



Abwasserwärme

Ein Leitfaden



Was ist Abwasserwärme?

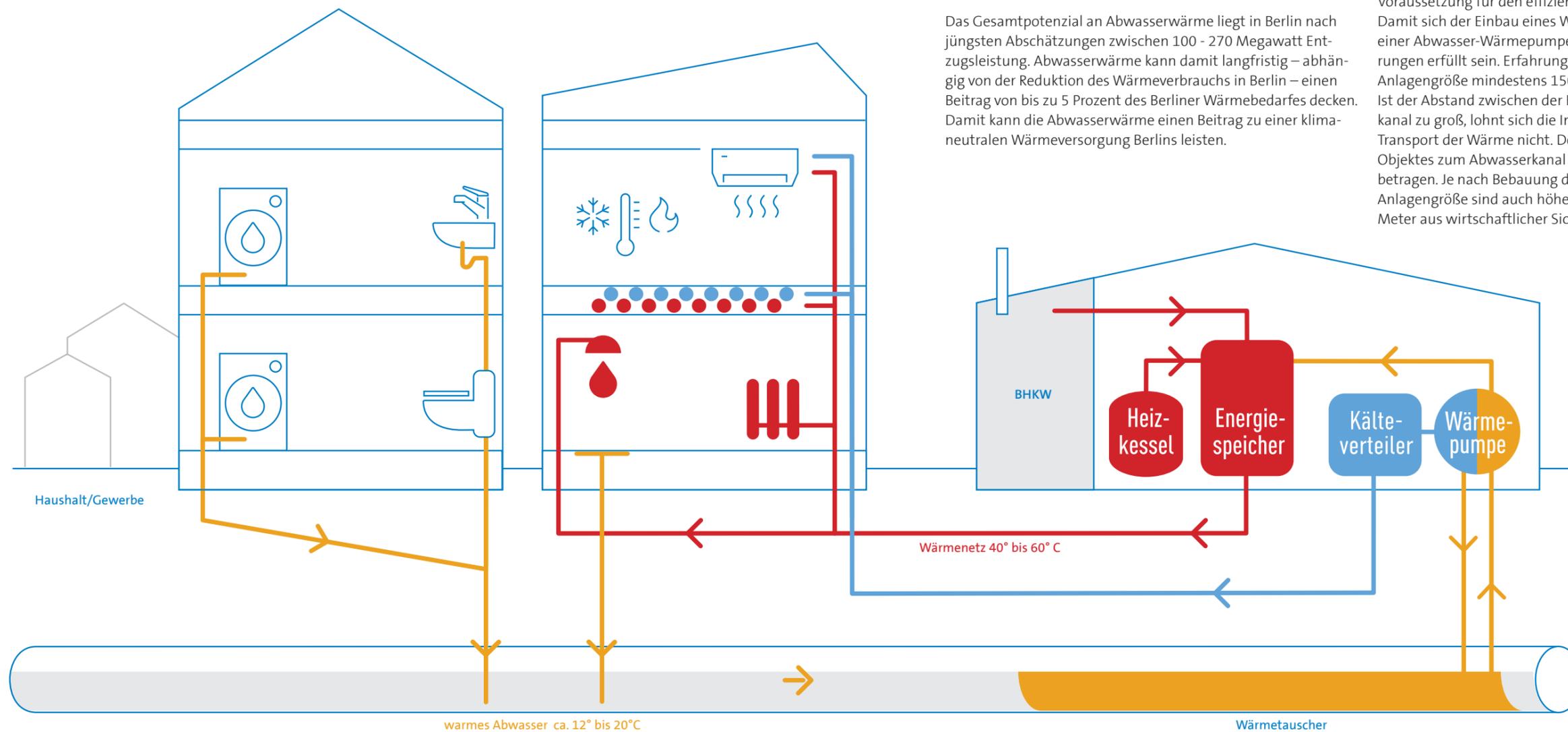
Abwasser ist eine regenerative Wärmequelle in der Stadt, die ganzjährig und mit etwa gleichbleibend hoher Temperatur zur Verfügung steht und durch Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen genutzt werden kann. Im Winter hat Abwasser eine mittlere Temperatur von 12 bis 15 Grad Celsius und im Sommer von 17 bis 20 Grad Celsius.

Die größten Potenziale an Abwasserwärme gibt es über die großen Abwasserkanäle in der Innenstadt und in den Abwasserdruckleitungen.

Um die Wärme zu nutzen, wird ein Wärmeübertrager in die Leitungen und Kanäle eingebaut, der dann dem Abwasser eine Wärmemenge entzieht. Dadurch kühlt sich das Abwasser um 1 bis 3 Kelvin ab. Das erwärmte Medium wird über eine Leitung zur Heizzentrale transportiert. Dort wird die Wärme mit einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau von rund 50 Grad Celsius angehoben. Im Kühlfall läuft der Prozess umgekehrt ab und Wärme wird aus dem Gebäude in das Abwasser abgegeben.

Das Gesamtpotenzial an Abwasserwärme liegt in Berlin nach jüngsten Abschätzungen zwischen 100 - 270 Megawatt Entzugsleistung. Abwasserwärme kann damit langfristig – abhängig von der Reduktion des Wärmeverbrauchs in Berlin – einen Beitrag von bis zu 5 Prozent des Berliner Wärmebedarfes decken. Damit kann die Abwasserwärme einen Beitrag zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung Berlins leisten.

Je geringer die Temperaturanforderung auf der Verbraucherseite ist, umso effizienter ist die Nutzung der Abwasserwärme. Für die Nutzung von Abwasserwärme in der Gebäudeheizung eignen sich daher vor allem Neubauten, die Fußbodenheizungen mit niedrigen Vorlauftemperaturen aufweisen. Aber auch in energetisch sanierten Bestandsgebäuden kann die Temperaturanforderung – teils kombiniert mit dem Einbau neuer Heizkörper – so weit gesenkt werden, dass sie sich für eine Abwasserwärmenutzung eignen. Ein hydraulischer Abgleich ist dabei Voraussetzung für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe. Damit sich der Einbau eines Wärmeübertragers und der Betrieb einer Abwasser-Wärmepumpe rechnen, müssen einige Anforderungen erfüllt sein. Erfahrungsgemäß sollte die zu realisierende Anlagengröße mindestens 150 Kilowatt Heizleistung aufweisen. Ist der Abstand zwischen der Bebauung und dem Abwasserkanal zu groß, lohnt sich die Investition in die Leitung zum Transport der Wärme nicht. Der Abstand des zu versorgenden Objektes zum Abwasserkanal sollte daher maximal 150 Meter betragen. Je nach Bebauung des zu querenden Gebiets und der Anlagengröße sind auch höhere Entfernungen von bis zu 500 Meter aus wirtschaftlicher Sicht möglich.

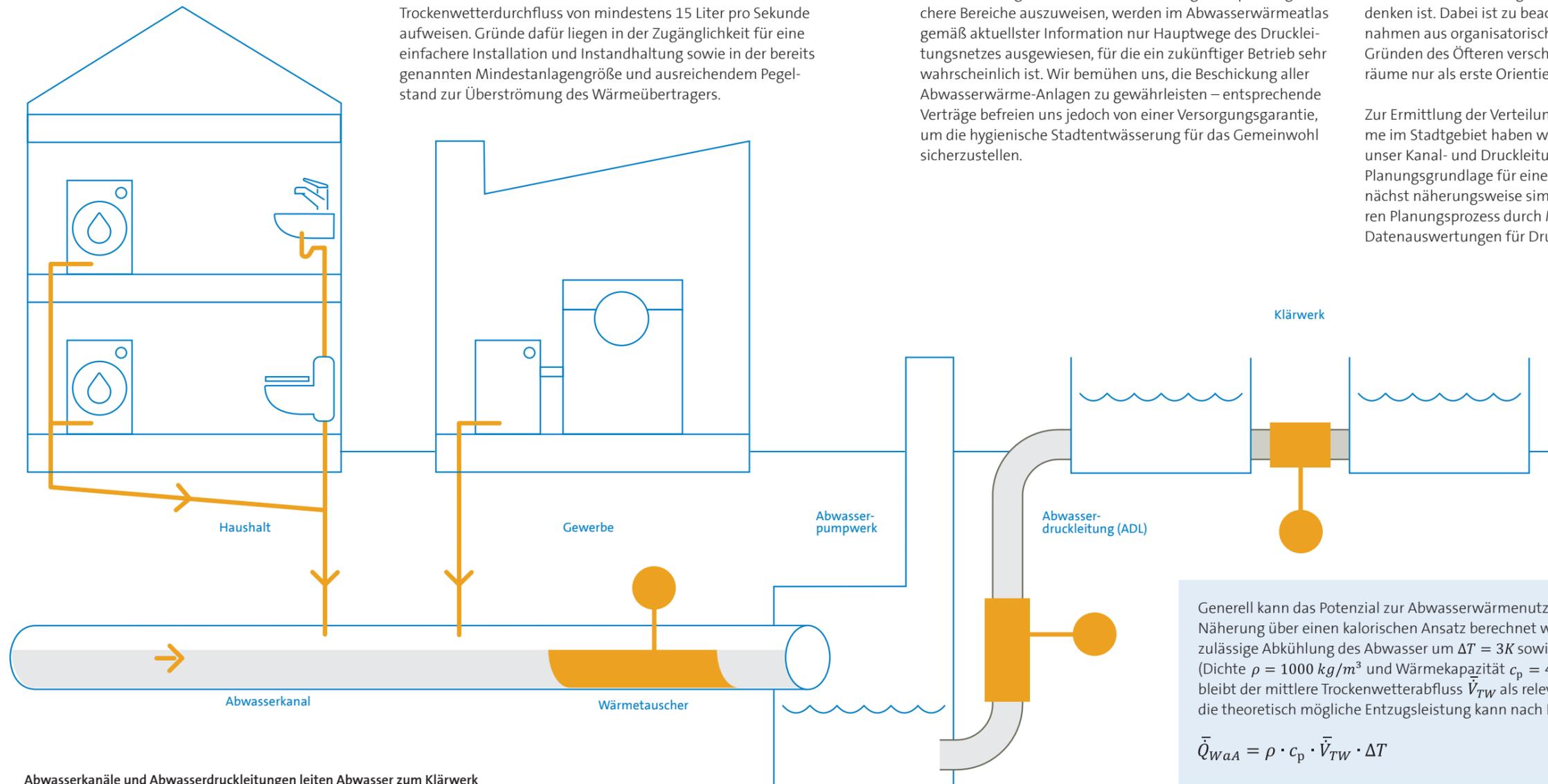


Wo kann Abwasserwärme genutzt werden?

Potenziale effektiv nutzen

Vielfach sind die Potenziale an Abwasserwärme an einem Standort höher als der Bedarf einzelner Gebäude. Um eine umfassende Nutzung des Berliner Potenzials zu ermöglichen, eignen sich Groß-Wärmepumpen als ein Element von Quartierswärmekonzepten. Kombiniert werden können sie unter anderem mit Blockheizkraftwerken, Gaskesseln oder Fernwärme für die Spitzenlast. Dabei sind die Umsetzungschancen bei Neubau oder Bestandsquartieren mit Sanierungspotenzial und wenigen unterschiedlichen Gebäudeeigentümer:innen besser.

Unser Abwasserwärmeatlas macht die Potenziale im Stadtgebiet georeferenziert sichtbar. Interessent:innen, Planer:innen, Unternehmen der Energiewirtschaft und Stadtentwickler:innen geben wir damit ein einfaches Tool zur ersten Prüfung eines Standorts an die Hand. Somit kann der Atlas durch eine Vorfilterung der Anfragen Prozesse beschleunigen und in Kopplung mit anderen Daten eine kommunale Wärmeplanung unterstützen. Abwasserwärme kann theoretisch entlang des gesamten Entwässerungssystems genutzt werden. Allerdings bestehen gewisse Einschränkungen, die in der Potenzialanalyse berücksichtigt werden müssen. So sollen Kanäle für die Installation einen Mindestdurchmesser von DN600 und einen mittleren Trockenwetterdurchfluss von mindestens 15 Liter pro Sekunde aufweisen. Gründe dafür liegen in der Zugänglichkeit für eine einfachere Installation und Instandhaltung sowie in der bereits genannten Mindestanlagengröße und ausreichendem Pegelstand zur Überströmung des Wärmeübertragers.



Aufwand und Nutzen

Weiterhin gibt es betriebliche Gründe, die gegen die Nutzung von Abwasserwärme sprechen. An manchen Standorten erhöht sich der Aufwand für Instandhaltung und Betrieb der Infrastruktur durch den Einbau eines Wärmeübertragers in signifikanter Höhe. Das verursacht höhere Kosten und gefährdet eine sichere und hygienische Entwässerung. Aus diesem Grund werden z. B. Grundwasserschutzgebiete, Reinigungsschwerpunkte sowie Sonderbauwerke aus den Potenzialen ausgeschlossen.

Auch die stadtweite Entwässerungsstrategie im Druckleitungsnetz unterliegt einer Dynamik und kann sich in der wachsenden Stadt zukünftig ändern. Um dennoch möglichst planungssichere Bereiche auszuweisen, werden im Abwasserwärmeatlas gemäß aktuellster Information nur Hauptwege des Druckleitungsnetzes ausgewiesen, für die ein zukünftiger Betrieb sehr wahrscheinlich ist. Wir bemühen uns, die Beschickung aller Abwasserwärme-Anlagen zu gewährleisten – entsprechende Verträge befreien uns jedoch von einer Versorgungsgarantie, um die hygienische Stadtentwässerung für das Gemeinwohl sicherzustellen.

Baumaßnahmen berücksichtigen

Zudem existieren zeitliche Abhängigkeiten. So wird z. B. geprüft, ob in den nächsten Jahren eine Bau- oder Sanierungsmaßnahme an Kanal oder Druckleitung geplant ist. In diesem Fall stehen die betreffenden Bereiche erst nach Bauende zur Abwasserwärmenutzung zur Verfügung und sind durch die Angabe des kurz-, mittel- und langfristigen Sanierungsbedarfs gekennzeichnet. Gleichzeitig bestehen hier Synergienmöglichkeiten, die Baumaßnahme und die Installation eines Wärmeübertragers gemeinsam durchzuführen und in erheblichem Umfang Tiefbaukosten zu sparen. Hier ist es ratsam, sofort Kontakt aufzunehmen, da wir frühzeitig mit der Planung solcher Maßnahmen beginnen und ein Wärmeübertrager entsprechend rechtzeitig mitzudenken ist. Dabei ist zu beachten, dass sich geplante Baumaßnahmen aus organisatorischen und genehmigungstechnischen Gründen des Öfteren verschieben und die angegebenen Zeiträume nur als erste Orientierung zu verstehen sind.

Zur Ermittlung der Verteilung dieser Abwasservolumenströme im Stadtgebiet haben wir umfangreiche Simulationen für unser Kanal- und Druckleitungsnetz durchgeführt. Als valide Planungsgrundlage für eine spätere Umsetzung werden die zunächst näherungsweise simulierten Durchflusswerte im weiteren Planungsprozess durch Messungen im Kanal und detaillierte Datenauswertungen für Druckleitungen ergänzt.

Generell kann das Potenzial zur Abwasserwärmenutzung an einem Standort in erster Näherung über einen kalorischen Ansatz berechnet werden. Dafür wird eine maximal zulässige Abkühlung des Abwasser um $\Delta T = 3K$ sowie konstante Stoffwerte (Dichte $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ und Wärmekapazität $c_p = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$) angenommen. Somit bleibt der mittlere Trockenwetterabfluss \bar{V}_{TW} als relevante veränderliche Größe und die theoretisch mögliche Entzugsleistung kann nach Formel 0.1 berechnet werden.

$$\bar{Q}_{WaA} = \rho \cdot c_p \cdot \bar{V}_{TW} \cdot \Delta T$$

0.1

Der Abwasserwärmeatlas – das digitale Planungstool

Der Abwasserwärmeatlas ist als Tool zu einer schnellen Vorprüfung konzipiert und liefert Basisinformationen zu einer möglichen Nutzung von Abwasserwärme zum Heizen und Kühlen. Diese Informationen sind mit bestmöglicher Genauigkeit erstellt, alle Angaben sind jedoch ohne Gewähr und können keine ausführliche Prüfung Ihres Anliegens ersetzen. Dennoch haben Sie mit diesen Angaben eine Ersteinschätzung zur Hand, die Sie mit den Spezifikationen Ihres Bau- oder Sanierungsvorhabens abgleichen können.

Dazu können im Atlas Standorte gezielt auf Potenzialverfügbarkeit geprüft und diverse planungsrelevante Hintergrundinformationen abgerufen werden:

- ▶ theoretische Entzugsleistung in Kilowatt
- ▶ Systeminformation (Kanal oder Druckleitung, Dimension, Bauart, Schmutz- oder Mischkanal)
- ▶ Simulationsdaten (Trockenwetterdurchfluss und -pegel im Mittel, Minimum und Maximum)
- ▶ abgeschätzter Sanierungsbedarf der Infrastruktur

Mit diesen Informationen können bereits erste Grob-Auslegungen vorgenommen werden. Sollte das Potenzial an Ihrem Standort höher sein als Ihre geplante Leistung der Heizungsanlage, kann die gemeinschaftliche Wärmenutzung mit umliegenden Gebäuden eine attraktive Option sein.

Die weiteren Schritte zur einem erfolgreichen Projekt sind im Kapitel „Vom Potenzial zur Umsetzung“ näher beschrieben.

Atlas bietet Möglichkeit, Daten weitergehend zu nutzen

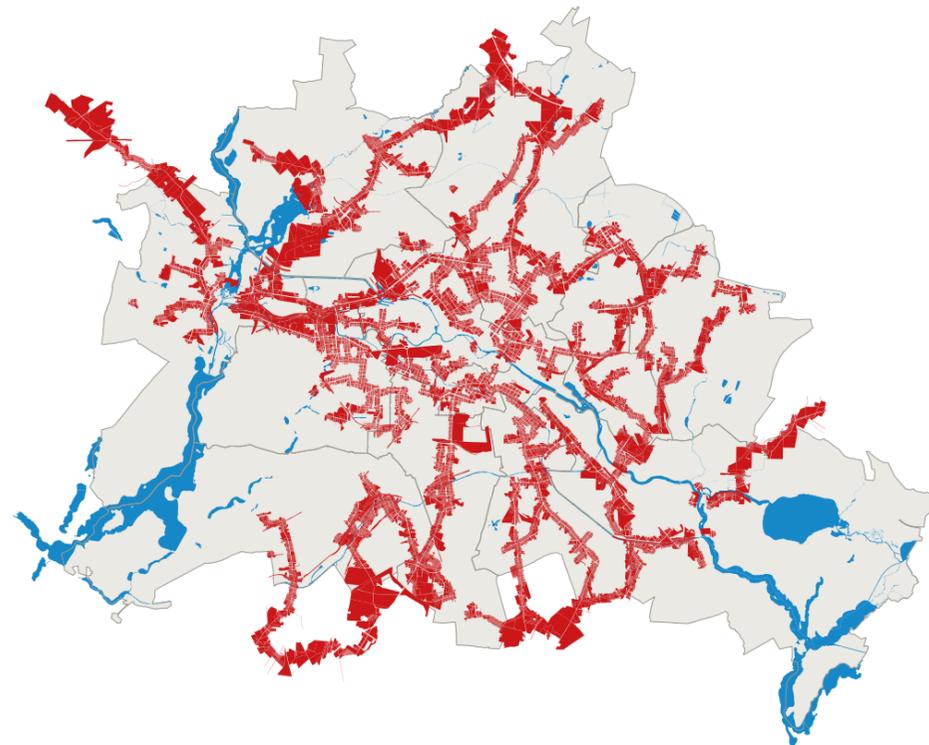
Zur Prüfung größerer Gebäudebestände ist der Abwasserwärmeatlas ebenfalls nutzbar. So können ganze Adresslisten georeferenziert und mit den Potenzialen verschnitten werden. Um möglichst leicht umsetzbare Projekte zu identifizieren, bietet es sich an, diese Adresslisten um Informationen zum Sanierungsbedarf oder Neubauzeitraum zu ergänzen und mit den abwasserseitigen Baumaßnahmen in Einklang zu bringen. Verschiedene städtische Stakeholder, wie z.B. Bezirksverwaltungen, Wohnungsbaugesellschaften oder Energiedienstleister, können so ihre eigenen Daten mit den Abwasserwärmepotenzialen verschnitten und aus ihrem jeweiligen Blickwinkel eigene Vorhaben priorisieren.

Der Abwasserwärmeatlas in der kommunalen Wärmeplanung

Klimaneutralität in Berlin wird dann gelingen, wenn die lokalen Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme in Berlin möglichst umfassend genutzt werden.

Die räumliche Wärmeplanung wird in Zukunft ein wichtiges Instrument in Berlin sein, um die städtische Wärmewende zu gestalten. Ziel der Wärmeplanung ist es, für Stadtteile, Gebiete und Quartiere geeignete und kosteneffiziente Wärmeversorgungssysteme zu identifizieren, die mittelfristig das Erreichen der Klimaneutralität ermöglichen. Hierfür ist es erforderlich, die Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme zu lokalisieren und zu beziffern. Damit ist der Abwasserwärmeatlas eine wichtige Voraussetzung für die räumliche Wärmeplanung.

Abwasserwärme kann für die Beheizung einzelner Gebäude eingesetzt oder auch in Wärmenetze eingespeist werden und ganze Quartiere mit Wärme versorgen. Somit können sowohl Akteure der Wohnungswirtschaft als auch Energieversorger Wärmekonzepte mit Abwasserwärme umsetzen.



Unterstützung für das Quartiersmanagement

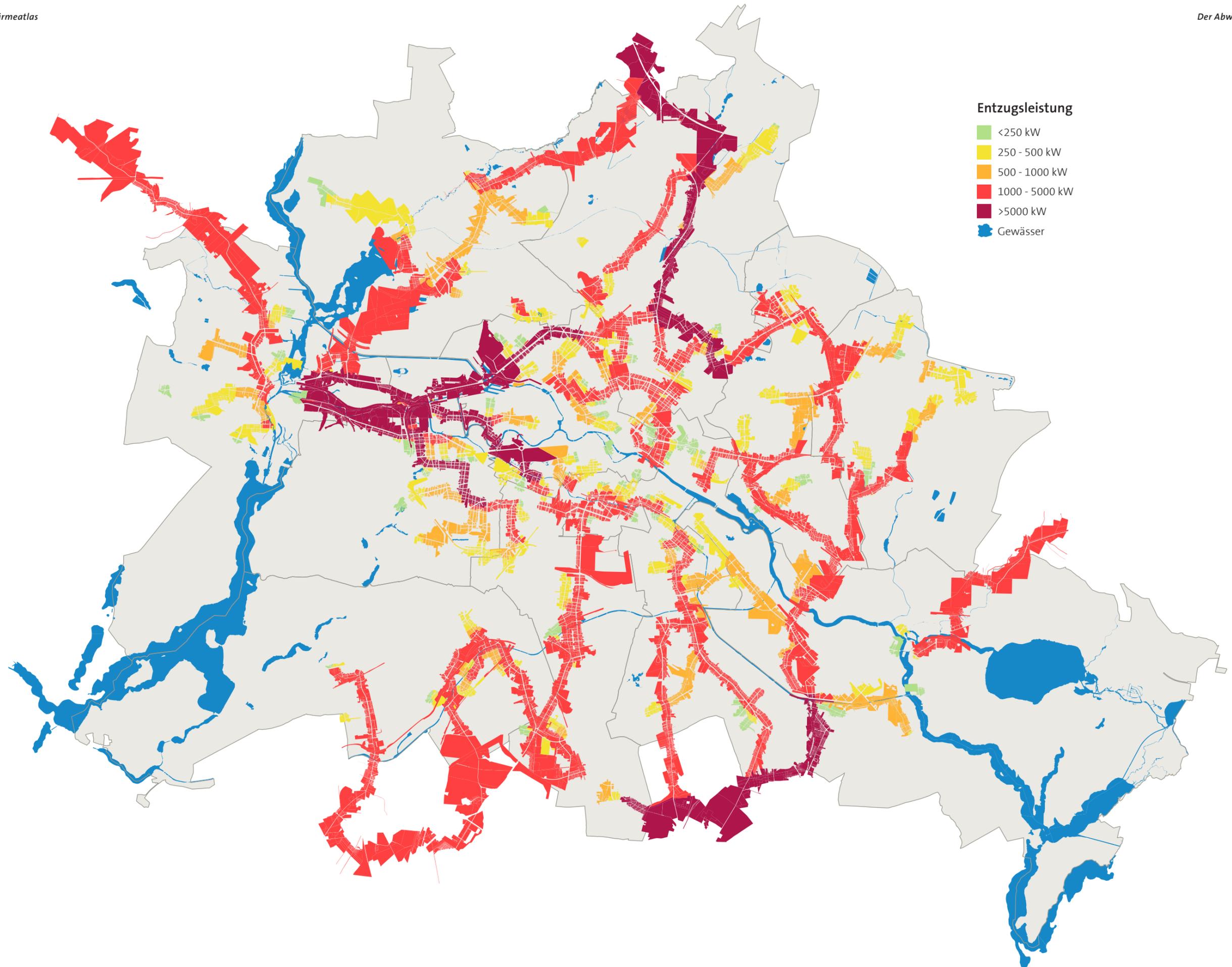
Der Abwasserwärmeatlas stellt die Grundlage dar, die Möglichkeit zur Nutzung von Abwasserwärme in einen übergeordneten räumlichen Kontext zu stellen. Das Tool kann dabei systematisch eingesetzt werden, um in der gesamten Stadt, in ausgewählten Stadtteilen oder Gebieten nach geeigneten Quartieren zu suchen.

Auch für die Bezirke ist der Atlas ein wichtiges Tool zum Auffinden von geeigneten Quartieren für energetische Quartierskonzepte. Vielversprechend ist dabei das Verschnitten mit anderen Datensätzen, z. B. zur Gebäudestruktur, der Eigentümerstruktur, zum Denkmalschutz oder zu Neubauvorhaben. Diese Informationen und Daten liegen den Bezirken teilweise vor.

Ein Beispiel für den systematischen Einsatz des Abwasserwärmeatlas ist die Verschnidung mit den Daten zu öffentlichen Gebäuden. Aus den Sanierungsfahrplänen der Bezirke liegen Informationen zur Sanierungsreihenfolge und dem Wärmereduktionspotenzial vor. Mit diesen Informationen lassen sich Gebäude oder Quartiere finden, bei denen 1. ein hinreichend hohes Abwasserwärme-Potenzial besteht, 2. ein Sanierungs- und Wärmereduktionspotenzial besteht, das eine effiziente Nutzung ermöglicht und 3. eine baldige Sanierung zu erwarten ist bzw. geplant werden kann.

Durch die Wärmeplanung lassen sich somit Quartiere mit hoher Umsetzungschance für Quartierswärmekonzepte auffinden. Der Einsatz von Fördermitteln für die Entwicklung von Quartierskonzepten, beispielsweise durch die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau), wird dadurch effizienter. Die neue Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) ermöglicht eine Umsetzung von Quartierswärmekonzepten zu wettbewerbsfähigen Wärmegestehungskosten. Wärmepumpen erhalten im Zuge dieser Förderung eine Betriebsförderung.

Ebenfalls verschnitten werden kann der Abwasserwärmeatlas mit den Wärmenetz-Infrastrukturen, um zu prüfen, ob eine Integration von Abwasserwärme in bestehende Wärmenetze infrage kommt.



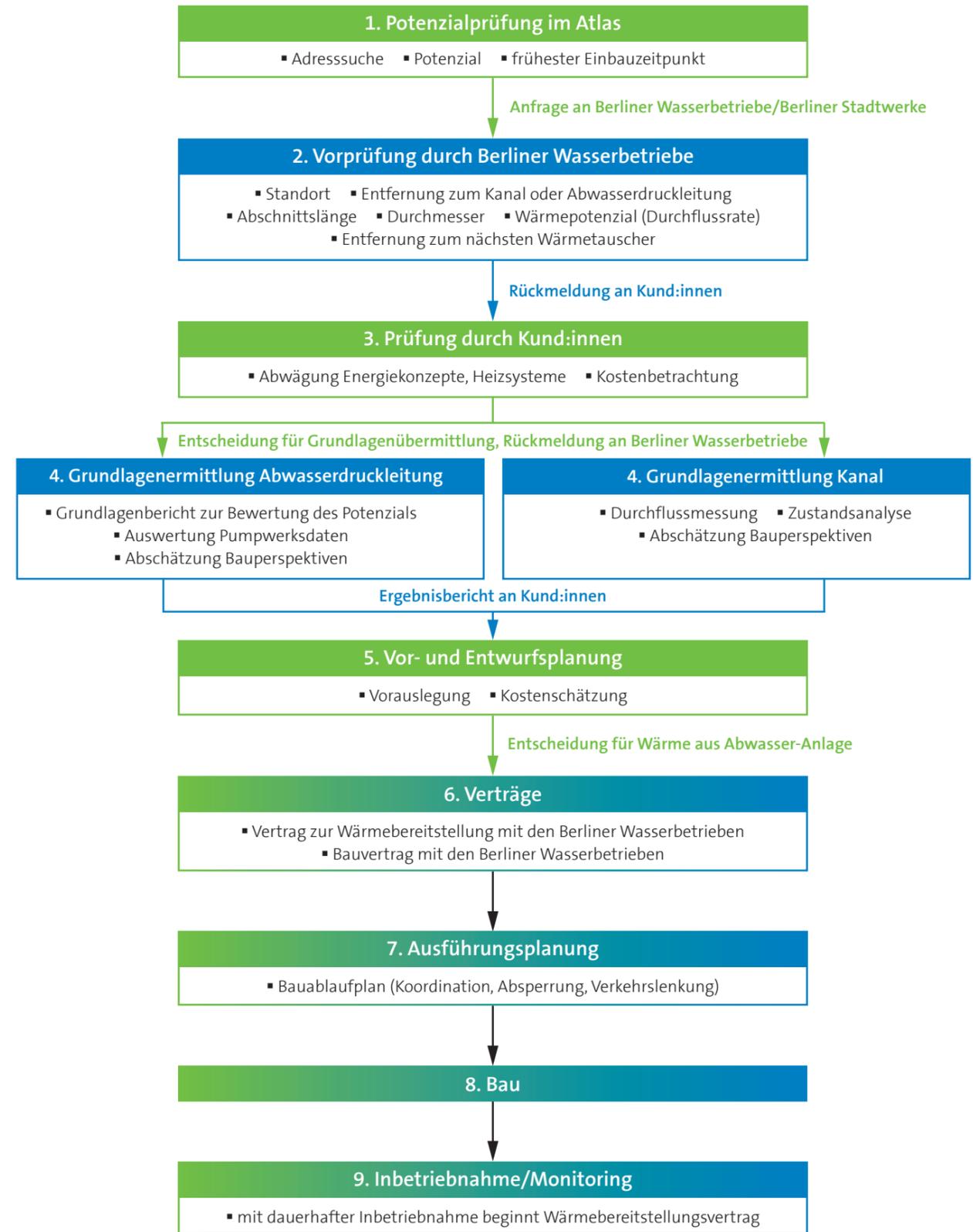
Vom Potenzial zur Umsetzung

- ▶ War die Standortprüfung im Atlas für Ihr Vorhaben vielversprechend und Sie haben konkretes Interesse an der Möglichkeit zur Nutzung von Abwasserwärme, so muss eine detaillierte Einzelfallprüfung durch die Berliner Wasserbetriebe durchgeführt werden. Hierzu können Sie sich über das Kontaktformular direkt an uns wenden.



Hierzu können Sie sich über das Kontaktformular direkt an uns wenden.

- ▶ Die notwendigen, weiteren Schritte zu einer erfolgreichen Projektumsetzung werden im Folgenden beschrieben und sind in der Abbildung auf Seite 6 als Übersicht dargestellt.
- ▶ Nach Ihrer Anfrage über das Kontaktformular führen die Berliner Wasserbetriebe eine Vorprüfung durch. Hierbei werden die theoretischen Daten aus dem Abwasserwärmeatlas überprüft und eine prinzipielle Eignung des Standorts ermittelt.
- ▶ Nach erfolgter Rückmeldung haben Sie die Möglichkeit, einen Grundlagenbericht in Auftrag zu geben. In diesem wird standortspezifisch geprüft, ob der bauliche Zustand an der Anlage ausreichend gut ist oder ob eine Sanierung im Vorhinein notwendig wird. Des Weiteren wird im Kanal eine Durchfluss- und Temperaturmessung extern beauftragt, um die Simulationswerte durch reale Messungen zu validieren. Dafür stellen die Wasserbetriebe eine Einstiegs-sicherung zur Verfügung. In der Druckleitung werden die Durchflüsse anhand einer umfassenden Auswertung historischer Fördermengen aus den Pumpwerken ermittelt.
- ▶ Basierend auf dem Grundlagenbericht können Sie eine Vorauslegung und Kostenschätzung durchführen. Führt diese Abschätzung zu einer Entscheidung für eine Abwasserwärmenutzung, wird gemeinsam mit den Berliner Wasserbetrieben ein Wärmebereitstellungsvertrag geschlossen. Dieser regelt die Eigentumsverhältnisse und die Pflichtenverteilung zwischen Kund:innen und den Berliner Wasserbetrieben, z. B. den Ein- und Ausbau, den Betrieb der Anlage und die Gebühren zur Wärmenutzung. Wenn erhebliche bauliche Veränderungen an unseren Anlagen erforderlich sind, ist zusätzlich ein Bauvertrag erforderlich.
- ▶ Wenn alle Verträge abschließend geregelt sind, kann mit der Entwurfs- und Ausführungsplanung begonnen werden. Die Planung erfolgt in der Regel als Zusammenarbeit zwischen den Planer:innen für die Gebäudetechnik, den Hersteller:innen des Wärmeübertragers und der Projektleitung für Abwasserwärme bei den Wasserbetrieben.



■ durch Kund:in
■ durch Berliner Wasserbetriebe

Kostenübersicht

Die Kosten einer Abwasserwärme-Anlage sind sehr stark abhängig von den Gegebenheiten des geplanten Projekts. Daher können an dieser Stelle nur sehr grobe Bandbreiten, basierend auf Erfahrungswerten, angegeben werden. Da die Anlagentechnik in der Heizzentrale sowie das hausinterne Heizungssystem sehr stark objektabhängig sind, fokussieren wir uns auf die Darstellung der Kosten für die Anlagentechnik des Wärmeübertragers. Das entspricht in etwa den Mehrkosten, die im Vergleich zu konventionellen Gaskesseln oder Luft-Wasser-Wärmepumpen auftreten.

Die folgende Übersicht soll eine grobe Orientierung bieten, welche Kosten in den verschiedenen Phasen eines Projekts auftreten. Dabei variieren Kostenbestandteile je nachdem, ob es sich um Wärmeübertrager im Kanal- oder im Druckleitungsnetz handelt. Alle Kostenangaben verstehen sich netto und sind ohne Gewähr.



Vorprüfung durch die Berliner Wasserbetriebe

Die Vorprüfung eines Standorts ist für die Interessent:innen kostenfrei.

Grundlagenermittlung

Die Kosten für eine Grundlagenermittlung zur Abwasserwärmenutzung umfassen verschiedene Prüfungen.

Kanal:

- ▶ Durchflussmessung durch externes Unternehmen – ca. 3.900 €
- ▶ Einstiegssicherung durch Berliner Wasserbetriebe – ca. 1.500 €
- ▶ TV-Befahrung zur Zustandsbewertung (falls keine aktuelle vorhanden) – ca. 2.500 €

Abwasserdruckleitung:

- ▶ Auswertung Pumpwerksdaten, Bauperspektiven und zukünftiges Förderregime – ca. 2.600 €

Vorplanung

Die Vorplanung des Wärmeübertragers basiert auf gebäudeseitigen Anforderungen und den abwasserseitigen Gegebenheiten, die in der Grundlagenermittlung festgestellt wurden. Sie wird meist durch ein von den Kund:innen beauftragtes Ingenieurbüro durchgeführt.

Kanal:

- ▶ Auslegung des Wärmeübertragers meist kostenfrei als Service des Herstellers

Abwasserdruckleitung:

- ▶ Entwurfsplanung und Kostenschätzung – ca. 5.000 - 8.000 €

Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung umfasst unter anderem die Detailauslegung, das Erstellen von Zeichnungen und Plänen sowie die Erstellung eines Bauablaufplans. Die Kosten orientieren sich nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) an den Gesamtkosten des Projekts und der Komplexität der Planungen.

- ▶ Durchführung Ausführungsplanung – ca. 15.000 - 20.000 €

Bau- und Investitionskosten

Die Investitionskosten für die Installation eines Wärmeübertragers hängen stark von der Art des verwendeten Wärmeübertragers und den baulichen Gegebenheiten vor Ort ab. Gerade bei kleineren Anlagen kann die Anbindung an die Heizzentrale ein großer Kostenpunkt sein.

- ▶ Wärmeübertrager inklusive Einbringung – ca. 400 - 800 €/kW
- ▶ Anbindung an Heizzentrale – ca. 500 €/m

Nutzungsgebühr für die Bereitstellung von Wärme aus Abwasser

Für die Wärmenutzung aus kommunalem Abwasser berechnen die Wasserbetriebe eine jährliche Nutzungsgebühr. Diese orientiert sich an der Entzugsleistung des Wärmeübertragers und einer möglichen Einsparung an Brennstoffkosten und wird für jede Anlage individuell berechnet. Eine grobe Orientierung bieten folgende Werte:

- ▶ Entzugsleistung unter 200 kW – 3.500 €/a
- ▶ Entzugsleistung 200 kW bis 700 kW – 3.500 bis 15.000 €/a
- ▶ Entzugsleistung größer 1 MW – 25.000 bis ca. 90.000 €/a

Wärmegestehungskosten

Wärmegestehungskosten bilden eine wichtige Vergleichsgröße mit anderen Energieträgern. Sie umfassen auf die Lebensdauer der Anlage gerechnet die gesamten Investitions-, Instandhaltungs- und Energiekosten bezogen auf die erzeugte Wärmemenge.

Da hier sehr viele Faktoren eine Rolle spielen, ist es nicht möglich, an dieser Stelle konkrete Kostenbereiche zu nennen. In bereits realisierten Projekten wurden gemäß DWA M114 durchaus konkurrenzfähige Gestehungskosten zwischen 0,07 €/kWh und 0,11 €/kWh erreicht. Da die Kosten für den Stromverbrauch der Wärmepumpen einen großen Teil der Wärmegestehungskosten ausmachen, führt die Betriebsförderung im Zuge der Förderung effiziente Wärmenetze zu einer deutlichen Reduktion der Wärmegestehungskosten um ca. 0,04 €/kWh.

Quartierswärmekonzepte profitieren von dieser neuen Fördermöglichkeit. Unter der Annahme einer Preissenkung infolge der Skalierung der Technologie und einer zukünftig steigenden CO₂-Bepreisung wird die Abwasserwärmenutzung zusätzlich zunehmend konkurrenzfähiger. Bei Nutzung des Abwassers zu Kühlzwecken kann die Wirtschaftlichkeit nochmals verbessert werden.

Projektpartner:innen und Fördermittelgeber:innen

Dieser Leitfaden entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Urbane Wärmewende“. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung von Elementen und Tools einer kommunalen Wärmeplanung für Berlin, die die Umsetzung einer gesamtstädtischen Wärmewende unterstützen sollen. Ein inhaltlicher Schwerpunkt lag darauf, die Nutzung von Abwasserwärme in Berlin als Teil der Wärmewende voranzubringen. Das Projekt wurde durch das

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Förderinitiative „Nachhaltige Transformation urbaner Räume“ des Programms Sozial-ökologische Forschung (SÖF) gefördert (Förderkennzeichen: 01UR1901A-C). Neben den Berliner Wasserbetrieben als Herausgeber waren die IÖW als Projektkoordinator und die Rechtskanzlei Becker Büttner Held (bbh) als Verbundpartner an dem Vorhaben beteiligt.



GEFÖRDERT VOM



Berliner Wasserbetriebe

Neue Jüdenstraße 1
10179 Berlin

Postanschrift: 10864 Berlin

forschung@bwb.de
www.bwb.de



© 09.2022 | Berliner Wasserbetriebe

Autor:innen:

Heinrich Gürtler, Berliner Wasserbetriebe
Elisa Dunkelberg, Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Michel Gunkel, Berliner Wasserbetriebe
Hakan Kurc, Berliner Wasserbetriebe
Regina Gnirß, Berliner Wasserbetriebe

Bildquellen:

Joachim Donath