



Erneuerbare Wärmeversorgung im Mehrfamilienhaus

## Einzelgebäude mit 6 Wohneinheiten

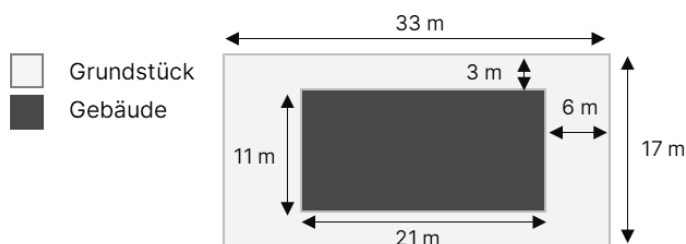
Sanierter Gebäudezustand

Das Mustergebäude ist ein freistehendes, dreigeschossiges Mehrfamilienhaus (MFH) mit sechs Wohneinheiten. Das MFH befindet sich in einem Gebiet mit einer geringen bis mittleren Bebauungsdichte, z. B. am Stadtrand gelegen.

### Ausgangslage und Annahmen

Es wird von einer Wohnfläche je Wohneinheit von  $85 \text{ m}^2$  ausgegangen, dies entspricht einer Gesamtwohnfläche von  $510 \text{ m}^2$ . Unter Zugrundelegung einer Grundflächenzahl (GRZ) von 0,4 gemäß Baunutzungsverordnung für reine Wohngebäude ergibt sich eine Grundstücksfläche von rund

$600 \text{ m}^2$ . Daraus resultiert eine Freifläche von  $340 \text{ m}^2$  um das Gebäude. Nachfolgend sind beispielhafte Verhältnisse der Grundstücksfläche zur überbauten Fläche grafisch dargestellt.



Das betrachtete MFH befindet sich in einer lockeren Bebauungsstruktur und ist von weiteren MFH gleichen Gebäudetyps umgeben. Die Eigentümerstruktur ist überwiegend durch private Akteure geprägt, wobei sowohl Selbstnutzung als auch Vermietung sowie Wohnungseigentümergeinschaften vertreten sind.

Das Gebäude weist einen guten bis sehr guten Sanierungszustand auf. Dadurch wird ein spezifischer Wärmebedarf (Erzeugernutzenergieabgabe ENA) von 85 kWh je m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr erzielt. Dieser setzt sich aus 20 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wfl.</sub>·a) zur zentralen Trinkwarmwasserbereitstellung und 65 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wfl.</sub>·a) zur Deckung des Heizwärmebedarfs zusammen. Die spezifische Heizlast des Gebäudes beläuft sich bei einer angesetzten Volllaststundenzahl von rund 2.000 h im Jahr auf 49 W/m<sup>2</sup><sub>Wfl.</sub>. Nachfolgende Tabelle zeigt die getroffenen Annahmen und Kenngrößen des Mustergebäudes.

Freistehendes Mehrfamilienhaus 6 WE	
Wohneinheiten	6 WE
Wohnfläche je Wohneinheit	85 m <sup>2</sup>
Gesamtwohnfläche	510 m <sup>2</sup>
Gebäudegrundfläche	225 m <sup>2</sup>
Grundflächenzahl	0,4
Grundstücksfläche	565 m <sup>2</sup>
Unbebaute Freifläche	340 m <sup>2</sup>
Spezifischer Wärmebedarf	85 kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Wfl.</sub> ·a)
Heizwärmebedarf	65 kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Wfl.</sub> ·a)
Trinkwarmwasserbedarf	20 kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Wfl.</sub> ·a)
Abs. Wärmebedarf	44 MWh/a
Spezifische Heizlast	49 W/m <sup>2</sup> <sub>Wfl.</sub>
Abs. Heizlast	25 kW
Vor-/Rücklauftemperatur	55/40 °C
Eigentümerstruktur	private Eigentümer WEGs

Folgende Versorgungsvarianten zur Erfüllung der GEG-Anforderungen nach § 71 ff werden für das MFH betrachtet. Neben einer gebäudeweisen Wärmeversorgung wird ebenfalls eine gemeinschaftliche Erschließung von Umweltwärmequellen in Betracht gezogen. Die genauen Vor- und Nachteile einer gemeinschaftlichen Erschließung sind im Hintergrund-Factsheet im Detail aufgeführt. In den Varianten wird von einer zentralen Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes ausgegangen.

Die gemeinschaftliche Erschließung von Umweltwärmequellen wird aufgrund der Eigentümerstruktur des betrachteten Mustergebäudes, welche überwiegend heterogen angenommen wird – bestehend aus privaten

Einzeleigentümern (Selbstnutzer, Vermieter), und der lockeren Bebauungsdichte als erschwert eingestuft.

Diese Aspekte wurden in die folgende Variantenbetrachtung einbezogen und dienen als Grundlage für die Empfehlung einer gebäudeweisen oder gemeinschaftlichen Lösung.

Basis-Varianten ohne lokale Umweltwärme-Erschließung:

- Biomassekessel (gebäudeweise)
- Brennwertkessel grüne Gase (gebäudeweise)
- Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz (gebäudeweise)

Wärmepumpen-Varianten:

- Außenluft-Wärmepumpe (gebäudeweise)
- Erdsonden-Wärmepumpe (gebäudeweise)
- Abwasser-Wärmepumpe (gemeinschaftlich)

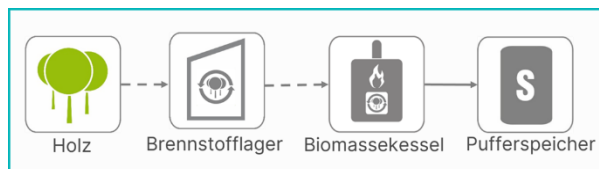
Die dargestellten Versorgungsvarianten sollen Möglichkeiten aufzeigen, wie das Mustergebäude mit erneuerbarer Wärme versorgt werden kann. Jede Versorgungsvariante weist ihre Vor- und Nachteile auf. Für den konkreten Anwendungsfall sind die Gegebenheiten vor Ort in die Auswahl eines geeigneten Konzepts entsprechend zu berücksichtigen.

In allen Varianten, sowohl bei den gebäudeweisen als auch bei den gemeinschaftlichen, wird das Mustergebäude mit einem jährlichen Wärmebedarf von 44 MWh im Jahr betrachtet. Die Vorlauftemperatur der Heizungen beträgt 55 °C. Damit können im sanierten Gebäudebestand sowohl Fußbodenheizungen als auch Heizkörper betrieben werden.

Für alle betrachteten Versorgungsvarianten wird eine zentrale Trinkwarmwasserbereitstellung zugrunde gelegt, da diese mehrere Vorteile aufweist (siehe Hintergrund-Factsheet) und, sofern technisch und wirtschaftlich realisierbar, empfohlen wird. Nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) § 71 ist eine dezentrale elektrische Warmwasserbereitung ebenfalls zulässig und bildet besonders im Bestand eine gute Alternative, falls eine zentrale Trinkwarmwasserbereitstellung nur unter großem Aufwand realisiert werden kann.

In den Varianten werden keine Photovoltaikanlagen mitberücksichtigt; es erfolgt ein reiner Vergleich der Wärmeerzeugungssysteme. Der Einsatz einer Photovoltaikanlage hat insbesondere bei den Wärmepumpenvarianten einen positiven Effekt, da ein Teil des Strombedarfs durch Eigenstrom gedeckt werden kann.

## 1 Biomassekessel (gebäudeweise)



Wärme aus Biomasse wird nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) § 3 Abs. 1 Nr. 15e als auch nach dem GEG § 3 Abs. 2 Nr. 5 den erneuerbaren Energien zugeordnet. Sie stellt insbesondere dort eine Option dar, wo weder ein Wärme- noch ein Gasnetzanschluss zur Verfügung steht und zudem Wärmepumpenlösungen nicht bzw. nur ergänzend umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass es sich bei Holz zwar um einen nachwachsenden, jedoch nur begrenzt verfügbaren Rohstoff handelt, sodass Aspekte wie regionale Verfügbarkeit zu berücksichtigen sind. Zu den wesentlichen Voraussetzungen zählen die Möglichkeit zur Anlieferung der Biomasse per Lkw sowie ein ausreichendes Platzangebot für die Aufstellung des Brennstofflagers.

Für das Mustergebäude mit einem Gesamtwärmebedarf von 44 MWh/a bedeutet dies für eine Versorgung mit Pellets eine benötigte Jahresmenge von 10 Tonnen (KWW-Technikkatalog: 400 kg/kW). Mit einer durchschnittlichen Schüttdichte von 650 kg/m<sup>3</sup> ergibt sich ein Brennstoffvolumen von ca. 15 m<sup>3</sup> für ein Jahr. Pelletlager müssen nicht zwingend für den gesamten Jahresbedarf dimensioniert werden, auch kleinere Lager mit einer häufigeren Nachlieferung sind möglich. Ein Pelletlager im Keller muss grundsätzlich trocken, staubdicht und brandschutztechnisch abgetrennt sein, eine ausreichende Belüftung ins Freie haben, sicher befüll- und entleerbar sein. Pelletkessel in dieser Leistungsgröße sind nicht genehmigungspflichtig. Sie müssen durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger abgenommen und regelmäßig überprüft werden.

Anlagen Konfiguration Mustergebäude	
Kesselleistung	25 kW
Wirkungsgrad	0,90
Pufferspeicher	ca. 1 m <sup>3</sup>
Brennstofflager	ca. 15 – 20 m <sup>3</sup>
Heizraumgröße	ca. 15 m <sup>2</sup>

Die Investitionskosten für Biomassekessel variieren in Abhängigkeit von der Anlagengröße und sind insbesondere im niedrigen Leistungsbereich oft höher als bei anderen Heiztechnologien. Im Betrieb fallen regelmäßige Wartungs- und Reinigungsarbeiten an, die sowohl zeitlichen Aufwand als auch laufende Kosten verursachen. Derzeit gelten Pellets und Hackschnitzel noch als vergleichsweise wirtschaftliche

Brennstoffe, jedoch wird aufgrund einer steigenden Nachfrage zukünftig mit Preissteigerungen gerechnet.

Biomasse gilt per Definition als klimaneutral, da das in der Wachstumsphase gebundene CO<sub>2</sub> dem bei der Verbrennung freigesetzten CO<sub>2</sub> entspricht. Dennoch entsteht bei der Nutzung klimaschädliches CO<sub>2</sub>, sodass die tatsächliche Klimabilanz maßgeblich von Faktoren wie nachhaltiger Bewirtschaftung und kurzen Transportwegen abhängt.

## 2 Brennwertkessel grüne Gase



Eine weitere Option zur klimaneutralen Wärmeversorgung stellt die Nutzung von „grünen Gasen“, wie z. B. Biomethan oder Wasserstoff, dar. Durch den Anschluss an ein transformiertes Gasnetz oder Tanks auf dem Grundstück kann dieser Energieträger bezogen werden. Schon heute bieten Gaslieferanten geeignete Produkte, die den gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Zukünftig wird die Verwendung grüner Gase für Wärmeanwendungen in Wohngebäuden vor allem von der Verfügbarkeit und Preisentwicklung des Energieträgers abhängen.

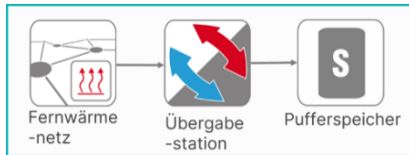
Brennwertkessel für grüne Gase sind sehr platzsparend und vergleichbar mit der Größe klassischer Erdgas-Brennwertkessel. Biomethan kann in der Regel direkt in Gas-Brennwertkessel eingesetzt werden, da die Zusammensetzung sehr nah an Erdgas liegt. Für Wasserstoff werden speziell zertifizierte Brenner, Messgeräte und Anlagenteile benötigt.

Anlagen Konfiguration Mustergebäude	
Kesselleistung	25 kW
Wirkungsgrad	0,99
Pufferspeicher	ca. 1 m <sup>3</sup>
Heizraumgröße	ca. 10 – 15 m <sup>2</sup>

Die Investitionskosten von Brennwertkesseln sind aufgrund der etablierten und technisch ausgereiften Technologie vergleichsweise gering. Die künftige Verfügbarkeit grüner Gase ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet, ihre Preise werden stark durch energie- und marktpolitische Entwicklungen beeinflusst.

Die Treibhausgasemissionen im Betrieb hängen unmittelbar vom eingesetzten Brennstoff ab: Grüner Wasserstoff verursacht perspektivisch sehr geringe THG-Emissionen, während Biomethan höhere Werte aufweist.

### 3 Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz



Nach dem GEG als auch nach dem WPG wird der Anschluss an ein Wärmenetz als Erfüllungsoption für die Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien gesehen, wenn das Netz den geforderten Mindestanteil an erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme aufweist. Das WPG sieht eine Transformationspflicht für Wärmenetze vor, welche durch die Netzbetreiber erfüllt werden müssen. Sofern ein ausreichend dimensioniertes Wärmenetz am Standort verfügbar ist, stellt der Anschluss eine komfortable Möglichkeit dar, die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen. Auf Gebäudeebene ist die technische Komplexität gering. Allerdings besteht sowohl eine direkte Abhängigkeit von der lokalen Netzinfrastruktur als auch von der Preisgestaltung des Netzbetreibers und Wärmelieferanten.

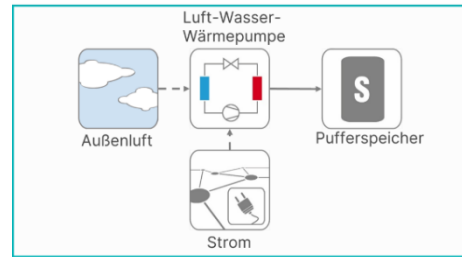
Eine Übergabestation bildet die hydraulische Schnittstelle zwischen dem Wärmenetz und dem hausinternen Heizsystem. Zentrales Bauteil ist ein Plattenwärmeübertrager, über den die Wärme aus dem Netz sekundärseitig an das Gebäudesystem übertragen wird. Übliche Vorlauftemperaturen liegen zwischen etwa 70 °C und 90 °C (je nach Netzkonzept). Eine kompakte wandhängende Station und die dazugehörige hydraulische Einbindung nehmen für das Mustergebäude nur wenige Quadratmeter an Aufstellfläche in Anspruch.

Anlagen Konfiguration Mustergebäude	
Übergabestation	25 kW
Wirkungsgrad	0,99
Pufferspeicher	ca. 1 m³
Heizraumgröße	ca. 10 – 15 m²

Die Investitionskosten für die gebäudeseitigen Anlagen sind in der Regel gering. Die Kosten für Aufbau und Betrieb des Wärmenetzes werden jedoch über Grund- und Arbeitspreise an die Endkundinnen und -kunden weitergegeben und können je nach Netzstruktur und Versorgungsgebiet variieren.

Die Treibhausgasemissionen ergeben sich aus dem Energiemix des jeweiligen Wärmenetzes. Nach WPG müssen Wärmenetze bis 2030 mindestens 30 % und bis 2040 mindestens 80 % erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme einsetzen, wodurch die Klimawirkung schrittweise verbessert wird.

### 4 Luftwärmepumpe (gebäudeweise)



Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Außenluft Wärme und übergeben diese an ein wasserführendes System zur Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es wird unterschieden in Monoblockgeräte für die Außenaufstellung oder Splitgeräte mit einer Außen- und einer Inneneinheit. Luft-Wasser-Wärmepumpen stellen im Neubau und zunehmend im Gebäudebestand den aktuellen Stand der Technik dar, da sie eine technisch ausgereifte, marktverfügbare und gesetzlich anerkannte Option zur Nutzung erneuerbarer Umweltenergien sind. Die geringen Investitionskosten sowie der geringe Platzbedarf zur Erschließung der Umweltwärmequelle (vgl. Erdsonden) sind die wesentlichen Vorteile. Zu den zentralen Herausforderungen bzw. Einschränkungen von Luftwärmepumpen zählen insbesondere die abnehmende Effizienz bei niedrigen Außentemperaturen sowie die Schallemissionen.

Für das beispielhafte Mustergebäude mit einer Heizleistung von 25 kW im sanierten Zustand wird von einem außenaufgestellten Monoblock ausgegangen. Zur Abdeckung von Spitzenlasten wird ein monoenergetischer Betrieb mittels eines integrierten elektrischen Heizstabs empfohlen. Die Aufstellfläche der Außeneinheit liegt bei rund 1-2 m². Unter Berücksichtigung von Wartungsflächen beläuft sich der Flächenbedarf auf rund 6-8 m².

Anlagen Konfiguration Mustergebäude	
Leistung Wärmepumpe	25 kW
Pufferspeicher	ca. 1 m³
JAZ	2,8 – 3,2
Flächenbedarf Außeneinheit (Abstände zu schutzbedürftigen Räumen sind zu beachten)	ca. 6 – 8 m²
Heizraumgröße	ca. 10 – 15 m²

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) regelt unter anderem die zulässigen Immissionsrichtwerte für Geräusche außerhalb von Gebäuden in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur. In allgemeinen Wohngebieten sowie in Kleinsiedlungsgebieten gelten Richtwerte von 55 dB(A) am Tag und 40 dB(A) in der Nacht. Für das betrachtete Mustergebäude beträgt der



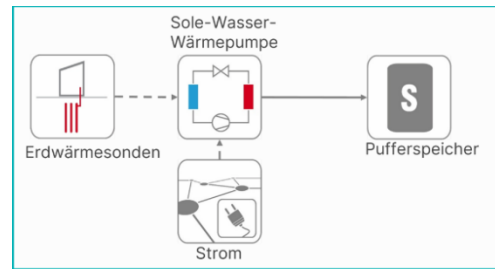
Abstand der Wärmepumpe zu schutzbedürftigen Räumen etwa 9 m. Die tatsächliche Schallausbreitung und damit der erforderliche Abstand hängt jedoch von zahlreichen Faktoren ab, insbesondere von der Aufstellung, baulichen Abschirmungen und möglichen Lärmschutzmaßnahmen. Für das definierte Mustergebäude kann der erforderliche Abstand zu schutzbedürftigen Räumen nicht vollständig eingehalten werden. Im Rahmen des Variantenvergleichs wird dennoch angenommen, dass die Installation der Luftwärmepumpe auf dem Grundstück möglich ist, sofern eine geeignete Kaskadierung, eine schalltechnisch optimierte Platzierung unter Berücksichtigung von Abschirmungen oder eine Einhausung zur Reduktion der Schallemissionen erfolgt. Schutzbedürftige Räume sind solche, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten und daher gegen Lärm geschützt werden sollen (Schlaf- und Wohnräume, Unterrichtsräume, Büroräume, etc.).

Aufgrund der Serienfertigung stehen Wärmepumpen in den erforderlichen Leistungsgrößen kostengünstig zur Verfügung. Bei einer gemeinschaftlichen Nutzung über mehrere Gebäude sind größere Anlagen erforderlich, die potenziell erhöhte Schallemissionen verursachen und zusätzliche Schallschutzmaßnahmen notwendig machen können. Zudem weisen die Gebäude in der betrachteten Siedlungsstruktur entsprechende Abstände zueinander auf, sodass aufgrund der geringen Wärmeliniendichte ein Gebäudenetz nur mit niedrigen spezifischen Wärmeabnahmen betrieben werden könnte. Dies führt zu einer ineffizienten Auslastung und damit zu Nachteilen gegenüber der gebäudeweisen Wärmeversorgung.

Typische Jahresarbeitszahlen von 2,8 bis 3,2 im sanierten Gebäudebestand bestätigen die hohe Effizienz von Luft-Wasser-Wärmepumpen. Bei einer JAZ von etwa 3 besteht bereits heute eine Energiekostenparität gegenüber fossilen Gasheizungen bei aktuellen Gaspreisen. Durch den hohen Anteil erneuerbarer Umweltwärme bleiben die Wärmeerzeugungskosten langfristig vergleichsweise stabil und reagieren dadurch weniger empfindlich auf Strompreisänderungen. Zwar liegen die Investitionskosten insgesamt höher als bei konventionellen Heizsystemen, gegenüber anderen Umweltwärmequellen (z. B. Erdsonden) sind Luftwärmepumpen jedoch meist kostengünstiger.

Die Treibhausgasemissionen im Betrieb sind sehr gering, da Wärmepumpen den überwiegenden Teil der Wärme aus emissionsfreier Umweltwärme gewinnen und nur ein vergleichsweise geringer Anteil des Energiebedarfs durch Strom gedeckt werden muss. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien im Strommix sinken die spezifischen Emissionen weiter, sodass Wärmepumpen perspektivisch nahezu klimaneutral betrieben werden können.

## 5 Erdsonden-Wärmepumpe (gebäudeweise)



Erdsondenanlagen entziehen dem Erdreich über vertikale Bohrungen und einem Sole-Wasser-Gemisch Wärme, die im Gebäude durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe auf die erforderliche Temperatur für die Wärmebereitstellung angehoben wird. Im Sommer ist eine (passive) Kühlung und damit eine Regeneration des Erdreichs möglich.

Vorteile sind eine hohe Effizienz durch ganzjährig stabile Quellentemperaturen (8–12 °C), geringe Schallemissionen, lange Lebensdauer sowie die Nutzung der Fläche über den Sonden.

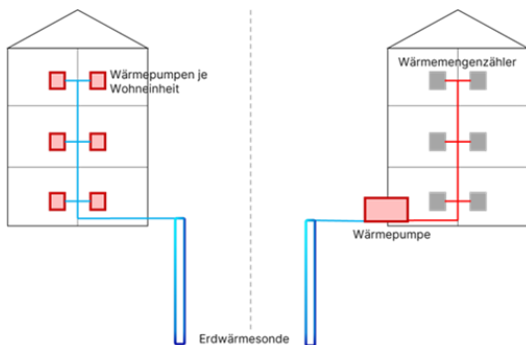
Die Realisierung erdgekoppelter Wärmepumpensysteme setzt geeignete geologische Rahmenbedingungen voraus und ist in bestimmten Gebieten, etwa innerhalb von Wasserschutzgebieten, eingeschränkt oder ausgeschlossen. Die ortsrechtlichen Vorgaben sind zu berücksichtigen. Die Bohrtiefe ist standortabhängig und kann bundesweit zwischen rund 50 – 400 m variieren. Für die Umsetzung sind Genehmigungen der zuständigen Behörden erforderlich. Zudem sind bei der Errichtung Mindestabstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen einzuhalten. Die Abstände hängen zum Teil von landes- bzw. ortsrechtlichen Vorgaben ab. Übliche Abstände für Bohrungen mit einer Tiefe von ca. 100 m sind zu Gebäuden 2 m, zu Grundstücksgrenzen 3 m und zwischen den Sonden 10 m. Die erforderlichen Erdarbeiten und Bohrungen sind technisch aufwendig, verursachen relativ hohe Erschließungskosten und setzen eine ausreichende Zugänglichkeit des Grundstücks für ein Bohrgerät voraus.

Für das Mustergebäude mit einer Heizleistung von 25 kW im sanierten Zustand ergibt sich bei einer mittleren Entzugsleistung von 50 W/m eine notwendige Sondenlänge von rund 400 m (COP 3,5). Dies bedeutet bei einer angenommenen Bohrtiefe von 100 m eine Anzahl von vier Sonden. Unter Einhaltung der genannten Abstände bietet das Grundstück ausreichend Platz, um die vier Erdsonden unterzubringen.

### Anlagen Konfiguration Mustergebäude

Heizleistung Wärmepumpe	25 kW
Pufferspeicher	ca. 1 m <sup>3</sup>
Spez. Entzugsleistung	50 W/m
Bohrtiefe	100 m
Abstand Sonden zu Gebäude	2 m
Grundstücksgrenze Sonde	3 m
	10 m
JAZ	3,4 – 3,8
Heizraumgröße	ca. 15 – 25 m <sup>2</sup>

Für die Umsetzung von erdgekoppelten Wärmepumpensystemen in Mehrfamilienhäusern lassen sich grundsätzlich zwei Systeme umsetzen. Es kann eine zentrale Wärmepumpe installiert werden, die das gesamte Gebäude versorgt. Über Wärmemengenzähler für jede Wohneinheit lässt sich eine verbrauchsabhängige Abrechnung ermöglichen. Eine weitere derzeit noch nicht allgemein etablierte Möglichkeit besteht darin, jede Wohneinheit mit einer eigenen Sole-Wasser-Wärmepumpe auszustatten. Dabei würde das Sole-Wasser-Gemisch über ein kaltes, gebäudeinternes Verteilnetz aus den Erdsonden zu den Wohnungen geführt und dort jeweils auf das individuelle Heizniveau angehoben. Hierbei sind insbesondere die höhere Flexibilität und die Unabhängigkeit der einzelnen Eigentümerinnen und Eigentümer hervorzuheben.



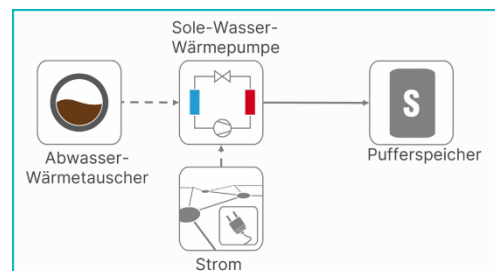
Eine gemeinschaftliche Nutzung von einer Erdsonden-Wärmepumpe zwischen mehreren, dem Mustergebäude vergleichbaren Mehrfamilienhäusern bietet keinen erkennbaren Mehrwert. Es ergeben sich zwar Synergieeffekte bei der Erschließung und unter Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors eine Entkopplung der Lastspitzen und somit auch eine Reduzierung der notwendigen Sondenlänge. Dennoch überwiegen die Herausforderungen, welche eine gemeinschaftliche Nutzung mit sich bringt (siehe Hintergrund Factsheet). Zudem weisen die Gebäude in der betrachteten Siedlungsstruktur entsprechende Abstände zueinander auf, sodass aufgrund der geringen Wärmeliniendichte ein Gebäudenetz nur mit niedrigen spezifischen Wärmeabnahmen betrieben werden

könnte. Dies führt zu einer ineffizienten Auslastung und damit zu Nachteilen gegenüber der gebäudeweisen Wärmeversorgung.

Typische Jahresarbeitszahlen von 3,4 bis 3,8 im sanierten Gebäudebestand belegen die hohe Effizienz von Erdsonden-Wärmepumpen. Durch den großen Anteil erneuerbarer Umweltwärme bleiben die Wärmeerzeugungskosten langfristig vergleichsweise stabil und reagieren dadurch weniger stark auf Strompreisänderungen. Die Investitionskosten fallen aufgrund der erforderlichen Bohrungen deutlich höher aus als bei Luftwärmepumpen, die ganzjährig konstanten Quellentemperaturen ermöglichen jedoch eine besonders effiziente und wirtschaftlich robuste Anlagenperformance.

Die Treibhausgasemissionen im Betrieb sind sehr gering, da Wärmepumpen den überwiegenden Teil der Wärme aus emissionsfreier Umweltwärme gewinnen und nur ein vergleichsweise geringer Anteil des Energiebedarfs durch Strom gedeckt werden muss. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien im Strommix sinken die spezifischen Emissionen weiter, sodass Wärmepumpen perspektivisch nahezu klimaneutral betrieben werden können.

## 6 Abwasser-Wärmepumpe (gemeinschaftlich)



Abwasser-Wärmepumpen entziehen dem Abwasser beispielsweise über einen im Kanal integrierten Wärmetauscher die im Abwasser enthaltene Wärme. Mithilfe einer Wärmepumpe kann die Temperatur auf ein nutzbares Niveau angehoben werden und für die Deckung des Heizwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs genutzt werden. Aufgrund der ganzjährig relativ hohen Temperatur und Verfügbarkeit bietet Abwasser klare Vorteile gegenüber anderen Umweltwärmequellen. Die Erschließung eines Abwasserkanals über einen Wärmetauscher lohnt sich in der Regel ab Heizleistungen von rund 150 kW. Der Abwasserkanal sollte eine Kanalmindestgröße von rund DN 600, einen Trockenwetterabfluss ab 15 l/s und einen guten Kanalzustand aufweisen. Für die Umsetzung ist eine frühzeitige Abstimmung mit dem Kanalnetzbetreiber notwendig.

Für das Mustergebäude wird durch die notwendige Mindestheizleistung eine gebäudeweise Erschließung ausgeschlossen. Eine gemeinschaftliche Erschließung durch mehrere Gebäude bietet hingegen Vorteile. Wirtschaftlich

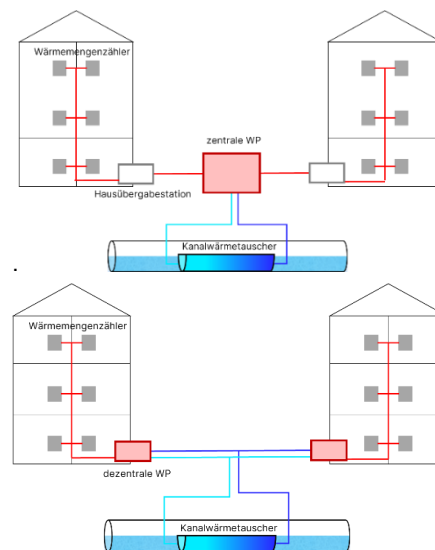
bedeutsam sind bei einer gemeinschaftlichen Erschließung vor allem die einmaligen Kanalarbeiten, da diese bei einem Zusammenschluss auf mehrere Nutzer verteilt werden können. Zudem ermöglicht ein Zusammenschluss größere Flexibilität bei der Standortwahl, wodurch beispielsweise Kanäle mit größeren Durchmessern und stabileren Abflussbedingungen genutzt werden können. Bei der Auslegung des Gebäudenetzes ist allerdings die geringe Wärmelinienichte zu berücksichtigen, welche durch die Gebäudeabstände in der betrachteten Siedlungsstruktur entstehen.

Anlagen Konfiguration Mustergebäude	
Leistung Wärmepumpe gebäudeweise (KNW)	25 kW
zentral (Wärmenetz)	150 kW
Pufferspeicher	ca. 1 m <sup>3</sup>
JAZ	3,6 – 4,0
Gebäudenetz: Hausanschluss	12 m/Gebäude
Verteilnetz	33 m/Gebäude
Heizraumgröße	ca. 15 – 25 m <sup>2</sup>

Zur wirtschaftlich sinnvollen Erschließung ist in diesem Beispiel ein Zusammenschluss von sechs vergleichbaren MFH angesetzt, die dem Mustergebäude entsprechen. Der Wärmetauscher kann das Abwasser um etwa 1-3 K abkühlen. Bei einer Abkühlung um 2 K muss ein Minstdurchfluss von rund 15 l/s im Kanal vorliegen, um die gewünschte Heizleistung für das Mustergebäude bereitstellen zu können. Im ersten Schritt werden notwendige Informationen beim zuständigen Kanalnetzbetreiber angefordert. Liegen keine Daten zum Trockenwetterabfluss vor, empfiehlt es sich über einen längeren Zeitraum eine kombinierte Durchfluss- und Temperaturmessung durchzuführen.

Für die Umsetzung des Gebäudenetzes zur Verteilung der Abwasserwärme lassen sich unterschiedliche Systeme ausführen. Die Abwasserwärme kann dabei über eine zentrale Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau

gehoben werden. Alternativ kann die Abwasserwärme zentral über ein kaltes Gebäudenetz an die MFH verteilt werden und dort über gebäudeweise oder wohnungsweise Wärmepumpen auf das notwendige Temperaturniveau angehoben werden.



Typische Jahresarbeitszahlen von 3,6 bis 4,0 zeigen die hohe Effizienz von Abwasser-Wärmepumpen. Durch den großen Anteil erneuerbarer Umweltwärme bleiben die Wärmeerzeugungskosten langfristig vergleichsweise stabil und reagieren dadurch weniger stark auf Entwicklungen am Strommarkt. Die Investitionskosten fallen aufgrund der notwendigen Erschließungsarbeiten – etwa dem Einbau eines Wärmetauschers im Kanalnetz – höher aus als bei Luftwärmepumpen. Bei ganzjährig relativ hohen und stabilen Abwassertemperaturen ermöglichen sie jedoch eine sehr effiziente Betriebsweise.

Die Treibhausgasemissionen im Betrieb sind sehr gering, da Wärmepumpen den überwiegenden Teil der Wärme aus emissionsfreier Umweltwärme gewinnen und nur ein vergleichsweise geringer Anteil des Energiebedarfs durch Strom gedeckt werden muss. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energien im Strommix sinken die spezifischen Emissionen weiter, sodass Wärmepumpen perspektivisch nahezu klimaneutral betrieben werden können.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

#### Kontakt:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Bettina Morgenstern-Kennedy  
Expertin, Urbane Energiewende

Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin  
Tel.: +49 30 66 777-416

E-Mail: Bettina.Morgenstern-Kennedy@dena.de

E-Mail: info@dena.de / info@gebaeudeforum.de

Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de

Erstellt mit fachlicher Unterstützung von EGS-plan GmbH, Stuttgart

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

Stand: 12/2025