



## Herausgeber und Autoren

Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik	Prof. Dr. Christian Moormann, Till Kugler
Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz	Dr. Jürgen Görres, Simeon Kühl
Rheinland-Pfälzische Technische Universität (RPTU) Kaiserslautern Landau	Prof. Dr. Detlef Kurth, Leonie Herrmann
FRANK GmbH	Sebastian Jekel
Hochschule Biberach	Prof. Dr. Roland Koenigsdorff, Stephan Volkmer

mit Beiträgen der STEG Stadtentwicklung GmbH, dem Ingenieurbüro »Kinger und Partner« und der ISME im Rahmen des Projekts IWAES I.

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033W106.

## Redaktion

Simeon Kühl, Amt für Umweltschutz, Landeshauptstadt Stuttgart  
Till Kugler, Institut für Geotechnik, Universität Stuttgart

## Fotos und Abbildungen

Soweit an der jeweiligen Abbildung nicht anders angegeben entstanden, wurden diese im Rahmen des Projektes IWAES von Mitgliedern des Projektteams erstellt.

Stuttgart, August 2025



<b>1 Einleitung – worum geht es eigentlich?</b>	<b>4</b>
1.1 Zusammenfassung	4
1.2 IWAES: zum Forschungsprojekt	5
1.3 Einordnung des Leitfadens	6
1.4 Technischer Rahmen und Voraussetzungen	7
<b>2 Planungsprozess für ein Wärmenetz mit Hybridkanal</b>	<b>8</b>
2.1 Darstellung des grundsätzlichen Planungsprozesses	8
2.2 Erläuterungen zur Darstellung des grundsätzlichen Planungsprozesses	8
2.2.1 Konzeptionsphase	8
2.2.2 Planungsphase	10
2.2.3 Umsetzungsphase	11
<b>3 Details des Hybridkanals</b>	<b>12</b>
3.1 Bestands-/Bedarfsanalyse	13
3.1.1 Randbedingungen	14
3.1.2 Bedarfsermittlung Wärme und Kälte	14
3.2 Potenzialanalyse	16
3.2.1 Quartierseigene Energiequellen	16
3.2.2 Dimensionierung des Ringnetzes	18
3.3 Fördermöglichkeiten und weitere Randbedingungen	18
3.3.1 Wirtschaftliche und ökologische Betrachtung	18
3.3.2 Fördermöglichkeiten kennen und nutzen	19
<b>4 Anhang</b>	<b>20</b>
4.1 Linkliste Förderprogramme	20

## Einordnung in die kommunale Wärmeplanung

### Planungsprozess

- Akteure und ihre Aufgaben
- Herausforderungen
- Lösungswege

## Details des Hybridkanals

### Worum geht es eigentlich?

- Einordnung des vorliegenden Leitfadens
- Quartierseignung und Meilensteine der Energieleitplanung
- Einbindung in die kommunale Wärmeplanung

## Der Planungsprozess in der Praxis

### Hintergrund und Details

Technische, wirtschaftliche und ökologische Betrachtungen

## 1 Einleitung – worum geht es eigentlich?

### 1.1 Zusammenfassung

Die Energiewende im Wärmesektor wird in den kommenden Jahrzehnten eine der zentralen Aufgaben für den Klimaschutz darstellen. Beim Aufbau von Wärmenetzen auf Quartiersebene werden Nutzer und Gebäude nicht mehr individuell betrachtet, sondern als Teil einer übergeordneten Konzeptentwicklung mindestens auf Quartiersebene. Dadurch können zusätzliche Potenziale gehoben werden, die für einzelne Nutzer bzw. Gebäudeeigentümer nicht nutzbar sind. Zusätzlich können die dann verfügbaren Potenziale auch hinsichtlich energetischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte optimal ausgeschöpft werden.

Das im vorliegenden Leitfaden vorgestellte System ermöglicht dies durch den Einsatz eines speziellen Wärmenetzes der fünften Generation, das den größtmöglichen Ausgleich verschiedener Wärme- und Kältebedarfe anstrebt. Ein möglicher Restbedarf wird bedarfsnah aus Abwasser, oberflächennaher Geothermie und Photovoltaik bereitgestellt. Dies erfolgt über ein Hybridkanalsystem (Abwasserkanal mit integrierter Abwasser- und Erdwärmennutzung), das im Zuge der Quartierserschließung verbaut wird und mit der Abwasserentsorgung gekoppelt ist, im Folgenden IWAES-System genannt. Durch die Nutzung ohnehin vorhandener Infrastruktur ergeben sich erhebliche Zeit- und Kostenersparnisse.

Die Verknüpfung der Sektoren Wärme, Kälte und Entwässerung erfordert eine integrative Herangehensweise von der Konzeption über die Planung und die Realisierung bis zum Betrieb. Der vorliegende Leitfaden soll durch diesen Prozess führen, einen Überblick über Potenziale und

Hemmnisse geben, aber auch in Detailfragen zur Auslegung und Dimensionierung unterstützen.

Kapitel 1 richtet sich an politische Akteure und Entscheidungsträger (z. B. Bürgermeister, Stadt- und Gemeinderäte, Amtsleiter) und soll die Grundlage für eine zügige Evaluierung der Machbarkeit des IWAES-Systems liefern. Darüber hinaus wird dieser Leitfaden in das System bestehender Planungsinstrumente eingebettet, und es werden Schnittstellen zu ähnlichen Leitfäden aufgezeigt. In diesem Kapitel wird auch das Forschungsprojekt IWAES vorgestellt, in dessen Rahmen dieser Leitfaden entstanden ist. Das Verbundvorhaben IWAES wurde mit dem Förderkennzeichen 033W106 im Rahmen der Förderrichtlinie »Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft« vollständig vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Kapitel 2 richtet sich an die Projektleitung und Projektentwickler von Quartiersentwicklungsprozessen in kommunalen Verwaltungen sowie an Planungsbüros. Es beleuchtet den grundsätzlichen Planungsprozess von der Konzeptionierung über die Ausschreibung bis zu Umsetzung. Hierbei werden neben den Prozessschritten auch zu beteiligende Akteure und ihre Aufgaben aufgeführt. Zudem erfolgt ein Einblick in die zu erstellenden Datengrundlagen sowie in relevante Problemstellungen und mögliche Lösungsansätze.

In Kapitel 3 werden detaillierte Einblicke in das System, ausführliche Informationen zur technischen Dimensionierung und zur Simulation sowie in die Ermittlung der Randbedingungen gegeben. Zudem erfolgt die Darstellung wirtschaftlicher und ökobilanzieller Aspekte. Dabei orientiert sich der Aufbau dieses Kapitels am Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.

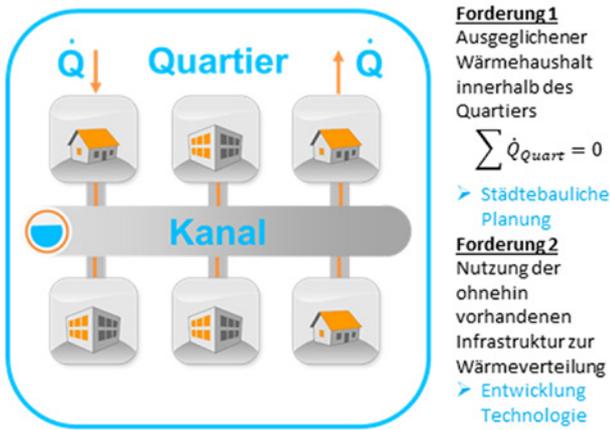


Abb. 1: Prinzipskizze des Forschungsziels: Ausgeglichener jahreszeitlicher Wärmehaushalt eines Stadtquartiers unter Nutzung der ohnehin vorhandenen Infrastruktursysteme der Siedlungswasserwirtschaft (Abwasserkanäle)

### 1.2 IWAES: zum Forschungsprojekt

Das interdisziplinäre Verbundprojekt IWAES verfolgte das Ziel, Infrastruktursysteme der Siedlungswasserwirtschaft als ständig verfügbare Senke und Quelle von Wärme- und Kälteenergie innerhalb eines Stadtquartiers zu adaptieren. Hierdurch sollte unter integrativer Betrachtung von

Stadtentwicklungsprozessen die Grundlage für einen ausgeglichenen Wärmehaushalt im urbanen Umfeld geschaffen werden (Abb. 1).

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden insbesondere die folgenden Fragestellungen behandelt:

- Kann durch eine technische und zugleich stadtplanerische Optimierung unter Einbeziehung von Infrastruktursystemen der Siedlungswasserwirtschaft ein ausgeglichener Wärme-/Kältehaushalt innerhalb eines Stadtquartiers erreicht werden?
- Wie sieht eine effiziente und technisch realisierbare Infrastruktur zur Verteilung und Speicherung der Wärmeenergie unter Nutzung der Konstruktionen des Siedlungswasserbaus aus?

Diese Fragestellungen wurden im Rahmen des Verbundvorhabens IWAES zunächst grundsätzlich wissenschaftlich untersucht. Das entwickelte Konzept wurde anschließend auf aktuelle, konkrete Stadtquartiere adaptiert und seine Umsetzbarkeit unter realen Bedingungen geprüft. Untersuchungsgebiete waren die Quartiere Stuttgart-Schafhaus und Biberach-Hirschberg. Durch die Kombination der grundlegenden wissenschaftlichen Arbeiten mit der Anwendung auf Beispielquartiere ist das entwickelte Konzept zukünftig breit anwendbar und auf andere Stadtquartiere übertragbar.

Das IWAES-Konzept basiert als Wärmenetz der fünften Generation auf dem Austausch von Energiemengen

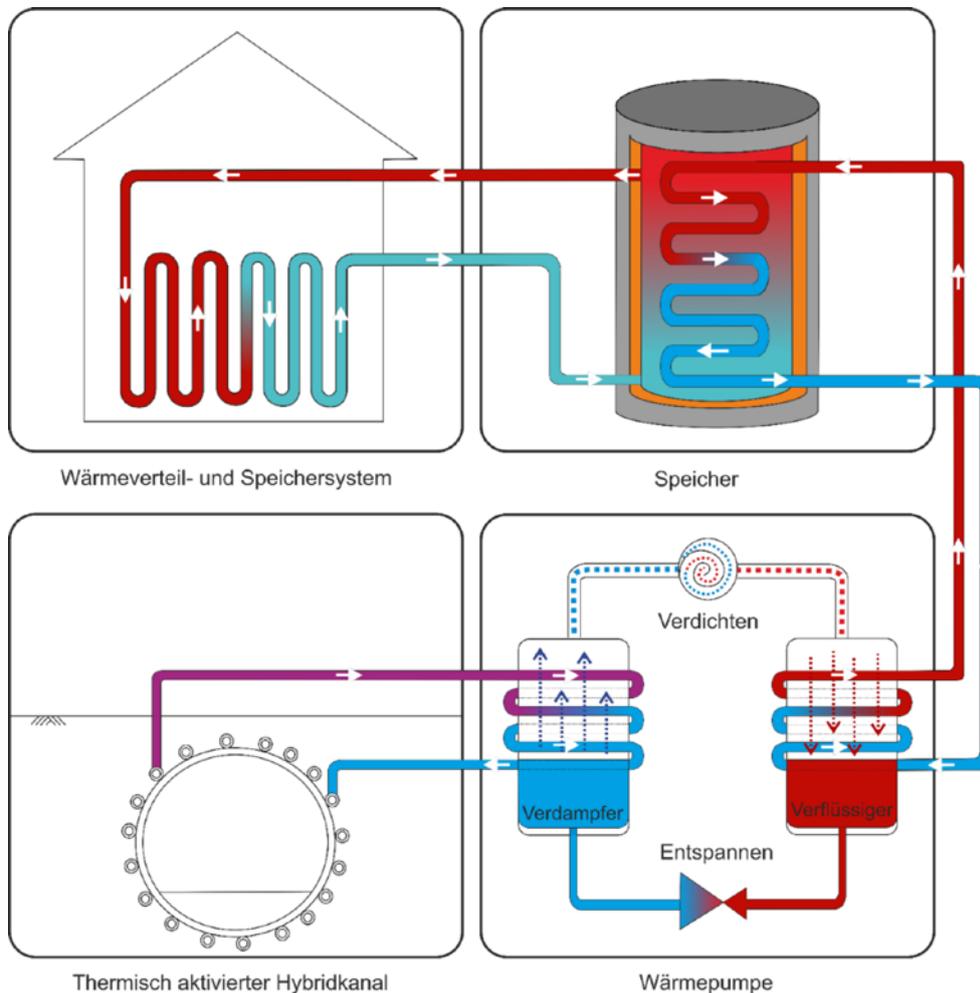


Abb. 2: Funktionsweise Wärme-/Kälteversorgung IWAES-Konzept

zwischen verschiedenen Hausanschlüssen auf niedrigem Temperaturniveau. Für den Transport der Wärme wird das Abwassersystem genutzt, in das an verschiedenen Punkten Energie zugeführt und entnommen werden kann.

## 1.3 Einordnung des Leitfadens

Der vorliegende Handlungsleitfaden ist einer von mehreren Leitfäden zum Thema Energienutzung und Energie- bzw. Wärmeleitplanung im kommunalen Bereich. Aufgrund dessen erfolgt zuerst ein kurzer Überblick, wie der Handlungsleitfaden IWAES einzuordnen ist und wo Unterschiede zu

und Gemeinsamkeiten mit den weiter unten genannten Handlungsleitfäden »Kommunale Wärmeplanung«, Energieleitplanung und anderen Leitfäden (z. B. DENA: Thermische Speicherung in Stadtquartieren) bestehen.

Die »Energieleitplanung« ist ein informelles Planungsinstrument auf der kommunalen Ebene im Sinne eines städtebaulichen Entwicklungskonzeptes nach § 1 Abs. 6 Nummer 11 BauGB, das die Potenziale erneuerbarer Energiequellen und vorhandener Energiebedarfe auswertet und daraus mögliche Handlungsempfehlungen zur Erreichung der Klimaneutralität im Energie- und Gebäudesektor ableitet. Die Energieleitplanung ist nicht einheitlich definiert.

### CHECKBOX QUARTIERSEIGNUNG

#### 1. Grundsätzliche Voraussetzungen

Für die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes durch die Kommune lassen sich zwei zentrale Rahmenbedingungen festhalten.

- Liegen die Flächen im kommunalen Besitz, werden Ausschreibung und Kaufvertrag zu zentralen Instrumenten, um die Planung umzusetzen. Sind die Flächen dagegen in Privatbesitz, erfolgen Vorgaben durch das Baugesetzbuch (BauGB) und kommunale Satzungen, die eine bestimmte Wärmenetznutzung vorschreiben können (siehe Kapitel 2).
- Neubaugebiete eignen sich besser für die Umsetzung des Systems als Bestandsquartiere. Dies liegt hauptsächlich an der Zugänglichkeit für den nötigen Tiefbau. Zudem lässt sich im Bestand ein Anschluss- und Benutzungszwang kaum sinnvoll durchsetzen. Gleichwohl kann im Rahmen einer Kanalsanierung grundsätzlich auch die Umrüstung auf das IWAES-System mit thermisch aktivierten Kanäle in Verbindung mit einem Wärmenetz erfolgen.

#### 2. Erzeugerseitige Voraussetzungen

Üblicherweise wird bei der Planung abwasserthermischer Anlagen eine Mindestabwassermenge von 5 bis 10 l/s angegeben, damit ein hinreichend großes Wärmepotenzial vorliegt. Diese Mindestmenge ist beim Hybridkanal des IWAES-Systems irrelevant, da zum großen Teil dem Erdreich die thermische Energie entzogen wird und nur mittelbar bzw. anteilig dem Abwasser. Dadurch können insbesondere kleinere Durchmesser – ab DN 200 – thermisch genutzt werden. Da das Abwasser den umgebenden Boden permanent thermisch regeneriert, ist das System weniger abhängig von der Nutzung (Lastprofil), anders als Erdwärmesonden u. a. Das Hybridkanalsystem lohnt sich daher sowohl bei dezentraler Nutzung als auch in Wärmenetzen.

Besonders effektiv ist das System bei Trennsystemen, da diese höhere Abwassertemperaturen und geringere Kanaldurchmesser haben. D. h. es kann mehr thermische Energie gewonnen werden und es besteht keine Konkurrenz zu im Kanal liegenden Wärmeübertragern, welche bei Durchmessern unter 800 mm nicht verbaut werden können.

Nach klassischen Wärmenetzkriterien tritt eine wirtschaftliche Realisierbarkeit ab einer Wärmebelegungsichte\* von etwa 200 kWh/a je Trassenmeter ein (entspricht ca. 13 m<sup>2</sup> NGF/Trassenmeter bei Wohngebäuden im Energiestandard KfW 40). Gebiete mit geringem Abwasseraufkommen (z. B. reine Büronutzung) sind nicht geeignet, da der Anteil der aus einem aktivierten Kanal bereitstellbarer Wärme üblicherweise zu gering für einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz ist.

Bei der Netzauslegung ist auf eine möglichst zentrale Lage der Energiezentrale zu achten. Eine dezentrale Lage würde die Anzahl an Zulaufleitungen zu den Hybridkanälen deutlich erhöhen, dergestalt, dass der unterirdisch verfügbare Verlegungsraum ggf. nicht ausreichen könnte.

#### 3. Abnehmerseitige Voraussetzungen

Erste Berechnungen im IWAES-Projekt haben gezeigt, dass der Wärmeausgleich innerhalb des Quartiers in Gebieten mit spezifischer Nutzung (bspw. reine Wohngebiete) signifikant geringer ausfällt als in gemischt genutzten Quartieren – idealerweise mit ständiger Wärmequelle oder -senke (bspw. einem kleinen Industrieanteil oder zweier asymmetrischer »grundlastfähiger« Nutzer wie Hallenbad und Serverraum). Zudem stellt die Bebauungsdichte einen wichtigen Faktor dar: Viele Prosumer auf geringer Fläche tragen deutlich zu einem energetisch optimalen Betrieb bei.

#### 4. Ergänzende Voraussetzungen

Topografisch anspruchsvolle Quartiere stellen auch Wärmenetze vor Herausforderungen, da höhere Anforderung an die Druckhaltung und die verwendeten Materialien auftreten.

Zudem sollte im Quartier der Einsatz weiterer erneuerbarer Energiequellen möglich sein (bspw. Solarthermie, oberflächennahe Geothermie), da Wärmenetze mit aktiviertem Kanal nur als Bestandteil eines Anlagenmix eingesetzt werden können.\*\* Wie bei jedem Abwasserkanal sollte der Baugrund keine schädliche Belastung aufweisen, sodass unbedenklich gegraben werden kann.

#### 5. Politischer Wille

Zusammenfassend zeigt sich, dass pauschal keines der aufgeführten Kriterien als alleiniges Eignungskriterium dienen kann. Nach Abwägung der erfüllten Kriterien ist stets auch der politische Wille zur Umsetzung eines der zentralen Erfolgskriterien.

Im Rahmen der Realisierung ist zu beachten, dass bei der Aufsiedlung eines Neubaugebiets die Versorgungssicherheit von Anfang an gewährleistet werden muss, solange nicht alle Grundstücke und Gebäude angeschlossen sind. Dabei stellt sich die Frage der Anschubfinanzierung zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Beginn an.

\* Wärmebelegungsichte: das Verhältnis der verkauften (bzw. ausgespeisten) Energiemenge zur Trassenlänge.

\*\* Im Wärmenetz mit Hybridkanal lassen sich über die Abwasserwärme ca. 12 % des Wärmebedarfs versorgen, daher müssen zusätzlich Energiequellen wie z. B. Solarthermie (Dach- und Fassadenelemente) und Geothermie erschlossen werden.

Die Stadt Stuttgart definiert den Begriff wie folgt: »Der Begriff *Energieleitplanung* beschreibt das strategische Vorgehen zur Identifikation von energetischen Entwicklungspotenzialen sowie zur Erarbeitung und Umsetzung energetischer Quartierskonzepte mit dem Ziel, den Energiebedarf zu senken und eine nachhaltige Energieversorgung für die Gesamtstadt sicherzustellen.«<sup>1</sup> Durch § 27 KlimaG BW (Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg) verpflichtet das Land Baden-Württemberg seine Kommunen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dazu, diese Planung im Wärmebereich zu erstellen. Informationen hierzu finden sich im Handlungsleitfaden »Kommunale Wärmeplanung«<sup>2</sup>. Auf Bundesebene wurde mit dem Wärmeplanungsgesetz WPG 2023 eine in Teilen entsprechende Gesetzesforderung für das gesamte Bundesgebiet erlassen. Auch hierfür wurde ein entsprechender »Leitfaden Wärmeplanung«<sup>3</sup> herausgegeben.

Der vorliegende Leitfaden zum bidirektionalen Wärme- und Kälteverbundnetz der fünften Generation nach dem IWAES-Konzept beschreibt ein konkretes Konzept zur Erreichung eines klimaneutralen Quartiers. Er gibt spezifische Maßnahmen als Grundvoraussetzungen für ein klimaneutrales Stadtquartier vor, bleibt dabei jedoch hinsichtlich lokalspezifischer Randbedingungen offen. Eine Anwendbarkeit auf Quartiere im gesamten Bundesgebiet ist daher möglich, mit Einschränkungen im Bereich einzelner formaler und regulatorischer Aspekte, die aus einem Forschungsfokus auf Baden-Württemberg resultieren.

- 1 Amt für Umweltschutz (Hrsg.): Urbanisierung der Energiewende in Stuttgart. Fassung vom 17. November 2015. Stuttgart, S. 44
- 2 KEA-BW: Kommunale Wärmeplanung. URL: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/leitfaeden-zur-kommunalen-waermeplanung> [Abruf: 08.08.2025]
- 3 Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen: Leitfaden Wärmeplanung. URL: <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.html> [Abruf: 08.08.2025]

Gemeinsam ist den Leitfäden zur Wärme- bzw. Energieleitplanung und dem IWAES-Konzept, dass sich die Basis zur Bestimmung der Erzeuger-, Verteilungs- und Speicherinfrastruktur aus einer umfassenden Ist-Analyse des Bestands und der lokalspezifischen Potenziale ergibt. Anders als in der Energieleitplanung beschränkt sich der vorliegende IWAES-Handlungsleitfaden nicht auf ein allgemeines Vorgehen, sondern beschreibt eine spezifische Methode und ein ausgewähltes System zur Realisierung eines klimaneutralen Quartiers. Konkrete Erarbeitungsschritte und deren Ausgestaltung werden ebenso erläutert wie die potenziellen Hemmnisse. Zusätzlich zur Relevanz der Einbindung der Akteure wird im IWAES-Leitfaden ein zeitlicher Horizont für deren Beteiligung gegeben. Dies soll eine Optimierung des Realisierungsprozesses in zeitlicher und finanzieller Hinsicht sowie die Erlangung einer hohen Akzeptanz unterstützen.

## 1.4 Technischer Rahmen und Voraussetzungen

Um einen Schnelleinstieg in das Thema zu ermöglichen, werden in diesem Kapitel Mindestanforderungen an ein Quartier beschrieben, um dessen grundsätzliche Eignung für den Einsatz eines Wärmenetzes mit Hybridkanal einschätzen zu können (s. Checkbox Quartierseignung).

Ist ein Quartier nach diesem Schnell-Check grundsätzlich für das IWAES-System geeignet, werden nachfolgend planerische und prozessuale Aspekte aufgeführt und erläutert, die für eine Umsetzung als notwendige Rahmenbedingungen gelten können. Ebenso werden begünstigende Rahmenbedingungen genannt und erläutert (s. Checkbox Meilensteine der (Vor-)Planung).

### CHECKBOX MEILENSTEINE DER (VOR-)PLANUNG:

#### 1. Notwendige Rahmenbedingungen

- Berücksichtigung im Bebauungsplan

Der Bebauungsplan nach BauGB stellt das zentrale Planungsinstrument zur Umsetzung eines Wärmenetzes dar, meist in Verbindung mit einem städtebaulichen Vertrag. Die Umsetzung eines Anschluss- und Benutzungszwangs (Hinweise zur Umsetzung in Kapitel 2.2.2) erfolgt über eine kommunale Satzung. Sofern die Kommune im Besitz der Flächen ist, lassen sich alle relevanten Vorgaben über Ausschreibung und Kaufverträge festlegen und regeln, aber auch hier ist i. d. R. ein Bebauungsplan erforderlich.

- Gestaltung Ausschreibung

Sofern die Kommune Eigentümerin der Flächen ist, kann sie im Rahmen eines vorausschauenden Planungsprozesses (s. Kapitel 2) alle notwendigen Verpflichtungen bereits in der Ausschreibung formulieren. In diesem Fall stellt die Ausschreibung das zentrale Instrument dar, potenzielle Investoren von Anfang an zur Umsetzung eines Wärmenetzes zu verpflichten. Hierzu bedarf es eines ämterübergreifenden Prozesses, der alle relevanten Fachdisziplinen umfasst. Vorgaben, die sich nicht in der Ausschreibung finden, müssen im folgenden Schritt nachverhandelt werden. Ergänzend hierzu hilft wiederum die Satzung dabei, die Wärmeversorgung unabhängig vom Eigentümerwechsel zu gewährleisten.

- Gestaltung Kaufverträge

Die vertragliche Fixierung bspw. des Anschluss- und Benutzungszwangs an das Wärmenetz oder spezifischer Dienstbarkeiten bspw. zur Zugänglichkeit zum Kanal oder zur Vorhaltung stets zugänglicher Technikräume erfolgt bei Flächeneignung durch die Kommune im Rahmen des Kaufvertrags. Dieser sollte konsequent auf den Vorgaben der Ausschreibung aufbauen und detaillierte Aspekte und Dienstbarkeiten umfassen.

#### 2. Begünstigende Rahmenbedingungen

- Kommunale Wärmeplanung

Mit den Zielen, Primärenergieverbräuche in Kommunen strategisch zu senken und die Gesteuerung von Strom und Wärme möglichst stark auf erneuerbare Energien auszurichten, stellt die kommunale Wärmeplanung ein zentrales integriertes Planungsinstrument dar. Hier lassen sich Erweiterungspotenziale bestehender Nahwärmenetze und die Schaffung neuer Wärmenetze konzeptionell erarbeiten und mit Alternativen vergleichen, sodass die kommunale Wärmeplanung einerseits vorprüfenden Charakter hat, andererseits aber auch als Begründung für konkrete politische Aushandlungsprozesse dienen kann.

## 2 Planungsprozess für ein Wärmenetz mit Hybridkanal

### 2.1 Darstellung des grundsätzlichen Planungsprozesses

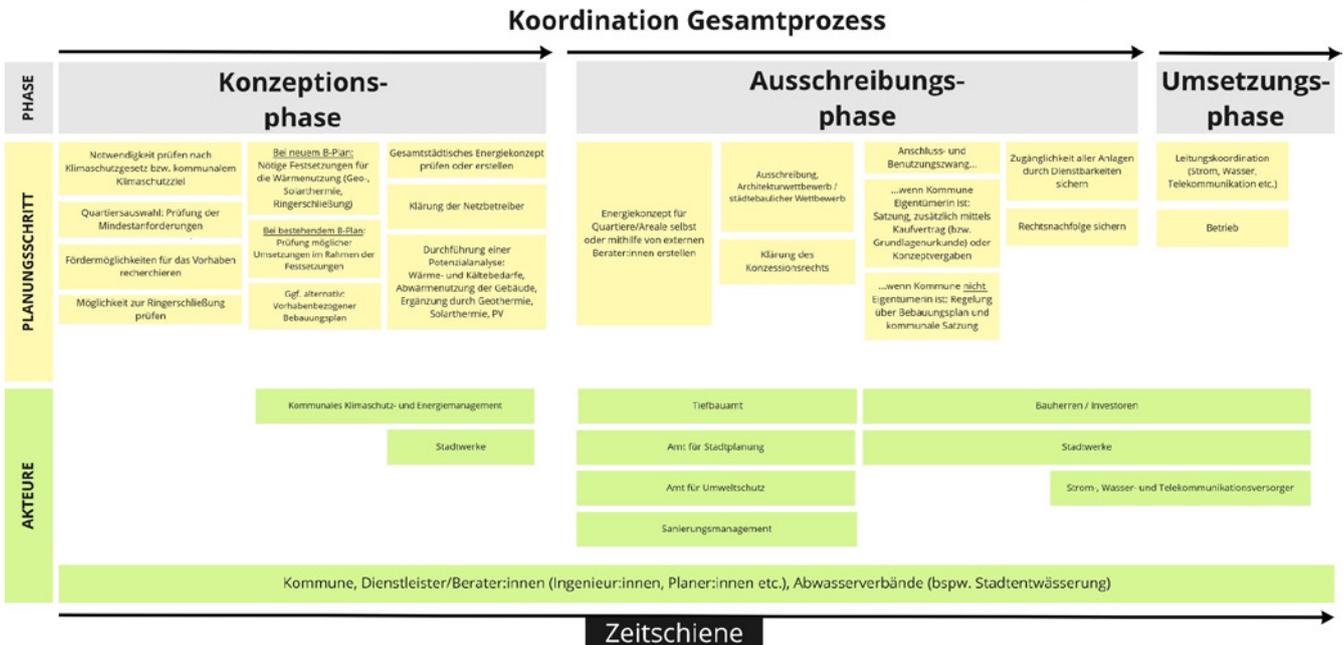


Abb. 3: Ablauf des grundsätzlichen Planungsprozesses

### 2.2 Erläuterungen zur Darstellung des grundsätzlichen Planungsprozesses

Die Abb. 3 gibt einen Überblick über den Planungsprozess in Grundzügen. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

#### 2.2.1 Konzeptionsphase

##### Notwendigkeit prüfen nach Klimaschutzgesetz bzw. kommunalem Klimaschutzziel

Die Gesetzgebung der Bundesländer bezüglich geltender Klimaschutzziele unterscheidet sich erheblich, sodass individuell geprüft werden muss, inwiefern sie Einfluss auf den Planungsprozess nimmt. Das Wärmeplanungsgesetz WPG des Bundes verpflichtet alle Kommunen bis zum 30. Juni 2028 zur Erstellung einer Wärmeplanung (WPG § 4 Abs. 2). Erlässt ein Bundesland eigene gesetzliche Vorgaben, so gelten diese ersatzweise (WPG § 5). So ergeben sich aus dem Klimaschutz- und Klimaanpassungsgesetz Baden-Württemberg verschiedene Pflichten wie bspw. die Pflicht zur Installation von Photovoltaikanlagen oder die Pflicht zur Wärmeplanung (§ 27 KlimaG BW). Diesbezüglich mussten Stadtkreise und Große Kreisstädte in Baden-Württemberg bis 31. Dezember 2023 einen Wärmeplan vorlegen.<sup>4</sup> Ob diese und weitere Pflichten erfüllt werden mussten, kann an-

hand der Zusammenfassung des Gesetzes auf der Seite des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft geprüft werden.<sup>5</sup>

Häufig bestehen auch unabhängig von der Bundes- bzw. Landesgesetzgebung verbindliche kommunale Klimaschutzziele, die z. B. eine Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in spezifischen Sektoren innerhalb eines festgelegten Zeitraums vorsehen. Beispielsweise haben die Städte Konstanz<sup>6</sup>, Bonn<sup>7</sup> und Stuttgart jeweils die Klimaneutralität bis 2035 als Ziel festgelegt. Hier sollte geprüft werden, inwiefern verschiedene Arten der Wärme- und Kälteversorgung zu diesen Zielen beitragen können. Dies kann vor allem bei der Herbeiführung eines Gemeinderatsbeschlusses zur Umsetzung von Wärmenetzen eine zentrale Argumentationshilfe darstellen. Sollten solche lokalen Ziele nicht bereits bestehen, wäre auch ohne konkreten planerischen Anlass die Erarbeitung informeller klimaschutzrelevanter Planungsinstrumente zweckmäßig.

4 [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf), S. 6

5 <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-KlimaSchGBW2023rahmen> [Abruf: 20.08.2025]

6 [https://www.konstanz.de/site/Konstanz-Microsites/get/params\\_E-2069842792/398496/2022\\_Stadtwandel\\_Klimaschutzstrategie\\_Final\\_web\\_Doppelseiten.pdf](https://www.konstanz.de/site/Konstanz-Microsites/get/params_E-2069842792/398496/2022_Stadtwandel_Klimaschutzstrategie_Final_web_Doppelseiten.pdf) [Abruf: 20.08.2025]

7 Stadt Bonn: 07.11.2029 – 5.9 Unsere Stadt wird bis 2030 klimaneutral. <https://www.bonn.sitzung-online.de/to020%TOLFDR=1372> [Abruf: 08.08.2025]

### Gesamtstädtisches Energiekonzept prüfen oder erstellen

Da es keine einheitliche Definition für gesamtstädtische Energiekonzepte gibt, finden sich in der Praxis verschiedene Konzeptnamen und Herangehensweisen (bspw. Energieversorgungskonzepte, Energienutzungskonzept oder Energiepläne). Dabei bestehen auch Ansätze, die sich auf die Quartiersebene beziehen, wie das energetische Quartierskonzept.<sup>8</sup> Daher sollte geprüft werden, ob eine der genannten Konzeptionen bereits vorliegt oder erstellt werden sollte. Auch hierfür bestehen Fördermöglichkeiten.

### Einbindung in die kommunale Wärmeplanung

*Wenn diese existiert:*

In Städten und Gemeinden mit mehr als 100 000 Einwohnern ist laut dem derzeit geltenden Wärmeplanungsgesetz eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen, sodass dort in absehbarer Zeit ein gesamtstädtisches Energiekonzept vorliegen sollte. Die Wärmeplanung umfasst die folgenden vier Stufen:

- ▶ Bestandsanalyse
- ▶ Potenzialanalyse
- ▶ Zielszenario und Umsetzungsstrategie
- ▶ Maßnahmen/kommunaler Wärmeplan.

Gerade die Potenzialanalyse kann für die Planungen eines Wärmenetzes von großem Wert sein, da die Einbindung weiterer Potenziale helfen kann, das Wärmenetz effizienter zu gestalten, weitere Abnehmer zu ermöglichen und somit auch wirtschaftlich Vorteile beim Betrieb zu erzielen.

Der Abgleich mit dem Zielszenario und den geplanten Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung ist wichtig für eine Einbindung des Hybridkanals in die Gesamtstrategie der Kommune, was von der Öffentlichkeitsarbeit bis hin zur Eigentümeransprache Vorteile bringt, und Synergien ermöglichen kann.

*Wenn keine kommunale Wärmeplanung existiert:*

Auch in diesen Städten und Gemeinden ist es von Vorteil, die Versorgung der Gebäude mit Wärme und Strom planerisch vorzubereiten, je früher, desto besser. Teilweise sind in der Kommune auch schon Überlegungen zu einer kommunalen Wärmeplanung für das gesamte Gemeindegebiet oder auch nur für kleinere Teilgebiete angestellt worden oder vorgesehen. Daher ist es sinnvoll, sich dazu zu informieren und mit den planenden Stellen zu sprechen, die auch zumeist gerne Hilfestellung geben.

### Quartiersauswahl: Prüfung der Mindestanforderungen

Ob sich ein Quartier für die Umsetzung des thermisch aktivierten Hybridkanals eignet, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Dabei lassen sich allerdings keine klaren Ausschlusskriterien benennen, vielmehr muss aus einem Mix an Rahmenbedingungen eine tendenziell vorhandene Eignung abgeleitet werden. Hierbei handelt es sich bspw. um das Verhältnis zwischen Abnehmer und Produzenten von Wärme und Kälte (Nutzungsmischung) sowie die nötige Mindestabwassermenge. Welche Kriterien weshalb zuträ-

lich sind, kann der Checkbox Quartierseignung in Kapitel 1.1 entnommen werden.

### Fördermöglichkeiten für das Vorhaben recherchieren

Durch die Nutzung kommunaler, länderspezifischer und bundesweiter Förderprogramme kann die Wirtschaftlichkeit der Umsetzung von innovativen Energieversorgungskonzepten oftmals bedeutend verbessert werden. Besonders hervorzuheben sind hier die BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze) und die BEG (Bundesförderung effiziente Gebäude). Diese beinhalten sowohl die Förderung von vorgelagerten Maßnahmen wie Machbarkeitsstudien und Energieberatung als auch Investitionskostenzuschüsse/Tilgungszuschüsse bzw. günstige Kredite für Einzelmaßnahmen wie die Installation von Solarthermieanlagen. In vielen Fällen sind begleitende Maßnahmen wie Genehmigungen, Heizungsnetze etc. ebenfalls förderfähig. Die Fördersätze betragen hierbei bis zu 60 Prozent.

Da sich die Förderlandschaft laufend verändert, ist tagsaktuell die Verfügbarkeit neuer Förderprogramme zu prüfen. Im Anhang (Kapitel 4.2) ist eine Liste mit den wichtigsten aktuellen Förderprogrammen zusammengestellt (Stand November 2024). Die aktuellen Förderprogramme lassen sich bspw. mit dem Stichwort »Wärmeplanung« in der Förderdatenbank des BMWF (www.foerderdatenbank.de) recherchieren.

### Möglichkeit zur Ringerschließung prüfen

Obwohl es auch mit anderen Netzstrukturen funktioniert, arbeitet das IWAES-System in einem Ringnetz am effektivsten. Grundsätzlich funktioniert das System auch in anderen Erschließungsformen, die Einbindung eines bidirektionalen Wärmeaustauschs setzt allerdings ein Ringnetz voraus.

### Bei neuem Bebauungsplan (B-Plan): Nötige Festsetzungen für die Wärmenutzung

Bei Aufstellung eines Bebauungsplans sollten die Festsetzungsmöglichkeiten bezüglich der Energieversorgung bzw. des Versorgungssystems geprüft werden. Dies betrifft Themen wie die Wärmenutzung und den Einsatz von Photovoltaik, Geo- und Solarthermie (auch an Fassaden) sowie das energetisch zuträgliche Ringnetz. Hier sind die Festsetzungsmöglichkeiten nach § 9 Abs. 1 BauGB zu prüfen, z. B.

- ▶ Nummer 13: Führung von oberirdischen oder unterirdischen Versorgungsanlagen und Leitungen
- ▶ Nummer 21: Geh-, Fahr- und Leitungsrechte zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers oder eines beschränkten Personenkreises
- ▶ Nummer 23 b: Gebiete, in denen bei der Errichtung von Gebäuden oder bestimmten sonstigen baulichen Anlagen bestimmte bauliche oder sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kuppelung getroffen werden müssen.

Alternativ zur Festsetzung von Versorgungs- und Technikflächen für die geplanten Wärmesysteme können diese bei Eignung in den Untergeschossen von Gebäuden untergebracht werden. Je nach Eigentümerschaft der Gebäude sind hierbei entsprechende vertragliche Regelungen zu treffen.

<sup>8</sup> Schittenhelm, Corinna; Kurth, Detlef: Integrierte Betrachtung einer nachhaltigen Wärme- und Kältebewirtschaftung von Stadtquartieren. REAL CORP 2021 Proceedings/Tagungsband. 2021, S. 447

Bei bestehendem B-Plan: Prüfung möglicher Umsetzungen im Rahmen der Festsetzungen

Liegen die Grundstücke im Geltungsbereich eines bestehenden Bebauungsplans, ist zu prüfen, welche Festsetzungen relevante Umsetzungen der Energieversorgung ermöglichen. Wichtig ist zudem, welche weiteren thermischen Systeme der Bebauungsplan zulässt. In diesem Fall lässt sich das IWAES-System am ehesten dann umsetzen, wenn es die wirtschaftlich attraktivste Wärmeversorgung im Vergleich mit (hinsichtlich der Klimaschutzziele gleichwertigen) Alternativen ermöglicht.

Im Regelfall wird die Umsetzung die Änderung des Bebauungsplans mit dem Ziel der Festsetzung der vorgenannten Realisierungsinstrumente (Leistungsrechte, Betriebs- und Technikgebäude) erforderlich machen. Im Rahmen eines solchen Bebauungsplanänderungsverfahrens sind die Rechte der Eigentümer mit Blick auf deren bestehende Energieversorgungsanlagen zu berücksichtigen. Gilt für ein Bestandsgebiet kein Bebauungsplan (unbeplanter Innenbereich § 34 BauGB), sollte ein Bebauungsplan mit den vorstehenden Festsetzungsinstrumenten und unter Beachtung der im vorherigen Satz genannten Abwägungsgesichtspunkte aufgestellt werden.

**Vorhabenbezogener Bebauungsplan (VB)**

Um im Rahmen einer kooperativen Steuerung Wärmeversorgungsziele zu erreichen, lassen sich die späteren Vorhabenträger (Investoren) mittels vorhabenbezogener Bebauungspläne (VB) einbinden. Beim VB (§ 12 BauGB) kooperiert die Gemeinde mit dem Vorhabenträger, der als Voraussetzung Eigentümer der zu bebauenden Fläche sein muss und sich, auf der Basis eines Vorhaben- und Erschließungsplans (VEP) verpflichtet, die städtebauliche Planung zu erarbeiten, sie gemäß einem Durchführungsvertrag umzusetzen sowie die Planungs- und Erschließungskosten zu tragen. Der VEP mündet in den VB, der als Satzung beschlossen wird. Der VB erlaubt eine zielgenaue Steuerung, da er gemäß § 12 III BauGB nicht an den Festsetzungskatalog des § 9 BauGB gebunden ist. Gem. §§ 11 und 12 BauGB können im Durchführungsvertrag konkrete Vorgaben zu Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung oder auch zur energetischen Qualität von Gebäuden gemacht werden. Es wird im Einzelfall zu prüfen sein, ob der VB ein geeignetes Umsetzungsinstrument darstellt, da er vorrangig auf Einzelvorhaben ausgerichtet ist.

**Klärung der Netzbetreiber**

Es gibt keine einheitliche Betreiberform für Wärmenetze auf Quartiersebene. In der Regel übernehmen kommunale Eigenbetriebe oder externe Dienstleister (bspw. in Form von Privatunternehmen oder Energiegenossenschaften) diese Aufgabe. Das Vorhaben muss frühestmöglich mit den Netzhabern und -betreibern abgeklärt werden, um spätere Zielkonflikte zu vermeiden. Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten für verschiedene Betreibermodelle, die je nach den vorhandenen Gegebenheiten ausgewählt werden sollten. Im öffentlichen Raum spielen darüber hinaus Konzessionen oder Wegrechte eine große Rolle. Darum muss unbedingt

geklärt werden, welche Akteure das Konzessionsrecht haben. Generell sollten Leitungen möglichst im öffentlichen Raum gelegt und im Bebauungsplan mittels des Geh- Fahr- und Leitungsrechts festgelegt werden, dass sie nicht überbaut werden dürfen.

**Durchführung einer Potenzialanalyse**

Zur definitiven Festlegung der Eignung des betreffenden Quartiers müssen Potenzialanalysen zum Wärme- und Kältebedarf sowie zur Abwärmenutzung und dem Abwasseranfall der Gebäude durchgeführt werden. Bei einer bestehenden Energiekonzeption ist es sinnvoll, auf dieser aufzubauen. Eine solche Analyse liefert Antworten auf die Frage, welche Kennzahlen und Voraussetzungen konkret vorliegen (z. B. Abwassermenge, Temperaturen, bestehende Rohre). Darüber hinaus sollte ermittelt werden, ob eine Ergänzung durch Geothermie, Solarthermie oder PV-Anlagen notwendig ist. Nicht jedes Quartier benötigt ergänzende Systeme, Angebot und Nachfrage sind die bedeutenden Stellgrößen.

**2.2.2 Planungsphase**

**Energiekonzepte für Quartiere/Areale selbst oder mithilfe von externen Berater:innen erstellen**

Schon vor der Erstellung eines Energiekonzepts sollten sich alle zu beteiligenden Akteure, wie Stadtwerke und kommunale Ämter (bspw. Stadtplanung, Umweltschutz oder Grünordnung), detailliert zum Vorhaben austauschen. So können eventuelle Zielkonflikte frühzeitig erkannt und vermieden werden. Bei der Erstellung des Energiekonzeptes ist diese enge Zusammenarbeit unbedingt fortzuführen<sup>9</sup>

Idealerweise sind die bei diesem Schritt konsultierten externen Berater:innen auch im weiteren Prozess beteiligt. Beim Energiekonzept ist einerseits die interdisziplinäre Zusammenarbeit von großer Relevanz. Dies umfasst insbesondere den Austausch zwischen Ämtern sowie mit der späteren ausführenden Stelle (bspw. Stadtwerke oder ein Contractor). Andererseits sollte darauf geachtet werden, dass die beratenden Unternehmen Erfahrung mit ähnlich großen Quartierskonzepten haben. Dies umfasst auch versierte Kenntnisse im Simulationsbereich (Hydraulik, Wärme). Begünstigende Rahmenbedingungen ergeben sich, wenn sich eine hohe Nutzungsmischung bei vorzugsweise singulär langfristigen Nutzungen realisieren lässt (z. B. Produktion mit überschüssiger Prozesswärme, Schulen, Hallenbäder, öffentliche Einrichtungen, kühlintensives Gewerbe). Städtebaulich anzustreben sind eine hohe Dichte und ein gutes A-/V-Verhältnis. Darüber hinaus sollte bei der räumlichen Orientierung der Gebäude die maximale Sonnenenergiegewinnung berücksichtigt werden. (siehe Kapitel 3.2.1).

**Städtebaulicher Wettbewerb, Architekturwettbewerb, Ausschreibung**

Im städtebaulichen und später im Architekturwettbewerb sollten alle für die Umsetzung des thermisch aktivierten Hybridkanals notwendigen Vorgaben aufgenommen werden. Dabei handelt es sich einerseits um den nötigen Anlagenmix (ergänzender Einsatz von Geo- und Solarthermie), andererseits

<sup>9</sup> Im Projekt TransMiT aus dem RES:Z-Verbund wurde dies detailliert ausgearbeitet. [https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/?page\\_id=274&lang=de](https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/?page_id=274&lang=de) [Abruf: 20.08.2025]

um spezifische Nutzungen der Gebäude durch bestimmte Gewerbe. Über das Konzeptverfahren der Ausschreibung sind anschließend konkrete Vorgaben bezüglich der zukünftigen Nutzung möglich, was auch aus energetischer Perspektive zu begrüßen ist. Jedoch müssen dann mögliche Konsequenzen für den Wert der Immobilie, eventuell entstehende Leerstände sowie die Ausgestaltung der langfristigen Sicherung und Kontrolle der gewünschten Nutzung beachtet werden. Wünschenswert aber ggf. zu restriktiv wäre das Einsetzen eines Managements, welches die Einhaltung der benötigten Abwärmemengen kontrolliert und über die Zulassung bestimmter Nutzungen steuert, um so den gewünschten thermischen Ausgleich zwischen den unterschiedlichen Nutzungen zu gewährleisten (siehe Kap. 1.2).

**Anschluss- und Benutzungszwang (wenn Kommune Eigentümerin ist): Regelung mittels Satzung, zusätzlich Kaufvertrag (bzw. Grundlagenerkunde) oder Konzeptvorgaben**

Kaufverträge bieten insofern Vorteile, als dass keine Koppelverbote greifen. Dies ermöglicht weitergreifende Regelungen, als in öffentlich-rechtlichen Verträgen möglich wäre (vgl. Schittenhelm/Kurth 2021: 450). Auch kann über Kaufverträge eine gewisse Nutzungsmischung erreicht werden, allerdings kann nur mit entsprechendem Aufwand garantiert werden, dass die Nutzungsmischung dauerhaft ist, v. a. auch mit konkreten Nutzungen (bspw. Serverraum als Wärmequelle).

In Kaufverträgen bzw. der Grundlagenerkunde kann ein Anschlusszwang zur Nutzung des Nahwärmenetzes bei Bebauung festgelegt werden. Der Kaufvertrag sollte über den Anschlusszwang hinaus auch ein Wärmeproduktionsverbot mittels anderer Heizungen enthalten. Zusätzlich zum Kaufvertrag sollte der Anschluss- und Benutzungszwang unabdingbar als Satzung gesichert werden. Dies dient zum einen der Klarstellung, dass diese Verpflichtung auch Rechtsnachfolger im Eigentum betrifft. Auf diese Weise kann zum anderen sichergestellt werden, dass angeschlossene Nutzer bspw. später im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen ggf. entstehende Kosten nicht als Anlass nehmen, sich aus dem Gesamtsystem zurückzuziehen. Der Anschluss- und Benutzungszwang kann in der Satzung so ausgestaltet werden, dass eine Eigenproduktion von Wärme über eine andere Raumheizung ausgeschlossen wird bzw. dass anfallende Abwärme in das IWAES-System eingespeist werden muss, soweit technisch und mengenmäßig möglich.

Die erste Laufzeit des Vertrags darf laut der Verordnung über die allgemeinen Versorgungsbedingungen (AVBFernwärmeV) maximal zehn Jahre betragen. Anschließend verlängert sich der Vertrag maximal um fünf Jahre. Allerdings beobachten Verbraucherschützer der Verbraucherzentralen, dass häufig schon beim Vertragsschluss die Laufzeit auf 15 oder 20 Jahre ausgedehnt wird. »Diese Dauer halten wir für unzulässig«, so die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz<sup>10</sup> und ebenfalls Frau Popp vom Verbraucherzentrale Bundesverband.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz: Verbraucherzentrale warnt vor Fußangeln und versteckten Kosten in den Verträgen. Pressemitteilung. 27.01.2021. online nicht mehr abrufbar.

<sup>11</sup> Interview mit Fr. Popp vom VZBV vom 01.05.2024. <https://www.vzbv.de/meldungen/verbraucherinnen-wollen-beim-ausbau-der-fernwärme-mitgenommen-werden> [Abruf: 24.01.2025]

**Anschluss- und Benutzungszwang (wenn Kommune nicht Eigentümerin ist): Regelung über kommunale Satzung**

Unabhängig davon, ob die Fläche im Eigentum der Kommune liegt, sollte sich der Anschluss- und Benutzungszwang aus der Gemeindeordnung ergeben. Hierzu muss er in einer rechtmäßigen Satzung festgeschrieben werden. Diese muss enthalten:

- den Kreis der zum Anschluss und/oder zur Benutzung Verpflichteten,
- die Art des Anschlusses bzw. der Benutzung,
- die Bereitstellung der Einrichtung zur öffentlichen Benutzung und
- den räumlichen Bereich mit genauer Abgrenzung des Anschluss- und Benutzungszwangs.

Mit der Definition des Bereichs wird gleichzeitig festgelegt, wie die Benutzung räumlich und technisch sichergestellt ist. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass durch den Anschluss- und/oder Benutzungszwang in Grundrechte (Art. 14 GG) der Verpflichteten eingegriffen wird. Um hierbei dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu entsprechen, müssen sich die Regelungen der Satzung auf die Zweckerreichung beschränken. So sind in der Satzung bspw. Ausnahmen vom Anschluss- und/oder Benutzungszwang vorzusehen (§ 11 Abs. 2 GemO BW). Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit wird für die Frage eines Anschluss- und Benutzungszwangs bei bereits bebauten Gebieten eine besondere Rolle spielen. Eine detaillierte Begründung des Zwangs wird zur rechtlichen Absicherung empfohlen. Nach § 16 EEWärmeG kann der Anschluss- und Benutzungszwang auch mit der Zielsetzung des Klima- und Ressourcenschutzes argumentiert werden.

Im Rahmen des Anschluss- und Benutzungszwangs muss die Versorgungssicherheit, also die Benutzungsmöglichkeit, allgemein und während der Aufbauphase sichergestellt werden.

**Zugänglichkeit aller Anlagen durch Dienstbarkeiten sichern**

Wenn eine Führung der thermisch aktivierten Hybridkanäle unter öffentlichen Straßen nicht (vollständig) möglich ist, verlaufen sie meist für gewisse Teilstücke auf Privatgrund. In diesem Fall müssen Dienstbarkeiten vertraglich festgehalten werden, damit Rohre bspw. in Tiefgaragen gelegt werden können und die Zugänglichkeit zu Wartungszwecken gewährleistet bleibt.

**Rechtsnachfolge sichern**

Bei der Festlegung der Nutzungsrechte sollte für den Fall vorgesorgt werden, dass ein Energielieferant seiner Aufgabe nicht mehr nachkommen kann, bspw. aufgrund Insolvenz. Indem eine (Ausfall)Dienstbarkeit vereinbart wird, kann in diesem Fall die Rechtsnachfolge gesichert werden. Auch die Satzung zum Anschluss- und Benutzungszwang muss entsprechende Regelungen beinhalten.

### 2.2.3 Umsetzungsphase

**Leitungscoordination (Strom, Wasser, Telekommunikation etc.)**

Möglichst frühzeitig sollten Abstimmungen mit Strom-, Wasser- und Telekommunikationsversorgern ange-regt werden, um eventuell notwendige neue Strom- und

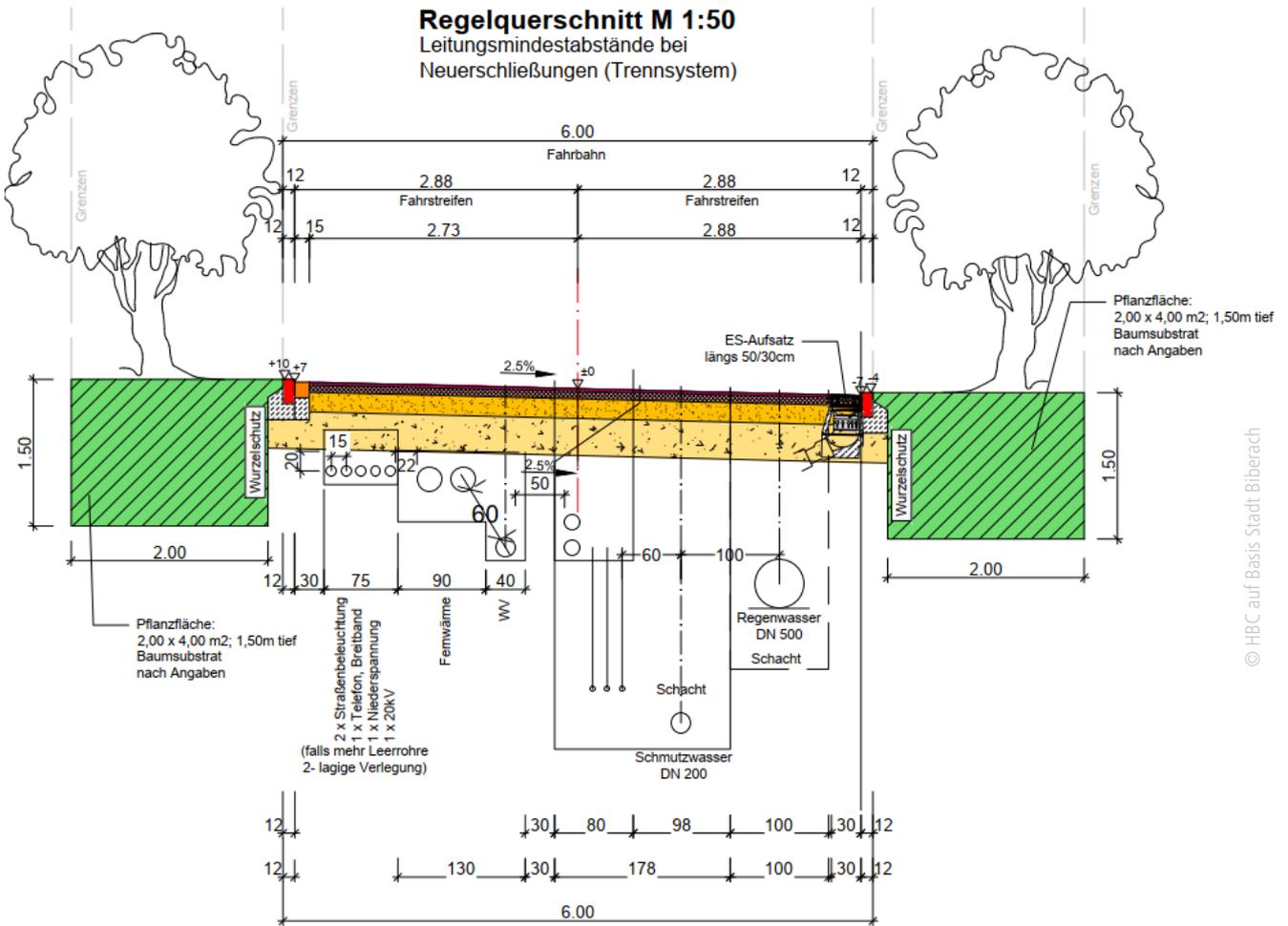


Abb. 4: Beispiel für einen Regelquerschnitt

Wasserleitungen bauen zu können. Gerade in Verdichtungs-räumen besteht häufig bereits eine hohe Dichte an Leitungen unter der Straßenfläche. Idealerweise enthält bereits der Regelquerschnitt zur Planung einer Straßenfläche Vorkehrungen für den Einbau von Rohrleitungen für ein Wärmenetz und die Erschließung von Energiequellen.

**Bau und Betrieb**

In der Bauphase unterscheidet sich das IWAES-System nicht von anderen Wärmenetzen. Neben einer gründlichen Planung (siehe vorangegangene Schritte) ist die fortschreitende Information der Anwohner und späteren Nutzer von großer Bedeutung für die Akzeptanz. Dies gilt sowohl während der Bauphase, wo die Einschränkungen z. B. durch Lärm und Verkehrsbehinderungen besonders störend sind, als auch später, wenn während der Betriebs Störungen auftreten oder Wartungsarbeiten erforderlich sind.

Ist das Wärmenetz vollständig in kommunalem Eigentum, wird gemeinhin die Kommune bzw. ein kommunales Tochterunternehmen den Betrieb des Systems gewährleisten. Da das IWAES-System allerdings einen Anlagenmix (Hybridkanal, Solarthermie, Abwärme) umfasst, muss untersucht werden, ob und wie Einspeise- und Abnahmemengen (Wärme und Kälte) langfristig gesichert dem Gesamtsystem bereitstehen. Hieraus folgen zahlreiche betriebsrelevante Fragestellungen wie z. B. die Tatsache, dass beim

IWAES-System bspw. bei den Abnehmern ein geringerer Wartungsaufwand entsteht, da meistens keine separaten Wärme- und Kälteerzeuger (außer Trinkwarmwasser) erforderlich sind. Falls bei den Abnehmern eine Wärmepumpe erforderlich ist, so ist diese selbstverständlich regelmäßig zu warten.

**3 Details des Hybridkanals**

Über 15 Prozent der thermischen Energie, die einem deutschen Neubau zugeführt werden, gehen über die Abwasserleitung wieder verloren. Diese bisher größtenteils ungenutzte thermische Energie würde die thermische Versorgung von bis zu 10 Prozent<sup>12</sup> aller deutschen Haushalte mittels Wärmepumpen ermöglichen. Der Abwasserabfluss unterliegt nur geringen jahreszeitlichen Schwankungen und bestimmt somit die Temperatur des Kanals und zum Teil auch die des umgebenen Erdreichs. Durch den stetigen Abfluss wird die thermische Energie, die dem Abwasser an einer Stelle entzogen wird, rasch durch nachströmendes Abwasser wieder zugeführt. Dies stellt einen Vorteil gegenüber

<sup>12</sup> Fritz, Sara; Pehnt, Martin: Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. URL: [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu\\_Abwaermepotenzial\\_Abwasser\\_final\\_update.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu_Abwaermepotenzial_Abwasser_final_update.pdf) [Abruf: 08.08.2025]

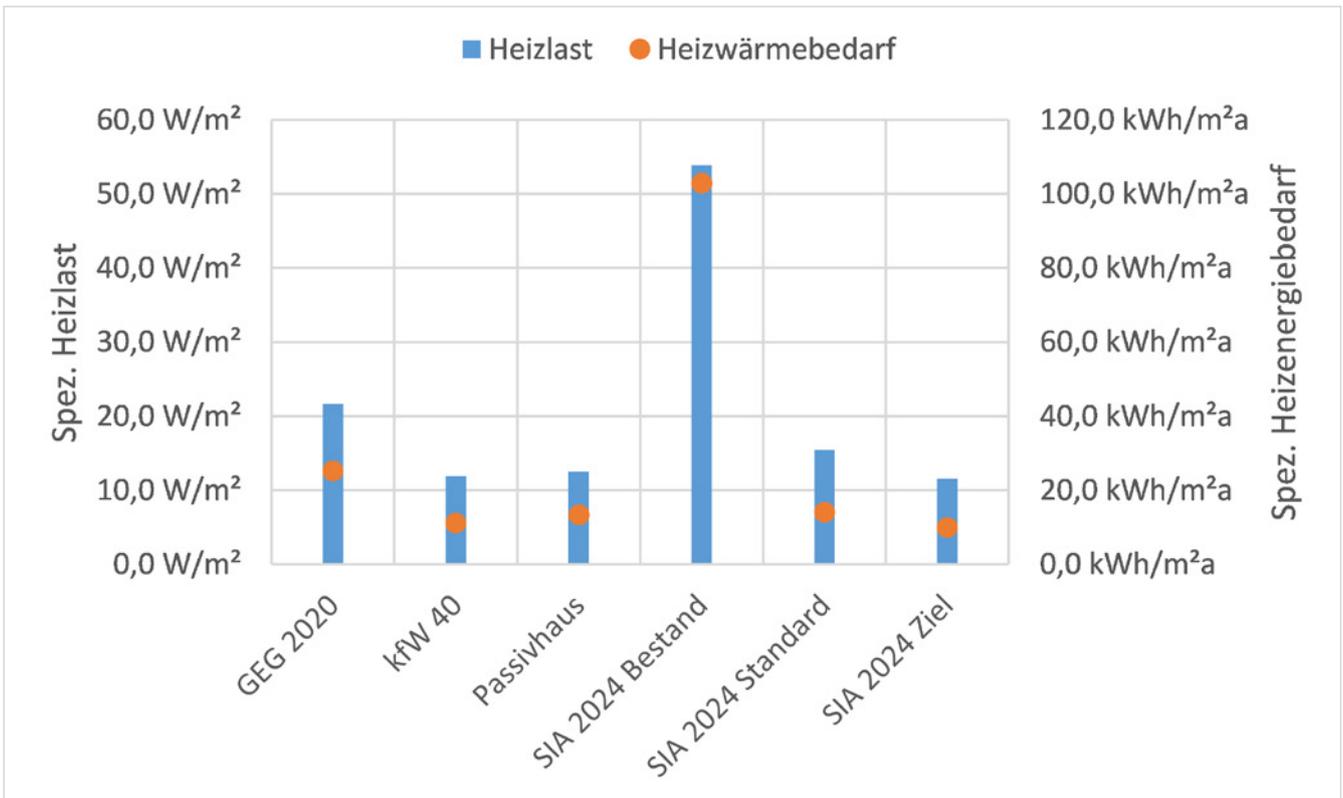


Abb. 5: Heizlasten und Heizwärmebedarfe verschiedener Gebäudestandards<sup>13 14 15 16</sup>

üblichen geothermischen Anlagen dar, da bei diesen nur so viel thermische Energie entzogen werden kann, wie durch den geothermischen Wärmestrom, Grundwasserfluss, Wärmeleitung aus der Umgebung oder eine sommerliche Erwärmung nachgeführt wird (in bis zu ca. 10m Tiefe kommen zusätzliche Gewinne aus solarer Einstrahlung und Niederschlägen hinzu). Die Leistung üblicher Elemente der oberflächennahen Geothermie nimmt daher üblicherweise gegen Ende der Heizsaison hin ab (bezogen auf eine bestimmte Entnahmetemperatur). Dieses Auskühlen des Bodens tritt beim Hybridkanal-System bedingt durch den kontinuierlichen Nachstrom an warmem Abwasser nicht bzw. nur reduziert ein. Was Hybridkanal und oberflächennahe Geothermie gemeinsam haben, sind jahreszeitlich schwankende Temperaturen. Im Regelfall ist das Temperaturniveau ganzjährig zu gering, als dass man es direkt zur Beheizung von Gebäuden nutzen könnte. Daher werden Wärmepumpen benötigt, die die Quelltemperatur auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Für die direkte Kühlung sind die Temperaturen indes häufig jedoch ausreichend niedrig.

Die doppelte Nutzung einer ohnehin notwendigen Infrastruktur der Abwasserkanäle ist nicht nur energetisch sinnvoll, sondern spart im Vergleich zum separaten Bau von Abwasserkanal und Geothermieabsorber in großem Maße CO<sub>2</sub>-Äquivalente bei der Herstellung ein, was sich durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch finanziell positiv auswirken wird.

Eines der häufigsten Argumente, weshalb die Abwasserthermie bereits in der Vorplanung abgelehnt wird, re-

sultiert daraus, dass die dafür erforderlichen Wärmeübertrager innerhalb des Kanals liegen und somit die abflusswirksame Querschnittsfläche reduzieren und gleichzeitig das Abwasser so stark abkühlen, dass die Klärprozesse in der Kläranlage beeinträchtigt würden. Durch den Hinweis, dass beim Hybridkanal der Absorber an der Außenwand des Kanals angebracht und folglich die Querschnittsfläche nicht beeinträchtigt und ferner die Wärme zum großen Teil dem Erdreich entzogen wird, werden diese Argumente entkräftet.

### 3.1 Bestands-/Bedarfsanalyse

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche Randbedingungen für die Anwendung des IWAES-Konzepts notwendig bzw. förderlich sind und wie der Energiebedarf eines Quartiers in einem frühen Planungsstadium berechnet werden kann. Außerdem wird gezeigt, welche Quellen und Senken die Energiebedarfe decken können.

<sup>13</sup> Eigene Berechnung HBC

<sup>14</sup> Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik: Normenwerk Schweiz SIA 2024

<sup>15</sup> Passivhaus-Institut

<sup>16</sup> Maximum nach: Feist, Wolfgang: Heizlast in Passivhäusern - Validierung durch Messungen. Passivhausinstitut. Endbericht zu IEA SHC TASK 28 / ECBCS ANNEX 38. Darmstadt: Juni 2005

### 3.1.1 Randbedingungen

Eine Übersicht über die wesentlichen Randbedingungen ist in Kapitel 2 aufgeführt. Im Folgenden werden diese Kriterien detaillierter beschrieben.

Das Konzept kann nicht in Quartieren mit einem voll funktionstüchtigen Bestandskanal angewendet werden. Der Hybridkanal ist das Kernelement des IWAES-Konzepts. Für seinen Einbau ist der Neubau oder der partielle Austausch des Abwassersystems notwendig. Die zusätzliche Eignung des Hybridkanals als Quelle und Senke hängt von den lokalen Bedingungen ab und ist im Einzelfall zu prüfen. Gleichwohl sind Netze zur thermischen Energieversorgung für viele Quartiere sinnvoll, weshalb deren Einsatz immer geprüft werden sollte. Die Nutzungen sollten bzw. müssen alle einen gewissen Anteil Abwasser generieren, damit auch eine signifikante Menge an Wärme aus dem Abwasser entzogen werden kann: Bürogebäude sind zum Beispiel eher ungünstig, da diese wenig Abwasser produzieren und im Verhältnis dazu einen großen Energiebedarf besitzen. Produzierende Gewerbe generieren hingegen u. U. große Abwassermengen und sind daher für den Einsatz des Hybridkanals tendenziell positiv zu bewerten.

Das IWAES-Konzept basiert als Wärmenetz der fünften Generation auf dem Austausch von Energiemengen zwischen verschiedenen Hausanschlüssen auf niedrigem Temperaturniveau. Damit ein solcher Austausch möglich ist, sind unterschiedliche thermische Lastgänge im Quartier erforderlich. Dies bedeutet, dass die Lastspitzen der verschiedenen Nutzer zueinander zeitlich verschoben sein sollen. Um dies zu erreichen, sollten die betrachteten Quartiere eine durchmischte Nutzung (bspw. Wohnen, Büro, Läden, ...) aufweisen. Wie sich die verschiedenen Nutzungen hinsichtlich ihres Lastgangs verhalten, kann mithilfe des in Kapi-

#### CHECKBOX: RANDBEDINGUNGEN UND BEMESSUNG

##### Randbedingungen des Hybridkanals

- Rohrdurchmesser muss aus Produktionsgründen bei außen angebrachten Absorbern mindestens DN 200 betragen.
- Für einen außen angebrachten Absorber ist der Mindestdurchfluss im Kanal nicht maßgebend, da die thermische Energie zum großen Teil dem Erdreich entnommen wird. Ein stärkerer Abwasserabfluss erhöht jedoch die Leistungsfähigkeit.
- In Grundwasser verlegte Hybridkanäle besitzen eine höhere Effizienz, liegt eine Grundwasserströmung vor, so erhöht sich die Effizienz deutlich.
- Der thermische Entzug darf in der Zulaufleitung zur Kläranlage das Abwasser um maximal 0,5K reduzieren und die Temperatur darf nicht unter 10 °C fallen (DWA-114).
- Der Wärmeeintrag durch den Hybridkanal (Gebäudekühlung) darf nicht zu einer Temperaturerhöhung um 1,5 bis 3K in nachfolgenden Gewässern führen (DWA-114). (Wärmeeintrag wird von Behörden kritischer gesehen als Wärmeentzug).
- Sofern das betreffende Gebiet in einem Wasserschutzgebiet liegt, ist als Wärmeträgermedium reines Wasser zu wählen. In Wasserschutzgebietsklassen I bis IIIa ist die Einsatzmöglichkeit des Systems mit der unteren Wasserbehörde abzuklären.

tel 3.1.2 vorgestellten Tools berechnet werden. Wie bei allen thermischen Netzen erhöht sich auch beim IWAES-Konzept die Wirtschaftlichkeit mit steigender Belegungsdichte.

Aus der begrenzten Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien folgt ein möglichst geringer Gebäudeenergiebedarf, der sich vor allem in Neubauquartieren realisieren lässt. Einzelne ältere Gebäude sind dabei kein Ausschlusskriterium. Bestandsgebäude ohne Flächenheizung lassen sich zwar einbinden, sind aber nicht Kernziel des Systems, da Wärmepumpen bei zu hohen benötigten Vorlauftemperaturen des Heizsystems nur begrenzt geeignet sind. Zusätzlich haben solche Gebäude eine hohe spezifische Heizlast, was bei den geringen Spreizungen eines Low-Ex-Netzes zu großen Volumenströmen und damit zu großen Rohrdimensionen (im Wärmenetz) führt. Die folgende Abb. 5 gibt eine Übersicht über verschiedene Gebäudestandards:

Zur Versorgung von städtischen Quartieren mit lokal erzeugten, erneuerbaren Energien werden in der Regel zusätzlich zum Hybridkanal weitere Flächen zur Erschließung von erneuerbaren Quellen und Senken benötigt. Dabei sollte auch eine mögliche Flächenkonkurrenz berücksichtigt werden oder Konzepte zu deren Auflösung eingeplant werden.

Um die zur Versorgung eines Quartiers notwendige Fläche abschätzen zu können, wurde die folgende Beispielabschätzung durchgeführt:

Ausgangspunkt ist ein Passivhaus mit einer spezifischen Heizlast von 14 W/m<sup>2</sup>. Dessen Dach wird zu 50 Prozent mit Photovoltaik belegt, die in den Wintermonaten in Stuttgart circa<sup>16</sup> 25 W/m<sup>2</sup> generieren kann (bspw. zur Nutzung in Wärmepumpen). Aus einem dichten Erdwärmesondenfeld lassen sich dauerhaft etwa<sup>17</sup> 10 W/m<sup>2</sup> (oberflächenbezogen) bereitstellen. Abb. 6 zeigt beispielhaft, wie viele Quadratmeter Sondenfeld je Quadratmeter Gebäudegrundfläche notwendig sind. Außerdem zeigt es, wie viel elektrische Leistung von außerhalb des Gebäudes im Heizlastfall bezogen werden muss (in der Jahresbilanz kann das Gebäude dennoch ein Plusenergiehaus sein). Die Grafik ist lastbezogen, geht also vom Heizfall in einem durchschnittlichen Wintermonat aus. Für die Leistung des Sondenfelds geht die Abb. 6 von einem reinen Entzugsbetrieb ohne Regeneration des Erdreichs durch Gebäudekühlung im Sommer und verschiedenen Annahmen hinsichtlich der Eigenschaften des Untergrunds aus und muss daher für jeden Einzelfall geprüft werden.

Stehen keine Flächen für Sondenfelder zur Verfügung, so müssen andere Quellen und Senken, wie zum Beispiel Außenluft, Gewässer oder Abwärmquellen, beispielsweise mit dem im Projekt IWAES untersuchte Hybridkanal erschlossen werden.

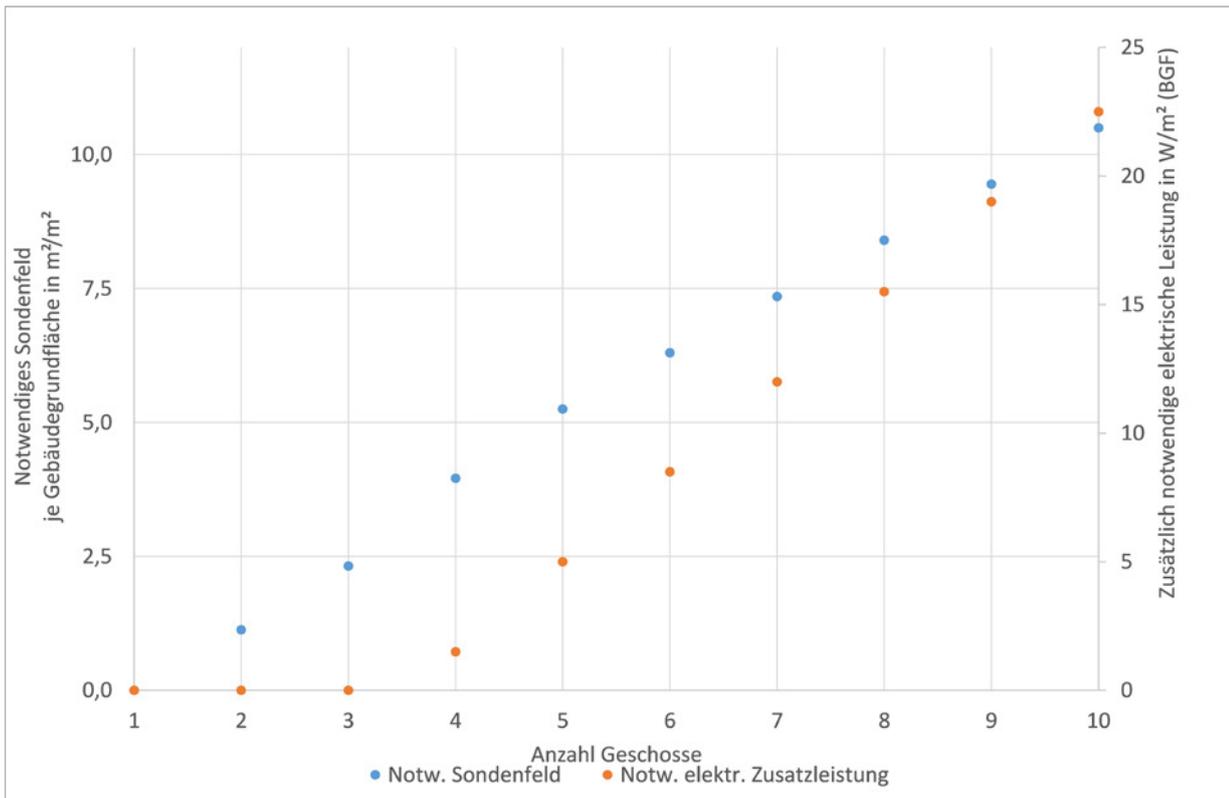
Um also bestimmen zu können, ob sich das IWAES-Konzept für die Anwendung im ausgewählten Quartier eignet, sind vorab verschiedene Punkte zu klären.

### 3.1.2 Bedarfsermittlung Wärme und Kälte

Für die Planung des Verbundnetzes sind nicht nur jährliche Energiemengen, sondern auch Lastgänge erforderlich, am besten in stündlicher Auflösung. Dies stellt besonders im

17 NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources

18 Berechnung HBC


 Abb. 6: Größe des notwendigen Sondenfelds für die Versorgung eines Passivhauses<sup>17 18</sup>

### CHECKBOX: DATENQUELLEN FÜR DIE LASTGANGERMITTLUNG

Für die Anwendung des Programms simSIA der HBC werden nur wenige Daten benötigt, was insbesondere in einem frühen Planungsstadium vorteilhaft ist:

- Wesentlich für den Gebäudeenergiebedarf ist der (zu erwartende) Witterungsverlauf am betrachteten Standort. Das Programm benötigt einen stündlich aufgelösten Wetterdatensatz, der Außenlufttemperaturen und Strahlungsdaten für alle Himmelsrichtungen enthält. Diese sind bspw. als Testreferenzjahre kostenlos vom Deutschen Wetterdienst (DWD) erhältlich. Ggf. ist eine Umrechnung der Strahlungsdaten notwendig, für die simSIA aber eine entsprechende Funktion enthält.
- Das Programm simSIA berechnet zunächst flächenspezifische Werte und Lastprofile. Zur Hochrechnung auf ganze Gebäude bzw. Quartiere benötigt simSIA als Eingabe die Bruttogeschossflächen der zu betrachtenden Gebäude, aufgeteilt nach Himmelsrichtungen und Nutzungen. Für die Zuordnung zu Himmelsrichtungen kann bspw. dasselbe Verhältnis wie bei den Außenflächen angesetzt werden, dementsprechend muss nur die äußere Form des Gebäudes bekannt sein. Ist die Nutzung noch nicht definiert, können durch die Einfachheit und Geschwindigkeit des Rechenverfahrens auch verschiedene Nutzungen als Varianten gewählt und bspw. ein Mittelwert gebildet werden.
- Die für simSIA benötigten Modellparameter entstammen ursprünglich der SIA 2024. Ähnliche Daten (die dann aber selbst aufbereitet werden müssen) können auch DIN V 18599-10 entnommen werden. Auch können eigene Typgebäude angelegt und simuliert werden.
- Die SIA 2024 unterscheidet zwischen den Dämmstandards Bestand, Standard und Ziel. Diese entsprechen in Deutschland etwa WSV0 95 (Bestand), einem KfW-40-Haus nach GEG (Standard) und einem Passivhaus (Ziel).
- simSIA liefert auch den Warmwasserbedarf eines Gebäudes. Soll dieser ebenfalls über das Wärmeverbundnetz gedeckt werden (was zu empfehlen ist, da bei der Warmwasserbereitung durch Nutzung des Kaltleiters als Quelle Kälte bereitgestellt werden kann) müssen auch hierfür Rahmenparameter (wie bspw. stündliche Lastprofile) gesetzt werden.

Deutlich aufwendiger wird die Modellierung der Gebäude zur Berechnung eines stündlich aufgelösten Lastgangs, wenn andere Programme oder Werkzeuge verwendet werden sollen. Dann sind zusätzlich folgende Informationen erforderlich:

- Die Fensterflächen, ihre Ausrichtungen und deren Gesamtenergiedurchlassgrade, da diese wesentlich die solaren Gewinne eines Gebäudes beeinflussen.
- Die einzelnen Bauteilaufbauten und daraus folgende U-Werte und thermische Kapazitäten. Da stündlich aufgelöste Lastprofile erzeugt werden sollen, muss die genutzte thermisch wirksame Bauteilkapazität mitberücksichtigt werden, wofür üblicherweise ein genauer Wandaufbau nötig ist. Ggf. können diese aus vorherigen, abgeschlossenen Projekten übernommen werden, wenn die Gebäudestandards dieselben sind.
- Profile für die Anwesenheit von Personen und die Benutzung von Geräten, da die internen Lasten zur Beheizung beitragen und im Sommer üblicherweise gekühlt werden müssen.
- Analog dazu sind die Luftwechselraten für die Lüftungsverluste verantwortlich. Ist eine bedarfsorientierte Lüftung eingebaut bzw. geplant, müssen genauere Profile vorliegen. Auch muss bekannt sein, wie groß der thermisch aktive Anteil (also nach Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung) ist.

Frühstadium der Quartierentwicklung eine besondere Herausforderung dar, da die Nutzung der künftigen Gebäude oftmals noch nicht detailliert festgelegt ist.

Im IWAES-Projekt wurde eine Möglichkeit erarbeitet, Lastgänge selbst bei hoher Variabilität mit verhältnismäßig geringem Aufwand rechnerisch abzuschätzen. Hierfür wurde auf die Schweizer Norm SIA 2024 zurückgegriffen, in der Typräume für 45 verschiedene Nutzungen (Wohnen, versch. Büro- und Geschäftsnutzungen etc.) beschrieben sind. Ähnliche Daten können teilweise auch DIN V 18599-10 entnommen werden. Jede dieser Nutzungen wird in SIA 2024 mit Werten zur Bauphysik, den Personenlasten, inneren Lasten, Lüftung, Heizung und Warmwasserbedarf beschrieben, die als Modellparameter verwendet werden können, um so das Verhalten des Gebäudes stundenaufgelöst zu simulieren.

Zur Generierung der gewünschten Lastprofile aus den dortigen Basisdaten wurde ein Programm namens simSIA erstellt, mit dem vereinfachte Simulationen durchgeführt und so die notwendigen Lastgänge generiert werden können. Dieses Programm soll künftig über die Internetseite des Projektpartners Hochschule Biberach zur Verfügung gestellt werden ([www.hochschule-biberach.de/iwaes](http://www.hochschule-biberach.de/iwaes)).

Das IWAES-Konzept sieht eine mögliche Versorgung der Gebäude auf drei Temperaturniveaus vor: 18 °C, 25 °C und 32 °C. Während 32 °C als Vorlauftemperatur für eine entsprechend dimensionierte Flächenheizung in gut wärmegeprägten Gebäuden ausreichen, reichen 18 °C für eine Flächenkühlung aus. Der gemeinsame Rücklauf liegt bei 25 °C. Werden höhere (bspw. Trinkwarmwassererzeugung) oder niedrigere (bspw. Prozesskälte) Temperaturen benötigt, so müssen diese dezentral erzeugt werden, wobei das Netz als Quelle dienen kann. Zur weiteren Temperaturerhebung bzw. Absenkung bieten sich dezentrale Wärmepumpen und Kältemaschinen an.

## 3.2 Potenzialanalyse

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche Potenziale für die Anwendung des IWAES-Konzepts notwendig bzw. förderlich sind und wie der Energiebedarf eines Quartiers in einem frühen Planungsstadium berechnet werden kann. Außerdem wird gezeigt, welche Quellen und Senken die Energiebedarfe decken können und wie das Netz dimensioniert werden kann.

### 3.2.1 Quartierseigene Energiequellen

#### Hybridkanal

Das thermisch-energetische Potenzial des Hybridkanals hängt ab von materiellen Randbedingungen, behördlichen Auflagen und dem Nutzungs-/Lastprofil.

Unter die materiellen Randbedingungen fallen die Bodenbeschaffenheit, Abwasserabfluss, die Verlegetiefe des Kanals und die Strömungsgeschwindigkeiten des Abwassers und der Kanalluft. Alle diese Parameter haben einen Einfluss. In der Bemessungshilfe wurde für all diese Parameter das Worst-Case-Szenario getroffen, sodass diese eine Sicherheit im System darstellen.

Sofern der Kanal im strömenden Grundwasser verlegt ist, ist die thermische Leistungsfähigkeit deutlich höher. Die-

ses Szenario wird ebenfalls nicht durch die Bemessungshilfen abgebildet.

Behördliche Auflagen können aufgrund des Grundwasserschutzes den Einsatz von Wasser-Glykol-Gemischen als Wärmeträgermedium verbieten und reines Wasser ohne Zusätze vorgeben. Um ein Einfrieren des umgebenden Bodens und des Wärmeübertragers zu vermeiden, liegt die minimale Eintrittstemperatur in den Hybridkanal bei Wasser als Wärmeträgermedium bei ca. 3 °C, bei einem Wasser-Glykol-Gemisch bei 0 °C. Dieser Unterschied hat einen erheblichen Einfluss auf die thermische Leistungsfähigkeit, weshalb für beide Grenztemperaturen separate Bemessungsansätze ausgearbeitet wurden.

Die Abwärme aus dem Abwasser steht im Normalfall nicht der Allgemeinheit zur Verfügung, sondern »gehört« dem Betreiber des Abwassernetzes. Allerdings ist »gehören« in diesem Fall relativ zu sehen, da das Abwasser als nicht körperlich begrenzter Gegenstand keine Sache im Sinne des BGB und damit auch nicht eigentumsfähig ist (§§ 90, 903 BGB). Der Kanalnetzbetreiber hat dennoch die Verfügungsgewalt über das Abwasser, weswegen sich eine enge Einbindung in die Planung empfiehlt<sup>19</sup>.

Das Nutzungslastprofil beschreibt den über den Tag und die Jahreszeit variierenden Wärmebedarf. Wenn die Anlage in Betrieb ist, d. h., das Wärmeträgerfluid durch den Absorber fließt, wird sowohl dem Abwasser, aber vor allem auch dem Untergrund thermische Energie entzogen mit der Konsequenz, dass dieser auskühlt. Wird die Anlage außer Betrieb gesetzt, fließt weiterhin das Abwasser durch den Kanal und erwärmt den umgebenden Boden, bis zu dem Punkt, dass das initiale Temperaturregime wieder erreicht wird. Durch die Taktpausen erhöht sich das verfügbare Temperaturniveau. Der Ertrag aus dem Hybridkanal kann maximiert werden, wenn die Taktung optimiert wird, sodass ein möglichst hohes Temperaturniveau am Austritt des Hybridkanals erreicht wird. In der Bemessung wurde ein konservatives, aber dennoch realistisches Nutzungslastprofil angesetzt.

Bei den Nomogrammen (Abbildung 6) wurde zwischen Misch- und Trennsystemen unterschieden. In Trennsystemen wird ausschließlich Schmutzwasser und Grauwasser transportiert, weshalb die Abwassertemperatur mit mindestens 20 °C angenommen werden kann. In Mischsystemen wird zusätzlich Niederschlagswasser abgeleitet, weshalb hier eine Mindesttemperatur von 10 °C angesetzt wird. Ist die Abwassertemperatur bekannt, kann zwischen Misch- und Trennsystem, d. h. zwischen 10 °C und 20 °C interpoliert werden. Die ermittelten Leistungswerte basieren auf konservativen Annahmen hinsichtlich der atmosphärischen Temperatur, des Abwasserflusses etc., sodass weitere Teilsicherheiten nicht berücksichtigt werden müssen. Es ist außerdem zu beachten, dass die Leistung pro Meter Abwasserkanal angegeben ist. Da das Abwasser kontinuierlich nachströmt und somit eine permanente thermische Regeneration des umgebenden Erdreichs erfolgt, tritt über die Zeit nur eine marginale Leistungsabnahme auf.

<sup>19</sup> Weitere Hintergründe dazu finden sich in der Fachinformation »Abwasserwärme effizient nutzen« der DWA. URL: [https://www.vku.de/fileadmin/user\\_upload/Verbandsseite/Publikationen/2024/VKU\\_DWA\\_INFO\\_Abwasserw%C3%A4rme-WEB-PDF.pdf](https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Publikationen/2024/VKU_DWA_INFO_Abwasserw%C3%A4rme-WEB-PDF.pdf) [Abruf: 08.08.2025]

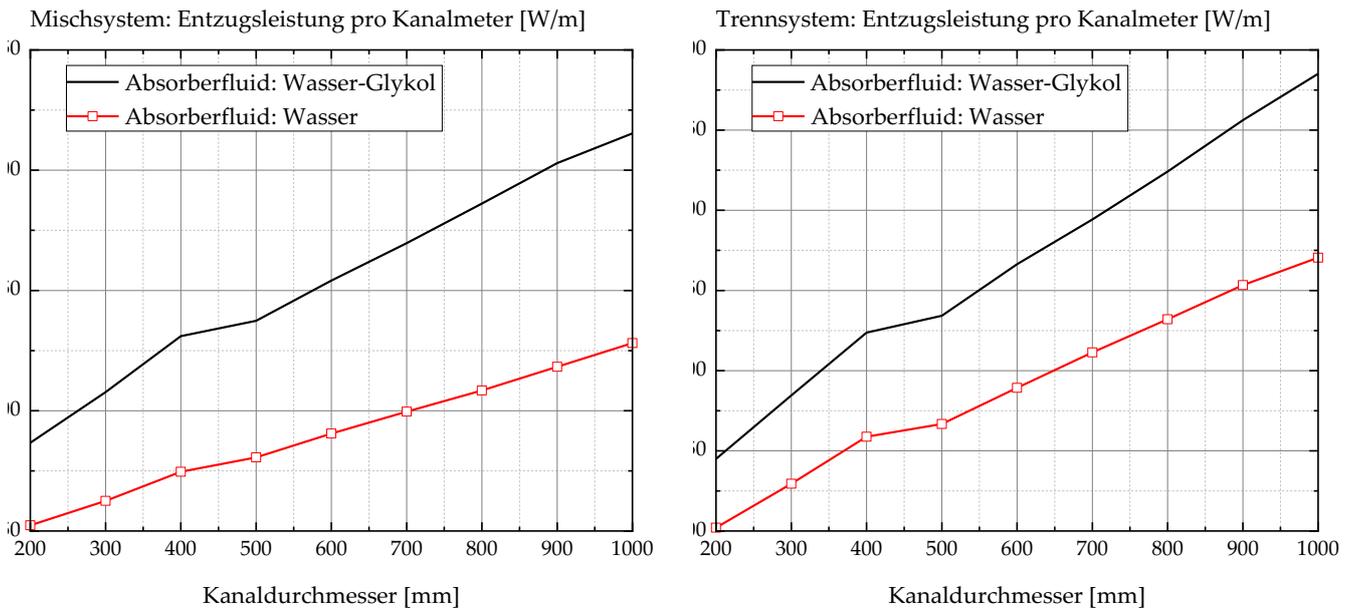


Abb. 7: Nomogramme zur Ermittlung der thermischen Leistungsfähigkeit des Hybridkanals (© Kugler, Till: Energetische Untersuchung thermisch aktivierter Abwasserkanäle. Dissertation. Universität Stuttgart, 2025)

Diese wurde bereits in die Berechnung einbezogen, weshalb bei der Bemessung keine Volllaststunden angesetzt werden müssen.

**Gründungselemente / Erdwärmesonden**

Bei statisch notwendigen Gründungselementen handelt es sich, ähnlich wie beim Hybridkanal, um ohnehin notwendige Komponenten, welche zusätzlich energetisch genutzt werden können und so für den Bau von z. B. Erdwärmesonden benötigte Ressourcen einsparen. Gründungselemente besitzen große erdberührende Flächen, welche zur Energieextraktion herangezogen werden können.

Erdwärmesonden sind in Bohrlöcher eingebrachte Wärmeübertragerrohre, die dem Erdreich thermische Energie entziehen, aber auch zuführen können. Die obersten 10 m des Erdreichs werden hauptsächlich von solaren Wärmeeinträgen bestimmt, die zeitlich phasenverschoben im Erdreich wirken. Bei ca. 10 m ist die Erdreichtemperatur in Deutschland nahezu konstant bei einem durchschnittlichen Wert von ca. 10 °C, die Temperatur nimmt mit der Tiefe um ca. 3 K pro 100 m zu, weshalb tiefe Erdwärmesonden höhere Temperaturen generieren können. Die nutzbare Tiefe ist zu meist durch die jeweilige Geologie beschränkt.

Die Wärmeextraktion erfolgt bei beiden Elementen mittels Absorberleitungen, die in die Gründungselemente integriert werden. Als Flächenentzugswerte können folgende Leistungen überschlagsmäßig angenommen werden, die allerdings durch geologische Gutachten im Einzelfall untermauert werden müssen:

**Abwärme**

Wird ein neues Quartier in unmittelbarer Nähe von Industrie oder Gewerbe geplant, so ist zu prüfen, ob hier nutzbare Abwärme in relevanter Menge anfällt. Beispiele hierfür sind die Abwärme von Rechenzentren, größeren Wärmeerzeugern, Schwimmbädern oder Produktionsanlagen. Neben der verfügbaren Wärmeleistung ist auch auf die Verlässlichkeit und Kontinuität der Energiequelle bzw. den Abgleich der Lasten im Quartier mit der verfügbaren Abwärme zu achten. Je nach Temperaturniveau der Abwärme kann diese dann direkt oder mittels einer Wärmepumpenanlage genutzt werden.

**Oberflächengewässer**

Denkbar ist auch die Nutzung von Oberflächengewässern wie Seen und Flüssen als Energiequelle. Ähnlich wie bei

Tab. 1: Charakteristische Entzugswerte verschiedener Gründungselemente\*

Gründungselement	Charakteristika	Entzugswert
Energiepfahl	Durchmesser < 0,6 m	40 – 60 W/m
	Durchmesser > 0,6 m	35 W/m <sup>2</sup>
Energiewand	Beidseitiger Bodenkontakt	30 W/m <sup>2</sup>
	Einseitiger Bodenkontakt	20 – 30 W/m <sup>2</sup>
Bodenplatte	Einseitiger Bodenkontakt	10 – 30 W/m <sup>2</sup>
Tunnelabsorber		10 – 20 W/m <sup>2</sup>

\*Kürten, Sylvia: Zur thermischen Nutzung des Untergrunds mit flächigen thermo-aktiven Bauteilen. URL: <https://publications.rwth-aachen.de/record/465411> [Abruf: 08.08.2025]

Luft-Wasser-Wärmepumpen besteht eine Inkongruenz zwischen Wärmeangebot und -nachfrage (gleiches gilt bei Nutzung für Kühlzwecke). Da das Temperaturniveau zu niedrig für eine direkte Nutzung ist, muss eine Wärmepumpe zwischengeschaltet werden. Beachtet werden müssen hier insbesondere die behördlichen und gesetzlichen Auflagen bzgl. der erlaubten Abkühlung bzw. Erwärmung des Oberflächenwassers.

## Grundwasser

In einigen Quartieren können Grundwässer als Energiequelle zum Heizen und Kühlen angezapft werden. Grundwässer haben den Vorteil eines gleichmäßigen und für Umweltwärme verhältnismäßig hohen Temperaturniveaus. Die im Abschnitt Oberflächenwasser angesprochenen Punkte zur Höhe des Temperaturniveaus und gesetzlicher Auflagen sind auch hier zu beachten. Nachteilig gegenüber den zuvor genannten Quellen ist, dass der Aufwand zur Hebung des Energiepotenzials deutlich höher ist.

## Luft

Sollte keine der genannten Energiequellen zur Verfügung stehen oder sehr hohe Kosten durch deren Erschließung abzusehen sein, kann auch Umgebungsluft als Energiequelle fungieren. Diese steht zwar überall zur Verfügung, jedoch ist die Effizienz einer angeschlossenen Wärmepumpe aufgrund der großen Quellen-Volumenströme und des niedrigen Temperaturniveaus gerade in Zeiten mit hohen Heizlasten gering. Oftmals sind zudem die bei großen Anlagen aufgrund des hohen anzugsaugenden Außenluftstroms entstehenden Schallemissionen nur schwer mit den schallschutztechnischen Auflagen (insbesondere in Wohngebieten) übereinzubringen.

### 3.2.2 Dimensionierung des Ringnetzes

Das IWAES-Konzept sieht ein 3-Leiter-Ringnetz als Wärme-Kälte-Verbundnetz vor. Durch die Ausgestaltung als Ring benötigt jeder Anschluss eigene Pumpen. Die Pumpen aller

Verbraucher und der Zentrale beeinflussen sich gegenseitig, und zwar umso mehr, je höher der Druckverlust im Ring ist. Da der Druckverlust in zweiter Potenz vom Volumenstrom abhängig ist, in einem Niedertemperaturnetz nur geringe Spreizungen realisierbar sind und diese zu hohen Volumenströmen führen, muss besonders auf eine großzügige Dimensionierung der Rohrleitungen geachtet werden. Als ingenieurtechnisch üblicher Wert wird ein maximaler spezifischer Druckverlust von 80 Pa/m empfohlen.

## 3.3 Fördermöglichkeiten und weitere Randbedingungen

### 3.3.1 Wirtschaftliche und ökologische Betrachtung

Die Baubranche steht angesichts des Klimawandels und des daraus abgeleiteten klimafreundlichen Umbaus des Gebäudebestands vor großen Herausforderungen. Auf der Grundlage des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands 2045 müssen Neubauvorhaben bereits heute mit dieser Zielvorgabe geplant und umgesetzt werden. Dies gebietet neben der ökologischen Motivation auch die Notwendigkeit, Neubauvorhaben planungssicher und risikominimal zu gestalten. Dies ist auch aus ökonomischer Sicht erforderlich, da klima- und umweltbezogene Performance bereits heute erkennbare ökonomischen Risiken bergen, zum Beispiel aufgrund der CO<sub>2</sub>-Bepreisung, aber auch aufgrund der sich abzeichnenden Berücksichtigung ökologischer Kriterien in ordnungsrechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen. Zusätzlich lassen sich durch klimaneutrale Gebäude und Quartiere Abhängigkeiten von fossilen Rohstoffen reduzieren. Bei der Planung neuer Quartiere gilt: Je früher ökologisch-ökonomische Auswirkungen berücksichtigt werden, desto effektiver ist deren Steuerungswirkung. Außerdem bieten öffentliche Förderinstrumente vielfältige Möglichkeiten, die Planung und Umsetzung klimafreundlicher Quartiere zu unterstützen (schon die Bewertung in der Planung wird gefördert).

#### CHECKBOX: FÖRDERMÖGLICHKEITEN

##### Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

- Modul I: Förderung von Machbarkeitsstudien (HOAI 1-4) und Transformationsplänen in Höhe von bis zu 50 Prozent der förderfähigen Ausgaben.
- Modul II: Förderung der Realisierung eines Wärmenetzsystems 4.0 mit mindestens 75 Prozent erneuerbare Energien oder Abwärme. Förderung von 40 Prozent der förderfähigen Ausgaben.
- Modul III: Förderung von Einzelmaßnahmen in Bestandwärmenetzen. Darunter fallen z. B. Wärmepumpen, -speicher oder Rohrleitungen. Der Fördersatz beträgt hierfür 40 Prozent.
- Modul IV: Betriebskostenförderung für Netze, die mit einer Wärmepumpe oder Solarthermieanlage gespeist werden, die über das Module 2 oder 3 gefördert sind. Die Förderung ist auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt.

##### Förderrichtlinie Wasserwirtschaft des UM BW

- Gefördert werden ausschließlich kommunale Einrichtungen für die Durchführung von Potenzial- und Machbarkeitsstudien zum Thema Abwasserwärmenutzung. Die Förderquote beträgt 50 Prozent der förderfähigen Kosten.

##### Förderprogramm Klimaschutz Plus (KEA Baden-Württemberg)

- Gefördert werden kommunale und kirchliche Einrichtungen, gewerblich genutzte Immobilien und Krankenhäuser. Fördergegenstand sind die Kosten zum Bau von Anlagen der Abwasserwärmenutzung, der Fördersatz ist an die CO<sub>2</sub>-Minderung durch die Maßnahme geknüpft. Der Investitionszuschuss beträgt 50 Euro je vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>, max. 20 Prozent der förderfähigen Investitionskosten bis zu 200 000 Euro, bei Modellprojekten bis zu 50 Prozent der förderfähigen Investitionskosten und bis zu 400 000 Euro.

### 3.3.2 Fördermöglichkeiten kennen und nutzen

Erneuerbare Energien können konventionellen Versorgungssystemen bei geeigneter Planung auch monetär überlegen sein, bislang häufig jedoch erst, wenn sie zusätzlich durch einschlägige Förderprogramme unterstützt werden. Abwärme bzw. »Abkälte« gilt in diesem Kontext als erneuerbare Energie, sofern für deren Bereitstellung kein zusätzlicher Brennstoff benötigt wird. Nachfolgend sind die aktuell vorhandenen Fördermöglichkeiten aufgelistet (Stand: November 2024):

Es empfiehlt sich, regelmäßig auf den einschlägigen Internetseiten (KfW, BAFA, KEA Baden-Württemberg) nach den aktuellen Fördermöglichkeiten zu recherchieren.

#### Frühzeitige ökologisch-ökonomische Bewertung über den gesamten Lebenszyklus

Die Umweltwirkungen und die Kosten eines Quartiers werden durch viele verschiedene spezifische Rahmenbedingungen und Entscheidungen geprägt. Dabei gilt: Je früher die Weichenstellung für z. B. klimaneutrales Bauen gestellt wird, desto einfacher kann diese realisiert werden und desto mehr Optionen stehen dafür zur Verfügung. Wichtig ist daher die Berücksichtigung ökologisch-ökonomischer Lebenszyklusbetrachtungen und -bewertungen bereits in der Planfeststellung und im Planungswettbewerb sowie deren Weiterführung während Projektierung und Umsetzung. Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der Dimensionen Technologie, Ökologie und Ökonomie sind zu berücksichtigen

und Synergien zu nutzen. Dafür kann ein umfangreiches Portfolio an etablierten Methoden und Zertifizierungssystemen sowie Werkzeugen und Handlungsleitfäden genutzt werden. Für die ökologische Bewertung ist die Methode der Ökobilanzierung maßgeblich, die als standardisierte Methode etabliert ist und auf deren Basis die meisten Nachhaltigkeitssysteme rechnen. Für die ökonomische Bewertung kann eine Untersuchung gemäß VDI 2067 durchgeführt werden, bei der Investitionskosten annualisiert und gemeinsam mit jährlichen bedienungs-, sanierungs- und betriebsgebundenen Kosten aufsummiert werden.

Für beide Ansätze müssen zunächst die Randbedingungen der Bewertung festgelegt werden: der Betrachtungszeitraum (bei Bauwerken und Wärmenetzen i. d. R. min. 50 Jahre), die zu berücksichtigenden Teilsysteme (Gebäude, Energieversorgung Strom/Wärme/Kälte, Mobilität, Infrastruktur, Ver- und Entsorgung etc.) und die Verwendung möglicher Gutschriften (z. B. Aufforstung, Stromexport etc.). Darauf aufbauend können dann erste vereinfachte ökologische und ökonomische Modelle auf der Basis von Annahmen aufgebaut und im Laufe der Planung konkretisiert werden.

Die Einbeziehung der lebenszyklusbezogenen ökologischen und ökonomischen Aspekte als Teil eines integrierten Planungsprozesses liefert je nach Projektfortschritt wichtige Erkenntnisse über mögliche Optimierungsmaßnahmen und deckt ggf. vorher unbeachtete Risiken oder Problemverlagerungen im Lebenszyklus auf. Hier gilt es, durch ein iteratives Vorgehen die Datenbasis für die Entscheidungsunterstützung schrittweise über den Planungsprozess zu verbessern. Dabei sollten aktuelle Informationsquellen, Methoden, Orientierungs- und Benchmark-Werte für nachhaltiges Bauen genutzt werden. Diese geben eine gute Orientierungshilfe – auch wenn ein Planungs- und Bauprojekt nicht durch eine detaillierte Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenanalyse unterstützt werden kann. Rahmenwerke und Leitfäden der Zertifizierungssysteme für Nachhaltiges Bauen liefern wichtige Informationen zu Vorgehen, Bewertung und Benchmarking, in Deutschland beispielsweise vertreten durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB e. V.).

#### Hotspots im System? Was sind häufig wichtige Stellschrauben?

Die hohe Relevanz des Energiebedarfs und der hinterlegten Energieversorgungsarten während der Nutzungsphase von Gebäuden und Quartieren führen dazu, dass Optimierungsmaßnahmen in der Regel an diesen Punkten ansetzen – sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht. Die Senkung des Energiebedarfs und die Energieversorgung aus erneuerbaren Energien sind daher wichtige Stellschrauben in der Optimierung, auch mit Blick auf die Versorgungssicherheit. Hohe eigenproduzierte Anteile an der Strom- und Wärmeversorgung können zudem helfen, unabhängiger von Preisschwankungen zu werden. Hier ist es empfehlenswert, sowohl die Angebotsseite (was lässt sich vor Ort regenerativ erzeugen?) als auch die Bedarfsseite (welche Verbraucher gibt es im Quartier? Wie ist der zeitliche Verlauf der Energiebedarfe?) gemeinsam zu betrachten und zu optimieren. Um die zu erwartenden ökologisch-ökonomischen Auswirkungen des Energiesystems zu betrachten, können zunächst Umweltinformationen aus Ökobilanzdatenbanken (z. B. Ökobaudat, PROBAS) herangezogen

#### CHECKBOX: KENNWERTE/PLANUNGSGRÖSSEN/BEWERTUNGSWERKZEUGE

- Ggf. Art der Information und dann immer möglich Quellen dazu
  - Umweltproduktinformationen von Baumaterialien und Bautechnik ...
- Energieatlas Referenz und Datensätze (Ökobau Dat Datenbank)
- Referenz- und Zielwerte kennen und verwenden; DGNB-Steckbrief Quartiere, Klimaschutzfahrplan, Klimapositiv JETZT
- Kennwerte und Datenbanken (Beispiele, und eingrenzen auf die top X Aspekte)
  - DGNB Gebäude
  - Ökobau dat für Energiebereitstellung und Baumaterialien
  - IBU Data: Datenbank für Bauprodukte und Systeme
- Benchmarks
- Tools
  - Generis
  - Moder (Fraunhofer IBP)
  - CAALA
- LCA Normen DIN EN ISO 14040/44 + 15643 (Nachhaltigkeit von Gebäuden), 15804 (EPDs), 15978 (Berechnungsregeln LCA Gebäude)
- Quellen DGNB <https://www.dgnb.de/de/verein/publikationen/index.php>
- DGNB-Steckbrief Quartiere (<https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/quartiere/kriterien/DGNB-Kriterienkatalog-Quartiere-Kommentierungsversion-2020.pdf>),
- Klimaschutzfahrplan (Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte)

werden. Zusätzlich sollte aber die erwartete Veränderung der Zusammensetzung des Strommixes und bei der Anbindung an lokale Systeme (andere Wärmequellen wie Nah- oder Fernwärme) berücksichtigt werden. Auf Basis der Umweltprofile der Energieträger kann direkt ein ökonomisches Risiko abgeleitet werden (Nach aktueller Forschung verursacht eine Tonne CO<sub>2</sub>-Eq. Folgekosten von ca. 300 Euro<sup>20</sup>).

Je effizienter Energieversorgung und -bedarf realisiert sind, desto höher wird meist der ökonomische Aufwand insbesondere in der Herstellung. Dadurch verlagern sich die Umweltauswirkungen von der Nutzungsphase in Richtung der Herstellung (z. B. durch zusätzliche Gebäudedämmung, Anlagentechnik etc.) und ans Lebensende (Entsorgung). Aus diesem Grund ist besonders für energieeffiziente oder in der Nutzungsphase klimaneutrale Quartiere eine Betrachtung der Kosten und Umweltwirkungen im gesamten Lebenszyklus vorzunehmen, um diese Verlagerungen im Lebenszyklus zu quantifizieren. Der Vergleich zu konventionellen Systemen (Gebäudebenchmarks) oder alternativen Lösungen unterstützt die Bewertung des Systems. Dadurch lassen sich das Optimierungspotenzial (z. B. Treibhausgas-minderungspotenzial) und mögliche Amortisierungszeiten gegenüber den konventionellen Systemen ermitteln sowie notwendige Rahmenbedingungen im Gebäude-/Quartiersbetrieb identifizieren. Dabei können vorhandene Datenbanken oder Herstellerangaben wertvolle Informationen liefern.

<sup>20</sup> Umweltbundesamt: Methodik zur Schätzung von Klimakosten. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#methodik-zur-schatzung-von-klimakosten> [Abruf: 24.01.2025]

## 4 Anhang

### 4.1 Linkliste Förderprogramme

Wie bereits in Kapitel 2.2.1 beschrieben, ändern sich die Förderprogramme stetig, weshalb es möglich ist, dass die unten gelisteten Links nicht mehr funktionieren. Die Linkliste wurde zum Stand 20.11.2024 erstellt.

#### Bundesweite Förderprogramme

Einen guten Einstieg bietet die Förderdatenbank des Bundes: <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>

-BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)  
[https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/effiziente\\_gebaeude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html)

-BEW (Bundesförderung Effiziente Wärmenetze)  
[https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermetetze/Effiziente\\_Waermetetze/effiziente\\_waermetetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermetetze/Effiziente_Waermetetze/effiziente_waermetetze_node.html)

Um zu ergründen, welche Förderung in Anspruch genommen werden kann, ist der Förderwegweiser der BAFA sehr hilfreich.

[https://www.bafa.de/DE/Home/Zielgruppeneinstiege/kommunen\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Home/Zielgruppeneinstiege/kommunen_node.html)

Alternativ kann auch direkt über die Seite der KfW eingesehen werden, welche Fördermöglichkeiten für Kommune, Einzelperson und Unternehmen zur Verfügung stehen <https://www.kfw.de/kfw.de.html>

#### Länderweite Förderprogramme

Neben den bundesweiten Förderprogrammen gibt es auch länderspezifische Förderungen. Hier wurde der Versuch unternommen, die aktuell verfügbaren Förderungen als Link zur Verfügung zu stellen. Üblicherweise finden sich die Förderprogramme auf der Seite des jeweiligen Umweltministeriums.

**1 Baden -Württemberg**  
 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
 Baden-Württemberg  
<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/informieren-beraten-foerdern/foerderprogramme/energetische-foerderprogramme-fuer-gebäude/>

**2 Bayern**  
 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz  
<https://www.stmwi.bayern.de/foerderungen/energiefoerderung/>

**3 Berlin**  
 Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz  
<https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/foerderung-im-rahmen-der-bek-umsetzung/>

**4 Brandenburg**  
 Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie des Landes Brandenburg  
<https://mwae.brandenburg.de/de/f%C3%B6rderung-im-energiebereich/bb1.c.608205.de>

**5 Bremen**  
 Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau  
<https://umwelt.bremen.de/klima/uebersicht-foerderprogramme-2147359>

**6 Hamburg**  
 Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft  
<https://www.ifbhh.de/programme/gruender-and-unternehmen/energie-und-ressourcen-einsparen-gu>

**7 Hessen**  
 Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
<https://www.wibank.de/wibank/energetische-foerderung-im-rahmen-des-heg/energetische-foerderung-heg-312036>

**16 Nordrhein-Westfalen**  
 Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen  
<https://www.land.nrw/pressemitteilung/klimaschutz-programm-progresnrw-markteinfuehrung-private-haushalte-und-unternehme-0>

**15 Rheinland-Pfalz**  
 Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz  
<https://mkuem.rlp.de/service/foerderungen>

**14 Saarland**  
 Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz (Saarland)  
[https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/energie/foerderprogramme/foerderprogramme\\_node.html](https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/energie/foerderprogramme/foerderprogramme_node.html)

**13 Sachsen**  
 Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft  
<https://www.energie.sachsen.de/index.html>

**12 Sachsen-Anhalt**  
 Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt  
<https://mwu.sachsen-anhalt.de/energie/foerderung>

**11 Schleswig-Holstein**  
 Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein  
<https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/energie/energie-klimaschutz/Foerderung>

**10 Thüringen**  
 Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz  
<https://umwelt.thueringen.de/ministerium/unsere-foerderprogramme>

**9 Niedersachsen**  
 Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz  
[https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/klima/klimaschutz/klimaschutz\\_in\\_niedersachsen/](https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/klima/klimaschutz/klimaschutz_in_niedersachsen/)

**8 Mecklenburg-Vorpommern**  
 Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern  
<https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Klima/Klimaschutz/Foerderung/>

