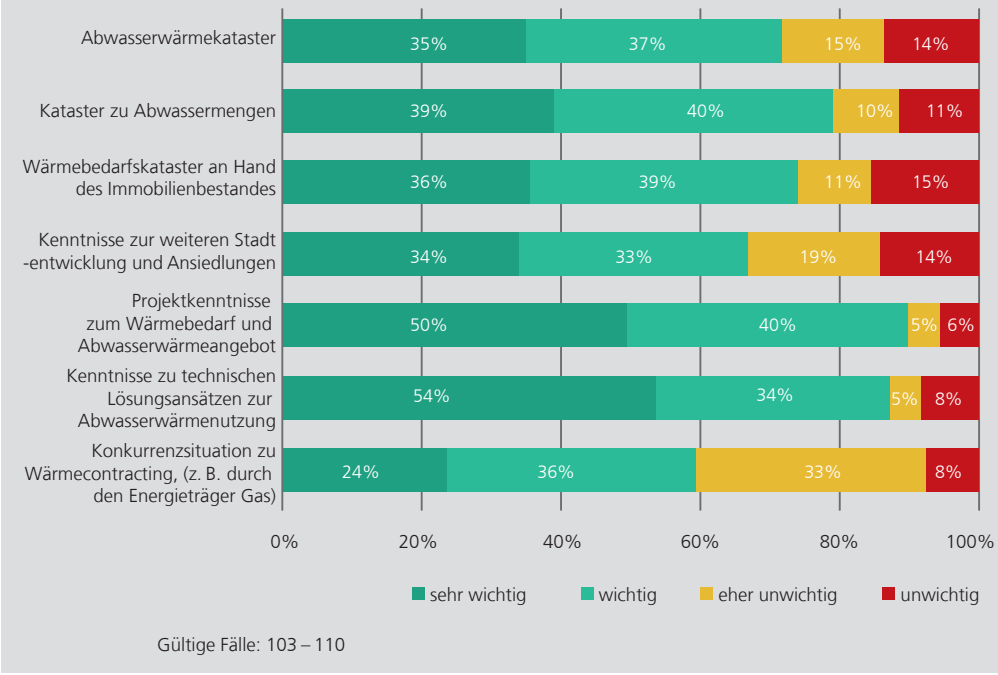


Abb. 20: Ergebnis Frage 16

Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung?

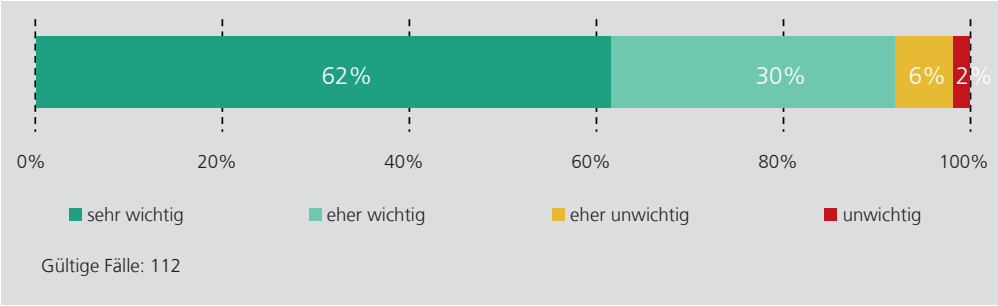


Abb. 21: Ergebnis Frage 17

Die Verbesserung des Informationsstands sowohl einer breiteren Fachöffentlichkeit als auch einer breiteren Öffentlichkeit generell kann als Mittel zur Steigerung der Anwendungsfälle betrachtet werden, gerade auch wenn in diesem Zusammenhang die Einschätzung der Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung betrachtet wird.

Eindeutig ist aber die Aussage, dass die Anerkennung als erneuerbare Energie als notwendig angesehen wird, 57 % der Befragten ordnen die Frage in den Kategorien *ja / eher ja* zu (siehe *Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt?*, Kap. 10.6.2).

Eine zusätzliche Gebäudekühlung als Teil der Abwasserwärmenutzung ist für 56 % der Befragten relevant, was darauf schließen lässt, dass diejenigen der Befragten, die sich mit der Abwasserthematik beschäftigt haben, auch die Vorteile der Möglichkeit einer effizienten Gebäudekühlung realisiert haben. In Verbindung mit den Äußerungen in die Richtung, dass Informationsdefizite beklagt werden, wäre es denkbar, dass durch gezielte Information über die Potenziale im Bereich der Gebäudekühlung durch Abwasserwärmenutzung stärker hingewiesen wird. Möglicherweise wäre auch darüber nachzudenken, den Begriff »Abwasserwärmenutzung« durch einen einprägsameren und marktgängigeren Begriff zu ergänzen oder zu ersetzen.

Bedenkenswert ist in diesem Zusammenhang, inwiefern Systeme in Verbindung mit Wärmepumpen vorteilhaft sind und inwiefern bei anderen Energieträgern zusätzliche Kältetechnik erforderlich ist.

Die Einschätzung, ob Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern könnte, wird in *Frage 24: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern?* mit 64 % im Bereich *ja/eher ja* zum überwiegenden Teil positiv eingeschätzt.

Setzt man diese Fragestellung in Beziehung zu der Frage, ob Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse wäre, zeigt sich, dass ca. die Hälfte der Befragten Interesse an einer Beratung zeigt, woraus abzuleiten ist, dass auch zu diesem Aspekt ein Informationsdefizit besteht.

Auffallend ist, dass auf die Frage, ob es schwierig ist, mehr über AWN zu erfahren, 65 % der Befragten im Bereich *ja/eher ja* geantwortet haben, was vermuten lässt, dass trotz aussagekräftiger Unterlagen einzelner Bundesländer, zum Beispiel der Veröffentlichung *Energie aus Abwasser – ein Leitfaden für Kommunen* [44], und vergleichbare Veröffentlichungen [45], auch aus der Schweiz [46]–[48], oder Österreich [49] übergreifende Informationen schwierig zu erhalten zu sein scheinen. Wird diese Aussage in Bezug mit den Aussagen in *Frage 7: Haben Sie bis jetzt Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht?* Und *Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?* gesetzt, so scheint die Schlussfolgerung naheliegend, dass das anfänglich vermutete Informationsdefizit tatsächlich besteht.

Relativ eindeutig scheint die Einschätzung der Befragten hinsichtlich der Frage zu sein, ob Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle erhöhen könnten. Hier zeigt sich eine relativ eindeutige Zustimmung, in die Bereiche *ja/eher ja* sind 82 % der Antworten einzuordnen (siehe *Frage 28: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle (von Abwasserwärme) erhöhen?* und *Frage 29: Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern?*).

Übergreifend gefragt nach den grundsätzlichen Handlungsansätzen zur Förderung von Anwendungsfällen werden folgende Antworten aus dem Feld, um einen besseren thematischen Überblick zu ermöglichen, thematisch grob den Bereichen

- Information/Kommunikation
- Kosten/Wirtschaftlichkeit/Förderung
- Normierung/gesetzliche Anforderungen

zugeordnet.

Hierbei fällt auf, dass der überwiegende Teil der Vorschläge in Richtung Information und Kommunikation geht. Informations- bzw. Kommunikationsdefizite werden zum Teil konkret benannt.

Ein deutlich geringerer Anteil bezieht sich auf *Kosten / Wirtschaftlichkeit / Förderung* und ein noch geringerer Anteil auf *Normierung / gesetzliche Anforderungen*, was Rückschlüsse auf die Schwerpunkte der Einschätzungen der Befragten zulässt.

Ungefähr die Hälfte der Befragten (53 %) erwartet weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung (*Frage 30: Erwarten Sie weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung?*), die andere Hälfte jedoch nicht. Dies kann einerseits darauf hinweisen, dass die Befragten noch großes Entwicklungspotenzial sehen, andererseits kann es auch bedeuten, dass die Abwasserwärmenutzung als eine ausgereifte Technologie betrachtet wird. Aus dieser fast hälftigen Verteilung ist leider nicht abzuleiten, inwiefern diese Verteilung nun darauf hinweist, ob nun die eine oder die andere Einschätzung darauf hinweisen könnte, was die Steigerung der Anwendungsfällen begünstigen könnte.

In der offenen Frage, welche Innovationen konkret erwartet werden, könnten jedoch Hinweise liegen, in welche Richtung die technische Entwicklung gehen sollte. Im Wesentlichen lässt sich hier der Wunsch nach einer Verbesserung der Effizienz, kleinerer Einheiten, Wirtschaftlichkeit, Nachrüstbarkeit letztendlich auch hier wieder besserer Information erkennen.

Bemerkenswert ist, dass in diesem Teil, in dem nicht schwerpunktmäßig die Einschätzung zum Informationsbezug abgefragt wurde, doch bei einigen Fragen deutliche Schwerpunkte bei diesem Aspekt festzustellen sind.

Frage 18: Verhindert der Vertrieb konkurrierender Energieträger (Gas, Strom, Fernwärme) die Abwasserwärmenutzung?

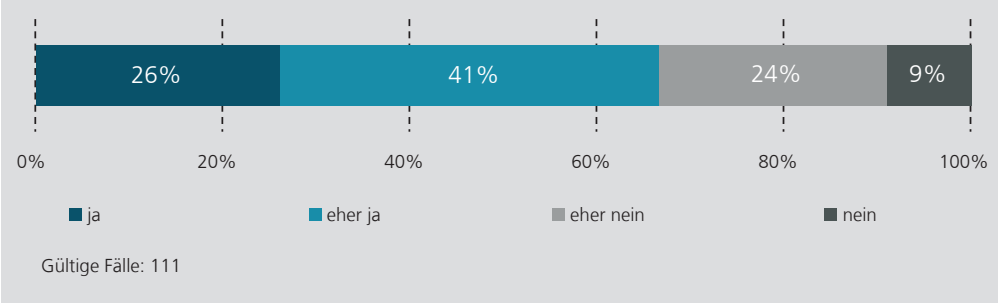


Abb. 22: Ergebnis Frage 18

Frage 19: Sind Ihnen die politischen Ziele zu einem klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland bekannt?

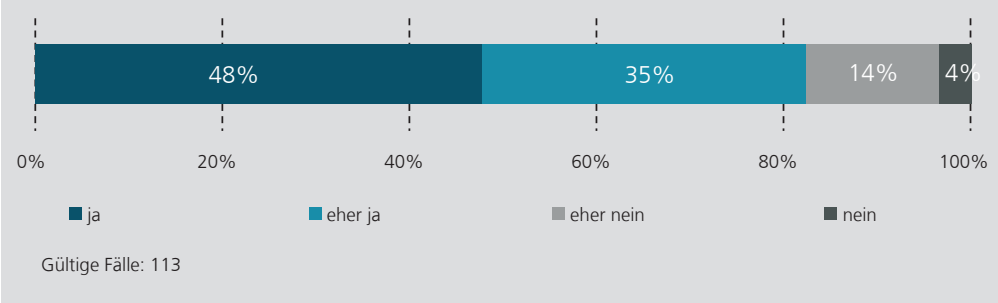


Abb. 23: Ergebnis Frage 19

Frage 20: Wird bei Ihnen das Thema Abwasserwärmenutzung aktuell hausintern (mit Konzepten zur Umsetzung) diskutiert?

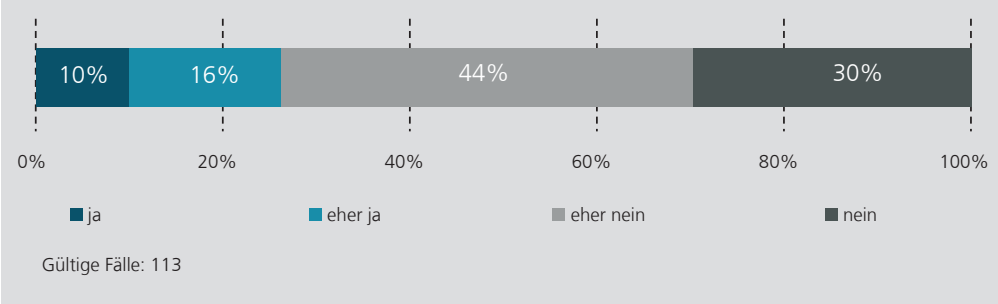


Abb. 24:
Ergebnis Frage 20

Diskussion der konkreten Umsetzung der Abwasserwärmenutzung und Steigerung der Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme

Frage 21: Wird bei Ihnen aktuell die konkrete Umsetzung der Abwasserwärmenutzung diskutiert?

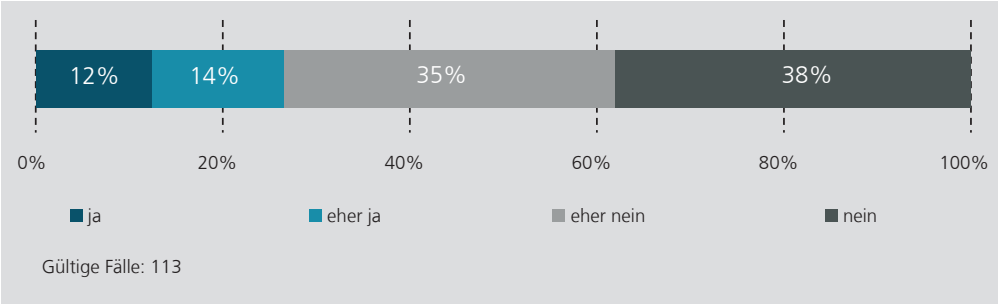


Abb. 25:
Ergebnis Frage 21

Frage 22: Wird eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant?

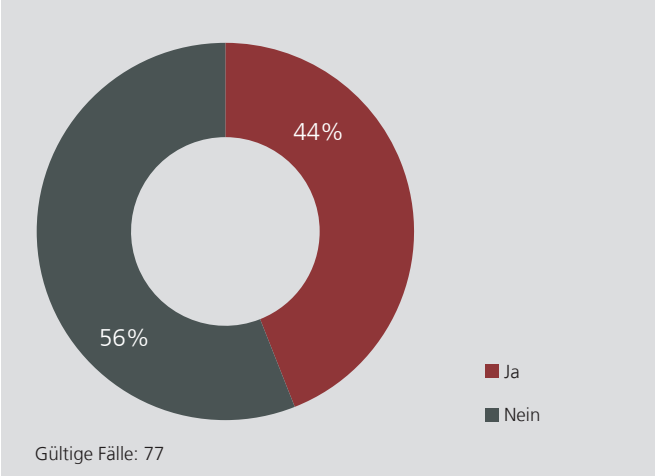


Abb. 26:
Ergebnis Frage 22

Frage 23: Können Sie Gründe nennen, weshalb Sie zu dieser Einschätzung kommen (ob eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant wird)?

Zur Auswertung dieser Frage wurde versucht, die erhobenen Antworten in die Kategorien »technische Belange«, »wirtschaftliche Belange« und »grundsätzliche Erwägungen« einzuteilen, wobei wirtschaftliche Belange nicht eindeutig von technischen Belangen zu trennen sind. Zu beachten ist die Häufigkeit der Hinweise auf klimatische Veränderungen.

Technische Belange

- *Diese muss wie Heizung auch möglichst gebäudetechnisch das Maximum erbringen*
- *Auswahl der Baustoffe bzw. Wand-/Boden-/Dachaufbauten: eine Kühlung kann u. U. sinnvoll sein (Büro-, Technik-, Produktionsstätten, …) ist für den Wohnungsbau jedoch keinesfalls zwingend erforderlich.*
- *(…) ist die Zahl der Gebäude, die eine aktive Kühlung benötigen verschwindend gering. Ich selbst arbeite im DWA-Arbeitskreis mit, der sich mit zukunftsfähigen dezentralen Sanitär-Lösungen beschäftigt. Da gibt es keinen Kanal mehr, in den sie ihre überschüssige Wärme abgeben könnten.*
- *Verbesserte Hülle, hohe interne Lasten (Büros, Schulen, …), höhere Außentemperaturen, Thermische Behaglichkeit wird immer wichtiger*
- *Sommerlicher Wärmeschutz Umkehrung der Wärmepumpe im Sommer*
- *Kühllast Serverräume etc.*
- *Bei zu hohen inneren Wärmelasten kommt man aus Gründen des Arbeitsschutzes um eine Kühlung nicht herum.*

Wirtschaftliche Belange

- *Durch das System der Abwasserwärmenutzung ist auch die Klimatisierung möglich, die Wirtschaftlichkeit erhöht sich dabei nochmals gravierend.*
- *Aufgrund des hohen Standards an die Wärmedämmung neuer Gebäude, ist die Kühlung ein entscheidender Faktor*
- *Ist für viele Neubauten normativ notwendig. Bei Wohnungsneubauten besteht der Wunsch der Nutzer nach einem höheren sommerlichen Komfort.*
- *Umstellung auf DIN 18599*
- *Unsere Büroräume sind bereits jetzt klimatisiert*
- *Sinnvolle Kombination, die immer in Erwägung gezogen werden sollte*
- *Weil wir eine ganze Reihe von Laboren betreiben, die notwendigerweise der Kühlung bedürfen.*
- *Zu teuer, wartungsintensiv*
- *Kühlung von Serverräumen*
- *Bietet sich an, höherer Komfort*
- *Komfortansprüche steigen*
- *Für die gemäßigten Breiten Mitteleuropas halte ich bei Wohngebäuden den Einsatz von Gebäudekühlung für Energieverschwendung*
- *Unser Gebäude ist ausreichend gedämmt, auch gegen Wärme*
- *Wärmeüberschuss wird genutzt*
- *Nur bei großen Gebäuden sinnvoll*
- *Schonung des Personals und der techn. Geräte bei ständig heißeren Sommern*
- *Ein Bürogebäude mit sehr guter Außendämmung und jede Menge Abwärme im Gebäude durch große PC Anlagen*

Grundsätzliche Erwägungen

- *Gebäudekühlung wird immer mehr zum »normalen« Standard, die Sommerperioden haben zunehmend längere und heißere Temperaturabschnitte*
- *Klimaanpassungsstrategie*
- *Extreme Temperaturen*
- *Ein gut gedämmtes Haus braucht keine Kühlung, zumindest nicht unter normalen Bedingungen*
- *Entwicklung des Weltklimas mit Auswirkungen auf des mitteleuropäische Festland*
- *Klimawandel*
- *Klimaerwärmung, Fehlentwicklungen in der Architektur, zunehmen steigende innere Lasten*
- *Sommer werden heißer*
- *Standort*
- *Nicht notwendig bei unseren Sommern*
- *Wachsende Nutzeransprüche, Klimawandel*
- *Wir sollten die Sommertauglichkeit schon planen*
- *Abwärme von Maschinen und Rechnern*
- *Bisher kein Bedarf*
- *Keine Projekte in Sicht.*

Förderung der Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung durch das Wärmeenergie-Contracting und Interesse an Beratung zum Thema beim konkreten Projekt

Frage 24: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern?

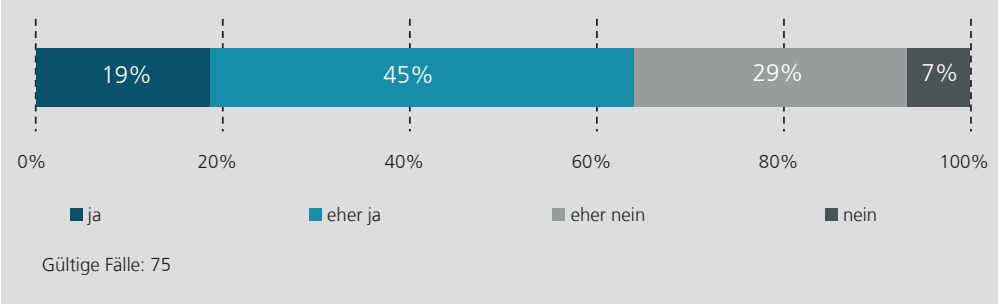


Abb. 27:
Ergebnis Frage 24

Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?

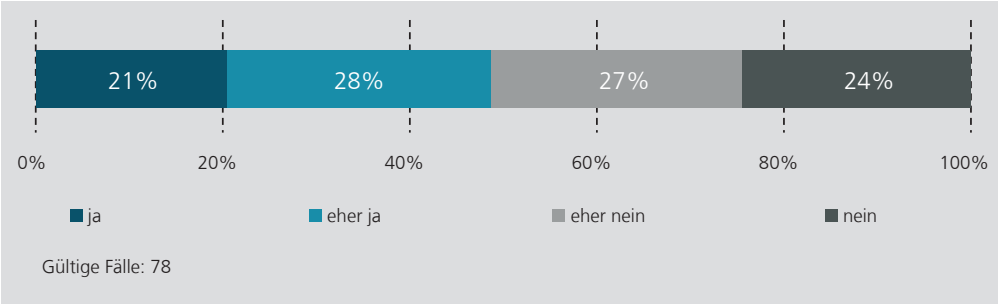


Abb. 28:
Ergebnis Frage 25

Vielfalt der wärmeenergetischen Möglichkeiten hinderlich für den Einsatz der Abwasserwärmenutzung, Schwierigkeit mehr über Abwasserwärmenutzung zu erfahren und Erhöhung der Zahl der Anwendungsfälle durch Förderprogramme

Frage 26: Ist aus Ihrer Sicht die Vielfalt der wärmeenergetischen Möglichkeiten hinderlich für den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?

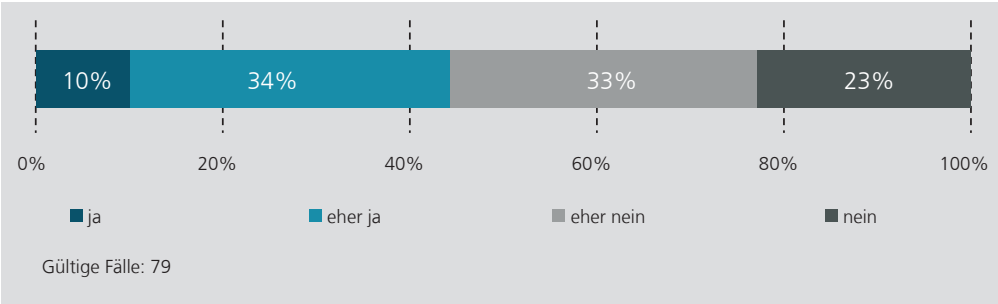


Abb. 29:
Ergebnis Frage 26

Frage 27: Würden Sie sagen, dass es schwierig ist, mehr über Abwasserwärmenutzung zu erfahren?

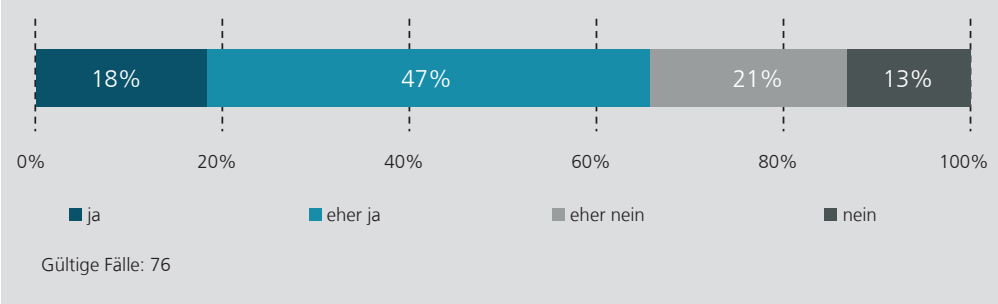


Abb. 30:
Ergebnis Frage 27

Frage 28: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle (von Abwasserwärme) erhöhen?

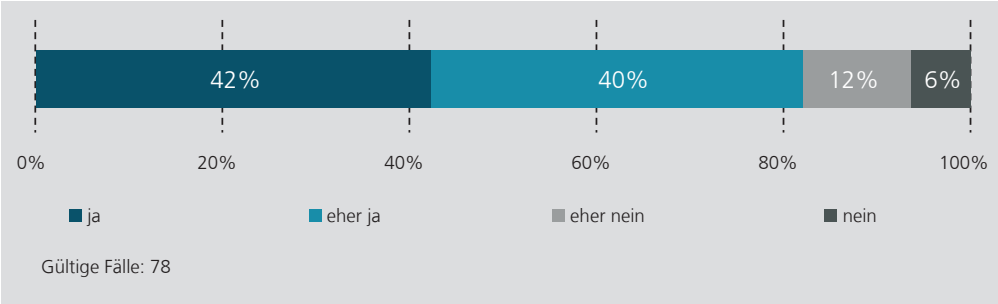


Abb. 31:
Ergebnis Frage 28

Frage 29: Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern?

Die folgenden Antworten aus dem Feld *Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern?* sind, um einen besseren thematischen Überblick zu ermöglichen, thematisch grob zugeordnet.

Information / Kommunikation

- *Bekanntmachungen in Organen von Bauherren / TGA-Planern*
- *Informationen überzeugend an potenzielle Investoren herantragen*
- *Grundsätzliche Prüfung bei allen Neubauvorhaben und energetischen Sanierungen, ob ein ausreichend großer Kanal (ab DN 500) im Umfeld des Projektes vorhanden ist.*
- *Machbarkeitsstudie*
- *Darstellung von konkreten Objektbegleitungen in allen Foren*
- *Verbreitung von aktuellen Nutzungen mit Angaben über Sicherheiten, Kosten und technischer Zuverlässigkeit und letztlich rechtlicher Langfristigkeit.*
- *Die Kommunikation innerhalb der Verwaltungen. Alle Ämter sollten wissen, dass es so etwas gibt. Die Energieberater die für KFW und weitere Institutionen arbeiten, kennen nur die Wärmedämmung, Brennwertkessel, Erdwärmenutzung und alles rund um die Solaranlagen, aber nicht die Abwasserwärmenutzung. (Breitere Öffentlichkeit ansprechen) Die Nutzung der AbwW ist immer ein Eingriff in das Kanalnetz und muss sorgfältig geprüft und überlegt sein. Innerhalb einer Abwasserreinigungsanlage ist sie nur nach der biologischen Reinigung, aufgrund der gesetzlichen Situation erlaubt. (Stickstoffelimination >12 Grad C)*
- *Standardmäßige Aufnahme der Abwasserwärmenutzung in Energienutzungspläne. Veröffentlichungen / Informationen zur einfachen Abschätzung von Potenzialen und Kosten, Energieeffizienzboni – Bekanntmachung bei Bauträgern*
- *Neue Ansätze und Technologien zum Thema Nachhaltigkeit und Energieeinsparung sollten mehr publik gemacht werden. Und da jeder Bürger ein potenzieller künftiger Bauherr ist, wäre es durchaus sinnvoll, diese Informationen auch der Öffentlichkeit zu präsentieren.*
- *Mehr Artikel / Erfahrungsberichte in der Fachpresse*

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

- *Publikationen über Energieinhalte von Abwässern*
- *Öffentliche Aufklärung und Diskussion*
- *Information, rechtliche Grundlagen, Energiebilanzen Herstellung vs. Gewinne*
- *Konkrete Fallbeispiele mit Darstellung von Investitionskosten und Betriebskosteneinsparung*
- *Erarbeitung und Nutzung ganzheitlicher Wärmekataster, befreit von politisch/ideologisch motivierten »Denkverboten« Beispiel: Siehe Hamburg Nutzung des Abwärme aus dem Kraftwerk (…), Einspeisung in bestehende Fernwärmenetz*
- *Fachlich relevante Informationen*
- *Werbung von Kommunen für Abwasserwärmenutzung, mehr Pilotprojekte sind nötig (Beispiel Siedlung am Neckarpark in Stuttgart), Karten der Gemeinden, wo Abwasserwärmenutzung am besten möglich (Nähe zu Hauptsammler, etc.), Nutzung*
- *Mehr Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, nicht nur in den Fachgremien.*
- *Fortbildung der Planer, breiteres Produktangebot zur Abwasser-Wärmenutzung unmittelbar am Entstehungsort (da auf absehbare Zeit nur dort wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar)*
- *Von Abwasserabwärme in öffentlichen Gebäuden und Werbung dafür an Informationboards für Bürger (ähnlich den Infoportalen für Photovoltaikanlagen), Thema bei den Tiefbauämtern mehr propagieren, einen Ansprechpartner bei den Gemeinden schaffen, der bei der Umsetzung der Projekte hilft*
- *Mehr öffentliche Information*
- *konkrete Informationen – Forschungsergebnisse über Beeinträchtigung der Kanäle/Querschnitte bezüglich Hydraulik, Strömungsverhalten, Verstopfungsgefahr, Störanfälligkeit z. B. bei Rückstau einer größeren Planergruppe zur Verfügung stellen – einfache Bauteile/Produkte als Absorber im Kanal – klare Regelungen zum Eigentum/Zugangsverpflichtung/Duldung der Nutzung im Kanal – geringer Wartungsaufwand – gut vorbereitete Risikoabwägung – Aufzeigen von Leistungsdaten z. B. bezogen auf W/m und Querschnitt/Profilgröße – Mindest-Einwohneranschlusswerte für Nutzung – Angaben zur Entzugsleistung/Regelung der Leistung – gemeinsame Seminare für Planer/Anwender durch Forschung, Entwässerungsbetriebe und Planer*
- *Praxisbeispiele, Kontakt zu »Umsetzern«*
- *Verlässliche Messdaten über Volumenstrom und Temperatur aus dem Kanalnetz. Aufgeschlossenes Agieren beim Netzbetreiber, insbesondere den Verantwortlichen für die Kläranlage. Generelle Prüfung der Machbarkeit bei Neubauvorhaben durch den Netzbetreiber z. B. durch Potenzialkarten, insbesondere bei größeren Erschließungsvorhaben. Mehr Knowhow beim Netzbetreiber.*
- *Neutrale Erhebung objektiver, auswertbarer wissenschaftl. Daten im Verhältnis zur Kosten-Nutzen-Analyse einer möglichen zukünftigen Veränderung.*
- *Intensive Veranstaltungen zum Thema*
- *Veröffentlichung bestehender Pilotprojekte*
- *Siedlungskonzepte, Niedertemperaturanwendungen herausfinden und nutzen, Wärmepumpentechnik, Förderung (vgl. MAP), kalte (Nah-)Wärmenetze, Forschungsprojekte mit Monitoring*
- *Bekanntmachen der Möglichkeiten, Vorstellen von existenten Projekten*
- *Referenzobjekte mit Wirtschaftlichkeitsnachweisen anhand von verifizierbaren Messungen*
- *Die bereits diskutierten Konzepte sind in den Verbänden und sonstige Medien (TGA) als eine technisch mögliche und wirtschaftlich nutzbare Energieeinsparung durch die Nutzung der Abwasserwärme einer breiteren Fachgruppe näherzubringen. D. h. TGA Planer und öffentliche Kanalsysteme der Gemeinden und Städte sind hier in Einklang zu bringen. Die Kennzahlen aus 1979, die in der Europäischen Gemeinschaft diskutiert wurden (Broschüre Verlag TÜV Rheinland) wurden bis heute nur im kleinen Fachkreis diskutiert. Z. B. Hochschule, Universitäten und sind unter Architekten, Bau- Ingenieure kaum bekannt. Die Stadt (…) ist ein gutes Beispiel einer städt. Abwärmenutzung*
- *Dass in den Fachzeitungen und Hochschulen hier vielmehr Ansatz als eine Seite im Lehrbuch vorhanden ist.*
- *Genauere Erhebung der Potenziale vor Ort. Uns fehlt ein konkretes räumliches Bilanzierungsmodell (GIS?), welches die Wärmepotenziale verortet.*
- *Eine genauere Betrachtung der gebäudespezifischen Schmutzwasserstoffströme ist wichtig. Die Legionellen-Diskussion führt in vielen Fällen dazu, dass die Warmwasserbereitung nicht (mehr) zentral erfolgt und der »blinde Fleck« des Wärmestroms, der das Gebäude über das Entwässerungssystem verlässt, ferner die Schließung des (gebäudespezifischen) energetischen Kreislaufs selbst unter Energieexperten gar nicht mehr im Fokus ist.*
- *Bessere Veröffentlichung bisher gewonnener Erkenntnisse und Projekte*
- *Best Practice Beispiele*
- *Es muss bekannter gemacht werden.*
- *Verstärkte Informationen und Publikationen!!!*
- *Konkrete Fallbeispiele bei Neubauten und Sanierungsprojekten mit Wirtschaftlichkeitsberechnung. Wettbewerber sind nicht die Energieversorger, sondern andere Energie sparende Technologien, die in Gebäuden zur Anwendung kommen.*

- *Stärkere Umsetzung des nachhaltigen Bauens bei der öffentlichen Hand, Vorbildwirkung, nachprüfbare Umwelt-, Energieeffizienz- und Klimaschutzziele, Nutzung der regional verfügbaren Potentiale von erneuerbaren Energien*
- *Mehr Information über technische Umsetzung und bisherige Erfahrungen*

Kosten / Wirtschaftlichkeit / Förderung

- *KFW Zuschüsse – Image in der Öffentlichkeit – Informationen (Bildung)*
- *Wirtschaftsförderung – KFW Gelder*
- *Risikominimierung für den Kunden durch Systemlösungen, Contracting etc. Schaffung von Akzeptanz durch einen transparenten Umgang mit der Technik, Schulung der Heizungsfirmen (Ausbildung), Techniker und Planer. Keine Blackbox verkaufen.*
- *Fertige Baukastensysteme zur konkreten Kalkulation von Aufwand und Ertrag – aber das kann eigentlich nur im Neubaubereich oder bei der Kernsanierung helfen*
- *Senkung Herstellerpreise für Abwasserwärmeübertrager, Verstärkung der Markteinführung der Gaswärmepumpen, Bereitstellung von Fördermitteln zur Erreichung akzeptabler Wirtschaftlichkeit (5-10a), Vorgabe der Abwasserwärmenutzung in Bebauungsplänen d. h. das Thema muss durch die Stadtplanungsämter mitgetragen werden*
- *Nutzung macht m. E. nur Sinn, wenn Sammelkanäle mit einer gewissen Größe und Belastungsmenge, sofern die Funktion der Abwasserreinigung nicht beeinträchtigt wird (Mikrobiologie)*
- *Abhängig von der Baulichkeit und der daraus gewonnene Nutzen ist der finanzielle Mehraufwand meist ausschlaggebend*
- *In der Industrie kann ich mir eine Abwasserwärmenutzung gut vorstellen. Im Wohnbereich eher weniger.*

Normierung / gesetzliche Anforderungen

- *Prüfung, welche öffentlichen Gebäude mit dieser Wärmequelle ausgerüstet werden können. Diese dann auch damit als Referenzprojekte umsetzen. Wärmekataster erstellen und verfügbar machen. Abwasserwärme als regenerative Wärme im Sinne des EEWärmeG akzeptieren und eine Prüfung dieser Wärmenutzung bei energetischer Sanierung / Neubau von Gebäuden vorschreiben.*
- *Bereitstellung einer Normung zu Dimensionierung, Anwendungsgrenzen, Verarbeitung – Einführung in die (nächste) DIN V 18 599*
- *Wenn diese Rückgewinnung als erneuerbare Energie angerechnet wird*
- *Das Zusammenspiel der einzelnen Träger sowie die saubere rechtliche Aufarbeitung der Verantwortlichkeiten.*
- *Die günstigsten Energiequellen sind zu nutzen*
- *Vorgaben des Gesetzgebers*

Frage 30: Erwarten Sie weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung?

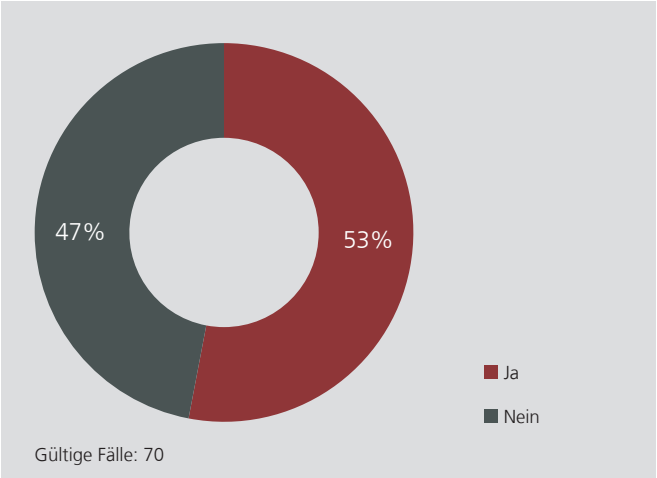


Abb. 32: Ergebnis Frage 30

Nennungen aus dem Feld »Ja, welche:«

- *Effektiverer Betrieb durch angepasste Abwasserwärmenutzung (Temperatur, JAZ)*
- *Effizienzsteigerung der Wärmetauscher*
- *Noch weiter verbesserte Technik, bessere Wärmepumpen usw.*

Umfrageergebnisse
nach thematisch gegliederten
Untergruppen

- *Leistungsfähige Absorber, einfache Einbindung in Gebäude*
- *Verbesserung der Technik*
- *Kostenreduzierung Abwasserwärmeübertrager und Wärmepumpen, Wärmepumpentechnik*
- *Wärmespeicher*
- *Kompakte, auch im Privatbereich nutzbare Einheiten*
- *Weiterentwicklung der Anwendungssysteme*
- *Geringere Heizleistung*
- *Preis / Leistungsverhältnis verbessert sich*
- *Im Hinblick auf die Langzeitqualität der Wärmetauscher*
- *Wirkungsgrad hoch*
- *Zertifizierung durch das Passivhausinstitut*
- *Bessere Information*
- *Technische Fortentwicklung*
- *Nachrüstsysteme für Kanäle*
- *Wärmetauscher, Separatoren, kleine Wärmepumpen*
- *Wenn es einfach intensiver außen angesprochen und bearbeitet wird.*
- *Bessere Technologien u. a. Wärmepumpen die mit mehreren Quellen umgehen können*
- *Dass es losgeht*

10.4 Informationsbezug

10.4.1 Zusammenfassung Informationsbezug

Was sich in den vorangegangen Punkten bezüglich eines Informationsdefizites bereits angedeutet hat, lässt sich, wenn der Informationsbezug genauer betrachtet wird, bestätigen.

Vergegenwärtigt man sich die Aussage, dass geringes Interesse bezüglich der Abwasserwärmenutzung (*Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*) und dass hohes Interesse an Beratung besteht, weist dies darauf hin, dass ein hohes Informationsdefizit vorhanden ist. Verbunden mit den Aussagen der *Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?* in Kap. 10.4.2, die zahlreiche Aspekte bei Information und Kommunikation beschreiben, lässt sich davon ausgehen, dass der Informationsbezug ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Generierung einer höheren Zahl an Anwendungsfällen der AWN darstellt.

Tatsächlich fühlen sich 67 % der Befragten nicht hinreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert (*Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?*).

Der Schwerpunkt der als Informationsquelle benannten Institutionen oder Projektbeteiligten liegt demnach bei den Universitäten, wobei in diesem Fall vermutet werden darf, dass in diesem Fall der baufremde Bauherr diese Bezugsquelle nicht nutzt.

Energieagenturen und Energieberater werden an zweiter Stelle genannt, gefolgt von der anteilsmäßig ähnlich vertretenen Gruppe der Architekten, Ingenieure und Bauleiter, woraus sich folgern lassen könnte, dass diese Gruppen hinreichend engagiert bei der Informationsvermittlung sind. Dies erklärt aber nicht, weshalb lediglich 24 % der Befragten überhaupt Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben. Es lässt sich vermuten, dass diese Gruppe Informationen von den oben genannten Gruppen bezogen hat. Bei denjenigen jedoch, die keine Erfahrung mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben liegt die Vermutung nahe, dass sie wenig bis keine Informationen bezogen haben (*Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*).

Als Handlungsansatz bietet sich nun an, den Fokus auf die Gruppe, die bisher keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben, zu legen, um das dort vermutete Informationsdefizit im Sinne einer Erhöhung der Anwendungsfälle auszugleichen.

Als Adressaten wären u. a. Generalunternehmer, Handwerker und Projektentwickler zu nennen, da diese, je nach Projektstruktur, auch großen Einfluss auf die Energieträgerwahl haben.

Möglicherweise muss auch darüber nachgedacht werden, die Präsenz des Themas in der Ausbildung zu verstärken, sowohl in der Ausbildung im Handwerk als auch bei der Ausbildung von Planern scheint es geboten, das Thema frühzeitig bekanntzumachen.

72 % der Befragten nennen die Fachpresse, 51 % nennen Forschungsberichte als Informationsquelle zur Abwasserwärmerückgewinnung (*Frage 32: Haben Sie auf einem dieser Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört?*), Seminare und Konferenzen werden mit 26 bzw. 25 % relativ wenig genannt werden,

Augenfällig aber ist eine sehr geringe Wahrnehmung des Themas in Tagespresse (9 %) und Werbung (10 %). Es lässt sich vermuten, dass hier ein Zusammenhang besteht zwischen geringem Informationsstand in der breiten Öffentlichkeit und der daraus resultierenden geringen Nachfrage von Bauherren.

67 % der Befragten (*Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?*) fühlen sich auf die direkte Frage antwortend nicht ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert. Auf die offene Frage, was die Gründe für mangelnde Informationen sind, wird schwerpunktmäßig auf fehlende Fachpublikationen und generell geringe mediale Präsenz verwiesen.

Hieraus lässt sich ableiten, dass eine Steigerung der medialen Präsenz sich sehr wahrscheinlich günstig auf eine Nachfrage der Bauherren nach Abwasserwärme auswirken könnte.

Nach der Auswertung und Interpretation konnte festgestellt werden, dass das ursprünglich erwartete Hemmnis, dass nicht genügend Information über die AWN vorhanden ist, bestätigt wurde.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei den verfolgten Zielen nach der Analyse Aussagen zum

- Wissensstand und AWN-Realisierungsgrad
- zur Beurteilung der Akteure bezüglich der Einsatzchancen des AWN-Realisierungsgrades
- zur Beurteilung der Einsatzchancen der AWN

getroffen werden können.

Als Ergebnis aus der Umfrage kann, in aller Kürze ausgedrückt, gesehen werden, dass

- einerseits eine hohe Bereitschaft zur Nutzung der Abwasserwärmenutzung vorhanden ist
- andererseits aber Defizite in der Kenntnis der Technik bestehen
- Bedenken bezüglich der Wirtschaftlichkeit
- Unsicherheiten im rechtlichen Bereich,
  - Genehmigung, Betrieb
  - Einordnung in einen Rechtsrahmen (wie das EEG)

bestehen.

Sinnvoll wäre zum Beispiel auf die Komplexität bei Planung, Ausschreibung und Abnahme von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung hinzuweisen und daraus folgend vor allem mögliche Vorgehensweisen vorzuschlagen (vgl. [50] – [53]).

Es konnte auch festgestellt werden, dass zwar technische Ausführungen, beispielsweise von Seiten mancher Bundesländer, vorliegen, diese aber keinen fördernden Einfluss auf die Anzahl der Anwendungsfälle zu haben scheinen. Aus diesem Grund ergeben sich aus der weiteren Auswertung der Befragung heraus die in Kap. 11 beschriebenen Handlungsfelder.

Mediale Präsenz bedeutet aber auch, dass sowohl Hersteller als auch Kommunen gefordert sind, Informationen an eine potenzielle Zielgruppe zu bringen, die zum Teil keine Kenntnis von der Technologie und den Potenzialen besitzt oder sich mangels weiterer Information nicht tiefergehend dafür interessiert. Vieles deutet darauf hin, dass beispielsweise ein konzertiertes Zusammenwirken derjenigen, die Informationen bereitstellen könnten, eine deutlich höhere Präsenz in der Tagespresse bewirken könnte. Hier sind beispielsweise Kammern, Generalunternehmer, Generalübernehmer, Kommunen und Handwerk gefordert, durch eigene oder miteinander vernetzte Marketingmaßnahmen die Bekanntheit des Potenzials der Abwasserwärmenutzung zu erhöhen.

Ausgehend von den Aussagen in *Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?* dass sich 67 % der Befragten nicht ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert fühlen und andererseits nur 26 % über Seminare bzw. 25 % sich über Konferenzen Informationen bezieht, werden einerseits intensivere Marketingmaßnahmen vorgeschlagen, ergänzt durch beispielsweise die verschiedenen Formen von persönlicher Wissensvermittlung wie Seminare, Veranstaltungen und Podiumsdiskussionen, um den Wissenstransfer zu steigern.

Im Wesentlichen sollten hier Forschungsinstitutionen, Abwasserträger, Energieagenturen/Energieberater sowie Architekten/Ingenieure eingebunden sein. Dies ergibt sich aus der*Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?*Anhand der Aussagen in *Frage 32: Haben Sie auf einem dieser Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört?* kann davon ausgegangen werden, dass in der Fachpresse das Thema ausreichend thematisiert zu sein scheint (72 %), weswegen hier kein vorrangiger Handlungsbedarf gesehen wird, wogegen das Thema in der Tagespresse (9 %) unterrepräsentiert erscheint. Eventuell wären hier Maßnahmen in Form von Kampagnen wie beispielsweise für Wärmedämmung mit dämmen-lohnt.sich.de [54] sinnvoll.

Ausgehend von den Aussagen der Befragten, dass das Tagesgeschäft wenig Zeit lässt (*Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*), sich mit neuen Inhalten zu beschäftigen, liegt eine möglichst niedrigeschwellige Zugänglichmachung von Informationen zur Thematik nahe.

Für die verschiedenen Beteiligten kann dies in unterschiedlichen Abstufungen geschehen. Zunächst wäre als eine der ersten Maßnahmen Podiumsdiskussionen zu nennen, die in verschiedener Ausgestaltung einerseits relativ niedrigschwellig Fachbeteiligte zusammenbringen und andererseits eben diese Fachbeteiligte in einen Kommunikationsprozess einbinden, der es erlaubt, die drängendsten Problempunkte zu identifizieren. Wünschenswert wäre hier, dass auch Hersteller und Vertreter des Handwerks eingebunden werden. Diese Podiumsdiskussionen sollten moderiert sein, um eine geordnete Abarbeitung der Themenbereiche gewährleisten zu können, hier steht der Vermittlungscharakter im Vordergrund. Diese Podiumsdiskussionen könnten regional verteilt stattfinden.

Ein weiterer Schritt wären Seminare, bei denen ein oder mehrere Referenten, die mit Fachvorträgen verschiedene Seiten der Thematik behandeln. Denkbar wäre auch, dass sich hier Hersteller beteiligen.

Darauf aufbauend könnten gesponserte Veranstaltungen konzipiert werden, die dann in einem größeren Rahmen stattfinden könnten. In diesem Falle würden beispielsweise Hersteller und Unternehmen deutlich stärker in den Vordergrund treten, sie würden bereits auf Werbemitteln auftauchen und mit Ständen vor Ort vertreten sein. Begleitet würden diese Veranstaltungen mit ausführlicher PR-Arbeit im Vorfeld und danach.

Als Instrument der Öffentlichkeitsarbeit sollten in diesem Falle auch Whitepapers in Betracht gezogen werden, da sie grundsätzlich einen schnellen Überblick über einen Themenbereich mit Hilfe von komprimiertem und leicht erfassbar strukturiertem Expertenwissen ermöglichen. Dies kann in Form von Anwender- und Produktbeschreibungen, Vor- und Nachteilsbeschreibungen, Kostenbetrachtungen oder auch Marktforschungsergebnissen geschehen, da keine Werbebotschaften vermittelt, die zum Kauf eines Produkts führen sollen, sondern das Ziel der Wissensvermittlung im Vordergrund steht. Daher muss das Whitepaper den Bezieher bzw. Leser inhaltlich einen konkreten Nutzen verschaffen, beispielsweise konkrete Problemlösungen, Beschreibungen von konkreten Anwendungsbeispielen, Analysen der verschiedensten Gebiete der Thematik, Best-Practice-Beispielen oder Beschreibungen der Nutzererfahrungen, die sowohl von Seiten der Nutzer als auch der Anbieter laufend aktualisiert werden könnten. Hier steht sowohl die niederschwellige Informationsvermittlung der Zielgruppe im Vordergrund als auch die Möglichkeit, den Nutzerkreis schnell und unaufwändig erweitern zu können.

Überdies werden Inhalte oft, sofern sie einen Zusatznutzen besitzen, in der Zielgruppe weitergeleitet. Hierdurch kann ein Multiplikationseffekt erzielt und damit auch eine stärkere Vernetzung der Akteure erreicht werden. Wichtig ist hier, möglichst viele Kanäle wie E-Mail-Benachrichtigungen/Newsletter, Onlineforen mit Fachbezug oder die sozialen Medien zu nutzen und die Fachpresse zu informieren.

Da die oben beschriebenen Anwender- und Produktbeschreibungen, Vor- und Nachteilsbeschreibungen, Kostenbetrachtungen auch einen Aspekt darstellen, der von den Befragungsteilnehmern beschrieben wurde, liegt es nahe, diese Publikationsform zu nutzen um die Vorteile der AWN bekannter zu machen und dadurch Anwendungsfälle zu erhöhen.

Diese Maßnahmen könnten ergänzt werden durch gezielte Maßnahmen zur Schulung und Beratung, hinreichend niedrigschwellig umsetzbar, beispielsweise durch Webinare.

Auf Basis der bisherigen Ergebnisse liegt der Schluss nahe, dass diese Herangehensweise, in diesem Fall vielversprechender ist als eine Informationsvermittlung in Form beispielsweise einer Broschüre mit den zusammengefassten Inhalten zur Thematik.

10.4.2
Detaillierte Darstellung der Befragungsergebnisse bezüglich des Informationsbezugs zum Thema Abwasserwärmenutzung

Als ein wichtiger Aspekt wurde häufig genannt, dass ein Informationsdefizit bestehe, entweder bei den Planern selber oder bei den Bauherren.

Die Antworten auf die Frage *Haben sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört* (***Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört?***) zeigt einen Schwerpunkt auf Hochschulen und Universitäten, danach folgen Energieagenturen und Energieberater gefolgt von den Verbänden.

Wenn Befragungsteilnehmer direkt gefragt werden, auf welchem Wege sie vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört haben (***Frage 32: Haben Sie auf einem dieser***

Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört?), werden mit 72 % die Fachpresse genannt, gefolgt von Forschungsberichten mit 51 %. Dieser hohe Anteil war bei Fachleuten zu vermuten, erstaunlich aber ist, dass Seminare und Konferenzen mit 26 bzw. 25 % relativ wenig genannt werden, obwohl diese sich ausschließlich an eine Fachöffentlichkeit wenden.

Sehr auffallend aber ist, dass eine sehr geringe Wahrnehmung in Tagespresse (9 %) und Werbung (10 %) stattfindet.

67 % der Befragten fühlen sich laut Aussage zur *Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?* nicht ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert, auf die offene Frage, was die Gründe für mangelnde Informationen sind, wird schwerpunktmäßig auf fehlende Fachpublikationen und generell geringe mediale Präsenz verwiesen.

Bei Betrachtung der Schwerpunkte bei der Beantwortung der Frage, woher die Befragten gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen würden, kann ein relativ eindeutiger Schwerpunkt bei Forschungsinstitutionen festgestellt werden, was sich mit der Aussage deckt, woher die Informationen bisher tatsächlich bezogen wurden.

Auch Energieagenturen und Energieberater sind entsprechend der Frage »Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte« (*Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört?*) bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört ähnlich repräsentiert. Die Kategorien Architekten, Ingenieure, TGA-Planer entsprechen auch ungefähr der Verteilung der o. g. Frage. Diese Einschätzung der Befragten diese Fragestellung betreffend lässt den Schluss zu, dass im Wesentlichen Informationen von Forschungsinstitutionen, von Energieberatern und -agenturen sowie von Architekten und Ingenieuren erwartet werden und diese auch vermittelt werden. Auffällig ist, dass sehr wenig Erwartung an das Handwerk und an Generalübernehmer und Generalunternehmer gestellt werden, obwohl hier zu vermuten wäre, dass hier eine Multiplikationswirkung zu erzielen wäre.

Die Frage, ob Informationen von einer oder mehreren Quellen zu einer konkreten Umsetzung geführt hat, lässt erkennen, dass Informationen alleine zum Thema bisher nicht direkt zu konkreten Umsetzungen führen, denn nur 16 % der Befragten haben hier mit *Ja* geantwortet.

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört?

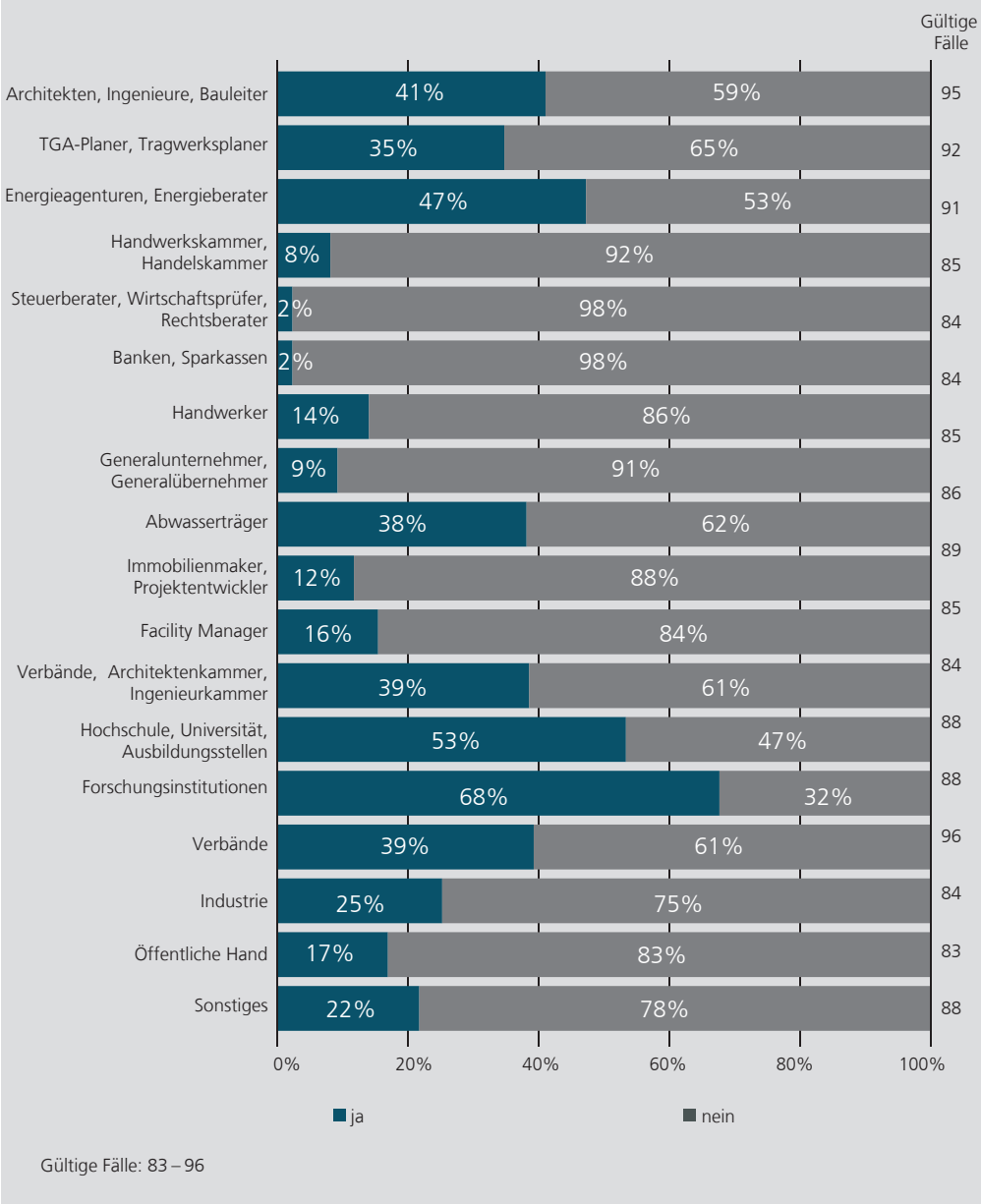


Abb. 33: Ergebnis Frage 31

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Regelwerk DWA (Verbandsarbeit)*
- *Hersteller*
- *Zertifizierungsstelle Energiemanagement*
- *VDI-Nachrichten*
- *Passivhaus Institut*
- *Presse*
- *DWA*
- *Battelle Institut Februar 1979*
- *XING*
- *Hersteller*
- *Stadtwerk*
- *Fachliteratur*

Frage 32: Haben Sie auf einem dieser Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört?

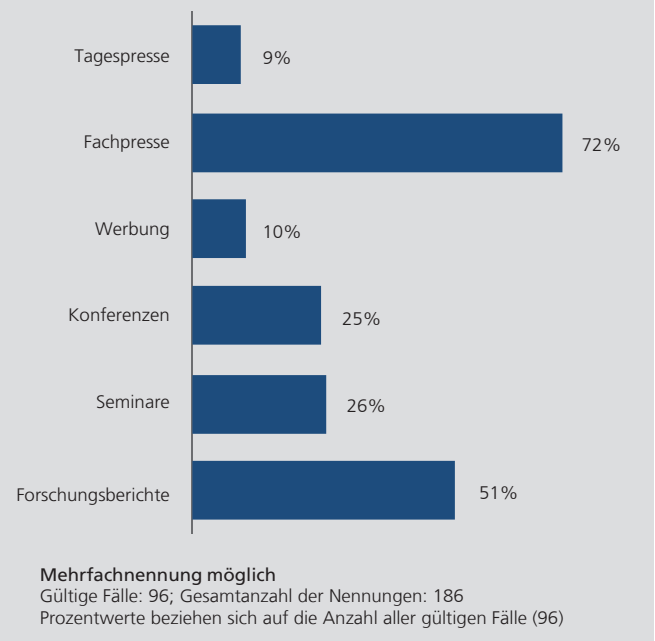


Abb. 34:
Ergebnis Frage 32

Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?

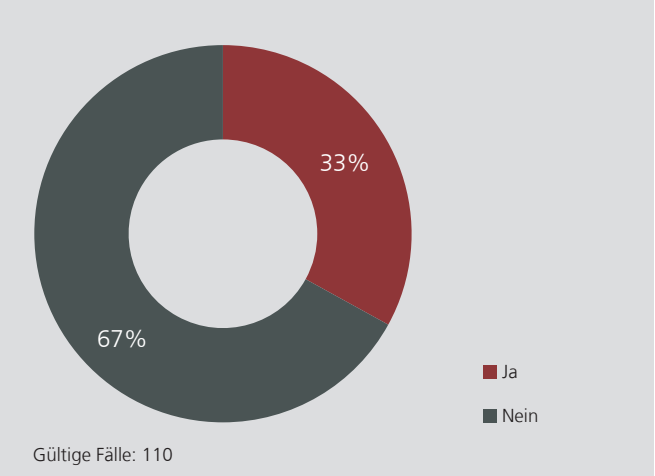


Abb. 35:
Ergebnis Frage 33

Nennungen aus dem Feld »Nein, was sind die Gründe dafür?«

Die folgenden Antworten aus dem Feld sind, um einen besseren thematischen Überblick zu ermöglichen, thematisch grob zugeordnet.

Information / Kommunikation

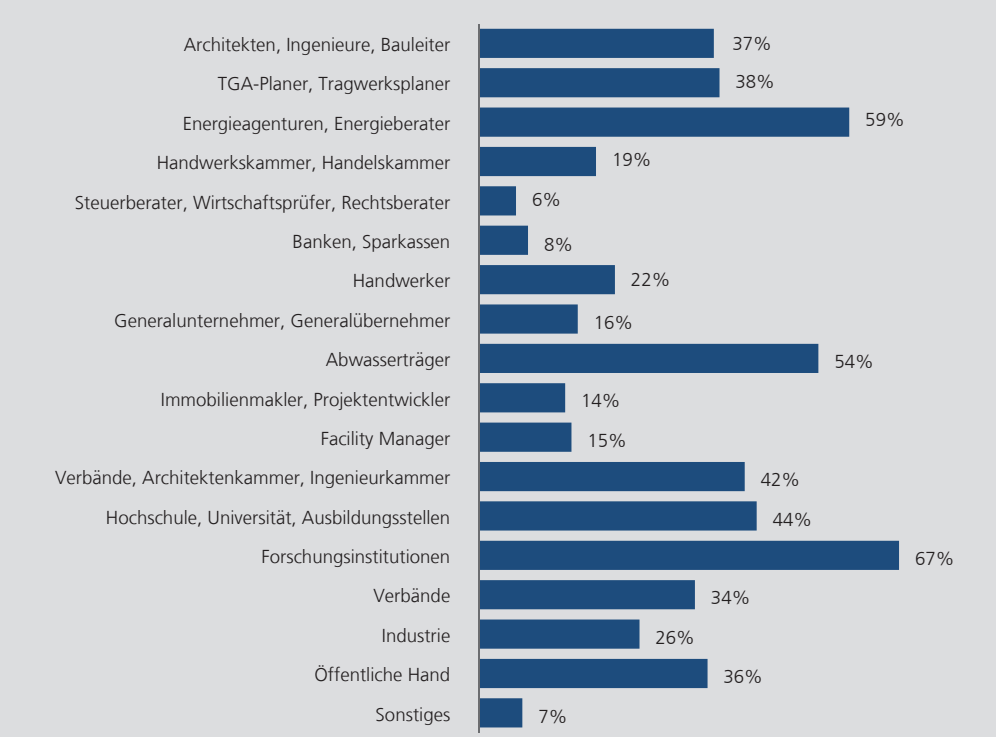
- *Stand der kommunizierten Forschung*
- *Zur Zeit noch eher unbekannte und wenig etablierte Technik*
- *Eine immer noch sehr zurückhaltende Berichterstattung und bei Kongressen wie der DWA / BWK ein wenig betrachtetes Thema*
- *Zu wenig Publikationen*
- *Das Thema ist bisher kaum im Bewusstsein der Öffentlichkeit, der Presse*
- *Nicht genügend thematisiert*
- *Zu unbekannt, System noch nie richtig erklärt bekommen*
- *Das mangelnde Interesse der Bauherren und der finanzielle Mehraufwand*
- *Fehlende Publikationen*
- *Habe bisher noch nie davon gehört*

- *Fehlende Informationen zu Auslegungskriterien besonders in Richtung Ausparafinisierung von fetthaltigen Abwässern*
- *Es müsste stärker in der Öffentlichkeit dargestellt werden*
- *Wenig in Fachpresse vertreten*
- *Zu wenig Lobby*
- *Besonders informativ sind Praxisbeispiele. Aktuell noch nicht viele Umsetzungen.*
- *Gibt es eine Website?*
- *Bisher völlig unbekannt*
- *Interesse ist gering keine Akzeptanz*
- *War bis jetzt nicht bekannt*
- *Thema ist einfach nicht präsent*
- *Informationen fehlten*
- *Ist noch nicht bekannt genug, oder nicht ausgereift*
- *Dürftige Publikationen*
- *Leider keine umfangreich durchgeführte Tests vorhanden*

Andere Gründe

- *Zu wenig Praxiserfahrung im Gesamtkontext (Energiestrom im Abwasser, Energiequellen wie Waschcenter, Nutzung der Energie für die biologischen Prozesse in der Kläranlage, potenzielle Energie für den Wärmetauscher im Abwassersystem)*
- *Kommt als energetisch / wirtschaftliches Konzept bei kleinen Wohnanlage kaum in Betracht, noch nicht einmal bei Passivhäusern*
- *Kommt aus dem Tiefbau, Stadtentwässerung, Absorber kein Erfahrungsfeld der TGA-Hochbauplanung*
- *Die genannten Beispiele waren zu abstrakt, nachvollziehbare Berechnungsansätze fehlten.*
- *Es ist nicht Gegenstand der Energiewende.*
- *Verändertes Aufgabengebiet als Tätigkeitsschwerpunkt*
- *Kein Interesse von Auftraggebern*
- *Zu wenig Fallbeispiele im Wohnbestand*
- *Entwicklung des technologischen Fortschritts bei Wärmetauschern im Schmutzwasserbereich*
- *Kein Anwendungsfall*
- *Zu wenig Angebote*
- *Andere Präferenzen derzeit*
- *Zu wenig Zeit*
- *Zu wenig realisierte Projekte*
- *Zu wenig Zeit*
- *Berührt derzeit mein berufl. Fach-Gebiet noch / ›nur‹ peripher.*
- *Das Thema findet kaum Beachtung in der Presse.*

Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?



Mehrfachnennung möglich
Gültige Fälle: 102; Gesamtanzahl der Nennungen: 554
Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl aller gültigen Fälle (102)

Abb. 36: Ergebnis Frage 34

Frage 35: Haben Informationen von einer oder mehreren Quellen zu einer konkreten Umsetzung geführt?

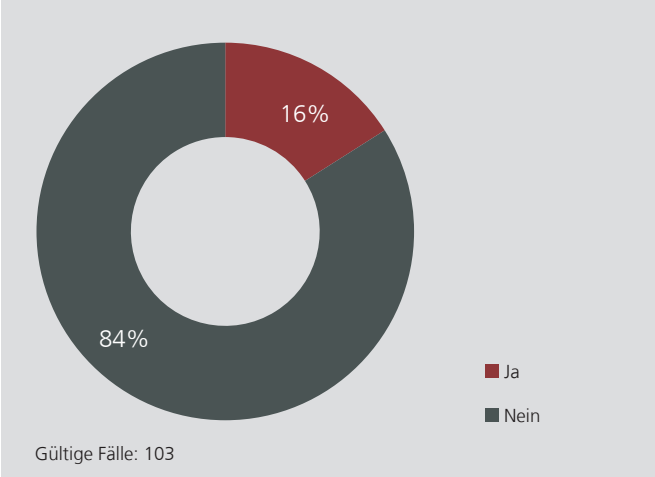


Abb. 37:
Ergebnis Frage 35

Frage 36: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert? Falls ja, woher stammte die Information?

- *Hersteller von Wärmeübertragern*
- *Verwaltungen, Ing.-Büros, Energieunternehmen*
- *DBU, Planer*
- *Verband, Fachplaner, öffentliche Hand*
- *TGA-Ingenieurbüro*
- *TU Dresden*
- *Tagung in Stuttgart*
- *Eigene Recherche*
- *Institut für Rohrleitungsbau in Oldenburg*
- *Fachpresse*
- *TU Berlin, DBU, TGA-Planer*
- *Fachberichte*
- *Aus einem Forschungsbericht aus dem Jahre 1980.*
- *Planungsbüro, das sich mit dem Thema beschäftigt*
- *Zeitschrift TGA-Fachplaner*

Frage 37: Welches Ziel soll eine Beratung zum Thema Abwasserwärmenutzung erreichen?

- *Frühestmöglich die Entscheider Planer und alle weiteren Akteure in einem gemeinsamen Gespräch auf den gleichen Wissensstand bringen.*
- *Aufklärung über die notwendigen Randbedingungen, Abwägung der Vor- und Nachteile*
- *Effizienzsteigerung, Wirtschaftlichkeit*
- *Technische Umsetzbarkeit, Kosten-Nutzen Faktor (Nutzen ist hier für mich persönlich ohne Frage, u. U. seitens der Bauherrschaft)*
- *Rahmenbedingungen, wann Abwasserwärmenutzung wirtschaftlich ist kennen, potenzial von Liegenschaften und quartieren abschätzen können, benötigten errichtungsaufwand, benötigte wartungsaufwand/-kosten kennen*
- *Einbindung in die bestehende Heizanlage*
- *Kosten-Nutzen-Analyse*
- *Kreis der Planungsbeteiligten festlegen/ermitteln Leistungen ermitteln Einbaubedingungen und Voraussetzungen erörtern Kostenstruktur für Invest, Unterhalt und im Bezug auf ct/kWh*
- *Wirtschaftliche*
- *Grunds. Möglichkeiten aufzeigen*
- *Basiswissen*
- *Sorglos-Paket*
- *Die Bauherrn davon zu überzeugen, dass ein wirtschaftlich sinnvolles Einsparpotential damit ohne großen Aufwand erschlossen werden kann.*
- *Eine Beratung ist z. Z. nicht gewünscht aber Informationsmaterial per E-Mail.*
- *Dimensionierung, Einsatzgrenzen – Energieeinsparung*
- *das es umgesetzt werden könnte.*
- *Entscheidungshilfe, ob sie für das jeweilige Projekt sinnvoll ist.*
- *Konzeptideen*
- *Angepasste wirtschaftliche technische Lösung*
- *Ressourcen aus dem Kanalnetz und/oder Pumpwerke*
- *Zentrale Brauch- und/oder Heizwassererwärmung mit elektrischen oder fossilen Wärmepumpen (Speicherprinzip) ergänzt durch konventionelle Nachheizung. Zentrale Brauchwassererwärmung durch Gleichstromwärmetauscher (Speicherprinzip)*
- *Einsatzmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung*
- *Nachweis für eine wirtschaftliche Umsetzung*
- *Erste Info*

– *Vorhandene Energiequellen zu nutzen um Primärenergien zu schonen.*
– *Abwasserwärmenutzungs-kataster*
– *Darlegung der technischen Möglichkeiten*
– *Umweltrelevante Überzeugungsarbeit und Kostenvergleich.*
– *Ausschließlich im Neubaubereich wirtschaftlich umsetzbar!*
– *Eine Möglichkeit der Schonung von Ressourcen*

Umfrageergebnisse nach thematisch gegliederten Untergruppen

Frage 38: Haben Sie Ansprechpartner und ausreichend Information als Entscheidungsgrundlage?

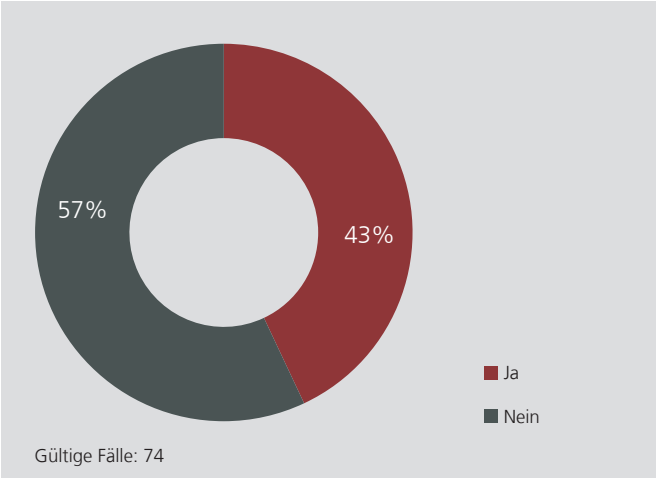


Abb. 38: Ergebnis Frage 38

10.5 Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit

10.5.1 Zusammenfassung Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit

61 % der Befragten sind der Ansicht, dass aktuell viele Heizungsanlagen in Gebäuden zu erneuern sind (*Frage 39: Sind aus Ihrer Sicht aktuell viele Heizungsanlagen in Ihren Bestandsgebäuden / Projekten zu erneuern?*), was nicht zwangsläufig den tatsächlichen Marktgegebenheiten entsprechen muss, aber die Einschätzung der Befragungsteilnehmer verdeutlicht. Hier besteht die Wahrnehmung, dass momentan eine Modernisierungswelle im Bereich Heizung stattfindet. Wird angenommen, dass ein Großteil der Befragten auch als Entscheider in diesem Bereich agiert oder zumindest aufgrund des beruflichen Hintergrundes einen guten Überblick über das Geschehen hat, so kann angenommen werden, dass die Einschätzung tendenziell die Marktrealität widerspiegelt.

Die dieser Einschätzung gegenübergestellte Frage, ob andere Investitionen in die Immobilien hinderlich sind, ist insofern aufschlussreich, weil hier ein Aspekt einer konkreten Konkurrenzsituation abgefragt wird, die ausschlaggebend für eine Entscheidung gegen die Nutzung von Abwasserwärme sein kann.

An erster Stelle werden hier Wärmedämmarbeiten genannt (*Frage 40: Verhindern Ihrer Einschätzung nach andere Investitionen in die Immobilien den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?* Und *Frage 41: Welche sonstigen Investitionen verhindern Ihrer Meinung nach die Anwendung der Abwasserwärmenutzung?*), gefolgt von Instandhaltungsarbeiten mit 53 % und Investitionen in Umbauten und Erweiterungen. Das ist insofern hervorzuheben, da Instandhaltungsmaßnahmen ebenso wie Umbauten / Erweiterungen nicht direkt in Zusammenhang mit der Energieeffizienz

eines Gebäudes stehen, wohl aber Wärmedämmarbeiten. Hier stehen demnach zwei Maßnahmen, die die Energieeffizienz eines Gebäudes verbessern, in direkter Konkurrenz zueinander.

65 % der Befragten sind der Meinung, dass andere Investitionen in die Immobilien den Einsatz der Abwasserwärmenutzung verhindern, insofern ist davon auszugehen, dass ein Großteil der möglichen Abwasserwärmeanlagen zugunsten anderer Investitionen, womöglich Wärmedämmmaßnahmen, zurückgestellt wird. Hier wäre es hilfreich, diese Konkurrenzsituation durch geeignete Maßnahmen aufzulösen, wie beispielsweise als weitere Maßnahme die bereits vorher beschriebene Erweiterung der Fördermaßnahmen und die Aufnahme der Abwasserwärmenutzung als erneuerbare Energie.

Die Einschätzung der Befragten hierzu (*Frage 42: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle von Abwasserwärmenutzung erhöhen?*) spricht eine deutliche Sprache, 82 % tendieren mehr oder minder deutlich (42 % Antworten mit ja, 40 % mit eher ja) zu der Aussage, dass Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle erhöhen könnte. Ablesbar ist hier, wenn man die Antworten zu den Antworten bezüglich der wirtschaftlichen Aspekte in Zusammenhang setzt, dass durch die relativ geringe Zahl der realisierten Anlagen und des wahrgenommenen Informationsdefizites eine Unsicherheit in Bezug auf die Einschätzung die Wirtschaftlichkeit besteht. Auch hier würden Fördermaßnahmen wahrscheinlich helfen, diese Unsicherheiten zu verringern.

Das grundsätzliche Einsparpotenzial der Abwasserwärmenutzung ist jedoch nur wenigen Befragten bekannt, was die schon in Kap. 10.4 beschriebenen Aussagen in Bezug auf ein Informationsdefizit bestätigt.

Neben der Aufnahme in Förderprogramme und der Einordnung bzw. Definition als erneuerbare Energie sind daher vorrangig die Verbreitung der Darstellung der Wirtschaftlichkeit und der Methoden notwendig (*Frage 42: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle von Abwasserwärmenutzung erhöhen?* und *Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt?*).

10.5.2
Detaillierte Darstellung der Befragungsergebnisse Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit

Aus der Sicht von 61 % der Befragten (*ja* 10 %, *eher ja* 51 %) sind aktuell viele Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden zu erneuern. Auf die sich daraus ergebende Frage, ob andere Investitionen in Immobilien den Einsatz der Abwasserwärmenutzung verhindern, antworten 26 % mit *ja* und 39 % mit *eher ja*, 65 % neigen also mehr oder minder entschieden der Aussage zu, dass Bauherren und Investoren anderen Investitionen den Vorzug gegenüber Investitionen in Abwasserwärmenutzungsprojekte geben. Daraus lässt sich schließen, dass in der Wahrnehmung der Befragten eine Konkurrenzsituation zwischen diesen Investitionen besteht.

Insbesondere werden an dieser Stelle (*Frage 41: Welche sonstigen Investitionen verhindern Ihrer Meinung nach die Anwendung der Abwasserwärmenutzung?*) Investitionen in Wärmedämmung (70 %), Instandhaltungsarbeiten (53 %) sowie Umbau- und Erweiterungen (47 %) genannt. Sowohl Instandhaltungsarbeiten als auch Umbau- und Erweiterungen können, legt man die Einordnung der Maßnahmen als energetische Ertüchtigung an, nicht direkt als Konkurrenzinvestition bewertet werden, während Wärmedämmarbeiten eher als direkte Konkurrenzinvestition beurteilt werden

könnte, da diese Investition primär das Ziel verfolgt, den Energieeinsatz im Gebäudebetrieb zu vermindern.

Ziemlich eindeutig in der Einschätzung, ob Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle erhöhen könnten, ist die Aussage der Befragten zu dieser Frage, 42 % antworten mit *ja*, 40 % mit *eher ja*, was darauf hinzuweisen scheint, dass Förderprogramme in diesem Zusammenhang als grundsätzlich positiv und für die Steigerung der Anwendungsfälle förderlich angesehen werden. Diese Einschätzung ist auch nicht grundsätzlich unvorhersehbar, da in einigen der vorangegangenen Fragen, deutlich auf Unsicherheiten der Befragten in den Bereichen Bewertung der Wirtschaftlichkeit festgestellt wurden.

Nur knapp weniger als die Hälfte der Befragten gab allerdings bei der Frage, ob ihnen das wirtschaftliche Einsparpotenzial der Ressource Abwasserwärme bekannt ist, an, dass ihnen dieses Potenzial bekannt ist, was sich den vorher getroffenen Aussagen zuordnen lässt, dass zum Teil eindeutige Defizite bezüglich der Informationen über die Technologie generell von den Befragungsteilnehmern festgestellt werden.

Frage 39: Sind aus Ihrer Sicht aktuell viele Heizungsanlagen in Ihren Bestandsgebäuden / Projekten zu erneuern?

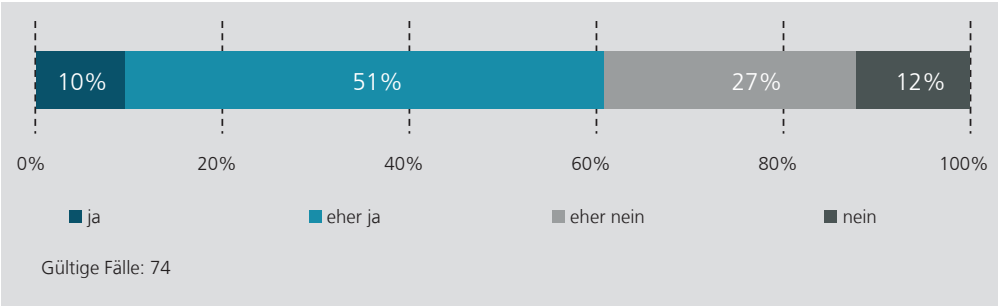


Abb. 39: Ergebnis Frage 39

Frage 40: Verhindern Ihrer Einschätzung nach andere Investitionen in die Immobilien den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?

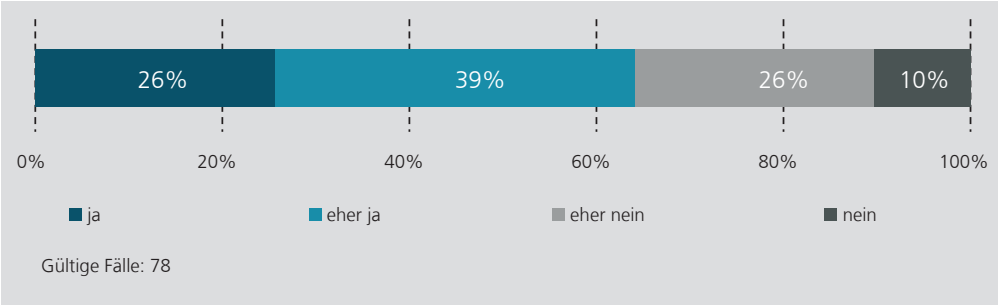
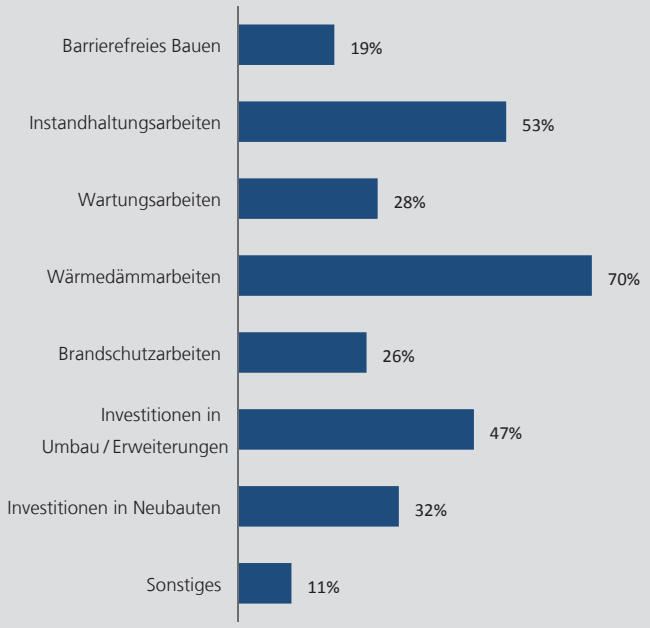


Abb. 40: Ergebnis Frage 40

Frage 41: Welche sonstigen Investitionen verhindern Ihrer Meinung nach die Anwendung der Abwasserwärmenutzung?



Mehrfachnennung möglich
Gültige Fälle: 47; Gesamtanzahl der Nennungen: 134
Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl aller gültigen Fälle (47)

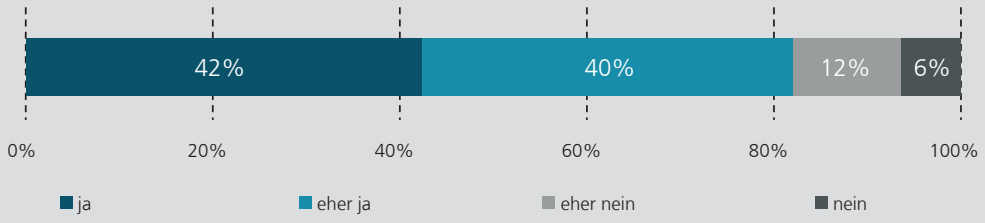
Abb. 41:
Ergebnis Frage 41

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Die Abwasserwärmenutzung erfordert Anfangsinvestitionen während der Investor an günstigen Preisen Interesse hat.*
- *Hohe Baukosten allgemein, geringe Energiekosten, zu hoher Energiebedarf der Gebäude, san. Altbau oder Neubau*
- *Bevorzugung optischer Highlights in der Sanitärinstallation vor technisch sinnvollen Lösungen*
- *Energiekosten sind zu niedrig*
- *Aufzug, Tiefgarage, Radon*

Ist die Vielfalt der wärmeenergetischen Möglichkeiten hinderlich für den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?

Frage 42: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle von Abwasserwärmenutzung erhöhen?



Gültige Fälle: 78

Abb. 42:
Ergebnis Frage 42

Frage 43: Sind Ihnen wirtschaftliche Einsparpotenziale durch die Ressource Abwasserwärmenutzung bekannt?

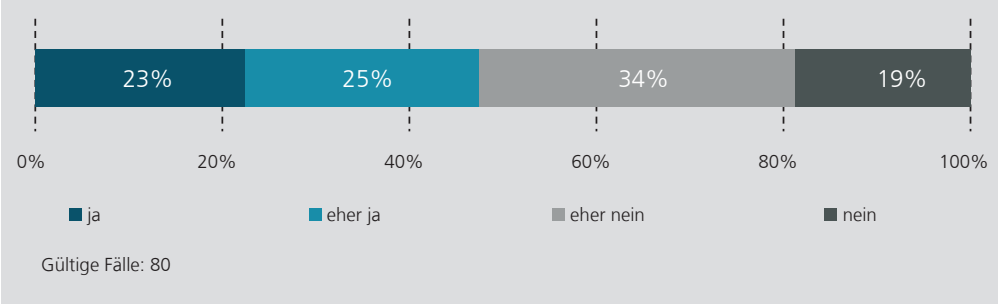


Abb. 43:
Ergebnis Frage 43

Frage 44: Ist Ihrer Einschätzung nach die Abwasserwärmenutzung in der Regel wirtschaftlich?

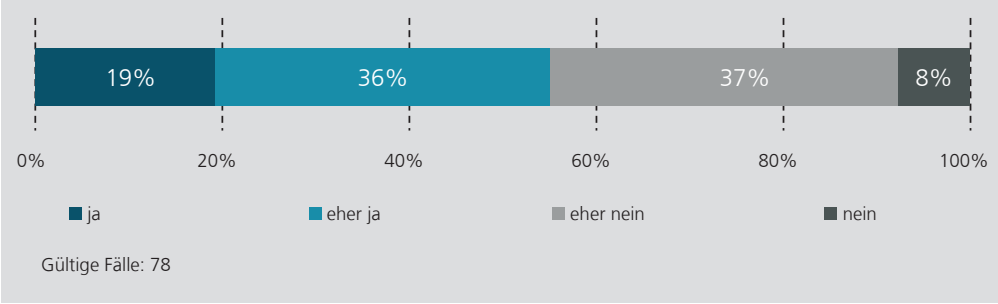


Abb. 44:
Ergebnis Frage 44

Frage 45: Sind Ihnen wirtschaftliche Einsparpotenziale durch die Ressource Abwasserwärme bekannt?

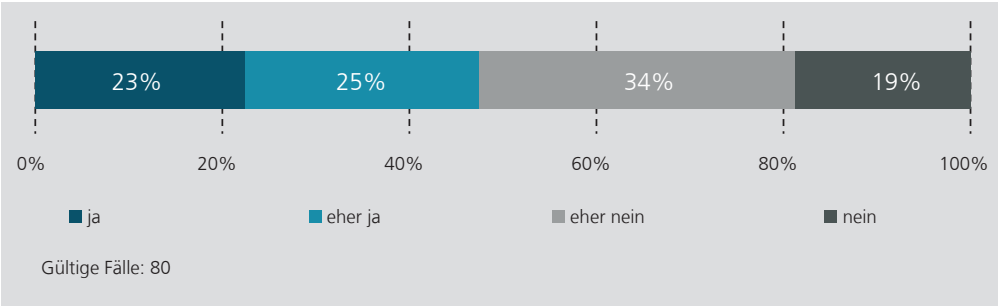


Abb. 45:
Ergebnis Frage 45

Frage 46: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern?

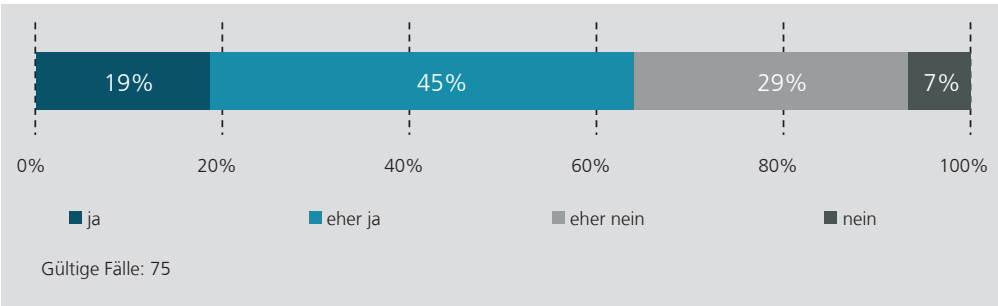


Abb. 46:
Ergebnis Frage 46

10.6
Einschätzung der zukünftigen Anwendung der Abwasserwärmenutzung und Wahrnehmung von Hemmnissen

10.6.1
Zusammenfassung der Einschätzung der zukünftigen Anwendung der Abwasserwärmenutzung und Wahrnehmung von Hemmnissen

Auf die etwas konkreter gestellte Frage (*Frage 21: Wird bei Ihnen aktuell die konkrete Umsetzung der Abwasserwärmenutzung diskutiert?*), ob die Nutzung der Abwasserwärme schon konkret diskutiert wurde, fallen die Antworten mit 12 % *ja* und 14 % *eher ja* sehr zurückhaltend aus. Wenn schon bei der Diskussion des Befragungsgegenstands als einer relativ niedrigschwelligen Stufe der Beschäftigung mit der Thematik eine solch geringe Beteiligung festgestellt wurde, könnte dies als Hinweis darauf gewertet werden könnte, dass die AWN in der Wahrnehmung im Arbeits- und Projektumfeld sehr gering ist. In Zusammenhang mit den Ausführungen in Kap. 10.4 und der *Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?* und *Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?* wäre daher abzuleiten, dass dieser Wahrnehmungsgrad in Zusammenhang mit der als unzureichend eingestuften Informationsdichte zu sehen ist.

Ziemlich eindeutig ist die Einschätzung der Befragten bei der *Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt?* mit 57 % *ja* und 30 % *eher ja*. Diese Einschätzung lässt darauf schließen, dass die Mehrzahl der Befragten eine Hinzuzählung zu den erneuerbaren Energien befürwortet und dass daher als Maßnahme zur Steigerung der Anwendungsfälle ein stärkeres Hinwirken auf die Berücksichtigung der AWN als erneuerbare Energie notwendig erscheint.

Zur Frage *Was schätzen Sie, für wie viele Gebäude in Ihrem Projektumfeld oder Einzugsgebiet wäre es möglich, Abwasserwärmenutzung zu realisieren? (Frage 48)* ist anzumerken, dass bei den Nennungen zwischen null möglichen Gebäuden und einer als unbegrenzt eingeschätzten Anzahl möglicher Gebäude kein eindeutiger Schwerpunkt festgestellt werden konnte. Die Bandbreite der Antworten lässt darauf schließen, dass die Mehrzahl der Befragten bei dieser Frage jedoch zumindest im direkten Umfeld Potenzial für die Nutzung der Abwasserwärme sieht.

Als Begründung für die Nutzung der Abwasserwärme in *Frage 49: Begründung (weshalb geschätzt wird, für wie viele Gebäude im Projektumfeld oder Einzugsgebiet es möglich wäre, Abwasserwärmenutzung zu realisieren)* wird von 68 % angeführt, dass genügend Abwasser zur Verfügung steht, 49 % meinen, es wäre innovativ und immerhin 38 % meinen bei dieser Fragestellung, dass es wirtschaftlich wäre.

Das grundsätzliche Potenzial in Form der Menge des Abwassers wird also positiv eingeschätzt, was in Verbindung mit der *Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?* vermuten lässt, dass sich ausreichende Information zu Abwassermengen in Form von Katastern zu Abwasserwärme, Abwassermenge und Wärmebedarf (vgl. Kap. 10.3.2) bei diesem Themenbereich als sehr hilfreich erweisen könnte.

Anzumerken ist auch, dass 49 % der Befragten, die Nutzung der Abwasserwärme als innovativ einschätzen, woraus sich in Hinblick auf das festgestellte Informationsdefizit (vgl. Kap. 10.4) Marketingansätze ableiten lassen.

Was die Einschätzung der Leistung der Anlagen betrifft *Welche Leistung müssten diese Anlagen erbringen? (in kW) (Frage 50)*, ist bemerken, dass die Nennungen von 1 kW bis 1 000 kW reichen, aber in der Mehrzahl als Einzelnennungen bei insgesamt geringer Nennungszahl gewählt wurden, insofern ist hier keine eindeutige Tendenz erkennbar.

Bei der Einschätzung des Wärmebedarfs (*Wie viel Wärmebedarf decken sie derzeit in Ihrem Projektumfeld mit Abwasserwärme? (Frage 51)*) gibt es bei zum Teil geringer Nennungszahl sowohl bei der Einschätzung in Prozent als auch bei der Einschätzung in kW einen Schwerpunkt bei null, woraus sich schließen lässt, dass der Anteil der realisierten Anlagen selbst bei interessierten Befragungsteilnehmern sehr gering ist.

Nach der favorisierten Technik der AWN gefragt (*Frage 52: Welche Technik zur Nutzung der Abwasserwärme favorisieren Sie?*), verteilen sich die Antworten zu fast gleichen Teilen mit 39 % für die Entnahme mit Wärmetauscher im Gebäude und mit 40 % mit der Entnahme mit Kanalwärmetauscher im Kanal. 21 % der Befragten favorisieren die Entnahme im Kanal mit Bypass-Lösung und externen Wärmetauschern, was wenn man die Aussagen in Kap. 10.2 zu den bisherigen Erfahrungen mit AWN in Verbindung setzt, vermuten lässt, dass es keine eindeutige Bevorzugung einer Technologie gibt, aber auch keine Aussagen getroffen werden können, inwiefern eine der favorisierten Technogien eine höhere Zufriedenheit in der Erreichung der gesetzten Ziele ermöglicht.

Auch bei der *Frage 53: Welche weitere Heizanlage würden Sie für einen bivalenten Betrieb heute favorisieren?* ist kein eindeutiger Schwerpunkt in Hinblick auf eine bestimmte Technik der Heizanlage erkennbar.

Bei der *Frage 54: In Ihrem Projektumfeld sind in den nächsten 5 bis 10 Jahren prozentual wie viele Heizungsanlagen zu ersetzen?* ist zu erkennen, dass die Mehrzahl der Befragten, bei geringer Beantwortungsquote, angibt, dass eine relativ große Anzahl von Heizanlagen aus Ihrer Sicht zu ersetzen sind, was die Möglichkeit zur Definition eines Zeitfensters eröffnen könnte, in dem eine Erhöhung der Anwendung der Fallzahlen erreicht werden könnte.

Auch geben 60 % der Befragten an (*Frage 55: Ziehen Sie es in Betracht in Zukunft ein Projekt mit Abwasserwärme umzusetzen?*) in Zukunft die Umsetzung eines Projekts zur AWN in Betracht zu ziehen und knapp die Hälfte der Befragten gibt an, dass dies im Zeitraum von 2018 bis 2025 geplant werden könnte *Frage 56: Bis wann könnte ein Projekt mit Abwasserwärme bei Ihnen geplant sein?* bzw. dass ein Projekt in diesem Zeitraum realisiert werden könnte (*Frage 57: Bis wann könnte ein Projekt realisiert sein?*), was auch aus dieser Perspektive heraus auf das vorher genannte Zeitfenster hindeutet, wobei der zeitliche Umsetzungshorizont auch über diesen Zeitpunkt hinaus als positiv eingeschätzt wird, *Frage 58: Können nach Ihrer Einschätzung über 2025 hinaus Projekte entstehen?*, wobei hier ein Schwerpunkt, bei geringen Nennungszahlen, bei 2030 genannt wird.

In der *Frage 58: Können nach Ihrer Einschätzung über 2025 hinaus Projekte entstehen?* werden als Gründe für diese Einschätzung in großer Bandbreite auf die verschiedensten Faktoren verwiesen. Beispielsweise werden politische Impulse gewünscht, auf Förderungsansätze hingewiesen, das Potenzial und die Verfügbarkeit beschrieben, aber auch rückblickend auf schwierige Rahmenbedingungen verwiesen.

Bei der *Frage 59: Welche Kombinationen der Energieformen bei der Gebäudeheizung bevorzugen Sie nach Ihrem heutigen Wissenstand zur Gebäudebeheizung zukünftig?* gab es technische Probleme, Kombinationen zu erstellen. Es war nur

möglich, lediglich jeweils eine einzelne Auswahl zu treffen, so dass keine Aussage zu dieser Frage und diesen Fragenkomplex betreffend getroffen werden kann.

Trotz der beschriebenen technischen Schwierigkeiten ist von den Befragten eine Auswahl getroffen worden, die möglicherweise Hinweise auf die favorisierte Ergänzung zu einer Abwasserwärmenutzungsanlage gewählt worden. Auf die Frage *Welche Gründe gibt es dafür (für die Nennung der Kombination der Gebäudeheizung)? (Frage 60)* wurde verhältnismäßig ausführlich geantwortet, was bei einer technisch nicht funktionierenden vorangestellten und inhaltlich korrespondierenden Frage nicht zu erwarten war. Auch hier wurden inhaltlich breit gestreute Antworten gegeben, die aber einen gewissen Schwerpunkt in der Einschätzung der AWN als kostengünstige, überall verfügbare und technisch einfach nutzbare Möglichkeit vermuten lassen.

Auch die *Frage 61: Bis wann glauben Sie, werden Sie ein von Ihnen favorisierte Kombination konkret eingesetzt haben?* bezieht sich auf die technisch nicht funktionierende Frage nach den Kombinationsmöglichkeiten der Gebäudeheizung, aber hier gehen gut drei Viertel der Befragten davon aus, dass sie die von Ihnen favorisierte Kombination bis 2025 umgesetzt haben, was den Schluss zulässt, das kurz- bis mittelfristig Potenzial eingesetzt werden könnte.

Die Antworten auf die *Frage 62: Für wie wahrscheinlich halten Sie den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?* verteilen sich verhältnismäßig gleichmäßig auf die Antwortmöglichkeiten Quartier, Baugebiet und Straßenzug, so dass hier vermutet werden kann, dass von den Befragten Realisierungsmöglichkeiten bei allen drei Alternativen gesehen werden und auch daraus geschlossen werden kann, dass bei keinem der drei Alternativen Bedenken bezüglich der Realisierungsmöglichkeiten bestehen.

Als Hemmnisse werden in der Frage *Wo sehen Sie im Moment die größten Hemmnisse, die Sie hindern, Abwasserwärme zu nutzen? (Frage 63)* im wesentlichen Aspekte genannt, die sich inhaltlich grob in die Antwortgruppen Wirtschaftlichkeit, Information/Kommunikation/Erfahrungswerte, rechtliche Aspekte, technische Aspekte und Sonstiges unterteilen lassen.

Bei den wirtschaftlichen Aspekten werden hohe Kosten genannt, wobei nicht zuzuordnen ist, ob diese Aussagen auf Erfahrungswerten basieren oder vermutet werden.
In der Antwortgruppe Information/Kommunikation/Erfahrungswerte werden im Wesentlichen Informationsdefizite in den Bereichen Erfahrungswerte und generelle Information genannt. Bei den rechtlichen Aspekten kristallisiert sich bei dieser Frage kein Schwerpunkt heraus, ebenso wenig wie bei den technischen Aspekten (vgl. *Frage 66: Gibt es nach Ihrer Einschätzung rechtliche Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung?* und *Frage 67: Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es?*).

Uneinheitlich ist die Einschätzung der Befragten auf die *Frage 64: Wird aus Ihrer Sicht der Einsatz der Abwasserwärme frühestens nach Ablauf der aktuellen Lebensdauer der Heizanlagen möglich sein?*, knapp über die Hälfte der Befragten (39 % *eher nein* und 17 % *nein*) neigen zu der Ansicht, dass der Einsatz der AWN nicht nach Ablauf der aktuellen Lebensdauer der Heizanlagen möglich sein wird, während knapp unter der Hälfte der Befragten (36 % *eher ja* und 8 % *ja*) meint, dass der Einsatz erst danach möglich ist.

Die *Frage 65: Beschäftigen Sie sich gedanklich schon länger mit der Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung, kommen aber nicht dazu, sich thematisch einzuarbeiten?* wird von den Befragten bei einer doch nicht ganz niedrigen Beantwortungsquote, die aufgrund der eher unkonkreten Fragestellung zu vermuten war, eher gleichmäßig verteilt beantwortet.

Gut die Hälfte (51 %) der Befragten beantwortet die *Frage 66: Gibt es nach Ihrer Einschätzung rechtliche Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung?* mit ja. Obwohl nicht zugeordnet werden kann, ob diese Einschätzung von Anwendern stammt, kann daraus abgeleitet werden, dass wenn rechtliche Hemmnisse bestehen, diese beseitigt werden. Falls aber rechtliche Hemmnisse lediglich vermutet werden, dann deutet das darauf hin, dass nicht genügend Informationen hierzu vorhanden sind. Dies führt in weiterer Konsequenz zu der Empfehlung, das hier festgestellte Informationsdefizit zu beheben.

Die konkrete Beschreibung der rechtlichen Hemmnisse in *Frage 67: Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es?* lässt Unsicherheiten bei der Vertragsgestaltung zum Abwasserwärmeentzug und zur Rückbauverpflichtung der technischen Anlagen im Kanal erkennen.

In Ergänzung dazu wird bei »Sonstiges« zu *Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es? (Frage 67)* verschiedene Aspekte genannt, wobei hier kein Schwerpunkt erkennbar ist, während bei der Frage *Können Sie weitere Faktoren nennen, die Sie daran hindern könnten, die Abwasserwärmenutzung im Rahmen der Gebäudebeheizung umzusetzen? (Frage 68)* eine gewisse Häufung von wirtschaftlichen Aspekten zu verzeichnen ist, aber auch im wesentlichen rechtliche Rahmenbedingungen und mangelnde Information als Hemmnis angegeben werden.

Auf die Frage *Welche Anreize würden aus Ihrer Sicht zur Umsetzung von Abwasserwärmenutzungsanlagen führen? (Frage 69)* gibt es einen Schwerpunkt beim Aspekt der Wirtschaftlichkeit, hier scheint also große Unsicherheit zu bestehen. (siehe auch Kap. 10.5). In einer Vielzahl von Aussagen werden als Ansatz bei diesem Aspekt von den Befragten Fördermittel, sei es als Förderprogramm oder in Form von steuerlichen Anreizen und in Form der Anerkennung als erneuerbare Energie vorgeschlagen.

10.6.2
Detaillierte Darstellung der Einschätzung der zukünftigen Anwendung der Abwasserwärmenutzung und Wahrnehmung von Hemmnissen

Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt?

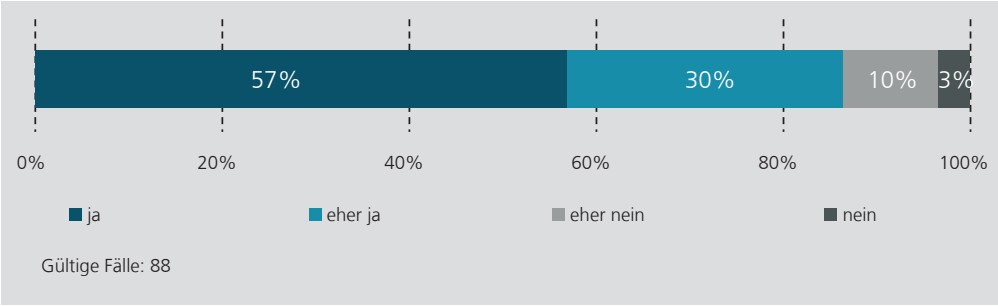


Abb. 47: Ergebnis Frage 47

Frage 48: Was schätzen Sie, für wie viele Gebäude in Ihrem Projektumfeld oder Einzugsgebiet wäre es möglich, Abwasserwärmenutzung zu realisieren?

Anzahl der Gebäude

- *0 (6×)*
- *1 (7×)*
- *2*
- *1 bis 2*
- *3 (2×)*
- *4*
- *5 (7×)*
- *10 (5×)*
- *11*
- *15*
- *18*
- *20 (4×)*
- *30 p. a.*
- *40*
- *50*
- *100 (6×)*
- *>100*
- *117*
- *174*
- *200*
- *250*
- *300*
- *500*
- *6 000*
- *10 000*
- *100 000*
- *jedes*
- *unbegrenzt*

Frage 49: Begründung (weshalb geschätzt wird, für wie viele Gebäude im Projektumfeld oder Einzugsgebiet es möglich wäre, Abwasserwärmenutzung zu realisieren)

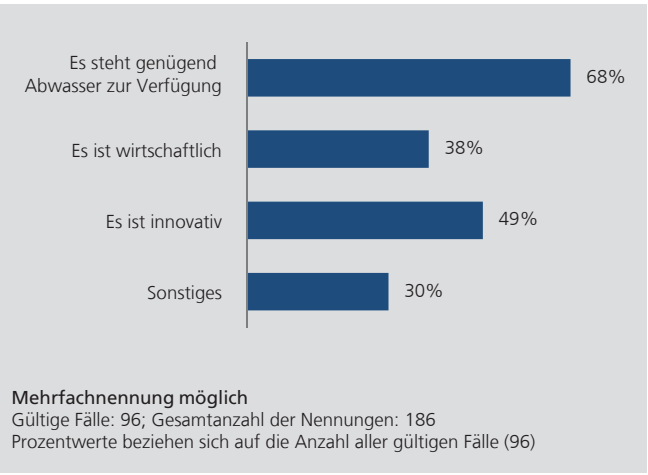


Abb. 48: Ergebnis Frage 49

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Förderung des Images des Projektes / des Bauträgers*
- *Erreichung der Klimaschutzziele*
- *Räumliche Nähe*
- *Ohne genaue Untersuchung ist die Anzahl der Gebäude nicht abschätzbar*
- *Potentialstudie z. T. verifiziert*
- *Ohne detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechung ist die Beantwortung dieser Frage reine Spekulation*
- *Hoher Aufwand*
- *Wird eher selten angesetzt bis gar nicht, da nicht wirtschaftlich und Stadtgebiet Kosten / Nutzen müsste geklärt werden*
- *Fernwärmeanschluss*
- *Schlechte Rahmenbedingungen damit kaum Umsetzbarkeit gegeben*
- *Dezentrale Energiegewinnung aus Fäkalien*
- *Zahl bezieht sich auf direkte Wärmetauscher Duschabwasser zu Duschzulauf Kaltwasser in Wohnungen*
- *Nutzung kaum möglich, da Sonderprojekte mit wenig Abwasser, z. B. Kirchen*
- *Können wir derzeitig nicht einschätzen*
- *Ich bin in keinen realen Projekten involviert*
- *Es ist unwirtschaftlich*
- *Falscher Ansprechpartner*
- *Es ist nur in Städten sinnvoll*

Leistung der Anlagen und aktuell abgedeckter Wärmebedarf mit Abwasserwärme

Frage 50: Welche Leistung müssten diese Anlagen erbringen? (in kW)

- *1*
- *1,5*
- *2*
- *1–2*
- *3*
- *ab 5 kW*
- *10 (3×)*
- *15*
- *20 (2×)*
- *ab 25 kW*
- *30*
- *35*
- *40*
- *50 (2×)*
- *100 (4×)*
- *20–100 kW*
- *größer 100*
- *155*
- *bis 200*
- *>200 kW*
- *300*
- *330*
- *500*
- *1 000 (2×)*
- *unterschiedlich*

Frage 51: Wie viel Wärmebedarf decken sie derzeit in Ihrem Projektumfeld mit Abwasserwärme? (in % / in kW)

in %

- *0 (33×)*
- *1 (2×)*
- *< 1*
- *3*
- *5*
- *10–15*
- *25*
- *75*
- *85*
- *ca. 80 – 90*
- *100*

Gültige Fälle	46
Mittelwert	7,30
Median	0,00
Minimum	0
Maximum	100

in kW

- *0 (16×)*
- *5*
- *60*
- *90*
- *100 (2x)*
- *150*
- *250 (2×)*
- *300*
- *5 000*

Gültige Fälle	26
Mittelwert	242,50
Median	0,00
Minimum	0
Maximum	5 000

Frage 52: Welche Technik zur Nutzung der Abwasserwärme favorisieren Sie?

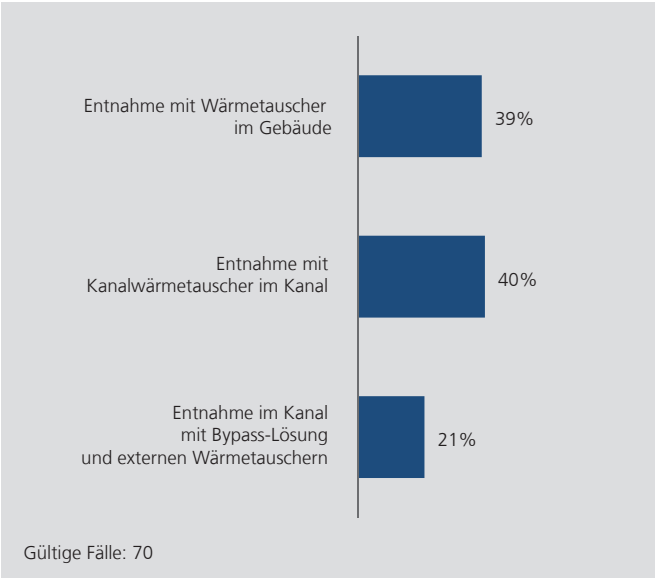


Abb. 49:
Ergebnis Frage 52

Frage 53: Welche weitere Heizanlage würden Sie für einen bivalenten Betrieb heute favorisieren?

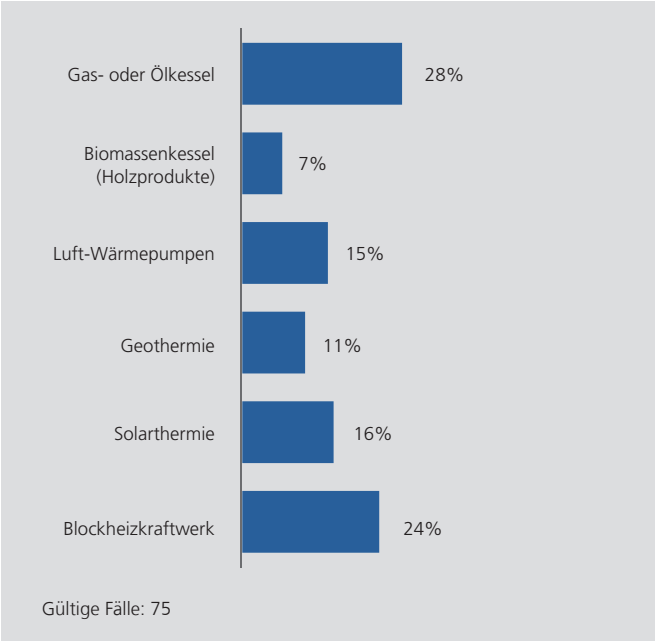


Abb. 50:
Ergebnis Frage 53

Frage 54: In Ihrem Projektumfeld sind in den nächsten 5 bis 10 Jahren prozentual wie viele Heizungsanlagen zu ersetzen?

in %

- *0 (6×)*
- *5 (2×)*
- *10 (5×)*
- *15*
- *20 (6×)*
- *25 (2×)*
- *30 (3×)*
- *40*
- *50 (5×)*
- *60*
- *90*
- *90*
- *100 (2×)*

Gültige Fälle	36
Mittelwert	29,58
Median	20,00
Minimum	0
Maximum	100

Anzahl

- *0 (3×)*
- *1*
- *2 (4×)*
- *3*
- *6*
- *10 (2×)*
- *20 (2×)*
- *25*
- *50 (2×)*
- *100 (2×)*
- *150*
- *200 (3×)*

Gültige Fälle	23
Mittelwert	50,13
Median	10,00
Minimum	0
Maximum	200

Frage 55: Ziehen Sie es in Betracht in Zukunft ein Projekt mit Abwasserwärme umzusetzen?

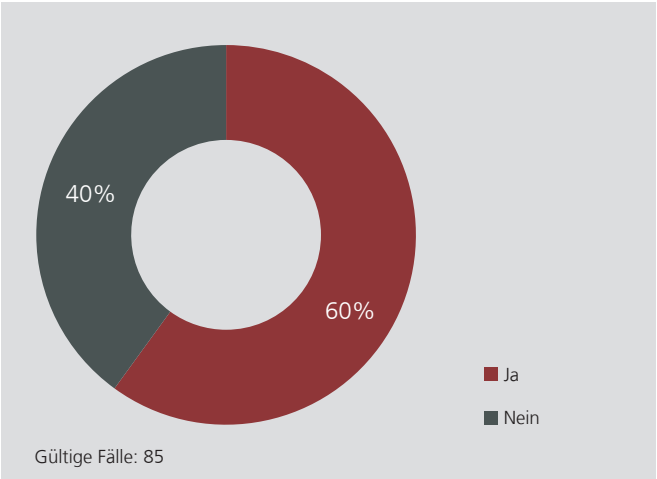


Abb. 51: Ergebnis Frage 55

Frage 56: Bis wann könnte ein Projekt mit Abwasserwärme bei Ihnen geplant sein?

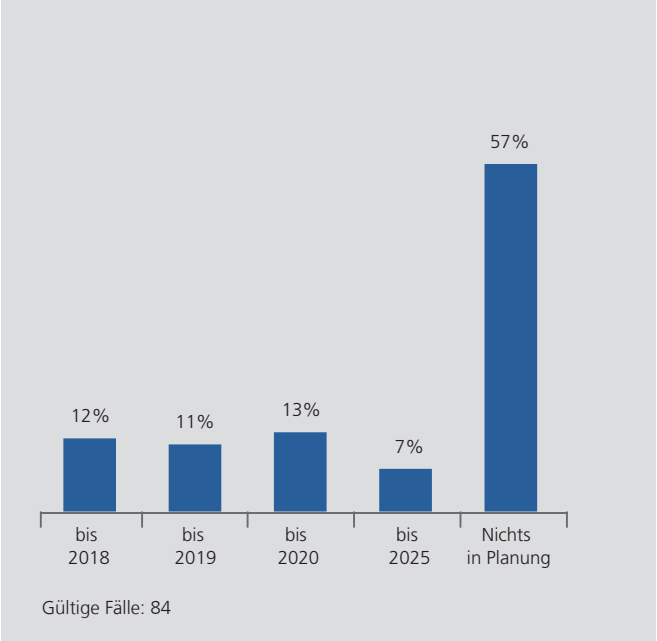


Abb. 52: Ergebnis Frage 56

Frage 57: Bis wann könnte ein Projekt realisiert sein?

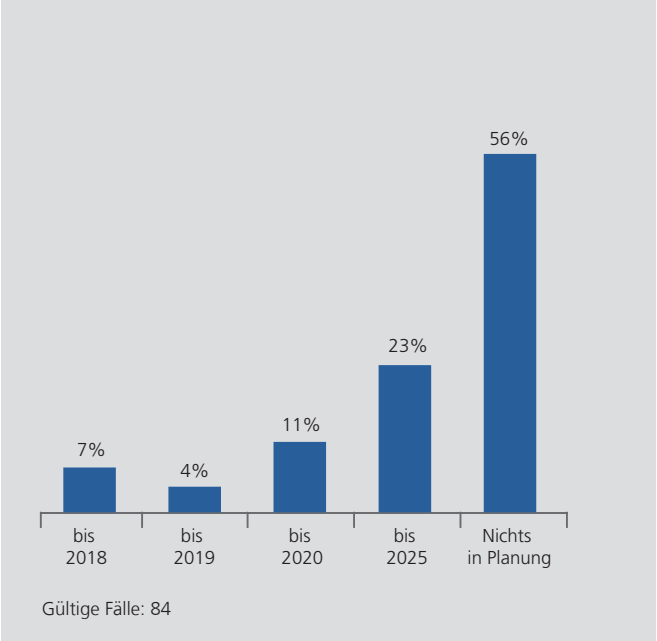


Abb. 53: Ergebnis Frage 57

Frage 58: Können nach Ihrer Einschätzung über 2025 hinaus Projekte entstehen?

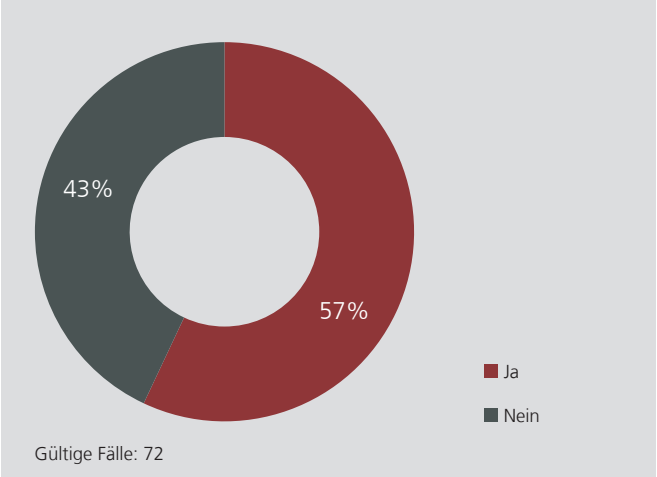


Abb. 54:
Ergebnis Frage 58

Nennungen aus dem Feld »Ja, bis … (Jahr)«

- *2020*
- *2025 (2×)*
- *2030 (14×)*
- *2031*
- *2035*
- *2040 (2×)*
- *2050 (2×)*
- *2070*
- *kontinuierlich*
- *beliebig*
- *alle umgesetzt sind*

Nennungen aus dem Feld »Nennen Sie uns bitte Gründe für diese Einschätzung.«

- *Die Ausnutzung der Abwasserenergie wird in Zukunft eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Wobei die Erstellung der passenden Infrastruktur (isolierte Abwasserrohre) etc. auch frühzeitig mit einbezogen werden muss. Auswirkungen auf die Abwasseraufbereitung natürlich ebenso.*
- *politische Impulse könnten die technischen Entwicklungen beschleunigen. Die Technik birgt bereits heute ein großes Optimierungspotential, welches leider nur z. T. ausgeschöpft wird. Erweiterung von Anwendungsbereichen (z. B. Beheizung von Straßen, Gärtnereien, Weinanbau in Norddeutschland ...), Komponentenanwendung im Sinne energetischer Nachbarschaften (Stichwort Digitalisierung, 4.0 etc) ...*
- *Abhängig von der Entwicklung der Energiepreise und möglicher Förderung. Die Abnehmer müssen ihre Beheizung auf ein niedriges Temperaturniveau (Vorlauf) ausrichten*
- *Falls sich die Abwasserwärmenutzung als wirtschaftlich herausstellt könnten die meisten Projekte bis 2025 umgesetzt werden. es ist nicht unendlich Potenzial vorhanden*
- *Unsere Heizungsanlagen sind energetisch weitestgehend saniert, die einzige, die demnächst anstehen würde, ist eine Spitzenlastanlage, die nur betrieben wird, wenn die vorhandene Prozesswärme nicht genutzt werden kann oder ausreichend ist. Für eine solch geringe Betriebsstundenzahl lohnt sich eine Abwasserwärmenutzung nicht.*
- *Das Thema sollte bei räumlichen Energiekonzepten wie Quartierskonzepten relevanter werden als potentielle Wärmequelle.*
- *Wir sind bereits Betreiber einer AWN-Anlage. Derzeit keine Projekte in Aussicht. 11 Häuser mit 102 Wohneinheiten. 250 kW thermisch (40 kW Heizkörper und Brauchwasservorwärmung, 210 kW Fußbodenheizung)*
- *Die aktive allerdings überwiegend erfolglose Projektentwicklung der letzten 10 a hat ergeben, dass die bestehenden Rahmenbedingungen (noch) keinen wirtschaftlichen Betrieb zulassen. Erst bei Änderung wesentlicher Aspekte (Investitionskostensenkung, Preissteigerung konventionelle Wärme, Erhöhung von Subventionsmitteln etc.) werden weitere Anlagenrealisierungen möglich sein.*
- *im ländlichen Raum sind die vorhandenen Rahmenbedingungen (Entfernung, Energiemenge und -verbrauch) ungünstig verteilt*
- *Abwasserwärmenutzung wird in den nächsten Jahren zu einem bedeutenden Faktor bei der Erreichung der verschiedenen Klimaziele werden; und zwar schon alleine wegen des großen Potentials (4 % unserer gesamten Primärenergie könnten aus dem Abwasser gewonnen werden). Noch wichtiger ist aber die Tatsache, dass die Nutzung der Abwasserwärme extrem wirtschaftlich ist im Vergleich zu konventionellen und anderen alternativen Systemen. Stichwort 7,5 ct pro kWh thermische Energie.*
- *Als Betreiber von Kläranlagen ist es für uns wirtschaftlich nicht sinnvoll, dem Abwasser Wärme zu entziehen, weil uns diese Wärmeenergie bei den Prozessen auf der Kläranlagen fehlt. Zwar hat eine*

Kläranlage in der Regel einen Wärmeüberschuss, die Wirkungsgrade der gegenwärtigen Systeme zur Abwasserwärmenutzung, machen den Einsatz allerdings nicht wirklich interessant. Für private Investoren mag sich die Abwasserwärmenutzung lohnen ... bei einer Betrachtung des energetischen Gesamtsystems mag die Situation schon wieder anders aussehen.

- *Es geht bei dem Thema nicht nur um Nutzung der Wärme sondern auch um Nutzung der Inhalte / Bestandteile. Die Forschung / Planung / Umsetzung wird sich noch Jahrzehnte mit dem Thema beschäftigen.*
- *Es geht bei dem Thema nicht nur um Nutzung der Wärme sondern auch um Nutzung der Inhalte / Bestandteile. Die Forschung / Planung / Umsetzung wird sich noch Jahrzehnte mit dem Thema beschäftigen.*
- *Energieknappheit*
- *zukunftsweisende Technologie*
- *Die im Abwasser befindlichen Energiemengen sind mehreren Planern bekannt. Es dürften bereits mehrere Überlegungen zur Nutzung vorhanden sein. Wenn es gelingt, die entsprechenden Investoren für die Projekte zu interessieren, könnten die ersten Projekte schon in nächster Zeit in Planung gehen.*
- *Wenn Potential für die Gebäudenutzung zur Grundlastabdeckung vorhanden ist, Ergänzung zu anderen Wärmeerzeugern, aber auch zur Speicherung eventuell in Verbindung mit Erdwärmewärmepumpen, geringe Peripherieverbräuche vorausgesetzt*
- *Kostensituation bei steigenden Energiepreisen*
- *Im Wohnbestand werden derzeit zu wenig energetische Gebäudesanierungen durchgeführt, um die politischen Ziele zu erreichen. Die Abwasserwärme spielt hierbei eine untergeordnete Rolle. Ich denke, es wird irgendwann mehr an Bedeutung gewinnen, wenn die Heizungsenergie nicht mehr in der gewohnten Menge zur Verfügung steht.*
- *Es gibt in Baden-Württemberg schon mehrere Projekte im Bereich Abwasserwärmenutzung, leider konkurriert die Abwasserabwärmenutzung in Karlsruhe häufig mit der Fernwärme, hier müssten noch Vorteile herausgearbeitet werden*
- *Nach meinem Eindruck ist das vorhanden Abwasserwärmepotential in Deutschland aufgrund von zurzeit noch fehlender Wärmekataster nicht hinreichend genutzt. Keine Aufgabe der Bundesländer.*
- *In jedem Gebäude das eine WRG aus Luft realisiert ist auch das energetischen Potenzial des Schmutzwasserstromes zu prüfen. Die gebäudespezifische Technik zur WRG aus dem häuslichen Schmutzwasserstrom ist mittlerweile sehr weit fortgeschritten, dass eine Beschränkung auf Gaswasser technisch-wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll erscheint.*
- *Im Rahmen der Bundesgartenschau am Mittelrhein 2031 könnten innovative Prototyp-Projekte umgesetzt werden. Probleme: Kein Erdgas, Heizöltanks in Überschwemmungsgebieten, Abwassernutzung im Rahmen eines kalten Nahwärmeprojekts.*
- *Solange die Kommunalbetriebe (Abwasser) Ihre Haftungsgrenzen nicht lockern und keinen Fremden an Ihr Leitungsnetz lassen wird sich nichts ändern, und somit werden auch wirtschaftliche Anlagen nicht gebaut.*
- *Planungen beziehen sich auf Erschließungsvorhaben von Wohnbaugebieten. Der Terminplan wird dabei überwiegend durch die Bauleitplanung bestimmt.*
- *Nach positiven Erkenntnissen aus realisierten Projekten können weitere Projekte entstehen.*
- *Abwasser ist immer genügend vorhanden.*
- *Der Bedarf an umweltfreundlicher Energiegewinnung wird steigen. Fossile Brennstoffe werden rückläufig.*
- *Keine Neu- oder Umbauten entsprechender Größe in Sicht*
- *Neue Heizungen sind jetzt schon ersetzt und müssen erst abgeschrieben sein*
- *Änderung der beruflichen Tätigkeit von Architekturbüro in Sachverständigenbüro für Honorare d. HOAI*
- *Erfahrung aus laufendem Projekt. Fertigstellung 2018*
- *Technik, Wirkungsweise + Wirkungsgrad usw. noch unbekannt. Wenn die Abwasserwärme wirtschaftlich nutzbar ist, dann ist ein späterer Einsatz nicht auszuschließen.*
- *Es gibt keine öffentliche Diskussion dazu*
- *Zu unbekannt*
- *Keine Informationen*
- *Durch den Entzug der Wärme verschlechtert sich die Vorklärung bei geringen Temperaturen in den Wintermonaten*
- *Z. Zt. noch nicht ausreichend entwickelt und bekannt*
- *Abwasserwärmenutzung ist noch nicht bekannt.*
- *Zu viel Wiederstand von der Nutzung moderner Verfahren durch mangelnde Fortbildung und zu wenig Kontrolle in der Umsetzung der SäHO § 7 sowie zu wenig Personal.*
- *Weil der Markt weitere Bebauung erlaubt*
- *Noch zu geringe Akzeptanz bei Bauherren, Investoren, Genehmigungsbehörden*
- *Ungünstige Relation von Aufwand zu Nutzen ist zu erwarten.*
- *Die Thematik wird zur Zeit nicht behandelt.*
- *Die Energie ist heute zu billig.*
- *Ungenutztes Potenzial*

- *Unbekannt, kein Wille vorhanden, Abwasserwärme nutzbar zu machen*
- *Die Liegenschaften werden ständig erweitert*
- *Da ich selbst nicht als Planer/Projekleiter tätig bin, kann ich dazu nur grobe Angaben machen.*
- *Kalkuliert nach »Altbestand«*
- *Da wir nicht im Neubau-Bereich tätig sind, bestehende Anlagen zur Nach-/umrüstung aus Kostengründen nicht zu argumentieren sind*
- *Wir sind ein planendes Ingenieurbüro, nicht Bauherren ...*
- *Zu geringe nutzbare Wärme durch zu lange Wege auf dem Land*
- *Pi mal Daumen*
- *Bezug der Frage nicht verstanden*

Frage 59: Welche Kombinationen der Energieformen bei der Gebäudeheizung bevorzugen Sie nach Ihrem heutigen Wissenstand zur Gebäudebeheizung zukünftig?

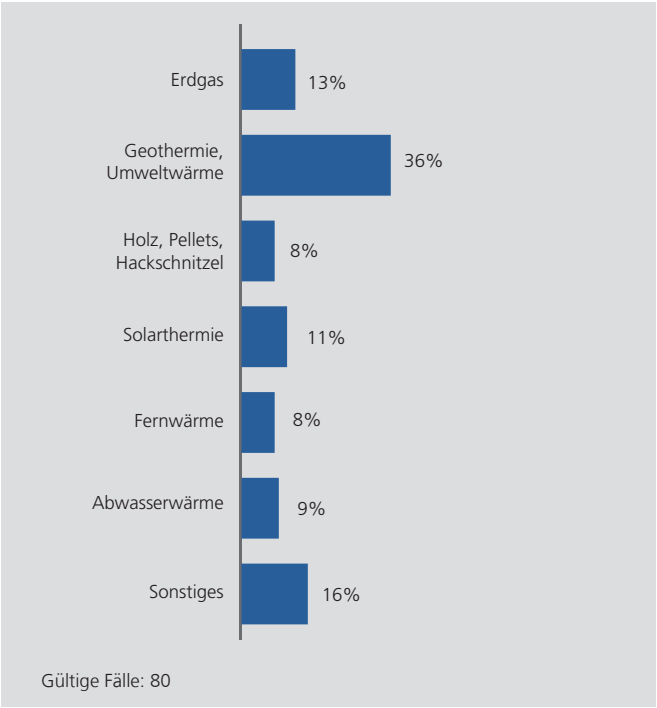


Abb. 55: Ergebnis Frage 59

Hinweis: Bei dieser Frage gab es technische Probleme, Kombinationen zu erstellen. Es war nur möglich, lediglich jeweils eine einzelne Auswahl zu treffen, so dass keine Aussage zu dieser Frage diesen Fragenkomplex betreffend getroffen werden kann. Möglicherweise ist aber auch von den Befragten aufgrund dieses Sachverhaltes trotzdem die favorisierte Ergänzung zu einer Abwasserwärmenutzungsanlage gewählt worden.

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Energiemix*
- *Abwärme BHKW*
- *Prozesswärmenutzung*
- *Prozesswärme*
- *BHKW*
- *Abwärmenutzung BHKW*
- *Brennstoffzelle*
- *Mix*
- *Macadamwärmespeicher*
- *Projektabhängig*
- *Erneuerbare Energien*
- *Das hängt vom jeweiligen Projekt ab.*
- *Hybride Systeme*

Frage 60: Welche Gründe gibt es dafür (für die Nennung der Kombination der Gebäudeheizung)?

- *Einfache Technologie, wirtschaftlich, fast überall einsetzbar*
- *Naheliegend wg. technischer Synergien von Wärmepumpen und Windstrom, Abwasserwärme gehört technisch gesehen zur Umweltwärme*
- *In Kombination mit regenerativen Stromquellen nahezu klimaneutral*
- *Rohstoff ist meist überall vorhanden, kann dezentral und wirtschaftlich betrieben werden*
- *Umweltfreundlich*
- *Am kostengünstigsten und wartungsarm*
- *Ist reichlich vorhanden und technisch ausgereift*
- *Günstig*
- *Prozessabwärme*
- *Idealer Untergrund (Buntsandstein)*
- *Relativ konstante Energiepoteniale über die Nutzungszeit*
- *Verfügbarkeit und Kosten*
- *Prozesswärme ist im ausreichenden Maße vorhanden*
- *Vorhandene Infrastruktur (Abwasserkanäle) nutzen*
- *Geringe Investitionskosten und hohe Ausnutzung der Solarthermie*
- *Günstig, Umwelt Schonung*
- *Innovativ und kostengünstig*
- *Kompatibel mit der bundesweiten Energiewende*
- *Lässt sich gut mit nachhaltigen Gebäuden mit hoher Energieeffektivität kombinieren*
- *Heizöl und Gas sind nicht mehr sexy*
- *Anbindung an Erdgasnetz, niedrige Emissionen, Einfache Nutzung*
- *Erfüllt die EnEv und ist überall verfügbar*
- *Anwendung Strom am Wärmemarkt steigt, spezifischer Wärmebedarf sinkt; wobei Fernwärme vermutlich auch zunehmen wird, eventuell auch Fernkälte*
- *Einseitige Ausrichtung der Energieversorgung; Unzureichender Wettbewerb. Monopolstellung kommunaler Versorger*
- *Projektgröße, erforderliche Temperaturniveaus je nach System der Wärmeverteilung und Abgabe, Platzverhältnisse für Speicher und Lagerung, Kosten, geplante Lebensdauer, ...*
- *Wärmerückgewinnung aus Abwasser aus Wohngebäuden kann mit allen links angeführten Heiztechnologien kombiniert werden. Der Knackpunkt ist die Speicherung der Energie. Hierzu kommt der WW-Speicher in Betracht. Dieser wird ganzjährig betrieben.*
- *Luft ist ausreichend für Wärmepumpen vorhanden*
- *Abwasserwärme wäre gut, aber da müsste es anders denkende Planer geben.*
- *Rückläufige Verfügbarkeit bzw. steigende Preise bei herkömmlichen fossilen Brennstoffen.*
- *Kombination aus Holzprodukten, Solar- und Abwasserenergie*
- *Nahwärmenutzung mit Backuplösung*
- *Klärgasverwertung in Klärwerk*
- *b. a. w. die günstigste Lösung auch im ökologischen Bereich bei Kosten / Nutzen Rechnung*
- *Baue Passivstandard, Wärmeerzeuger spielt nur eine geringe Rolle.*
- *Mit Ihrer »einseitigen« Betrachtungsweise auf die Fälle, dass die Abwasserwärme nur aus dem öffentlichen Kanal zur Verfügung steh, schränken Sie die Potenzialanlyse deutlich ein.*
- *Zur Abdeckung des Wärmebedarfes bei größerer Kälte*

Frage 61: Bis wann glauben Sie, werden Sie ein von Ihnen favorisierte Kombination konkret eingesetzt haben?

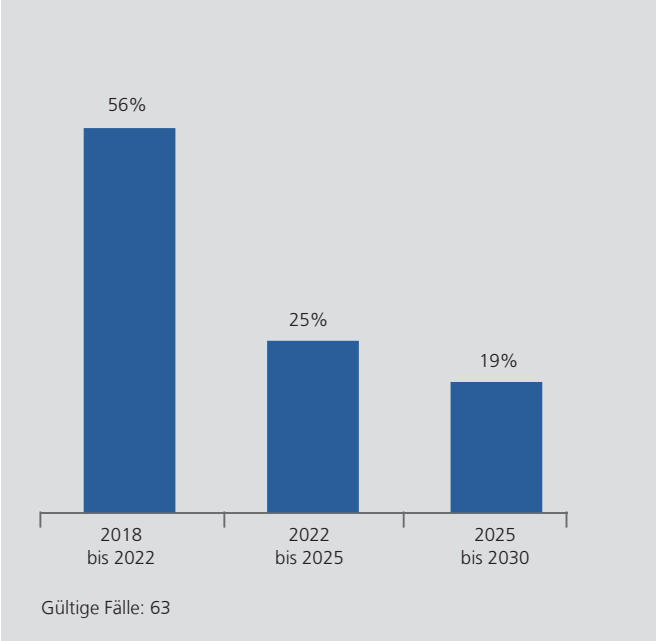


Abb. 56:
Ergebnis Frage 61

Frage 62: Für wie wahrscheinlich halten Sie den Einsatz der Abwasserwärmenutzung?

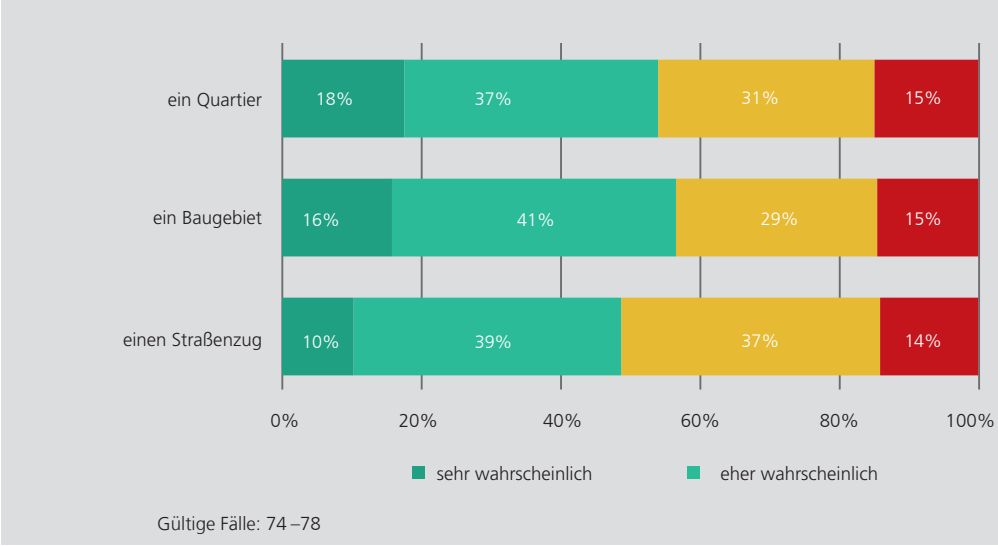


Abb. 57:
Ergebnis Frage 62

Frage 63: Wo sehen Sie im Moment die größten Hemmnisse, die Sie hindern, Abwasserwärme zu nutzen?

Wirtschaftlichkeit

- *Zu hoher Invest – dadurch erhöhtes Betriebsrisiko*
- *Höhere Investitionskosten gegenüber herkömmlicher Technik. Betriebssicherheit der technischen Anlagen nicht bei 100 %*
- *Das System hat noch nicht den Status einer »Selbstverständlichkeit« und ist insbesondere bei den Planern noch nicht so bekannt. Anders Thema: Energieversorger haben möglicherweise bei anderen Systemen eine bessere Gewinnsituation (?).*
- *Bei den gängigen Techniken ist eine zu große Abwassermenge erforderlich, damit die Anlage wirtschaftlich ist.*
- *Konkurrenz der Wärmequellen (Gas, Fernwärme, Abwasserwärme) Geringe Akzeptanz der Abwasserwärme Aufwändige Technologie Schnittstellen zwischen Wärmeanbieter und Kanalnetzbetreiber*
- *Kosten- Nutzenfaktor. Bauherren wie auch Sanierungswillige stehen nicht genügend Mittel zur Verfügung, um solche Projekte umzusetzen*
- *Hohe Kosten, wenig Ertrag. Keine Förderung, kein finanzieller Nutzen für Bauherrschaft Wirtschaftlichkeit*
- *Kosten für Absorbertechnik sind derzeit nur im Zusammenhang mit einer Kanaleuneuerung darstellbar. Planung und Management von Zuständigkeiten für Quellen und Abnehmer sind ggf. komplex.*
- *Aufwändige Potenzialabschätzung*
- *Kosten und Abstimmung mit dem Netzbetreiber.*
- *Kosten / Nutzen wenn nicht gleichzeitig die Gebäudemanagement-Systeme überarbeitet werden*
- *Antizyklisches Vorkommen der Wärme im Wohnungsbereich; Im Schwimmbadbau eher einsetzbar, wenn Gebäude im innerstädtischen Verbund vorhanden sind.*
- *Informationsmangel*
- *Die Kosten*
- *Vorhandene Systeme*
- *Effizienz*
- *Finanzieller Aufwand*

Information / Kommunikation / Erfahrungswerte

- *Unbekanntheit*
- *Fehlende Informationen. Wenn ich nichts davon weiß, kann ich es auch nicht nutzen.*
- *Bedenken der kommunalen Stadtentwässerungen, Arbeitsplatz zum Einbau – Gefährdung der Mitarbeiter durch Kanalgase*
- *Wissensstand der Entscheidungsträger*
- *Kein Anbieter bekannt*
- *Unerfahrenheit am Markt*
- *Bestand der bereits erneuerten Heizungen*
- *WRG aus dem öffentlichen Kanal ist ein aktueller Hype. zukunftsfähige Kaskadennutzungen sind bisher auf einzelne Projekt beschränkt.*
- *Wegen des verfügbaren Platzes für Inhouse-Instalationen*
- *Fehlende Information u. technische Angaben*
- *Bekanntheitsgrad, Erfahrungen aus der Schweiz*
- *Geringer Bekanntheitsgrad*
- *Kenntnisstand*
- *Nicht genug eigenes Fachwissen.*
- *mangelndes Wissen – zu hohe Wiederstände der Entscheidungsträger*
- *Keine Infos*
- *Erfahrungswerte (Korrosion, …), Wirtschaftlichkeit, Einfacher und sicherer Betrieb*
- *Thema noch nicht bekannt, keine Kenntnisse zu Kosten / Nutzen*
- *Keine Kenntnisse über die Technik.*
- *Fehlende Informationen!*
- *Es gibt einfach zu wenige Firmen die Erfahrung damit haben, bei Planung und Umsetzung*
- *das mangelnde Wissen über die konkreten Potenziale bei relevanten Abwasserströmen.*

Rechtliche Aspekte

- *– Verteilnetze – Baurechtliche Vorgaben, die einen Zwang zur Nutzung der neu geschaffenen Infrastruktur vorschreiben (Nutzung der Abwasserwärme)*
- *»Unendliche Planverfahren« / öffentliches Baurecht*
- *Lobbyarbeit der (konventionellen) Produkthersteller, Beeinflussbarkeit und Trägheit der Gesetzgebung*

- *In der kommunalen Verwaltung und den Verbänden; die Interessenlage ist zu verschieden.*
- *Fehlende integrierte Planung der Stoff- und Energieströme in Gebäuden, fehlende Innovationsfreundlichkeit bei Bauherren, Genehmigungspraxis*
- *Haftungsfragen*
- *Bürokratie, dzt. noch zu teuer*

Technische Aspekte

- *Fernwärmenutzung aus Industrie (Raffinierie)*
- *Technische Umsetzung*
- *Probleme durch zu kaltes Abwasser*
- *Homogenität und Menge, u. U. nur in Industrieanlagen sinnvoll. evtl. Sportanlanlagen mit hinreichend genug Quellen.*

Frage 64: Wird aus Ihrer Sicht der Einsatz der Abwasserwärme frühestens nach Ablauf der aktuellen Lebensdauer der Heizanlagen möglich sein?

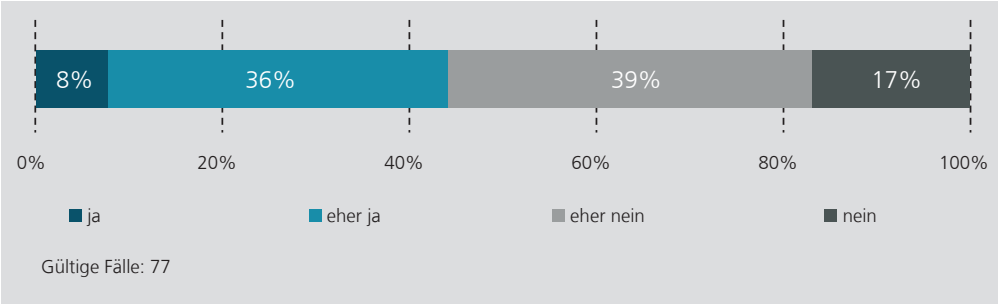


Abb. 58: Ergebnis Frage 64

Frage 65: Beschäftigen Sie sich gedanklich schon länger mit der Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung, kommen aber nicht dazu, sich thematisch einzuarbeiten?

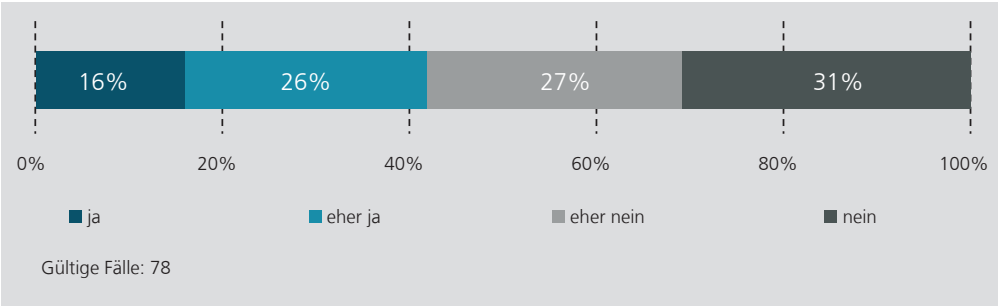


Abb. 59: Ergebnis Frage 65

Frage 66: Gibt es nach Ihrer Einschätzung rechtliche Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung?

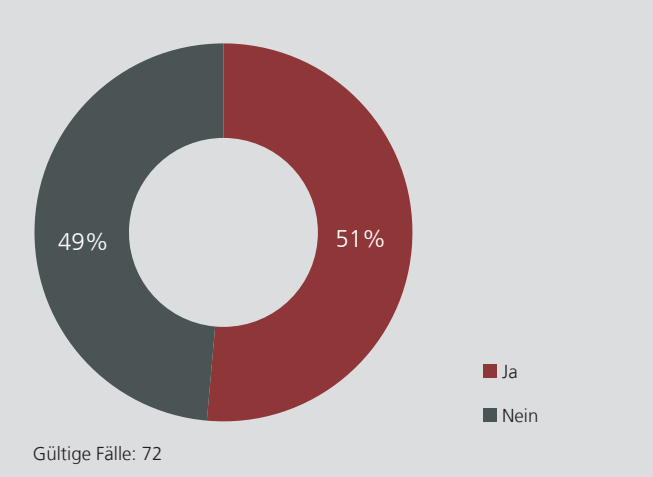


Abb. 60:
Ergebnis Frage 66

Frage 67: Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es?

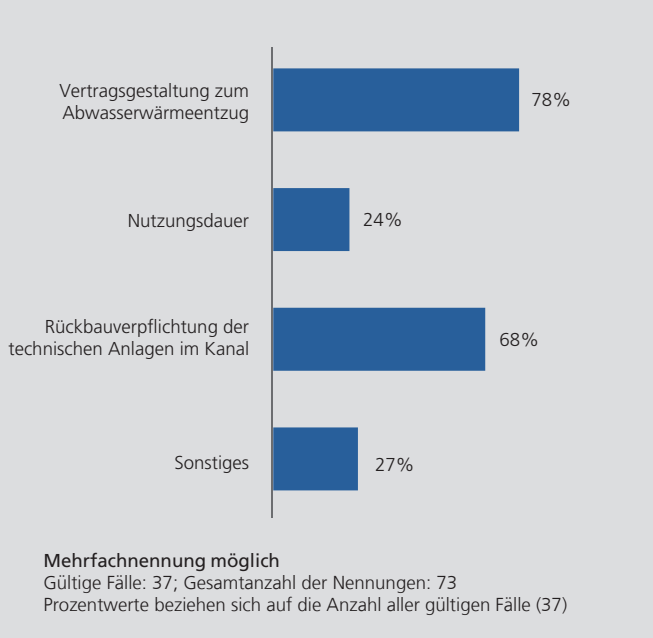


Abb. 61:
Ergebnis Frage 67

Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«

- *Wem gehört die Abwasserwärme?*
- *WHG*
- *Veränderung der Temperaturen im Abwasserbereich (Komplikationen bei der Aufbereitung)*
- *Schadenersatz der Klärwerksbetreiber*
- *Eigentümer Verantwortung, Kostenverteilung bei Schaden*
- *Nicht in übliche Software für Energieausweis oder Passivhauszertifizierung einpflegbar*
- *In EnEV-Nachweis nicht vorgesehen*
- *Es darf nur eine begrenzte Temperatur entnommen werden.*
- *Einstufung als Abwärmenutzung.*
- *generelle Haftung bei Eingriff in die Kanalisation, Rückstau, Verstopfung*

Frage 68: Können Sie weitere Faktoren nennen, die Sie daran hindern könnten, die Abwasserwärmenutzung im Rahmen der Gebäudebeheizung umzusetzen?

- *Wärmeentzug unmittelbar vor der Kläranlage, Nutzung und Sanierung von Kanälen, Bedenkenträger vor dem Hintergrund der Zunahme von Starkregenereignissen (Vermeidung von querschnittsreduzierenden Einbauten im Kanal)*
- *Grundsätzliche Ablehnung der Abwasserbetriebe (»Störfaktor im Kanal«).*
- *Technische Rahmenbedingungen im Altbestand: hohe Vorlauftemperaturen. Leitungskosten bedingt durch Entfernung zwischen Wärmequelle und beheiztes Objekt.*
- *Andere Formen der Gebäudeheizung mit erneuerbaren Energie erscheinen deutlich wirtschaftlicher.*
- *Objekt liegt im Fernwärmeversorgungsgebiet, zu geringer Abwasservolumenstrom, Abwasservolumenstrom hat hohen Industrieanteil (Krisenanfälligkeit), andere Brennstoffquellen oder Wärmeerzeugungssysteme sind ökologischer/wirtschaftlicher*
- *Zusätzliche Investitionen und dadurch Erhöhung des Budgets. Ggf. steigende Wartungskosten.*
- *Gebäude und Energie sind zu weit voneinander entfernt Wärmeentnahme aus Abwasser kann erst ab einer entsprechend großen Menge Energie im Vergleich zu anderen Alternativenergien (Solar, etc.) wirtschaftlich sein*
- *Bedenken bezüglich wartungsaufwand*
- *Mangelnde Erfahrungsberichte*
- *Hoher Tiefbauaufwand unstreitige Leistung Mitarbeitergefährdung bei Wartung durch Kanalgase z. B. fetthaltige Abwässer bei Änderungen der Nutzung im Zulauf*
- *Leichtere Austausch der bestehenden Anlagen als komplette Neuinstallation mit anderem System*
- *Mangelnde Informationen*
- *Wirtschaftlichkeit*
- *Nutzung von Umweltwärme und Photovoltaik zur Wärmeerzeugung*
- *Nicht effizient*
- *Für die Gebäudebeheizung ist sie wirtschaftlich unsinnig, zur Warmwasserbereitung für niedrigeren Temperaturbedarf (bzw. 1 : 1 zur laufenden Entnahme) aber fast immer wirtschaftlich umzusetzen. Problem ist die Prioritätensetzung der Bauherrn, die im Wohnumfeld eher Marmorwaschtische und LED-Beleuchtung des Duschwassers (bei hohen Heiznebenkosten für die Nutzer) bevorzugen als effiziente Lösungen, bei Nichtwohnnutzungen lieber auf 08-15-Lösungen in getrennten Komponenten setzen, um die Anlagen insgesamt flexibler zu halten, als auf vernetzte Systeme.*
- *Zuwenige TGA-Planer, die sich mit dem Thema schon auseinandergesetzt haben*
- *Unsere Anlagen sind insgesamt zu neu.*
- *Der Aufbau einer Infrastruktur ist sehr teuer. Bei den derzeitigen Preisen fossiler Wärmeträger nicht wirtschaftlich darstellbar.*
- *Unzureichende Informationen und Konzepte*
- *Die wassergebundene Gebäudeheizung ist in einem Wandel begriffen. Von daher ist es fraglich, ob nach ca. 30 Jahren diese Technik noch zum Gebäudestandard gehört. Aus der Sicht von Stadtwerken, kann ich diese rückwärtsgewandte Strategie nachvollziehen/verstehen, an den traditionellen leitungsgebundenen Infrastruktursystemen festzuhalten und punktuell das eine oder andere Gebäude energetisch langfristig an das Schmutzwasser-Kanalisationssystem zu binden.*
- *Die wirtschaftliche technische Situation der einzelnen Bauvorhaben.*
- *Kosten*
- *Unsicherheit*
- *Die öffentliche Hand.*
- *Da wir in Passivhausqualität bauen, ist der Heizenergiebedarf eh sehr gering, deshalb lohnt es sich aus unserer Sicht nicht dafür. Wir nutzen die Abwasserwärme für die Trinkwarmwasservorerwärmung*
- *Das Interesse an der Abwasserwärmenutzung ist gering. Die Größenordnung der Nutzung in einem typischen Innenstadtquartier ist mir unbekannt. Viele Rahmenbedingungen (Kanal als Wärmequelle, geeignetes Gebäude, investitionsbereite Eigentümer usw.) müssen geklärt werden, damit eine Nutzung erfolgen kann.*
- *Fehlende Wirtschaftlichkeit.*
- *Es liegen uns derzeitig zu wenige Informationen vor um eine Abwasserwärmenutzung sinnvoll einzusetzen.*
- *Bürokratie, Kosten- Nutzenrechnung*
- *Nicht effektiv genug durch zu geringe vorhandene Ausgangstemperatur*

Frage 69: Welche Anreize würden aus Ihrer Sicht zur Umsetzung von Abwasserwärmenutzungsanlagen führen?

Die folgenden Antworten sind, um einen besseren Überblick zu ermöglichen, thematisch grob zugeordnet.

Information / Kommunikation

- *Aufklärung und Kosten / Nutzenvergleiche*
- *– mehr Fortbildung in der öffentlichen Hand – mehr Druck zu wirtschaftlichen Entscheidungen in der öffentlichen Hand*
- *Aufklärung über die Vorteile, saubere Berechnung der zu erwartenden Kosten und Amortisationszeiten.*
- *Die Frage ist doch, ob die Abwasserwärmenutzung überhaupt die Zukunftspotentiale besitzt, die diese Umfrage ihr offensichtlich beimisst?*
- *Erfolgreiche Beispiele mit konkreten Erfolgsdaten.*
- *Mehr Informationen*
- *Beispielprojekte aus dem »Alltag« und im Bestand, keine Leuchtturmprojekte (wir haben kein Hallenbad und keine Therme o. ä.)*
- *gesetzliche Vorgaben, Förderung von Modellprojekten, befristete finanzielle Anreize zur Abwasserwärmenutzung und zum Bau von nachhaltigen Gebäuden*
- *Gilt als erneuerbare Energie!*
- *Die öffentliche Hand in Sachen Energie besser zu informieren.*
- *Abwasserwärmekataster mit geeigneten Gebäuden über ein städtisches GIS als Potenzial zusammenzuführen und zu benennen. Evtl. Förderung der Konzepte über NKI.*
- *Mehr hilfreiche Informationen und ggf. Fördergelder für eine gewisse Zeit*
- *Öffentliche Förderungen Selbst keine Förderung würde psychologisch helfen. Abwasserverband müsste informieren, da es ja »ihr« Abwasser ist.*
- *Ich präferiere Kanalwasserwärmenutzung.*
- *Ich lehne öffentliche Förderung zur Abwasser-Wärmenutzung generell ab.*

Wirtschaftlichkeit

- *Politische, finanzielle Förderprogramme ähnlich wie bei regenerativen Energieformen*
- *Anrechnung auf erneuerbare Energien*
- *Fördergelder, Förderprogramme*
- *Steuerliche Anreize, Übernahme von Kosten durch den Bund beim Einbau von Wärmetauschern in Kanäle*
- *Finanzielle Förderung der Investition. Steuerliche Förderung während der Betriebszeit.*
- *Mehr gebäudespezifische Kaskaden-Nutzungs-Projekte*
- *Wirtschaftlichkeit.*
- *Es muss wirtschaftlich sein und zuverlässig*
- *Zuschüsse*
- *Hohe Preise fossiler Energieträger, günstiger Strom, Projektförderung*
- *Positive Effekte im EEWärmeG bzw. EnEV einbauen.*
- *Grundsätzliches Umdenken im Umgang mit Energie – (leider) finanzielle Reize*
- *Förderung klare juristische Regelungen Kataster der möglichen Kanalstrecken und Profilgrößen Angabe von Mindestquerschnitten zum Einbau, Betrieb*
- *Förderprogramme*
- *Fördermittel*
- *Steuerliche und staatliche Förderung*
- *Staatliche Förderung*
- *Staatl. Förderung*
- *Förderprogramme.*
- *Realistische, praxisbewiesene Umsetzung mit Amortisationsnachweisen*
- *Kurze Amortisationszeiten*
- *Wirtschaftlichkeit*
- *Finanzielle, Einbeziehung in die Thematik der Erneuerbaren Energien,*
- *Energiekosteneinsparung*
- *Senkung der Kanalgebühren*

11
Abgeleitete Strategien und identifizierte Handlungsfelder zur Beseitigung technischer, planerischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hemmnisse

11.1
Wie werden aus Pilotanlagen Anwendungsfälle in der Breite?

Aufnahme des Themas in unterschiedlichen Ausbildungen, Einbinden der Entscheider und laufende Heizungssanierungswelle nutzen

Die Thematik ist wenig bekannt und daher sollte bereits in der Oberstufe beispielsweise in Fächern wie Geografie und Physik darauf hingewiesen werden, um zukünftig bereits sehr früh ein Bewusstsein für Energieressourcen zu fördern. In der Berufsschule sollte die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung in der handwerklichen Ausbildung in Bereichen wie Heizungsbau und Elektrotechnik Einzug halten. Hochschulen sollten in den Studiengängen Architektur, Bauingenieurwesen, Immobilienökonomie, Immobilienmanagement, Gebäudetechnik usw. die Thematik aufnehmen. Ebenso kann es förderlich sein, Ausbildungen zur Bankwirtschaft um einen technischen Überblick zu bereichern

(siehe *Frage 20: Wird bei Ihnen das Thema Abwasserwärmenutzung aktuell hausintern (mit Konzepten zur Umsetzung) diskutiert?*,

Frage 21: Wird bei Ihnen aktuell die konkrete Umsetzung der Abwasserwärmenutzung diskutiert?,

Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?,

Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört?,

Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?).

Wissen und Informationen bei allen Beteiligten am Bau verbreiten

Wenn zumindest ein Informationsüberblick in Weiterbildungsveranstaltungen, Seminaren, Konferenzen usw., die sich mit dem Bauwesen im Allgemeinen, infrastrukturellen und energetischen Belangen beschäftigen, aufgezeigt wird, kann eine Wissensverbreitung erreicht werden.

Da am Bau viele Beteiligte mit unterschiedlichen fachlichen Ausrichtungen und Interessen wirken, ist ein Informationsüberblick zum Thema Abwasserwärmenutzung in der Bandbreite der Veranstaltungen mit ihren Teilnehmern anzuraten.

Nach einer Verbreitung von Grundlagenwissen und ersten Informationen kann im zweiten Schritt auf deutlich mehr Wissen und Erfahrungen von Projektbeteiligten zurückgegriffen werden, damit sich das Informationsnetz durch diese Beteiligte am Bau weiter verdichtet.

Hilfreich ist es dann, dass verstärkt bereits realisierte Projekte als Beispiele publiziert werden, wodurch eine breite Leserschaft und Bewusstseinsbildung erreicht wird (vgl. Kap. 10.4.1).

Letztlich ist bei den Informationsveranstaltungen auch immer die wirtschaftliche Betrachtungsweise mit aufzuzeigen. Dabei sind Wirtschaftlichkeitsansätze auf Basis von Investitions- und Betriebskosten zu favorisieren, da eine nachhaltige Immobilie nicht alleine durch Investitionskosten abbildbar ist. In der Immobilienbranche ist die alleinige Betrachtung von Investitionen immer noch weit verbreitet. Dies ist durch das Dilemma am Bau infolge unterschiedlicher Akteure und Interessen von Investoren und Betreibern begründbar.

Einbeziehen Immobilien-Entscheider und bereits laufende Heizungssanierungswelle nutzen

Immobilien-Entscheider sind bei den Details zur technischen Gebäudeausrüstung oftmals weniger in den Entscheidungsprozess eingebunden bzw. wirken weniger mit als bei der bautechnischen Gebäudegestaltung. Das Mitwirken der Entscheider wird jedoch als wichtig erachtet für die Verbreitung der Abwasserwärmenutzung. Dies könnte den Entscheidern durch einen transparenten Entscheidungsprozess in Bezug auf die technischen, umwelttechnischen und wirtschaftlichen Randbedingungen, in dem auch die Abwasserwärmenutzung aufgezeigt wird, ermöglicht werden. Damit hier die Abwasserwärmenutzung im gewissen Umfang Berücksichtigung findet, sollte das Potenzial kurzfristig bekannt gemacht werden. Nur so ist es möglich bei der laufenden Umrüstung von Heizungsanlagen das Potenzial nutzbar zu machen. Ansonsten wird mit Blick auf den Bestand die nächste Sanierungswelle abgewartet werden müssen, was einem Lebenszyklus von etwa 20 Jahren entspricht

(siehe *Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung?* und *Frage 39: Sind aus Ihrer Sicht aktuell viele Heizungsanlagen in Ihren Bestandsgebäuden / Projekten zu erneuern?*).

11.2 Wie kann die Bereitschaft der Akteure zur Steigerung der Anwendungsfälle nutzbar gemacht werden?

Den Akteuren am Bau und den Entscheidern kann eine Bereitschaft zur Anwendung der Abwasserwärmenutzung unterstellt werden (*Frage 3: Welche Position bekleiden Sie in Ihrem Unternehmen?* und *Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?*). Daher ist von Beginn an die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung mit aufzeigen. Dazu ist die unter Kap. 11.1 genannte Informations- und Wissensvermittlung an Planer und alle Bauherrenberater notwendig. Bereits in Bebauungsplanverfahren bzw. ab Phase 0 bei der Immobilienbetrachtung (Projektentwicklung, Bedarfsplanung) sollten energetische Themen und zur Verfügung stehende Ressourcen in das Projekt mit einfließen.

Damit die Beteiligten am Bau im Sinne eines nachhaltigen Projekts mitwirken, sind auch eine kooperative Kommunikation und eine kooperative Projektabwicklung förderlich. Nur so kommt es zum Gedankenaustausch, Diskussionen von Varianten und technisch sowie wirtschaftlich nachhaltigen Entscheidungen. Weiterhin ist bei der kooperativen Projektarbeit die Interdisziplinarität förderlich und die Einbeziehung in die Beratung von Architekten, Ingenieuren, Energieberatern und Handwerkern.

Mit Blick auf Bau-Projektmanagementaufgaben bei Projekten, bei denen Architekten und Ingenieure nicht alleine die Projektführung übernehmen bzw. Bauherren die Projektleitung an externe Beauftragte übergeben, ist wiederum auf ausreichendes Wissen hinzuweisen. Nur dann kann die Projektleitung, Projektsteuerung oder das Projektmanagement auf den Einsatz von zur Verfügung stehenden Ressourcen wie die Abwasserwärme hinwirken

(siehe *Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?*,

Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert?,

Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?).

Zusätzlich kann die Angebotserweiterung um die Abwasserwärmenutzung beim Wärmeenergie-Contracting die Anwendungsfälle steigern (siehe *Frage 24: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern?*).

11.3 Wie führen vorhandene Werkzeuge (z. B. Abwasserkataster usw.) zur Steigerung der Anwendungsfälle und wie sind diese weiterzuentwickeln?

Es existieren einzelne Studien und Untersuchungen im Bundesgebiet, die sich mit der Thematik Abwasserwärmekataster beschäftigen.

Diese sollten auch den überschlägigen Wärmebedarf, der mit einfachen Methoden ermittelbar ist, beinhalten. Nur dann kann dem Abwasserwärmeangebot der Wärmebedarf gegenübergestellt werden, was zu konkreten Beurteilungen für in Frage kommende Standorte oder Bereiche zulässt. Mithilfe dieses Vergleichs können relevante Immobilienstandorte erkannt und Gespräche mit Beteiligten effektiv gezielt betrieben werden (vgl. [55] und [56]).

Bei der Erstellung von Abwasserwärmekatastern sollte eine Beteiligung von Immobilienakteuren stattfinden. Wenn nur Abwasserakteure oder kommunale Akteure diese Unterlagen erstellen, fehlt die Bindung zur Immobilienwelt und es ergeben sich kaum Anwendungsfälle. Zumindest sollte das Stadtplanungsamt und das Bauamt mit einbezogen werden. Je nach Bearbeitungs- und Ergebnistiefe der Studien sind Immobilienbetreiber bzw. Eigentümer anzusprechen und über die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung zu informieren.

Die Ergebnisse und Unterlagen aus den Studien sollten den Immobilienverantwortlichen und Baubeteiligten zugänglich gemacht werden. Dies trägt zur Bewusstseinsbildung für die Abwasserwärmenutzung bei und fördert die Anwendungsfälle.

Auf der kommunalen Ebene (Städtetag, Kommunen, Klimaschutzbeauftragte und kommunale Abwasserbetriebe) sollten Partner gewonnen werden. Diese können die Abwasserwärmenutzung auf Basis eines Abwasserwärmekatasters bekannt machen und aktiv auf Ansprechpartner in relevanten Bereichen zugehen (siehe *Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?*).

11.4 Wie ist eine schnelle Wissensverbreitung zu erreichen (Planer, Handwerker, Generalunternehmer, Immobilienökonomen usw.)?

Die unter Kap. 11.1 und Kap. 11.2 aufgeführten Handlungsempfehlungen zur Wissensverbreitung führen zu mittelfristigen und langfristigen Erfolgen. Eine schnelle Verbreitung von Wissen zur Thematik benötigt weitere strategische Ansätze. Daher werden ergänzende Empfehlungen aufgeführt (vgl. Kap. 10.4.1):

- Infoveranstaltungen bei Ingenieur- und Architektenkammer, Handwerkskammer, EBS-Immobilienkongress usw. veranstalten
- Infoemails, Newsletter, Flyer über zuvor genannte Institutionen an deren Mitglieder verteilen
- Regionale Infoverbreitung beispielsweise durch Energieagenturen und/oder Referenten.

Auf die Frage *Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern? (Frage 29)* wird beispielsweise u. A. konkret darauf hingewiesen, dass Bekanntmachungen in Medien mit der Zielgruppe Bauherren und TGA-Planer als sinnvoll angesehen werden und es wird angeregt, Informationen an potenzielle Investoren heranzutragen. Auch die Publikationen von Objektbegleitungen und der Wunsch nach Angaben zu Sicherheit, Zuverlässigkeit und auch rechtlicher Langfristigkeit weist in Richtung eines Informationsdefizites. Letztendlich deutet auch der Wunsch nach Kommunikation innerhalb der Verwaltungen in diesem Fragenkomplex deutet darauf hin, dass ein intensiverer Fluss an Informationen sich positiv auf die Realisierungszahlen der AWN auswirken könnte

(Siehe *Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?* und »Sonstiges:« zu *Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*,

Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?,

Frage 20: Wird bei Ihnen das Thema Abwasserwärmenutzung aktuell hausintern (mit Konzepten zur Umsetzung) diskutiert?,

Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse?,

Frage 27: Würden Sie sagen, dass es schwierig ist, mehr über Abwasserwärmenutzung zu erfahren?,

Frage 32: Haben Sie auf einem dieser Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört?,

Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert? und ergänzende Antworten zu *Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung Informiert? Falls nein, was sind die Gründe dafür?*

Frage 36: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert? Falls ja, woher stammte die Information?,

Antworten zu *Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern? (Frage 29)*,

Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?).

Abgeleitete Strategien und identifizierte Handlungsfelder zur Beseitigung technischer, planerischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hemmnisse

11.5 Wie können Bauherren oder ihre Vertreter als Entscheider überzeugt werden?

Die unmittelbare Mitwirkung der Bauherren oder ihre Vertreter als Entscheider scheint als hilfreich eingeschätzt zu werden, bei den Entscheidern ist daher durch Informationen ein Bewusstsein für die Anwendung der Abwasserwärmenutzung zu schaffen. Da vielfältige andere Techniken im Bereich der Wärmeerzeugung und Kältetechnik bestehen und angewendet werden, sollte der technische Hintergrund keine Hemmnisse darstellen. Auf Grundlage dieses Zusammenhangs sind die für Entscheider wesentliche Aspekte zu betrachten und Hemmnisse zu reduzieren:

- Aufzeigen von Wirtschaftlichkeit (siehe Kap. 10.5) und Nachhaltigkeit
- Rechtliche Regelungen (siehe Kap. 10.3 und 10.5) zum Abbau von Hemmnissen aufzeigen
- Aufzeigen des Beitrags zum Klima- und Umweltschutz
- Nutzen für Marketing darstellen.

(Siehe *Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung?*)

11.6 Welche Ansätze zu Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter Berücksichtigung des Dilemmas am Bau (Investor vs. Betreiber) sind empfehlenswert?

In der Baubranche überwiegt noch immer der Vergleich von Investitionskosten, insofern stellt sich die Frage, ob die Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Steigerung der Anwendungsfälle beitragen können. Die Beurteilung von Lebenszykluskosten und Nachhaltigkeitsbewertungen sind noch nicht in der Breite der Immobilienwelt angekommen. Entscheidend sind die zusätzliche Betrachtung von Betriebskosten und das Aufzeigen von Jahreskosten für verschiedene technische Möglichkeiten. Dazu werden die jährlichen Kapitalkosten mithilfe der Annuitätenmethode berechnet. Unter Ansatz der jährlichen Betriebskosten lassen sich dann die Jahreskosten verdeutlichen und Varianten vergleichen. Zusätzlich lässt sich unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen wie Nutzungszeiten und Zinssätzen eine Sensitivitätsanalyse durchführen, die weiteren Aufschluss über wirtschaftliche Ausgangsparameter liefert.

Der Jahreskostenvergleich zu Varianten ist den Entscheidern aufzuzeigen. Als Varianten sollten zum Beispiel Heizsysteme auf Basis von Umweltwärme, Biomasse, Geothermie, fossile Energieträger mit Ersatzmaßnahmen an der Gebäudehülle und die Abwasserwärmenutzung verglichen werden.

Da dynamische oder statische Wirtschaftlichkeitsberechnungen oder der vollständige Finanzplan umfangreiche Werkzeuge darstellen, sollten vereinfachte Ansätze zur Veranschaulichung der Wirtschaftlichkeit entwickelt werden. Dies fördert die Anwen-

dung durch Planer, Bauherren, Projektentwickler, Immobilienökonomen, Abwasserträger und andere am Prozess beteiligte Akteure.

Auch sollten zur Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten zu den oben genannten Varianten Werkzeuge und Grundlagenwerte aufbereitet werden. Dadurch wird wiederum die Anwendung von Wirtschaftlichkeitsvergleichen mit Blick auf unterschiedliche Heiztechniken und Anforderungen an die Gebäudehülle unterstützt, was wiederum die Anwendungsfälle der Abwasserwärmenutzung steigern kann. Anforderungen an die Gebäudehülle sind je nach Variantenvergleich zu Heiztechniken bzw. Energieträgern zu berücksichtigen, da Ersatzmaßnahmen erforderlich werden können, die zu höheren Investitionen in die Gebäudehülle führen.

Unter Kap. 6.7 wurden beispielhaft die Jahreskosten der Abwasserwärmenutzung im Vergleich zu drei weiteren Varianten verglichen. Gleichzeitig wird ein Bezug zu verschiedenen untersuchten Gebäudetypen hergestellt, wobei wirtschaftliche Einsatzgrenzen verdeutlicht werden. Beim konkreten Projekt ist die Wirtschaftlichkeit im Einzelfall immer zu untersuchen.

Die Abb. 3 zeigt, dass die Abwasserwärmenutzung unter Berücksichtigung eines ganzheitlichen Ansatzes zum Gebäude und in Abhängigkeit der Randbedingungen bei nahezu allen betrachteten Gebäudetypen eine wirtschaftliche Variante darstellen kann.

(Siehe *Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben?*,

Frage 44: Ist Ihrer Einschätzung nach die Abwasserwärmenutzung in der Regel wirtschaftlich?).

11.7 Wie wirkt sich die Förderung (z. B. KfW) auf die Steigerung von Anwendungsfällen aus und ist eine Erweiterung vorhandener Programme möglich / notwendig?

Auch ohne wissenschaftliche Aufbereitung können positive Auswirkungen auf die Anwendungsfälle zur Abwasserwärmenutzung durch Fördermaßnahmen unterstellt werden. Quantitativere Aussagen können bei Bedarf durch weiteren Forschungsaufwand abgeschätzt werden. Die Förderung zur Steigerung der Anwendungsfälle ist infolge der höheren Investitionskosten im Vergleich zu beispielsweise der Variante »Heizen mit Umweltwärme« und dem verbreiteten Ansatz, lediglich Investitionskosten zu vergleichen, förderlich. Zusätzlich sind konkurrierende Themen wie zum Beispiel Bauen im Bestand, Brandschutz und Barrierefreiheit zu berücksichtigen, da diese zu Kapitaleinsatz führen und anderweitig Einsparungen erfolgen müssen.

Fördermaßnahmen können durch Förderprogramme, insbesondere mit Investitionszuschuss oder Tilgungszuschuss oder durch steuerliche Anreize erreicht werden. Beispielsweise können KfW-Programme zur Abwasserwärmenutzung eingerichtet oder die Thematik in bereits vorhandene Förderprogramme integriert werden. Das KfW-Programm 494 könnte beispielsweise kurzfristig um die Förderung der Abwasserwärmenutzung ergänzt werden. Derzeit werden in diesem KfW-Programm bereits das Themenfeld Abwärme behandelt und die Nutzung von innerbetrieblichen oder außerbetrieblichen Abwärme (vgl. [57]) gefördert.

Zusätzlich oder anstelle von Förderprogrammen sind begünstigte Abschreibungsmodelle für die Abwasserwärmenutzung als Anreiz denkbar. Steuererleichterung führt

oft zur Steigerung der Anwendungsfälle und kann ein wesentliches Instrument zur Beeinflussung der Anwendungsfälle sein

(siehe *Frage 28: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle (von Abwasserwärme) erhöhen?) erhöhen?*,

Antworten zu Frage *Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern? (Frage 29)*).

11.8 Sollte die Abwasserwärmenutzung im öffentlichen/privaten Kanal mit Blick auf erneuerbare Wärmeenergien im GEG/EEWärmeG aufgeführt werden?

Die Abwasserwärme war im Regierungsentwurf von 2008 (vgl. [58]) zum EEWärmeG der Umweltwärme und somit der erneuerbaren Wärmeenergien zugeordnet. Hierin hieß es:

»Zur Umweltwärme zählen deshalb auch Abwärme, Abwasserwärme und …«

Im eingeführten Gesetz erschien eine geänderte Formulierung, die Abwasserwärme nicht zur Umweltwärme hinzuzählte. Somit konnte seit dieser Zeit die Abwasserwärmenutzung unter dem Aspekt, bei Neubauten erneuerbare Energien einsetzen zu müssen, nicht etabliert werden. Dies sollte spätestens im zukünftigen Gebäudeenergiegesetz (GEG) nachgebessert werden. Die Abwasserwärme aus öffentlichen und privaten Kanälen kann ohne Einschränkungen als Umweltwärme bezeichnet werden, da das relevante Temperaturniveau dem Trinkwassertemperaturniveau bzw. Grundwassertemperaturniveau entspricht. Ein zeitweiser Einsatz von Energie zur Aufbereitung von Warmwasser zum Beispiel im Haushalt ist für die Abwassertemperatur im Kanal nicht besonders von Bedeutung, da das Temperaturniveau unmittelbar wieder durch Vermischung und Abkühlung auf die Ausgangstemperatur absinkt. Der Warmwassereffekt ist lediglich bei der Entnahme im Gebäude, zum Beispiel in Duschtassen, zusätzlich nutzbar und kann mit Blick auf die Definition zur Umweltwärme differenziert betrachtet werden. Gleiches gilt für die Abwasserwärmenutzung aus Prozessen, wie bei einem Wäschereibetrieb oder anderweitigen technischen Abläufen, mit zusätzlichem Anheben des Temperaturniveaus durch Fremdenergie. Mithilfe des Hinzuzählens zur erneuerbaren Wärmeenergie wird den Projektbeteiligten die Ressource Abwasserwärme bewusst gemacht und es erfolgt eine Verbreitung der Thematik und zwangsläufig eine Steigerung der Anwendungsfälle.

Bisher wird die gesetzliche Nutzungspflicht zu erneuerbaren Wärmeenergien im Gebäudebestand politisch nicht verfolgt. Zur Steigerung der Anwendungsfälle kann jedoch die Einführung einer Bonusbewertung für die Nutzung einer effizienteren Ressource bei der Energiebilanzierung oder Energieeffizienzklasse beitragen. Je nach Eingruppierung in die Energieeffizienzklassen gemäß folgender Abbildung könnte zum Beispiel ein + bei B oder C (B+ oder C+) oder im Falle einer A+-Eingruppierung ein A++ eingeführt werden.

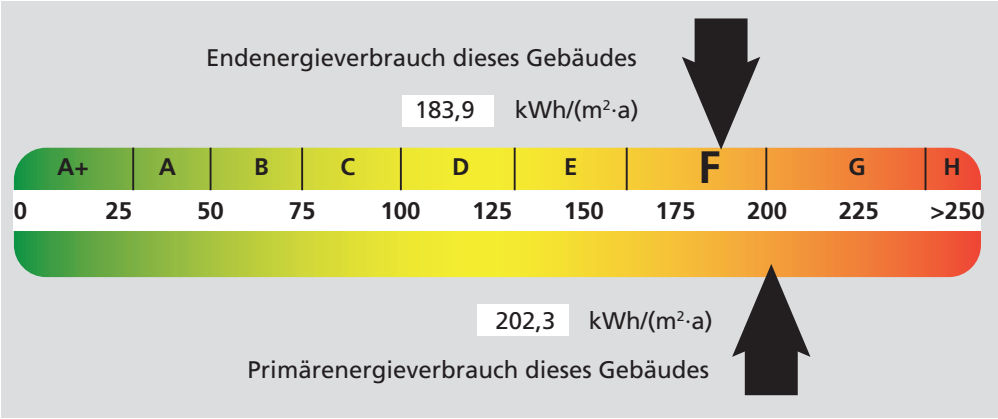


Abb. 62: Energieeffizienzklassen und Abwasserwärmenutzung

Weiterhin sollte in der heutigen EnEV, im zukünftigen GEG bzw. der Vornorm DIN V 18599 als Berechnungsmethodik ein eigener Abschnitt mit Berechnungsalgorithmen oder Grundlagenkennwerte zur Abwasserwärmenutzung aufgenommen werden

(siehe Antworten zu Fragen *Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern? (Frage 29)*,

Welche sonstige Investitionen verhindern Ihrer Meinung nach die Anwendung der Abwasserwärmenutzung? (Frage 41), Nennungen aus dem Feld »Sonstiges:«,

Ist aus Ihrer Sicht die Vielfalt der wärmeenergetischen Möglichkeiten hinderlich für den Einsatz der Abwasserwärmenutzung? (Frage 26),

Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt?).

11.9 Welche rechtlichen Rahmenbedingungen können vereinfacht werden?

Zunächst ist der Zugang zum Abwasser bzw. zum Abwassernetz für die Energienutzung zu regeln. Das Abwasser ist ein öffentliches Gut und kein Eigentum der kommunalen Abwasserbetriebe. Ein Recht auf die Nutzung der Abwasserwärme sollte formuliert werden. Beispielsweise können dazu verschiedene Modelle (vgl. Grundlagen der Vertragsgestaltung) zur vertraglichen Gestaltung je nach Akteuren berücksichtigt werden.

Die Anwendungsbereiche der vertraglichen Gestaltung und beispielsweise des Abwasserwärme-Contractings (vgl. Kap. 6.6 Grundlagen der Vertragsgestaltung) im Immobiliensektor können gemäß Abb. 2 veranschaulicht werden. Das Wärme-Contracting findet bereits im öffentlichen und privaten Bereich Anwendung und ist daher auf die Abwasserwärmenutzung übertragbar.

Für den öffentlichen und privaten Bereich sind bei Bedarf spezifische Vertragsmuster zu entwickeln. Die genannten zu regelnden Vertragsinhalte dienen einem gegenseitigen Ausgleich von Risiken. Dem Anbieter wird ein Gewinn und dem Nutzer im Gegenzug eine kalkulierbare Grundlage gewährt. Die Haftung für Initiatoren/Nutzer/Investoren sollte dabei eingrenzt werden, da die Wärmerückgewinnung aus Abwasser dem Allgemeinwohl dient und Haftungszuweisungen zu den Initiatoren als Hemmnis zu

bezeichnen sind. Formulierungen für Verträge und Abwassersatzungen sollten bundesweit einheitlich eingeführt und zur Verfügung gestellt werden

(siehe *Frage 24: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern?*,

Frage 67: Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es?,

Frage 63: Wo sehen Sie im Moment die größten Hemmnisse, die Sie hindern, Abwasserwärme zu nutzen?).

Abgeleitete Strategien und identifizierte Handlungsfelder zur Beseitigung technischer, planerischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hemmnisse

11.10 Welche Rolle können Abwasserträger mit Blick auf die Steigerung der Anwendungsfälle einnehmen?

Abwasserträger und ihre Akteure (z. B. Ingenieure der Siedlungswasserwirtschaft) sind Know-how-Träger rund um die Abwassertechnik. Daher sind sie ein wichtiger Partner bei der Verbreitung von Wissen und Schaffung von Akzeptanz hinsichtlich der Abwasserwärmenutzung.

Von den Abwasserträgern kann eine interdisziplinäre Verknüpfungsaufgabe mit Blick auf die am Bau Beteiligten ausgehen und mithilfe ihrer Infrastrukturaufgabe für den Immobiliensektor und Hochbau bzw. Städtebau kann eine Mitwirkung bei der Wärmebedarfsdeckung von Gebäuden erfolgen.

Die Abwasserträger sollten dahingehend gewonnen werden, dass zum einen etwaige eigene vorhandene Vorbehalte und Hemmnisse gegenüber der Abwasserwärmenutzung abgebaut werden und zum anderen eine aktive Förderung dieser Ressourcennutzung auch von den Abwasserträgern selbst ausgeht.

In Bebauungsplan- und Bauantragsverfahren werden Abwasserträger gehört bzw. beteiligt. Insbesondere im Bauantragsverfahren können die Abwasserträger dann die bekannte Bauherrschaft und beteiligten Planer ansprechen und die Abwasserwärmenutzung, sofern an dem Standort für das Objekt sinnvoll machbar, ins Gespräch bringen. Bei vorhabenbezogenen Bebauungsplänen ist die aktive Förderung der Abwasserwärmenutzung ebenso durch Gespräche mit den konkreten Beteiligten möglich. Hier ist die Kontaktaufnahme bereits im frühen Stadium der Projektierung, noch vor Bauantragsstellung, möglich

(siehe *Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen?*).

11.11 Wie kann die zu erwartende Häufung der Gebäudekühlung genutzt werden?

Generell steigt die Anwendung der Gebäudekühlung. Dies ist beispielsweise auf einen gestiegenen Komfortanspruch, auf geforderte sommerliche Wärmeschutzbetrachtungen und die Anwendung der Wärmepumpentechnik zurückzuführen. Durch die Abwasserwärmenutzung kann die abgeleitete Abwärme auf ein relativ gleichbleibendes Medium im Sommer übertragen werden, welches ein niedrigeres Temperaturniveau aufweist, als die Außenluft bei Nutzung der Umweltwärme. Demnach ist die Gebäudekühlung mit Hilfe der Abwasserwärmenutzung eine deutlich effizientere und

damit klimaschonendere Technik zur Gebäudekühlung. Des Weiteren ist dies mit einer größeren Wirtschaftlichkeit verbunden

(siehe *Frage 22: Wird eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant?*).

11.12 Sind weitere technische Innovationen zu erwarten und nötig und unter welchen Voraussetzungen sinken die Kosten?

Inwiefern bei der Abwasserwärmenutzung weitere technische Innovationen möglich sind, kann mit der durchgeführten Befragung nicht geklärt werden. Zu Investitionskosten ist jedenfalls anzumerken, dass diese bei steigenden Anwendungsfällen sinken werden. Bisher basiert die Anwendung der Abwasserwärmenutzung auf der Akquisition der Ausrüsterfirmen. Zukünftig könnten die Akquisitions- und Entwicklungskosten sinken, wenn die Anwendungsfälle steigen und die Technik durch die Immobilienbeteiligten und Abwasserträger angefragt werden.

Die Entwicklung von zukünftigen Kosten kann durch eine Kosten-Lernkurve beschrieben werden. Daher wird nachfolgend eine Kosten-Lernkurve zwecks Veranschaulichung zur Wärmetauschertechnik für die Abwasserwärmenutzung betrachtet. Die Lernkurve berücksichtigt eine Kostendegression nach Einführung des Produkts und steigenden Marktumsätzen. Die Lernkurve kann als Potenzfunktion (vgl. [59]) wie folgt beschrieben werden:

Formel 12: Kosten-Lernkurve

$$\frac{Cx}{Co} = Px^{\left(\frac{\ln(f)}{\ln(2)}\right)}$$

Dabei sind Cx die Kosten der aktuell produzierten Menge, Co die Kosten der ersten Einheit, f der Lernfaktor (Kostenreduktion bei Verdopplung der produzierten Menge) und Px ist die kumulierte, produzierte Stückzahl. Bei technischen Entwicklungen kann der Lernfaktor beispielsweise mit 0,7 bis 0,9 angenommen werden, wobei die Kosten bei Verdopplung der produzierten Menge um ca. 10 bis 30 % sinken. Bei eingeführten Technologien beträgt der Lernfaktor bis 1,0. Folgende Abbildung zeigt einen schematisierten Verlauf einer Kosten-Lernkurve:

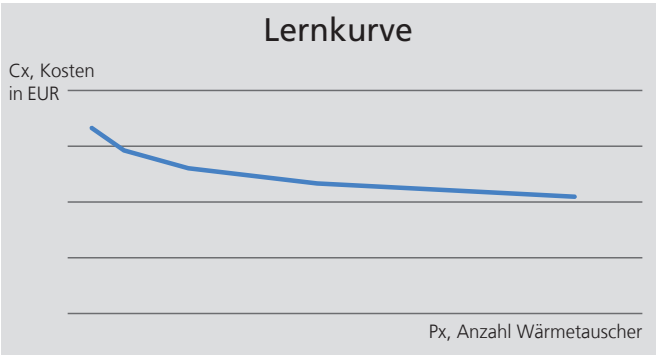


Abb. 63: Beispiel Lernkurve für Kosten der Wärmetauscher zur Abwasserwärmenutzung

Aufgrund der in Deutschland noch relativ ungenutzten technischen Anwendung der Wärmerückgewinnung aus Abwasser ist eine deutliche Kostensenkung bei Steigerung der Anwendungsfälle zu erwarten

(siehe *Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht?*

und Nennungen aus dem Feld »*Nein, welche Probleme sind in der Umsetzung aufgetreten?*«,

Frage 30: Erwarten Sie weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung?,

und anschließende Antworten zu *Erwarten Sie weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung? (Frage 30)* Wenn ja, welche?).

11.13 Wer kann die Netzwerker-Rolle zwecks Zusammenbringens der unterschiedlichsten Akteure am Bau einnehmen?

Da die Steigerung der Anwendungsfälle der Abwasserwärmenutzung ein interdisziplinäres Zusammenwirken vieler am Bau Beteiligter erfordert, ist eine Netzwerkstruktur erforderlich. Wichtig für das erfolgreiche Wirken des Netzwerkes scheint eine aktive Führung der Netzwerkverbindungen. Insofern ist der Frage nachzugehen, wer die Führung im Netzwerk übernehmen kann.

Die Notwendigkeit eines Netzwerks kann aus dem Umstand abgeleitet werden, dass die Technik und Beispielprojekte vorhanden sind, ebenso das Interesse gemäß Befragung, jedoch die Verknüpfung der am Bau Beteiligten für die Ressourcennutzung und Steigerung der Anwendungsfälle fehlt.

Eine bisher geschaffene Themenallianz (vgl. [60]) (vergleichbar mit Teilnetzwerk) zeigt, dass der Zusammenschluss von Industriepartnern alleine die Anwendungsfälle nicht in dem Maße steigern kann, wie es das Potenzial zuließe und somit die Ressource sowie die zur Verfügung stehenden Techniken weiterhin nahezu ungenutzt bleiben. Daher ist das Netzwerk zu erweitern.

Mit Blick auf die formalen Abläufe zur Schaffung von Baurecht, die Beteiligung der Raum- und Städteplaner, Wirtschaftsförderer sowie Projektentwickler ist festzustellen, dass diese Personen- und Berufsgruppen von Beginn an beteiligt sind. Insofern ist es naheliegend, dass ausgehend von der Stadtplanung/Bauamt in Verbindung mit Klimaschutzbeauftragten der Städte, der Wirtschaftsförderung und Energieagenturen die Anwendungsfälle der Abwasserwärmenutzung durch Einbringen der Thematik in Planungsabläufe gefördert werden können. Dazu ist der Aufbau von städtischen bzw. regionalen Netzwerken empfehlenswert.

Das Netzwerk sollte verschiedene Themenfelder beachten, die das Interesse unterschiedlicher Akteure abbilden und für die Zielsetzung und damit zur Steigerung der Anwendungsfälle zu empfehlen sind:

- Themenfeld 1: »Marketing«/Interesse der Akteure wecken
- Themenfeld 2: Wirtschaftlichkeit/Interesse der Akteure wecken
- Themenfeld 3: Sanierungswelle Heiztechnik und am Gebäude nutzen
- Themenfeld 4: Städtebauliche Konzepte
- Themenfeld 5: Energiequellen
- Themenfeld 6: Suffizienz (weniger Energieverbrauch).

Mithilfe der Verdeutlichung der Themenfelder können die für das Netzwerk erforderlichen Akteure eingegrenzt werden. Die Stadtplanung sollte die Übernahme der Führung übernehmen, also diejenige Rolle übernehmen, die dazu führt die einzelnen Beteiligten – mit Hilfe der Kenntnisse über Immobilienprojekte und den Kontakten zu Akteuren – zu vernetzen, die Abwasserwärmenutzung zu thematisieren und damit die

Anwendungsfälle zu steigern. Von Bedeutung ist ebenso, dass die in Frage kommende Immobilie bzw. deren Entscheidungsträger und der resultierende Klimaschutz als eine Art Kunde verstanden wird. Nur so sind der Einsatz für den Kunden und der Servicegedanke dauerhaft aufrecht zu erhalten.

Das Netzwerk sollte auch dahingehend betrieben werden, dass den Akteuren der eigene Profit bewusst und aufgezeigt wird. Nur so können die erforderlichen Beteiligten für das Netzwerk begeistert werden. Von daher soll hier der Begriff »Klima-Profit-Netzwerk zur Anwendung der Abwasserwärmenutzung« eingeführt werden.

Die politische Zielsetzung mit Blick auf »Profit« gilt dem Klimaschutz und der Nutzung von zur Verfügung stehenden Energieressourcen. Die Wirkungsweise des Netzwerks auf Grundlage des Zusammenspiels der Vernetzung und den Wirtschaftsakteuren unterstützt die Stadterneuerung und den resultierenden Klimaschutz

(siehe *Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört?*

Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen?).

11.14 Weitere Handlungsansätze

Ergänzend zu den in Kap. 11 genannten Punkten werden weitere Handlungsempfehlungen aufgeführt, die jedoch durch weitere Forschungen zu konkretisieren sind:

- Entwicklung einer Methodik zur Ergänzungen der Machbarkeitsstudien/ Abwasserwärmekataster, um ein Wärmebedarfskataster und geeignete Gebäudetypen sowie Gebäudestandorte für die Abwasserwärmenutzung zu identifizieren (Abgleich Angebote und Nachfrage bei Neubauten und im Sanierungsfall).
- Feststellen geeigneter Gebäude bei anstehender Sanierungswelle im Bereich Nichtwohngebäude und Wohngebäude auf der Stadtebene und Berücksichtigung des Abwassernetzes.
- Szenarien zur Steigerung Anwendungsfälle unter Berücksichtigung von geänderten Systembedingungen entwickeln und optimale Randbedingungen aufzeigen.
- Expertenbefragung mit Auswahl der Experten aus vielen Bereichen der Immobilien- und Bauwirtschaft als Forschungsergänzung.

12
Zusammenfassung und Ausblick

Die Ressource Abwasserwärme steht mit rund 10 Mrd. m^3 Abwasser pro Jahr im öffentlichen Kanalnetz bundesweit zur Verfügung. Die Nutzungsmöglichkeit muss im konkreten Fall geprüft werden. Damit eine Prüfung als erste Grundlage zur Umsetzung eines Projekts mit Abwasserwärmenutzung stattfindet, ist der Bekanntheitsgrad deutlich zu erhöhen und idealerweise bei konkreten Projekten von Beginn über die Stadtplanung und bauordnungsrechtliche Vorgänge zu initiieren. In den letzten Jahren wurden zwar bereits einige Projekte realisiert, die Thematik auf Veranstaltungen vorgetragen und eine Themenallianz gegründet, jedoch fehlt es noch immer an einer breiten Umsetzung.

Insofern ist die zentrale Frage »Wie werden aus Pilotanlagen Anwendungsfälle in der Breite?« zu betrachten und Handlungsempfehlungen aufzuzeigen. Aus den abgeleiteten Empfehlungen können diese als Kernbotschaft wie folgt zusammengefasst werden:

1. Eine gesetzliche Grundlage in der Abwasser als erneuerbare Energie anerkannt wird, (EEWärmeG, GEG) sollte geschaffen werden. Damit wird die Ressource Abwasser in das Bewusstsein der Akteure rücken und viele weitere Anwendungsfälle zustande kommen. Da die Ausgangstemperatur von etwa 10 °C des Abwassers aus der Trinkwassergewinnung resultiert ist die Beurteilung als erneuerbare Energieform naheliegend. Ein zwischenzeitliches Aufheizen (Energiezuführung z. B. beim Duschen) von Teilströmen hat keine relevante Auswirkung auf das Temperaturniveau des Mediums im Kanalnetz.
2. Die Abwasserwärmenutzung sollte, wie andere Technologien auch, Berücksichtigung in KfW-Förderprogrammen finden.
3. Es sollten einfache rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Investoren nicht abschrecken und den Zugang zum Abwasser sichern.
4. Der Wissensbereich sollte Aufnahme in unterschiedlichen Ausbildungs- und Schulzweige sowie im Hochschulbereich finden.
5. Das vorhandene Wissen sowie Informationen zur Thematik sollten sich bei allen Beteiligten am Bau verbreiten. Publikationen zu realisierten Projekten können den Prozess unterstützen.
6. Städtische bzw. regionale Netzwerke unter Führung der Stadtplanung, des Bauamtes, der Wirtschaftsförderung und/oder den Klimaschutzbeauftragten fördern das Wissen, das interdisziplinäre Zusammenwirken der am Bau Beteiligten, machen die Thematik bewusst, zeigen für alle Beteiligten einen »Profit« auf und führen zur Steigerung der Anwendungsfälle.

13
Anhang

13.1
Fragenverzeichnis

Frage 1: Welchem Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft gehört Ihr Unternehmen an? 40

Frage 2: Welche Leistungen bietet Ihr Unternehmen an? 41

Frage 3: Welche Position bekleiden Sie in Ihrem Unternehmen? 42

Frage 4: Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie im Bereich der Bau- und Immobilienwirtschaft?..... 42

Frage 5: Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Unternehmen? 43

Frage 6: Wie bewerten Sie das Thema Abwasserwärmenutzung bei Ihren Projekten?..... 45

Frage 7: Haben Sie bis jetzt Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht? 46

Frage 8: Bei welchen Arten von Projekten haben Sie die Abwasserwärmenutzung bis jetzt durchgeführt bzw. Erfahrungen damit gesammelt? 47

Frage 9: Wie haben Sie die Abwasserwärme bei Ihren Projekten nutzbar gemacht? 47

Frage 10: Wurden die gesetzten Ziele erreicht? 48

Frage 11: Welches waren die Gründe für die Anwendung (der Abwasserwärmenutzung)?..... 48

Frage 12: Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Erfahrungen mit Abwasserwärmenutzung gemacht haben? 49

Frage 13: Verhindert die Möglichkeit der Prozesswärmenutzung die Abwasserwärmenutzung? 53

Frage 14: Nutzen Sie Prozesswärme? 53

Frage 15: Erfolgt bei Ihren Projekten ein Betriebskostenmanagement oder eine Betriebskostenbetrachtung? 54

Frage 16: Wie wichtig sind Ihnen folgende Entscheidungsgrundlagen? 55

Frage 17: Wie beurteilen Sie die Mitwirkung der Gebäudeeigentümer bei der Umsetzung von Abwasserwärmenutzung? 55

Frage 18: Verhindert der Vertrieb konkurrierender Energieträger (Gas, Strom, Fernwärme) die Abwasserwärmenutzung? 57

Frage 19: Sind Ihnen die politischen Ziele zu einem klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland bekannt? 57

Frage 20: Wird bei Ihnen das Thema Abwasserwärmenutzung aktuell hausintern (mit Konzepten zur Umsetzung) diskutiert? 58

Frage 21: Wird bei Ihnen aktuell die konkrete Umsetzung der Abwasserwärmenutzung diskutiert?..... 58

Frage 22: Wird eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant? 58

Frage 23: Können Sie Gründe nennen, weshalb Sie zu dieser Einschätzung kommen (ob eine zusätzliche Gebäudekühlung für Sie relevant wird)? 59

Frage 24: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern? 60

Frage 25: Wäre für Sie eine Beratung zum Thema beim konkreten Projekt von Interesse? 60

Frage 26: Ist aus Ihrer Sicht die Vielfalt der wärmeenergetischen Möglichkeiten hinderlich für den Einsatz der Abwasserwärmenutzung? 60

Frage 27: Würden Sie sagen, dass es schwierig ist, mehr über Abwasserwärmenutzung zu erfahren? 61

Frage 28: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle (von Abwasserwärme) erhöhen?..... 61

Frage 29: Welche Handlungsansätze können die Steigerung von Anwendungsfällen fördern? 61

Frage 30: Erwarten Sie weitere Innovationssprünge bei der Abwasserwärmenutzung? 63

Frage 31: Haben Sie über folgende Institutionen oder Projektbeteiligte bereits von der Abwasserwärmenutzung gehört? ... 69
Frage 32: Haben Sie auf einem dieser Wege vom Thema Abwasserwärmerückgewinnung gehört? ... 70
Frage 33: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert? ... 70
Frage 34: Woher würden Sie gerne Informationen zum Thema Abwasserwärmenutzung beziehen? ... 71
Frage 35: Haben Informationen von einer oder mehreren Quellen zu einer konkreten Umsetzung geführt? ... 72
Frage 36: Fühlen Sie sich ausreichend zum Thema Abwasserwärmenutzung informiert? Falls ja, woher stammte die Information? ... 72
Frage 37: Welches Ziel soll eine Beratung zum Thema Abwasserwärmenutzung erreichen? ... 72
Frage 38: Haben Sie Ansprechpartner und ausreichend Information als Entscheidungsgrundlage? ... 73
Frage 39: Sind aus Ihrer Sicht aktuell viele Heizungsanlagen in Ihren Bestandsgebäuden/Projekten zu erneuern? ... 75
Frage 40: Verhindern Ihrer Einschätzung nach andere Investitionen in die Immobilien den Einsatz der Abwasserwärmenutzung? ... 75
Frage 41: Welche sonstigen Investitionen verhindern Ihrer Meinung nach die Anwendung der Abwasserwärmenutzung? ... 76
Frage 42: Würden Förderprogramme die Zahl der Anwendungsfälle von Abwasserwärmenutzung erhöhen? ... 76
Frage 43: Sind Ihnen wirtschaftliche Einsparpotenziale durch die Ressource Abwasserwärmenutzung bekannt? ... 77
Frage 44: Ist Ihrer Einschätzung nach die Abwasserwärmenutzung in der Regel wirtschaftlich? ... 77
Frage 45: Sind Ihnen wirtschaftliche Einsparpotenziale durch die Ressource Abwasserwärme bekannt? ... 77
Frage 46: Kann Ihrer Einschätzung nach das Wärmeenergie-Contracting die Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung fördern? ... 77
Frage 47: Glauben Sie, dass die Anwendungsfälle der Nutzung von Abwasserwärme steigen werden, wenn man diese zukünftig zu den erneuerbaren Energien hinzuzählt? ... 81
Frage 48: Was schätzen Sie, für wie viele Gebäude in Ihrem Projektumfeld oder Einzugsgebiet wäre es möglich, Abwasserwärmenutzung zu realisieren? ... 82
Frage 49: Begründung (weshalb geschätzt wird, für wie viele Gebäude im Projektumfeld oder Einzugsgebiet es möglich wäre, Abwasserwärmenutzung zu realisieren) ... 82
Frage 50: Welche Leistung müssten diese Anlagen erbringen? (in kW) ... 83
Frage 51: Wie viel Wärmebedarf decken sie derzeit in Ihrem Projektumfeld mit Abwasserwärme? (in %/in kW) ... 83
Frage 52: Welche Technik zur Nutzung der Abwasserwärme favorisieren Sie? ... 84
Frage 53: Welche weitere Heizanlage würden Sie für einen bivalenten Betrieb heute favorisieren? ... 84
Frage 54: In Ihrem Projektumfeld sind in den nächsten 5 bis 10 Jahren prozentual wie viele Heizungsanlagen zu ersetzen? ... 85
Frage 55: Ziehen Sie es in Betracht in Zukunft ein Projekt mit Abwasserwärme umzusetzen? ... 85
Frage 56: Bis wann könnte ein Projekt mit Abwasserwärme bei Ihnen geplant sein? ... 86
Frage 57: Bis wann könnte ein Projekt realisiert sein? ... 86
Frage 58: Können nach Ihrer Einschätzung über 2025 hinaus Projekte entstehen? ... 87
Frage 59: Welche Kombinationen der Energieformen bei der Gebäudeheizung bevorzugen Sie nach Ihrem heutigen Wissenstand zur Gebäudebeheizung zukünftig? ... 89
Frage 60: Welche Gründe gibt es dafür (für die Nennung der Kombination der Gebäudeheizung)? ... 90
Frage 61: Bis wann glauben Sie, werden Sie ein von Ihnen favorisierte Kombination konkret eingesetzt haben? ... 91
Frage 62: Für wie wahrscheinlich halten Sie den Einsatz der Abwasserwärmenutzung? ... 91
Frage 63: Wo sehen Sie im Moment die größten Hemmnisse, die Sie hindern, Abwasserwärme zu nutzen? ... 92

Frage 64: Wird aus Ihrer Sicht der Einsatz der Abwasserwärme frühestens nach Ablauf der aktuellen Lebensdauer der Heizanlagen möglich sein? ... 93

Frage 65: Beschäftigen Sie sich gedanklich schon länger mit der Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung, kommen aber nicht dazu, sich thematisch einzuarbeiten? ... 93

Frage 66: Gibt es nach Ihrer Einschätzung rechtliche Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung? ... 94

Frage 67: Welche rechtlichen Hemmnisse zur Abwasserwärmenutzung gibt es? ... 94

Frage 68: Können Sie weitere Faktoren nennen, die Sie daran hindern könnten, die Abwasserwärmenutzung im Rahmen der Gebäudebeheizung umzusetzen? ... 95

Frage 69: Welche Anreize würden aus Ihrer Sicht zur Umsetzung von Abwasserwärmenutzungsanlagen führen? ... 96

13.2 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Gegenüberstellung CO_2-Emissionen durch Einsatz unterschiedlicher Energieträger ... 9

Abb. 2: Vertragsmodelle für die Abwasserwärmenutzung [39] ... 22

Abb. 3: Wirtschaftliche Einsatzgrenzen der Abwasserwärmenutzung im Vergleich zu drei Varianten (Bezug: spezifische Jahreskosten und beheizte Fläche) [40] ... 24

Abb. 4: Wirtschaftliche Einsatzgrenzen der Abwasserwärmenutzung bezogen auf Jahreskosten und beheizte Fläche, Sensitivitätsanalyse [41] ... 25

Abb. 5: Verteilung der abgefragten Adressen ... 31

Abb. 6: Ergebnis Frage 1 ... 40

Abb. 7: Ergebnis Frage 2 ... 41

Abb. 8: Ergebnis Frage 3 ... 42

Abb. 9: Ergebnis Frage 4 ... 42

Abb. 10: Ergebnis Frage 5 ... 43

Abb. 11: Ergebnis Frage 6 ... 45

Abb. 12: Ergebnis Frage 7 ... 46

Abb. 13: Ergebnis Frage 8 ... 47

Abb. 14: Ergebnis Frage 9 ... 47

Abb. 15: Ergebnis Frage 10 ... 48

Abb. 16: Ergebnis Frage 12 ... 49

Abb. 17: Ergebnis Frage 13 ... 53

Abb. 18: Ergebnis Frage 14 ... 53

Abb. 19: Ergebnis Frage 15 ... 54

Abb. 20: Ergebnis Frage 16 ... 55

Abb. 21: Ergebnis Frage 17 ... 55

Abb. 22: Ergebnis Frage 18 ... 57

Abb. 23: Ergebnis Frage 19 ... 57

Abb. 24: Ergebnis Frage 20 ... 58

Abb. 25: Ergebnis Frage 21 ... 58

Abb. 26: Ergebnis Frage 22 ... 58

Abb. 27: Ergebnis Frage 24 ... 60

Abb. 28: Ergebnis Frage 25 ... 60

Abb. 29: Ergebnis Frage 26 ... 60

Abb. 30: Ergebnis Frage 27 ... 61

Abb. 31: Ergebnis Frage 28 ... 61
Abb. 32: Ergebnis Frage 30 ... 63
Abb. 33: Ergebnis Frage 31 ... 69
Abb. 34: Ergebnis Frage 32 ... 70
Abb. 35: Ergebnis Frage 33 ... 70
Abb. 36: Ergebnis Frage 34 ... 71
Abb. 37: Ergebnis Frage 35 ... 72
Abb. 38: Ergebnis Frage 38 ... 73
Abb. 39: Ergebnis Frage 39 ... 75
Abb. 40: Ergebnis Frage 40 ... 75
Abb. 41: Ergebnis Frage 41 ... 76
Abb. 42: Ergebnis Frage 42 ... 76
Abb. 43: Ergebnis Frage 43 ... 77
Abb. 44: Ergebnis Frage 44 ... 77
Abb. 45: Ergebnis Frage 45 ... 77
Abb. 46: Ergebnis Frage 46 ... 77
Abb. 47: Ergebnis Frage 47 ... 81
Abb. 48: Ergebnis Frage 49 ... 82
Abb. 49: Ergebnis Frage 52 ... 84
Abb. 50: Ergebnis Frage 53 ... 84
Abb. 51: Ergebnis Frage 55 ... 85
Abb. 52: Ergebnis Frage 56 ... 86
Abb. 53: Ergebnis Frage 57 ... 86
Abb. 54: Ergebnis Frage 58 ... 87
Abb. 55: Ergebnis Frage 59 ... 89
Abb. 56: Ergebnis Frage 61 ... 91
Abb. 57: Ergebnis Frage 62 ... 91
Abb. 58: Ergebnis Frage 64 ... 93
Abb. 59: Ergebnis Frage 65 ... 93
Abb. 60: Ergebnis Frage 66 ... 94
Abb. 61: Ergebnis Frage 67 ... 94
Abb. 62: Energieeffizienzklassen und Abwasserwärmenutzung ... 104
Abb. 63: Beispiel Lernkurve für Kosten der Wärmetauscher zur Abwasserwärmenutzung ... 106

Tab. 1: ... 12

13.3 Formelverzeichnis

Formel 1: Wärmemenge ... 17
Formel 2: Wärmeleistung ... 17
Formel 3: Wärmetauscherleistung je Liter Abwasser pro Sekunde ... 17
Formel 4: Energiemenge je Kubikmeter Abwasser pro Stunde bei 1 °K Temperaturspreizung ... 17
Formel 5: Wärmetauscherleistung aus Oberfläche ... 18
Formel 6: Erforderliche Wärmetauscheroberfläche ... 18
Formel 7: Leistung Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmetauscherleistung und Jahresarbeitszahl ... 18
Formel 8: Leistung Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmetauscherleistung und Coefficient of Performance ... 18
Formel 9: Spezifische elektrische Leistung von Abwasserwärmepumpen ... 18
Formel 10: Bundesweites theoretisches Wärmepotenzial des Abwassers ... 20
Formel 11: Bundesweites theoretisches Nutzpotenzial für die Raumbeheizung ... 20
Formel 12: Kosten-Lernkurve ... 106

13.4 Quellenverzeichnis

[1] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.): Wohnen und Bauen in Zahlen 2009/2010, 5. Aufl. Stand April 2010, www.dbz.de/news/dbz__971337.html

[2] Unger, F.: Innovative Energiegewinnung aus Abwasserwärme, Eine komparative Fallstudie zur Umsetzung von Abwasserwärmeanlagen, Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller, 2007

[3] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012

[4] BMVBS 2011, Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/2011, S. 15 https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/ON162011.html?nn=436654

[5] BMVBS (Hrsg.): Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/2011. https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/ON162011.html?nn=436654

[6] Müller T.; Oschmann V.; Wustlich G.: 2010, EEWärmeG, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, Kommentar, Verlag C. H.Beck, München, S. 134 f

[7] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012, S. 103

[8] Bundesamt für Energie BFE: EnergieSchweiz 2013–2020, Detailkonzept Juli 2013, S. 95: https://www.energieschweiz.ch/search/de-ch/?s=abwasserw%C3%A4rme [Aufruf vom 20.11.2017] bzw. www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_559542388.pdf

[9] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (Hrsg.): Merkblatt DWA-M 114: Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Hennef, Juni 2009, S. 3

[10] Bezirksamt Steglitz-Zehlendorf von Berlin, Berliner Wasserbetriebe: Energiebericht 2009, S. 30

[11] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012, S. 63 f

[12] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012, S. 83 ff

[13] Themenallianz Abwasserwärmenutzung: Projektreferenzen Abwasserwärmenutzung. Projekte bereits realisiert. https://www.abwasserwaermenutzung.com/hauptnavigation/projekte/projektreferenzen/ [Aufruf vom 18.03.2018]

[14] Hamann, A.: Grundlagen der Abwasserwärmenutzung. Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Stadtplaner. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 16

[15] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin: Erfolg für Klimaschutz und für die Staatengemeinschaft www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/print/46829.php? [Aufruf vom 02.01.2011] und https://www.bmu.de/pressemitteilung/roettgen-erfolg-fuer-klimaschutz-und-fuer-die-staatengemeinschaft/

[16] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf [Aufruf vom 19.02.2011], Seite 5 und https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.html

[17] Gesetz zur Forderung des Klimaschutzzieles in Nordrhein-Westfalen (Klimaschutzgesetz NRW), Beschluss Landtag vom 23.01.2013 (GV. NRW, Ausgabe 2013 Nr. 4 vom 06.02.2013, Seite 29–36)

[18] Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen (Klimaschutzgesetz NRW), § 3 Abs. 1

[19] Landtag Rheinland-Pfalz: Gesetzentwurf und Beschlussempfehlung zum Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes. Drucksache 16/3744 vom 17.07.2014 und 16/3288 vom 13.02.2014. www.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3288-16.pdf; www.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3744-16.pdf [Aufruf vom 28.01.2015]

[20] Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes (Landesklimaschutzgesetz [LKSG]) Vom 19. August 2014, http://landesrecht.rlp.de/jportal/portal/t/sb4/page/bsrlpprod.psml/js_pane/Dokumentanzeige#focuspoint [Aufruf vom 01.06.2018]

[21] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinspargesetz [EnEG]), in der Fassung vom 01.09.2005 (BGBl. I S. 2684), letzte Änderung durch Art. 1 des Gesetzes vom 04.07.2013 (BGBl. I S. 2197)

[22] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef (Hrsg.): Merkblatt DWA-M 114 Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Hennef: DWA, 2009

[23] Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Warme-Gesetz Baden-Württemberg [EWärmeG BW]), in der Fassung vom 20.11.2007 (GBl. S. 531)

[24] Müller, T.; Oschmann, V.; Wustlich, G.: EEWärmeG. Erneurbare-Energien-Wärmegesetz. Kommentar. München: Verlag C. H. Beck, 2010, S. 165 ff

[25] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rats vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=
celex%3A32010L0031 [Aufruf vom 15.06.2018]

[26] Artikel 9, Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rats vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32010L0031 [Aufruf vom 15.06.2018]

[27] Koppe, P.; Stozek, A.: Kommunales Abwasser. Seine Inhaltsstoffe nach Herkunft, Zusammensetzung und Reaktionen im Reinigungsprozess einschließlich Klärschlämme. 4. Aufl. Essen: Vulkan-Verlag, 1999, S. 20

[28] Kadel, P.: Gebäude-Energieberatung. Grundlagen und Praxis. 3. Aufl. München/Heidelberg: Hüthig & Pflaum Verlag, 201, S. 22 ff

[29] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef (Hrsg.): Merkblatt DWA-M 114 Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Hennef: DWA, 2009, S. 25 ff

[30] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef (Hrsg.): Merkblatt DWA-M 114 Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Hennef: DWA, 2009, S. 16 ff

[31] Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück; Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), Berlin; Institut Energie in Infrastrukturanlagen, Zürich (Hrsg.): Energierückgewinnung aus häuslichem und kommunalem Abwasser. Heizen und Kühlen mit Abwasser. Ratgeber für Bauträger und Kommunen. 2009. www.waermepumpe.de/fileadmin/grafik/pdf/Flyer-Broschueren/abwasser_2009.pdf [Aufruf vom 22.01.2011], S. 9 ff]
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjy7bbs9YnbAhWMC-wKHTj4A1sQFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fum.baden-wuerttemberg.de%2Ffileadmin%2Fredaktion%2Fm-um%2Fintern%2FDateien%2FDokumente%2F5_Energie%2FEnergieeffizienz%2FAbwasserwaermenutzung%2FLeitfaden_Ratgeber%2FRatgeber_Heizen_und_Kuehlen.pdf&usg=AOvVaw1g2qjSr7KDF6KGzvSsQJCh

[32] Grazer Energieagentur GmbH; Berliner Energieagentur GmbH (Hrsg.); Schinnerl, D. et al.: Abwasserwärmenutzung. Leitfaden zur Projektentwicklung. www.grazer-ea.at/cms/upload/wastewaterheat/gea_abwasserwaermenutzung_leitfaden_web_austria_2007.pdf [Aufruf vom 22.01.2011], S. 18 ff

[33] Statistisches Bundesamt 2013, Umwelt: Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung – Öffentliche Abwasserbehandlung und -entsorgung –, Wiesbaden 2015, S. 22, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Abwasser-Oeffentlich2190212139004.pdf;jsessionid=D2D684F1319BC6D586C526EFD17C74C8.Internet-Live2?__blob=publicationFile

[34] BMVBS, 2010: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), Wohnen und Bauen in Zahlen 2009/2010

[35] Unger F., 2007: Innovative Energiegewinnung aus Abwasserwärme, Eine komparative Fallstudie zur Umsetzung von Abwasserwärmeanlagen, VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, S. 80

[36] Böhm, A.: Abwasserrohrleitungen und -rohrnetze. Betrieb, Erneuerung und Instandhaltung. Essen: Vulkan-Verlag, 2002, S. 71 ff

[37] Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen (Hrsg.): Rometsch, Lutz: Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen, 2004. www.ikt.de/down/f0118langbericht.pdf [Aufruf vom 30.12.2010]

[38] Hamann, A.: Grundlagen der Abwasserwärmenutzung. Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Stadtplaner. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 27

[39] Hamann, A.: Grundlagen der Abwasserwärmenutzung. Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Stadtplaner. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015, S. 26

[40] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012, S. 168

[41] Hamann, A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Technische Grundlagen, Sachstand in Deutschland und wirtschaftliche Vergleiche unter Berücksichtigung der Anforderungen des EEWärmeG und der EnEV. Edition GWF Wasser Abwasser. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2012, S. 179

[42] Rammstedt, B.: Zur Bestimmung der Güte von Multi-Item-Skalen, Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen, Mannheim, 2004. https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/20144 [Aufruf vom 17.05.2017]

[43] Thielsch, M. T., Weltzin, S.: Online-Umfragen und Online-Mitarbeiterbefragungen, Universität Münster, 2012, www.thielsch.org/download/wirtschaftspsychologie/Thielsch_2012.pdf

[44] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), (Hrsg.): Energie aus Abwasser – ein Leitfaden für Kommunen, Augsburg 2015. https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:3778,AARTxNR:lfu_was_00083,AARTxNODENR:282808,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X [Aufruf 14.06.2018]

[45] Bundesverband WärmePumpe e. V. (BWP) München; Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück; Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung im VKU (ASEW), Köln; Institut Energie in Infrastrukturanlagen, Zürich (Hrsg.): Heizen und Kühlen mit Abwasser. Ratgeber für Bauherren und Kommunen. Zürich, 2009

[46] Buri, R.; Kobel, B.: Energie aus Kanalabwasser. Leitfaden für Ingenieure und Planer. Osnabrück: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005

[47] Gutzwiller, S.; Rigassi, R.; Eicher, H.: Abwasserwärmenutzung – Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung. Bern: Bundesamt für Energie (BFE), 2008 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjq472J38PbAhWkO5oKHYkxBR8QFjAAegQIARAu&url=http%3A%2F%2Fwww.news-service.admin.ch%2FNSBSubscriber%2Fmessage%2Fattachments%2F13220.pdf&usg=AOvVaw1YeQ0Yib4Agv0ekF-fQkP6

[48] Wanner, O.: Wärmerückgewinnung aus Abwassersystemen, Schlussbericht September 2004. Bern: Bundesamt für Energie (BFE), 2004

[49] Berliner Energieagentur GmbH; Grazer Energieagentur GmbH (Hrsg.): Abwasserwärmenutzung – Leitfaden zur Projektentwicklung, 2007

[50] Becker, M.; Treis, A.; Weilandt, M. (Hrsg.): Abwasserwärmenutzung – Projektentwicklung, Erfahrungen und Herausforderungen bei der Umsetzung. Zukunftsthema Energie. Die Siedlungswasserwirtschaft ist gefordert. 9. September 2010, Bochum (Deutschland). Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Nr. 61. Selbstverlag, 2010

[51] Butz, J. (Hrsg.): Abwasserwärmenutzung – Hinweise zu Planung, Ausschreibung und Abnahme. DWA Landesverbandstagung Baden-Württemberg 17.–18. Oktober 2013, Friedrichshafen. Tagungsband, Stuttgart (Deutschland). Selbstverlag, 2013, S.111–121

[52] König, K. W.: Großes Potenzial bei Abwasserwärmenutzung. Verfahren und Technologien (Immense potential in use of wastewater heat. Processes and technologies). wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik 66 (2016), S. 15–18

[53] Böge, M.; Knies, J.: Die Energie ist unter uns. Wie Abwasserwärme stärker genutzt werden kann (The energy is beneath us. How wastewater heat can be used more). Wasser und Abfall 15 (2013), Heft 1, S. 35–38

[54] https://daemmen-lohnt-sich.de/ [Aufruf vom 22.03.2018]

[55] Wetter, C.; Willenbrink, H.; Joshi, J.; Russell-Wels, K.; Suchsland, M.: Wärme-Hotspots im Münsterland – auf dem Weg zur Wärmeleitplanung? Potenziale für Wärmenetze erkennen; EuroHeat&Power, Heft 10, 2017, S.14–17

[56] Loibl, W.; Stollnberger, R.; Litzellachner, A.: Systematische Erhebung von Abwärmepotenzialen. Abwärme zur Wärmeversorgung nutzen; EuroHeat&Power, Heft 9, 2017, S. 14–17

[57] KfW: Merkblatt Energieeffizienz im Unternehmen. KfW-Energieeffizienzprogramm – Abwärme Investitionszuschuss: https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000004031_M_494.pdf [Aufruf vom 18.03.2018]

[58] Gesetzesentwurf der Bundesregierung zum EEWärmeG von 18.02.2008, Drucksache 16/8149 des Deutschen Bundestages, S. 21, zu Nummer 4

[59] Althaus W.; Dötsch Ch.: Modul Regenerative Energien, Seite 17 f, FernUniversität Hagen/Fraunhofer UMSICHT (Hrsg.), Studiengang Umweltwissenschaften, Hagen, 2003

[60] https://www.abwasserwaermenutzung.com/ [Aufruf vom 18.06.2018]

14
Weiterführende Literatur

14.1
Monographie

Berliner Energieagentur GmbH, Berliner NetzwerkE (Hrsg.): Gebäudebezogene Nutzung von Abwasserwärme. Selbstverlag, Berlin (Deutschland), 2011

Bischof, J.; Kunz, P.; Mueller, A.; Schroeder, H.-U.: Einflußfaktoren des Kläranlagenbetriebes auf die Nutzung der Abwasserwärme. Demonstrationsprojekt Absorptionswärmepumpenanlage in der Kläranlage Waiblingen. Karlsruhe: Selbstverlag, 1985

Brunk, Marten F. et al.: Dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser. Abschlussbericht. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012

Brunk, M. F.; Seybold, C.: Dezentrale Abwasserwärmerückgewinnung zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden. Abschlussbericht (Development of novel approaches of in-house heat recovery from domestic waste water using modern heat pump technology to increase energy efficiency in buildings). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V. (Hrsg.): Potenziale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung. Im Auftrag von Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW. Aachen, 2013

Hefter, T.; Birzle-Harder, B.; Deffner, J.: Akzeptanz von Grauwasserbehandlung und Wärmerückgewinnung im Wohnungsbau. Ergebnisse einer qualitativen Bewohnerbefragung. netWORKS-Paper Nr. 27. Berlin: Selbstverlag, 2015

Ortloff, G.; Grebe, H. W.; Ehrler, G.: Abwasserwärme und Klärgas zur Wärmeversorgung – Beispiel Waiblingen. BINE, Projekt-Info-Service. Eggenstein-Leopoldshafen: Selbstverlag, 1986

Rometsch, Lutz: Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen. Gelsenkirchen: IKT Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH, 2005

http://www.bine.info/publikationen/projektinfos/publikation/energie-aus-abwasser-versorgt-stadtquartier/

14.2
Tagungsbände

Gelhaus, C. (Hrsg.): Effiziente Verfahrens- und Maschinentechnik zur Abwasserwärmenutzung. Zukunftsthema Energie. Die Siedlungswasserwirtschaft ist gefordert. 9. September 2010, Bochum: Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft, Nr. 61. Selbstverlag, 2010

Rometsch, L. (Hrsg.): Energie aus Abwasserwärme. Ökonomische Randbedingungen und Lösungsansätze. 6. Kölner Kanal Kolloquium am 07. und 08. September 2005 im Maternushaus, Köln, Aachen: Aachener Schriften zur Stadtentwässerung ASS, Nr. 6. Selbstverlag, 2005

14.3
Zeitschriftenaufsätze

Abwasserwärme birgt erhebliche Potenziale (Heat from waste water conceals considerable potential). IKZ Haustechnik, Magazin für Gebäude- und Energietechnik 65 (2012), Nr. 17, S. 52–53

Amann-Eberhardt, B.: Ilsfeld erhält drei Millionen Euro für Klimaschutzprojekt mit Abwasserwärme. Die Gemeinde 138 (2015), Nr. 10, S. 514–516

Bartmann, H.; Lang, J.: Großwärmepumpenanlage mit Abwasserwärmenutzung. (Big heat-pump-system with sewage-waste-heat utilization.). TAB Technik am Bau 18 (1987), Nr. 1, S. 39–40

Brunk, M. F.; Seybold, C.: Dezentrale Abwasserwärmerückgewinnung zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden (Decentralized wastewater heat recovery to increase energy efficiency of buildings). Kurzberichte aus der Bauforschung 56 (2015), Nr. 5, S. 29–31

Butz, J. A.; Müller, E. A.: Abwasserwärmenutzung. Erfahrungsbericht über Planung und Bau der Anlage in Bretten (Wastewater heat recovery – Field report on the planning and construction of the Bretten plant). KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 57 (2010), Nr. 8, S. 765–770

Christ, O.; Mitsdoerffer, R.: Abwasserwärmenutzung. Ein Mosaikstein zur Energiewende am Beispiel einer Anlage in Straubing (Wastewater heat use: a mosaic stone on energy turnaround on the example of an installation in Straubing). Wasser und Abfall 14 (2012), Nr. 5, S. 16–19

Christ, O.; Mitsdoerffer, R.; Pop, C.: Abwasserwärmenutzung in Straubing. Eine energieeffiziente Technologie setzt sich durch (Wastewater use in Straubing: an energy-efficient technology asserts itself). 3R Fachzeitschrift für sichere und effiziente Rohrleitungssysteme (2014), Nr. 4/5, S. 86–89

Dietler, M.: Nutzung von Abwasserwärme ersetzt Energieträger Erdgas. Alternative Wärmequellen (Use of heat from wastewater replaces natural gas fuel. Alternative sources of heat). Euroheat & Power 39 (2010), Nr. 4, S. 44–45

Ellerhorst, S.: Wärmepotenzialkarten unterstützen kommunale Energiesparkonzepte. Chance Abwasserwärme (Heat potential cards support community energy-saving concepts. Opportunity wastewater heat). Beratende Ingenieure 46 (2016), Nr. 7/8, S. 46–48

Ellerhorst, S.; Krajacic, V.; Sommer, U.: Untersuchung des Abwasserwärmepotenzials eines kommunalen Kanalnetzes am Beispiel der Stadt Hagen (Investigation of the wastewater heat potential of a municipal sewer network using the example of the German city of Hagen). KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 61 (2014), Nr. 2, S. 113–117

Ein Schatz wird gehoben. Nutzung von Abwasserwärme nimmt zu. Installation DKZ 132 (2012), Nr. 5, S. 36–37

Ein Schatz wird gehoben. Nutzung von Abwasserwärme nimmt zu (A treasure is being lifted. Use of wastewater heat is increasing). HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik 63 (2012), Nr. 7, S. 55–56

Erste Abwasserwärmepumpe Berlins. IKZ Fachplaner 1 (2006), Heft 10, S. 41

Fischer, M.: Erfahrungen mit einer Abwasserwärmepumpe im Gewerbebetrieb. (Operating experiences with a waste heat pump in a photographic laboratory.). elektrowärme international 36 (1978), Nr. 5, S. A263-A266

Frerichs, A.; Hövel, R.: Die Energie unter unseren Füßen. Projekte zur Abwasserwärmenutzung in Oldenburg (The energy under our feet: Projects for wastewater heat utilization in Oldenburg). bbr Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie 67 (2016), Nr. 1, S. 22–26

Genath, B.: 200 Kilowatt aus der Kanalisation. Abwasserwärme heizt Bochumer Schwimmbad (200 kilowatts from the sewage. Wastewater heat warms Bochum swimming bath). KI Kälte Luft Klimatechnik 47 (2011), Nr. 5, S. 42–44

Genath, B.: Nutzung von Abwasserwärme nimmt zu (Use of wastewater heat increasing). Moderne Gebäudetechnik 66 (2012), Nr. 11, S. 49

Grün, E.; Treis, A.; Rossol, D. et al.: Potenziale der Abwasserwärmenutzung im Emschergebiet (Potential for utilising waste heat in the Emscher river area). KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 55 (2008), Nr. 6, S. 679–682

Hamann, A.: Abwasserwärmenutzung. Stand in Europa und in Deutschland (Wastewater heat usage: status in Europe and Germany). 3R Fachzeitschrift für sichere und effiziente Rohrleitungssysteme (2014), Nr. 6, S. 76–78

Hamann, A.: Abwasserwärmenutzung. Grundlagen und Planungshilfen zur Abschätzung des projektspezifischen Potenzials (Wastewater heat utilization. Principles and planning support to estimate project-specific potential). HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik 67 (2016), Nr. 6, S. 34–38

Hamann, A.: Abwasserwärmenutzung. Leitfaden für eine technische und wirtschaftliche Einsatzanalyse. Bauen plus 2 (2016), Nr. 1, S. 34–37

Hamann A.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Immobilienakteure zum Einsatz der Energierückgewinnung aus Kanälen. 3R-Fachzeitschift für sichere und effizientere Rohrleitungssysteme (2014), Nr. 4/5, S. 82–85

Hamann A.: Wärmeenergieversorgung aus öffentlichem Abwasser. 3R-Fachzeitschift für sichere und effizientere Rohrleitungssysteme (2014) Nr. 1/2, S. 96–98

Hamann A.: Einfluss der Wärmeenergieversorgung aus öffentlichem Abwasser auf die Abwasserreinigung. 3R-Fachzeitschift für sichere und effizientere Rohrleitungssysteme (2014), Nr. 3, S. 80–83

Hamann A.: Abwasserwärmenutzung und nachhaltige Immobilienwirtschaft. Bauen+Wirtschaft Landesausgabe Saarland (2013), S. 87

Hamann A.: Nachhaltige Immobilienwirtschaft am Beispiel der Abwasserwärmenutzung. Sonderdruck »Bauen hat Zukunft«, Institut für Baubetrieb e. V. (2012), S. 77–78

Weiterführende Literatur

Heizwärme aus dem Abwasserkanal. Stadt Straubing nutzt Energiesparkonzept (Warmth for heating from the sewers. Straubing uses an energy-saving concept), Christ, Oliver; Mitsdoerffer, Ralf, 2008, wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik (2008), Nr. 9, S. 8–9

Humm, O.: Wärme aus dem Abwasserkanal. In Zürich-Wipkingen werden demnächst 800 Wohnungen mit Abwasserwärme beheizt. Haustech 11 (1998), Nr. 4, S. 42–44

Hurni, A.: Abwasserwärmenutzung und kommunale Energieplanung (Wastewater heat utilization and local energy planning). wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik (2013), Sondernr., S. 71–74

König, K. W.: Wärmerecycling aus Abwasser. Potenzial der Abwasserwärmenutzung, Technikvarianten, Systemlösungen (Heat recycling from wastewater. Potential of wastewater heat utilization, technology options, system solutions). IKZ Haustechnik, Magazin für Gebäude- und Energietechnik 68 (2015), Nr. 5, S. 152–155

Mitsdoerffer, R.: Wie lässt sich eine Abwasserwärmenutzungsanlage erfolgreich umsetzen? (How do you design a successful waste-water heat recovery system?). GWF Wasser Abwasser 153 (2012), Nr. 2, S. 123–126

Müller, E. A.; Butz, J.: Abwasserwärmenutzung in Deutschland. Aktueller Stand und Ausblick (Wastewater heat recovery in Germany. Current status and future prospects). KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 57 (2010), Nr. 5, S. 437–442

Müller, K.; Billmaier, K.; Müller, E. A.: Abwasserwärmenutzung – Wärmegewinnung (Wastewater heat usage – heat recovery). wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik (2013), Nr. 5, S. 24–26

Rosenthal, M.; Fehsenfeld, M.: Kommune nutzt Abwasserwärme (Commune uses heat from drains). wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik (2011), Nr. 7/8, S. 20–23

Schmid, F.: Wärme aus Abwasserkanal. In Zürich-Wipkingen werden demnächst 800 Wohnungen mit Abwasserwärme beheizt (Heat from the sewer. In the Wipkingen district of Zurich, 800 apartments will be heated with waste heat in the near future.). Wasser Energie Luft – Eau Energie Air 90 (1998), Nr. 1, S. 29–30

Solas, H.; Krüger, G.: Praxisergebnisse der Abwasserwärmenutzung (Practical results of using wastewater heat). 3R Fachzeitschrift für sichere und effiziente Rohrleitungssysteme (2012), Nr. 3/4, S. 294–297

Steffan, T.: Die Energie, die aus dem Gulli kommt. Wie Bremerhaven seine Abwasserwärme nutzen kann. Beilage: Wasser/Abwasser-Praxis (Energy that comes from the sewer grate. How Bremerhaven can use its sewer heat.). Entsorga Magazin 23 (2004), Nr. 6, S. 18–19

Stodtmeister, W.: Heizen und Kühlen mit Abwasserwärmepumpen. IKZ Haustechnik, Magazin für Gebäude- und Energietechnik 58 (2006), Nr. 5, S. 36–37

Warthmann, P.: Trocknungsanlage nutzt Abwasserwärme. ARA Mellingen. Niedertemperatur-Bandtrockner für Klärschlamm einer ganzen Region (Drying facility uses heat from waste water. ARA Mellingen: Low-temperature belt dryer for an entire region sewage sludge.). HK Gebäudetechnik 4 (2006), Nr. 9, S. 34–38