QONCEPT ENERGY

Stadt Haiger

Wärmeplan

Abschlussbericht zur kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Haiger

Auftraggeberin

Stadt Haiger
Der Magistrat

Auftragnehmerin/Gutachterin

Qoncept Energy GmbH
Kassel

Impressum

Dieser Bericht wurde erstellt von:

Qoncept Energy GmbH
Universitätsplatz 12
34127 Kassel
www.qoncept-energy.de
info@qoncept-energy.de

Autorinnen und Autoren:

Hagen Braas, M. Sc
Dr. Nazgul Asalanieva
Florian Werner, M. Sc.
Dr. Thorsten Ebert

Im Auftrag von:

Stadt Haiger
Magistrat
Marktplatz 7
35708 Haiger

Gefördert durch das Land Hessen nach Teil II Nr. 4 der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes (HEG) vom 9.10.2019

Kassel, im November 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 7

2 Eignungsprüfung 7

2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz 8

2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz 9

3 Bestandsanalyse 10

3.1 Datenerhebung 10

3.2 Methodik der Datenaufbereitung 12

3.3 Aktueller Wärme- und Endenergiebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger 12

3.4 Treibhausgasemissionen 18

3.5 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen 19

3.6 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen 24

3.6.1 Überwiegender Gebäudetyp 24

3.6.2 Überwiegende Baualtersklassen 25

3.6.3 Großverbraucher 26

3.6.4 Wärmenetze 26

3.6.5 Gasnetze 26

3.6.6 Abwassernetze 27

3.6.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz 28

3.6.8 Wärme- und Gasspeicher 28

3.6.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen 28

3.6.10 Stromnetze 28

3.6.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen 29

4 Potenzialanalyse 32

4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion 33

4.2 Oberflächennahe Geothermie 35

4.3 Tiefe Geothermie 41

4.4 Grundwasser 44

4.4.1 Grubenwasser 45

4.5 Oberflächengewässer 46

4.6 Umgebungsluft 46

4.7 Abwasser 48
4.8 Solarthermie und Photovoltaik 51
4.9 Biomasse 56
4.9.1 Biotonne 57
4.9.2 Garten- und Parkabfälle 57
4.9.3 Waldrestholz 58
4.9.4 Großvieheinheiten 58
4.10 Unvermeidbare Abwärme 58
4.10.1 Auswertung der Plattform für Abwärme 58
4.10.2 Industrielle Abwärme – Direktabfrage 59
4.10.3 Klärschlammverbrennung 60
4.10.4 Sperrmüll 60
4.11 Weitere Potenziale 60
4.11.1 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) 60
4.11.2 Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase 62
4.11.3 Großwärmespeicher 62
4.12 Fazit der Potenzialanalyse 63
5 Eignung für Wärmenetze 65
5.1 Entwicklung von Netzausbauszenarien 65
5.2 Kernstadt Haiger 66
5.2.1 Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten 67
5.2.2 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung 72
5.2.3 Wärmeerzeugungsvarianten 79
5.2.4 Erzeugerauslegung 80
5.2.5 Simulation der Lastgänge 83
5.2.6 Kostenannahmen 85
5.2.7 Ergebnisse hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit 87
5.2.8 Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten 87
5.2.9 Festlegung des Zielszenarios für die zentrale Wärmeversorgung ... 89
5.2.10 Zeitliche Umsetzung Wärmenetzausbau 89
5.3 Wärmenetze in den weiteren Stadtteilen 89
5.4 Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG 91

6 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung 94
6.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung 94
6.1.1 Datengrundlage und Vorgehen 94
6.1.2 Ergebnisse 96
6.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung 98
6.2.1 Datengrundlage und Vorgehen 98
6.2.2 Ergebnisse 100
6.3 Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen 102
6.4 Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG 102
6.5 Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG 104
7 Zielszenario 107
7.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 107
7.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen 109
7.3 Kennzahlen für das Zielszenario 112
7.4 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial 114
7.5 Auswirkungen auf das Stromnetz 116
8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung 118
9 Umsetzungsstrategie 119
9.1 Flächendeckende aufsuchende Energieberatung 120
9.2 Nutzung ergänzender Informationsangebote zum Austausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen 122
9.3 Festlegen der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau von Wärmenetzen 124
9.4 Beantragung von Fördermitteln für eine Machbarkeitsstudie für das Wärmenetz in der Kernstadt Haiger und Durchführung der Machbarkeitsstudie 126
9.5 Beantragung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes in der Kernstadt von Haiger und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen 128
9.6 Informationskampagne zu Möglichkeiten genossenschaftlich betriebener Wärmenetze 130
9.7 Weitere energetische Optimierung der stadteigenen Gebäude der Stadt Haiger 132
9.8 Synchronisieren der Infrastrukturprojekte 134
9.9 Vertiefende Analysen zu Prüfgebieten 136

9.10 Regelmäßige Aktualisierung Wärmeatlas und Wärmebedarfsentwicklung 138
10 Verstetigungsstrategie 140
11 Controllingkonzept 141
12 Zusammenfassung 142
Abkürzungsverzeichnis 145
Abbildungsverzeichnis 148
Tabellenverzeichnis 152
Literaturverzeichnis 154

1 Einleitung

Die Stadt Haiger hat die Qoncept Energy GmbH im Dezember 2024 mit der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung beauftragt. Der Projektstart erfolgte im Januar 2025.

Die kommunale Wärmeplanung bildet die Grundlage für eine Strategie zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Haiger bis zum Jahr 2045. Sie erfasst den aktuellen Sachstand und zeigt Wege zur Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen und unvermeidbarer Abwärme auf. Zugleich werden darin Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen dargestellt.

Die vollständige treibhausgasneutrale Wärmeversorgung wird in einem Zielszenario entlang von definierten Etappenzielen für die Jahre 2030, 2035 und 2040 bis zum Zieljahr 2045 entwickelt.

Die kommunale Wärmeplanung ist durch das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)" vom 22.12.2023 geregelt. Hinweise zur Durchführung sind in § 13 WPG – Ablauf der Wärmeplanung enthalten.

Die Erstellung eines Wärmeplans besteht aus den folgenden Hauptphasen:

- Eignungsprüfung
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2045
- Festlegung der Umsetzungsstrategie und des Maßnahmenkatalogs

Die Gliederung des vorliegenden Abschlussberichts orientiert sich an dieser Struktur und berücksichtigt die Vorgaben aus dem WPG.

Die Stadt Haiger hat Fördermittel nach Teil II Nr. 4 der Richtlinie des Landes Hessen zur energetischen Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes (HEG) vom 9.10.2019 erhalten. Die Vorgaben des Fördermittelbescheids wurden ebenfalls berücksichtigt.

2 Eignungsprüfung

Im Rahmen der Eignungsprüfung gemäß § 14 WPG wurde das beplante Gebiet zunächst auf Teilgebiete untersucht, für die eine Versorgung durch ein Wärme- oder ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Die Prüfkriterien sind in § 14 Abs. 2 und 3 WPG definiert.

Es handelt sich in dieser Phase nur um eine grobe Vorprüfung der Gebiete. Das bedeutet, dass zum Beispiel die Einstufung von Teilgebieten als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz (bzw. ein Wasserstoffnetz) geeignet" vorläufig ist. Im weiteren Untersuchungsprozess oder bei der Aktualisierung der Wärmeplanung kann sich eine Neubewertung ergeben. Dadurch könnte eine Versorgung über Wärmenetze für Teilgebiete doch realisierbar sein. Umgekehrt sind die zunächst positiv eingestuften Teilgebiete später nicht zwingend für ein Wärmenetz geeignet.

2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz

Ein beplantes Gebiet oder Teilgebiet eignet sich gemäß § 14 Abs. 2 WPG in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz, wenn

- „in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Wärmenetz besteht und keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorliegen, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können, und
- aufgrund der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmebedarfs davon auszugehen ist, dass eine künftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich sein wird."

Folgende Kriterien wurden deshalb im ersten Schritt untersucht:

- Vorhandene Wärmenetze
- Nutzbare Potenziale erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme zur Wärmeversorgung
- Ausreichender Wärmebedarf für ein wirtschaftlich erschließbares Wärmenetz

Der § 14 Abs. 2 WPG enthält eine Und-Verknüpfung. Teilgebiete können somit erst dann sicher ausgeschlossen werden, wenn keines der drei Kriterien gegeben ist. Das trifft in der Praxis selten zu, wie das Beispiel „Nutzbare Potenziale erneuerbarer Energien" belegt. Für große Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) finden sich fast immer Aufstellmöglichkeiten. Auch die Nutzung von Biomassepotenzialen in Heizkesseln ist nahezu flächendeckend möglich. Obwohl einige Gebiete in Haiger sehr geringe Wärmebedarfsdichten aufweisen und daher für eine Versorgung über ein Wärmenetz eher nicht geeignet sind (vgl. Abbildung 1), wurden im Rahmen der Eignungsprüfung zunächst noch keine Gebiete als mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Wärmenetzversorgung ungeeignet eingestuft. Deshalb wurde für sämtliche Gebiete in Haiger eine vollumfängliche Wärmeplanung durchgeführt.

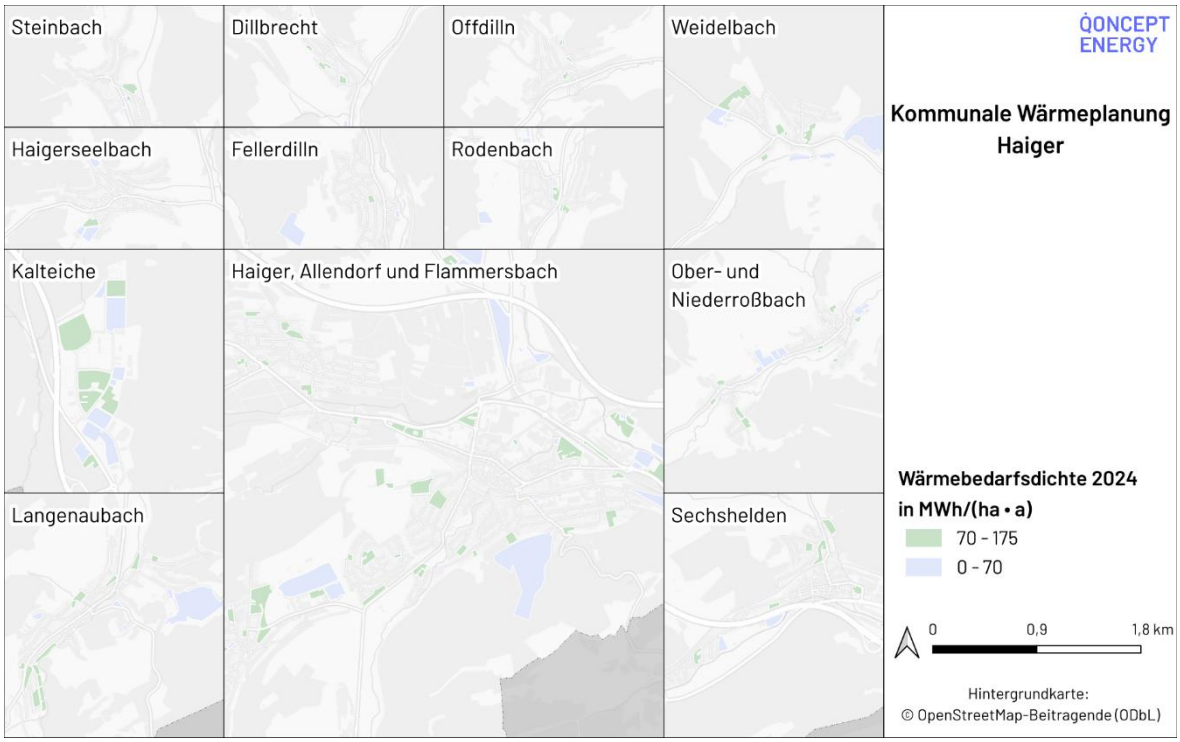


Abbildung 1: Teilgebiete mit sehr geringen Wärmedichten unter 175 MWh/(ha·a) (blaue und grüne Einfärbungen)

2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz

Das Wärmeplanungsgesetz gibt in § 14 Abs. 3 vor, dass die Eignung als Wasserstoffnetzgebiet fehlt, wenn

- „in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Gasnetz besteht und entweder keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen oder die Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes über darüberliegende Netzebenen nicht sichergestellt erscheint oder
- in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet ein Gasnetz besteht, aber insbesondere aufgrund der räumlichen Lage, der Abnehmerstruktur des beplanten Gebiets oder Teilgebiets und des voraussichtlichen Wärmebedarfs davon ausgegangen werden kann, dass die künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein wird."

Auf dieser Grundlage wurde zunächst überprüft, ob im Planungsgebiet

- ein Gasnetz existiert, das eine wirtschaftliche Wasserstoffversorgung ermöglicht.
- Planungen für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff auf dem Stadtgebiet vorliegen.
- eine Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes durch übergeordnete/darüberliegende Netzebenen möglich ist (z. B. Anschluss der Stadt an das Wasserstoffkernnetz).

Ein vorhandenes Gasnetz wäre noch keine hinreichende Bedingung für die Eignung eines Teilgebiets als Wasserstoffnetzgebiet, solange die beiden anderen Kriterien nicht erfüllt sind. Bis zum Inkrafttreten des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GModG) am 29.7.2026 war dabei zu beachten, dass der Betreiber eines Gasverteilnetzes, an das eine Gasheizung nach dem 30.6.2028 angeschlossen werden sollte, die zukünftig auf Wasserstoff umgestellt werden könnte, nach § 71k Abs. 1 Nr. 2 GEG verpflichtet war, sein Vorhaben zur Umstellung auf Wasserstoff bis zum 30.6.2028 mit der zuständigen Landesbehörde detailliert abgestimmt und veröffentlicht zu haben. Diese Verpflichtung entfällt seit dem 29.7.2026.

Das Gasnetz in Haiger wird von den Stadtwerken Haiger betrieben. Auf Anfrage teilten die Stadtwerke im Mai 2026 mit, dass zum damaligen Zeitpunkt keine Erstellung eines Fahrplans zur Umstellung der Gasnetzinfrastruktur auf die vollständige Versorgung mit Wasserstoff gemäß § 71k GEG geplant war. Das geplante und genehmigte Wasserstoffkernnetz sieht keine Transportleitung in direkter Nähe zu Haiger vor. In der von der LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA Hessen) erstellten „Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones in Nord- und Mittelhessen" (LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH; Ernst & Young Real Estate GmbH, 2025) wird jedoch ein möglicher Trassenverlauf bis nach Herborn skizziert. Sollten diese Trassen realisiert werden, wäre grundsätzlich auch eine Anbindung von Haiger denkbar. Konkrete Planungen sind derzeit nicht bekannt.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass das gesamte Planungsgebiet mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine flächenhafte Versorgung durch ein Wasserstoffnetz geeignet ist.

3 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgte eine systematische, qualifizierte und raumbezogene Datenerhebung zum aktuellen Stand der Wärmeversorgung auf dem Stadtgebiet Haiger.

Die rechtlichen Anforderungen finden sich in § 15 Abs. 1 WPG. Die wichtigsten Schritte der Bestandsanalyse sind demnach die Ermittlung

- des derzeitigen Wärmebedarfs oder Wärmeverbrauchs im beplanten Gebiet einschließlich der hierfür eingesetzten Energieträger,
- der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen,
- der für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen und
- der mit der Wärmeversorgung verbundenen Treibhausgasemissionen.

Damit wurde eine belastbare Daten- und Planungsgrundlage für die Wärmeplanung und deren Fortschreibung geschaffen.

3.1 Datenerhebung

Das Wärmeplanungsgesetz regelt die Anforderungen an die Datenerhebung, deren Umfang und die entsprechenden Befugnisse im Detail. Auf dieser Grundlage wurden die Daten von der Stadt Haiger mit Unterstützung durch die Qoncept Energy bei den Akteuren angefragt und, soweit möglich, erhoben. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die ermittelten Daten und deren Datenquellen.

Tabelle 1: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 WPG (zu § 15)

Erhobene Daten	Datenquelle
Gasverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Haiger
Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Haiger
Stromverbräuche für Wärmezwecke der letzten drei Jahre	EAM Netz GmbH
Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik	Bezirksschornsteinfeger
Gebäudedaten (Lage, Nutz-/Wohnfläche, Nutzung, Baujahr)	ALKIS, 3D-LoD2-Gebäudedaten
Informationen zum Prozesswärmeverbrauch	Abfrage bei Unternehmen
Unvermeidbare Abwärmemenge	Abfrage bei Unternehmen, Plattform für Abwärme bei der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE)
Informationen zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmenetzen und zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmeerzeugern und Wärmespeichern	Abfrage bei Stadtwerken Haiger und diversen Stakeholdern
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Gasnetzen	Stadtwerke Haiger
Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung	Stadtwerke Haiger
Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz	Stadtwerke Haiger
Informationen zu Kläranlagen, die für die Abwasserwärmenutzung relevant sind, mindestens die Kapazität in Einwohnergleichwerten	Stadtverwaltung
Informationen zu Abwassernetzen mit einer Mindestnennweite von DN 800	Stadtverwaltung
Informationen zu Bauleitplänen, die bereits wirksam sind oder die aufgestellt werden, anderen städtebaulichen Planungen und Konzepten sowie zu Planungen anderer öffentlicher Planungsträger, die Auswirkungen auf die Wärmeplanung haben können.	Stadtverwaltung

3.2 Methodik der Datenaufbereitung

Ein zentraler Bestandteil der Datenaufbereitung ist die Witterungsbereinigung. Durch die Bereinigung der gemessenen Energieverbräuche um witterungsbedingte Schwankungen wird eine bessere Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Jahren ermöglicht und sichergestellt, dass jahresspezifische Temperaturunterschiede keinen Verzerrungseffekt auf die Analyse haben.

Zur Umrechnung der Endenergieverbräuche in den tatsächlichen Wärmebedarf werden geeignete Umrechnungsfaktoren herangezogen. Diese berücksichtigen den Brennwert bzw. Heizwert der eingesetzten Energieträger sowie die Wirkungsgrade der jeweiligen Heizsysteme. Auf diese Weise wird aus dem Endenergieverbrauch die für die Wärmeversorgung der Gebäude nutzbare Wärmemenge abgeleitet.

Bei der Zuordnung unbekannter Energieträger werden Annahmen getroffen, um fehlende Angaben hinsichtlich der gebäudebezogenen Heizungsart zu ergänzen. Dabei kommen Zuordnungsverfahren, spezifisch zur Gebäudestruktur der Kommune, zum Einsatz, um eine konsistente Datengrundlage zu gewährleisten.

Zur Ermittlung des Ausstoßes an Treibhausgasen (THG) werden außerdem Faktoren berücksichtigt, die auf den spezifischen Eigenschaften der Energieträger basieren. Dadurch können Emissionsbilanzen erstellt und Potenziale zur Treibhausgasminderung identifiziert werden.

3.3 Aktueller Wärme- und Endenergiebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden die Verbrauchsdaten zugrunde gelegt. Wo diese nicht vorlagen, wurde der absolute und spezifische Wärmebedarf der Gebäude anhand benachbarter Gebäude ähnlichen Bautyps geschätzt. Der absolute Wert bezieht sich auf den Wärmebedarf pro Jahr und der spezifische Wert auf den Wärmebedarf pro Quadratmeter beheizter Fläche. Die Ergebnisdarstellung folgt der Anlage 2 WPG (zu § 23). Sie gibt einen Überblick über den Jahreswärmeverbrauch und die eingesetzten Energieträger. Zudem werden die anteiligen Wärmeverbräuche getrennt nach den Sektoren Haushalte (HH), Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD), öffentliche Gebäude und Industrie betrachtet. Folgende Tabelle zeigt die Übersicht des aktuellen Wärmebedarfs.

Die Wärmeversorgung in Haiger ist bislang überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Sektorenübergreifend ist Erdgas mit einem Anteil von rund 46 % am wärmebezogenen Energieverbrauch der dominierende Energieträger, gefolgt von Heizöl mit etwa 27 %. Im Sektor der privaten Haushalte entfällt der größte Anteil des wärmebezogenen Endenergieverbrauchs auf Heizöl, gefolgt von Biomasse und Erdgas. In Siedlungsgebieten mit bestehendem Erdgasnetz, insbesondere in der Kernstadt Haiger und im Gewerbegebiet Kalteiche, dominiert Erdgas die Wärmeversorgung. In Gebieten ohne Anschluss an das Erdgasnetz ist hingegen Heizöl der vorherrschende Energieträger.

Die folgenden Tabellen zeigen, wie sich der Wärmebedarf und der damit korresponiderende Endenergieverbrauch in den einzelnen Sektoren aktuell darstellt und welche Energieträger dafür eingesetzt werden.

Tabelle 2: Aktueller jährlicher Wärmebedarf nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a)

Energieträger (in GWh/a)	HH	Öffentliche Gebäude	GHD	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas	26,7	5,5	25,8	34,4	92,5	47,1
Heizöl	53,2	0,0	0,0	0,0	53,2	27,1
Biomasse	30,7	0,1	0,0	0,0	30,8	15,7
Flüssiggas	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,6
Strom (direkt)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Strom (Wärme-pumpe)	3,9	0,1	0,3	0,0	4,2	2,2
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Unbekannt	14,2	0,0	0,0	0,0	14,2	7,2
Summe	**130,1**	**5,7**	**26,1**	**34,4**	**196,3**	**100,0**
Anteil in %	**66,3**	**2,9**	**13,3**	**17,5**	**100,0**	

Tabelle 3: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren

Energieträger (in GWh/a)	HH	Öffentliche Gebäude	GHD	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas	31,4	6,5	30,4	40,4	108,8	46,3
Heizöl	62,6	0,0	0,0	0,0	62,6	26,6
Biomasse	43,9	0,1	0,0	0,0	44,0	18,7
Flüssiggas	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,6
Strom (direkt)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Strom (Wärme-pumpe)	1,3	0,0	0,1	0,0	1,4	0,6
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Unbekannt	16,7	0,0	0,0	0,0	16,7	7,1
Summe	**157,5**	**6,7**	**30,5**	**40,4**	**235,1**	**100,0**
Anteil in %	**67,0**	**2,8**	**13,0**	**17,2**	**100,0**	

Wie hoch der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme ist, weist die folgende Tabelle aus. Sie ermöglicht gleichzeitig, die Wärmeversorgungsarten genauer zu betrachten. Die Ergebnisse sind differenziert nach dezentraler und netzgebundener Wärmeversorgung verzeichnet.

Tabelle 4: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

Wärmebereitstellung (in GWh/a)	Erneuerbare Energie und unvermeidbare Abwärme	Fossil	Unbekannt	Gesamt
Dezentrale Versorgung	45,4	172,9	16,7	235,1
Wärmenetz	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	45,4	172,9	16,7	235,1
Anteil in %	**19,3**	**73,6**	**7,1**	**100,0**

Das WPG verlangt in Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Nr. 3 eine baublockbezogene Darstellung der einzelnen Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch in Kartenform. Dadurch werden räumliche Unterschiede und Verdichtungen sichtbar. Die entsprechenden Karten sind auf den folgenden Seiten dargestellt.

Dabei ist zu beachten, dass Baublöcke mit sehr geringer Bebauungsdichte nicht entsprechend der jeweiligen Farbskala eingefärbt sind. Dies betrifft beispielsweise Parkflächen oder Baublöcke mit weniger als drei Gebäuden. Damit wurde vermieden, dass der Informationsgehalt durch die visuelle Dominanz großer statistischer Blöcke verzerrt wird oder Rückschlüsse auf einzelne Gebäude gezogen werden könnten.

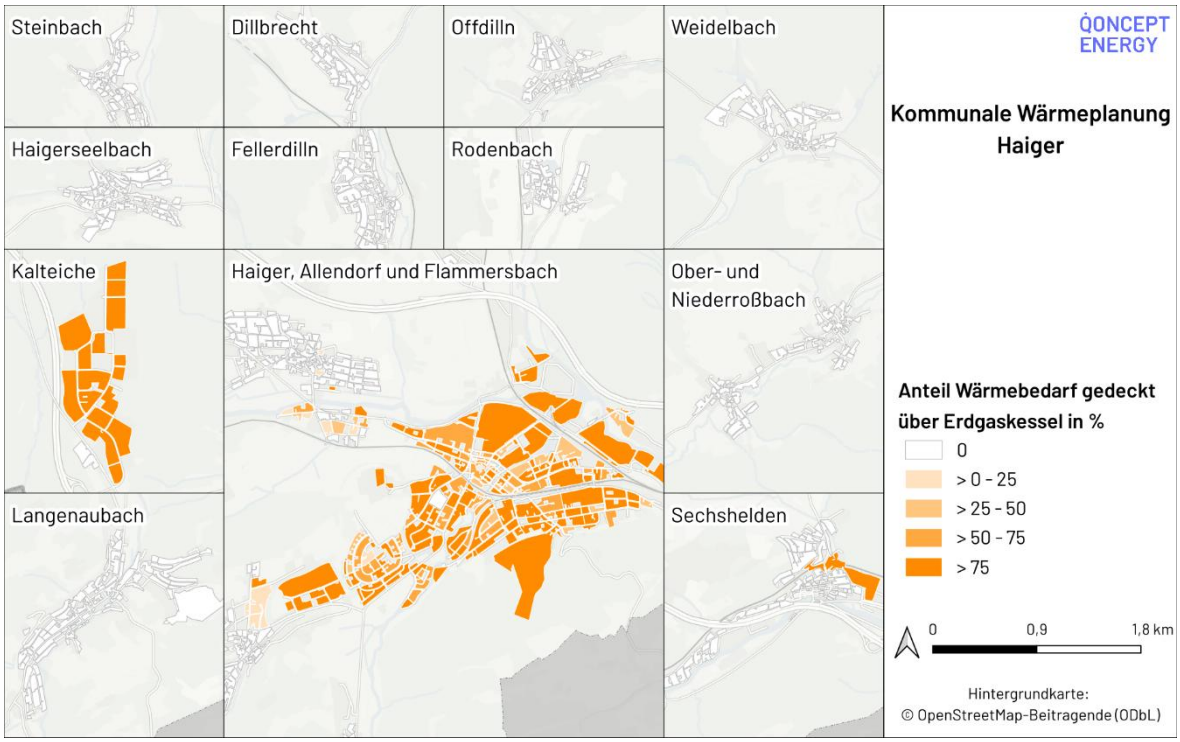


Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

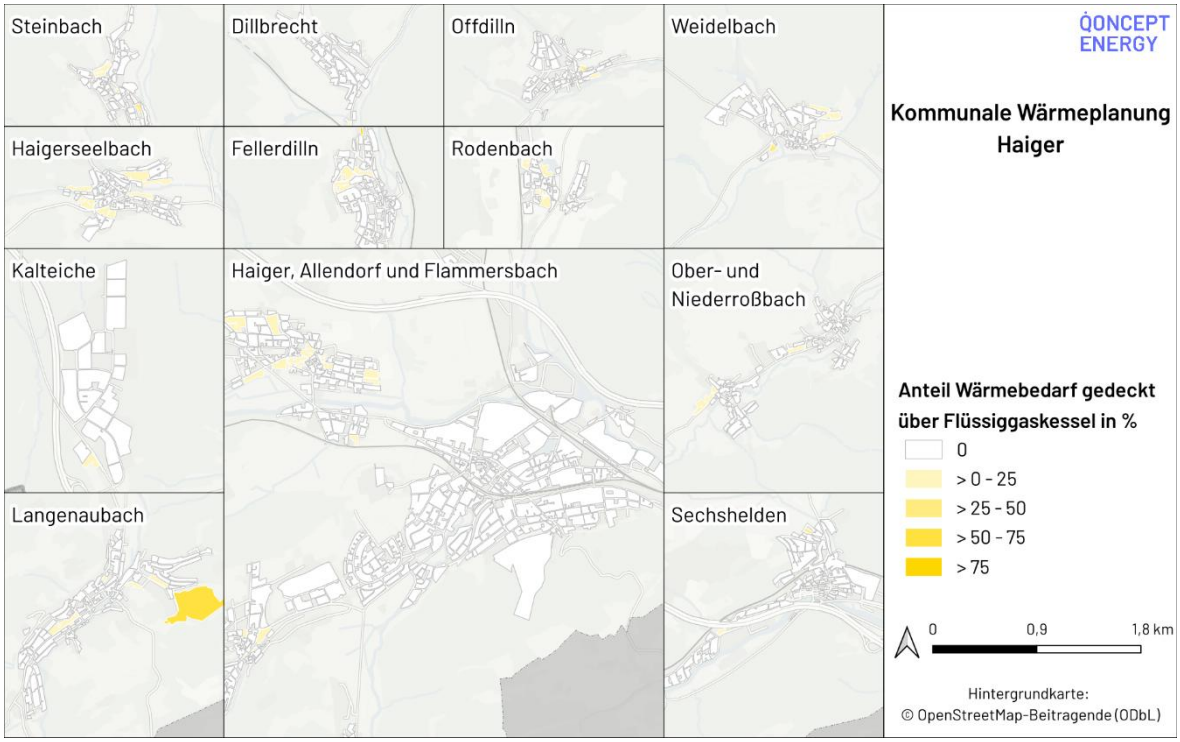


Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

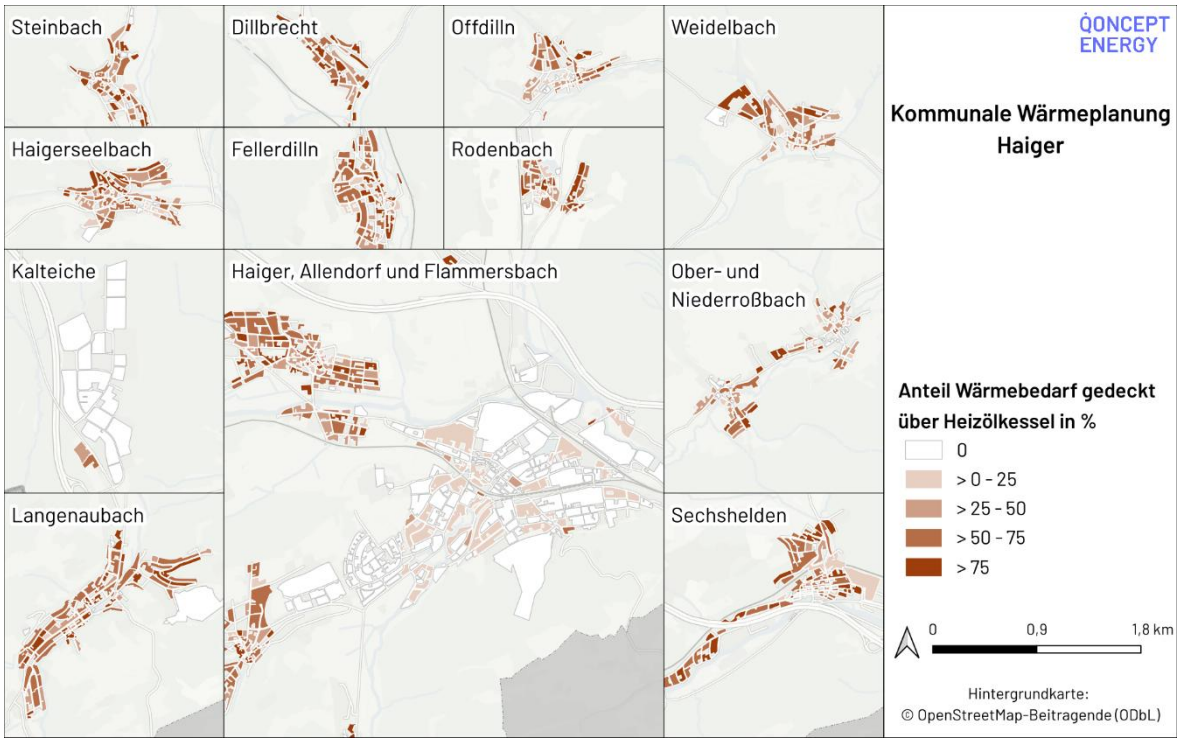


Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

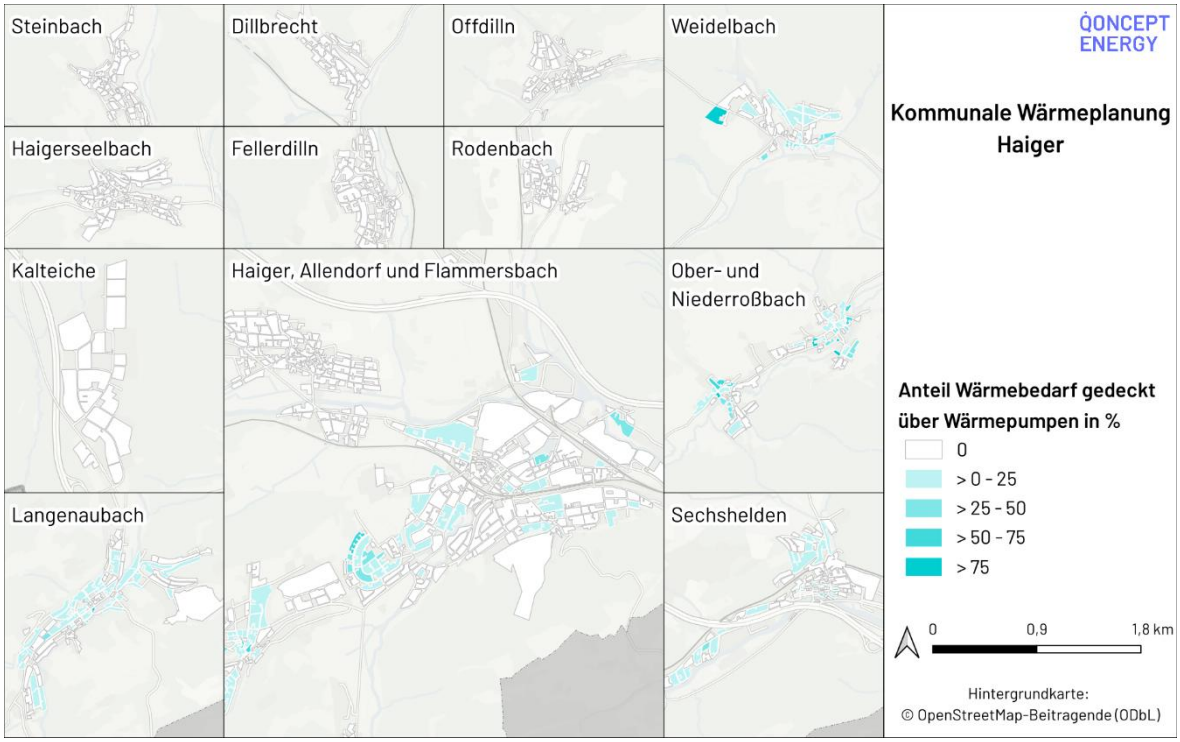


Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

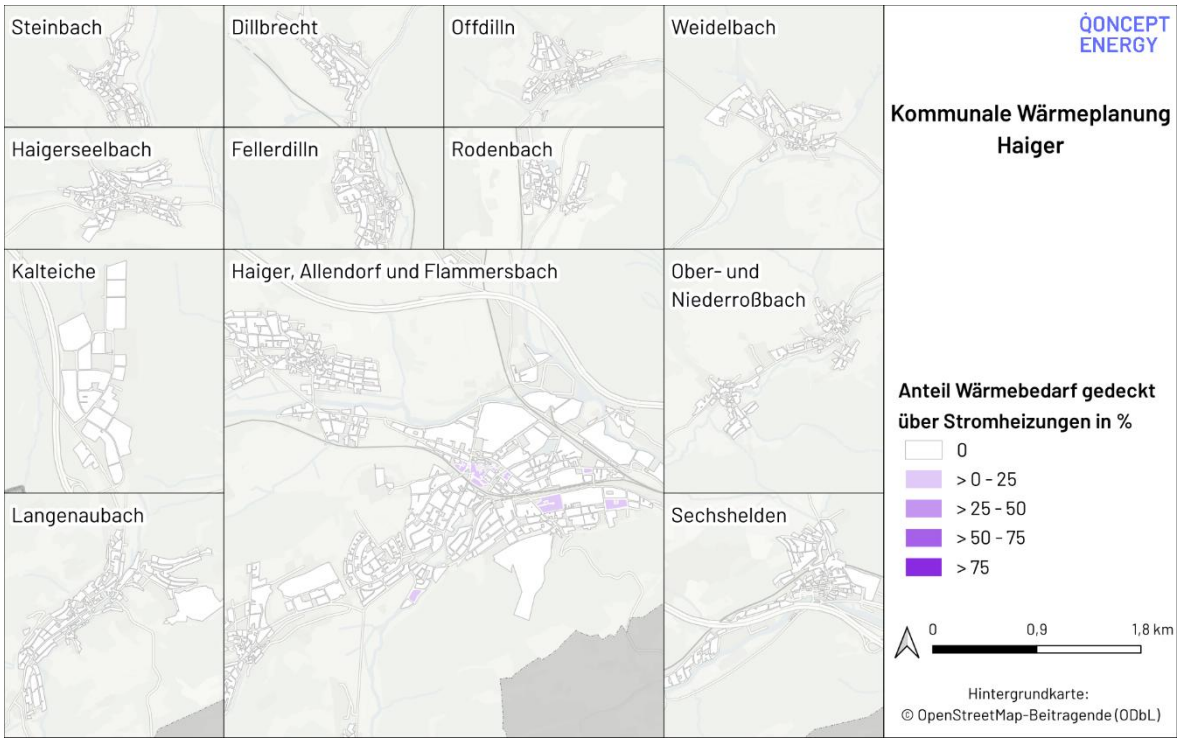


Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

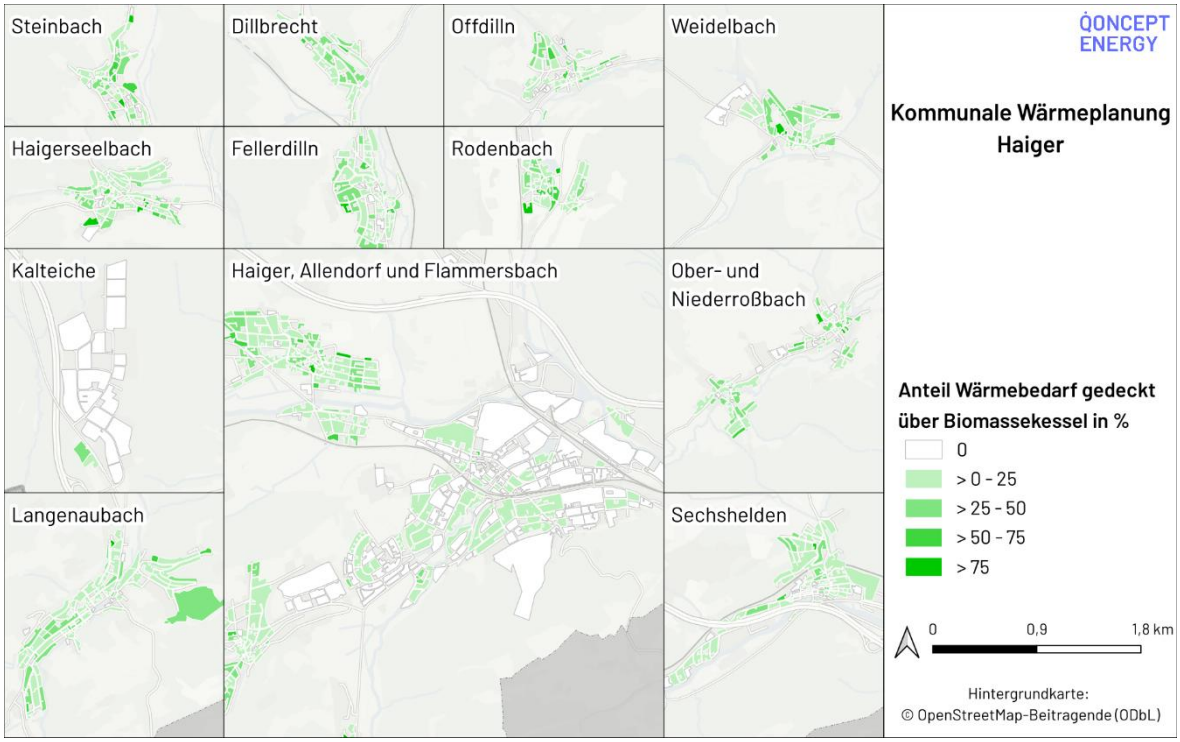


Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

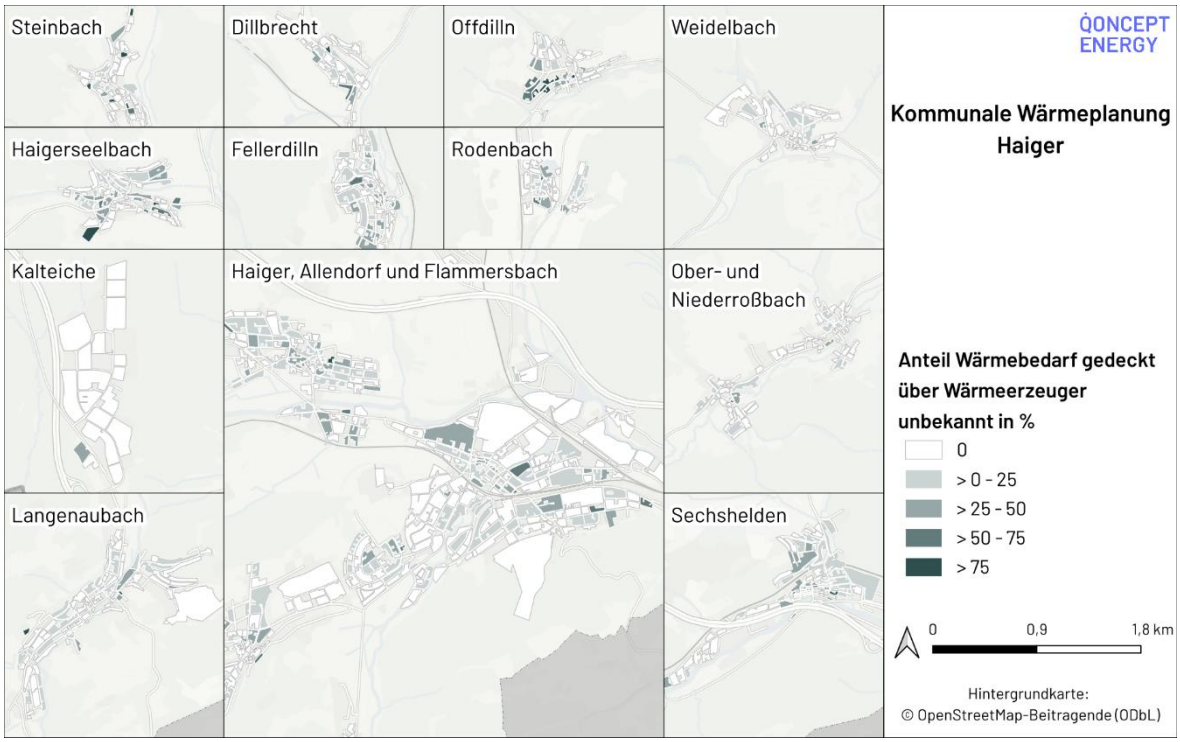


Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

3.4 Treibhausgasemissionen

Zur Erstellung der Treibhausgasbilanz wurden die Emissionswerte für die Endenergieträger einschließlich ihrer Vorketten (Emissionen aus der Energiebereitstellung) berechnet. Dies erfolgte auf Grundlage der aktuellen Fassung des Technikkatalogs zum Wärmeplanungsgesetz.

Beim Jahreswärmeverbrauch liegt der Anteil der unbekannten Energieträger bei etwa 7 %. Der Großteil ist vermutlich auf die Verbrennung von Heizöl zurückzuführen, wie Datenquellen nahelegen (statistik.hessen.de, 2023).

Für das Stadtgebiet Haiger ergeben sich daraus für das Jahr 2024 wärmebedingte Treibhausgasemissionen von rund 47 Tsd. t CO_2-Äquivalenten pro Jahr.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Energieträger (inkl. Vorkette) für die Wärmeerzeugung im Jahr 2024

Energieträger	THG-Emissionen in t CO_{2eq}	Anteil Emissionen in %
Erdgas	23.604	50,1
Heizöl	18.229	38,7
Biomasse	836	1,8
Flüssiggas	309	0,7
Strom (direkt)	31	0,1
Strom (Wärmepumpen)	514	1,1
Kohle	2	0,0
Unbekannt	3.628	7,7
Summe	**47.153**	100

3.5 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Die folgende Tabelle bildet die aktuell vorhandenen dezentralen Erzeugungsanlagen in Haiger ab. Die Daten wurden aus den Zähler- und den Schornsteinfegerdaten abgeleitet.

Tabelle 6: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger einschließlich Hausübergabestationen (Wärmenetz) im Bestandsjahr 2024

Wärmeerzeuger (Anzahl)	HH	GHD	Öffentl. Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas	1.873	427	132	45	2.477	24,1
Heizöl	2.847	152	38	0	3.037	29,5
Biomasse	3.333	179	13	0	3.525	34,2
Flüssiggas	87	23	7	0	117	1,1
Strom (direkt)	12	0	1	0	13	0,1
Strom (Wärmepumpe)	298	33	5	0	336	3,3
Kohlekessel	1	0	0	0	1	0,0
Unbekannt	547	204	38	1	790	7,7
Summe	**8.998**	**1.018**	**234**	**46**	**10.296**	**100,0**
Anteil in %	**87,4**	**9,9**	**2,3**	**0,4**	**100,0**	

In den folgenden Abbildungen ist die Verteilung der jeweiligen dezentralen Wärmeerzeuger im Planungsgebiet gut erkennbar. Je größer ihre Anzahl, desto dunkler der Farbwert.

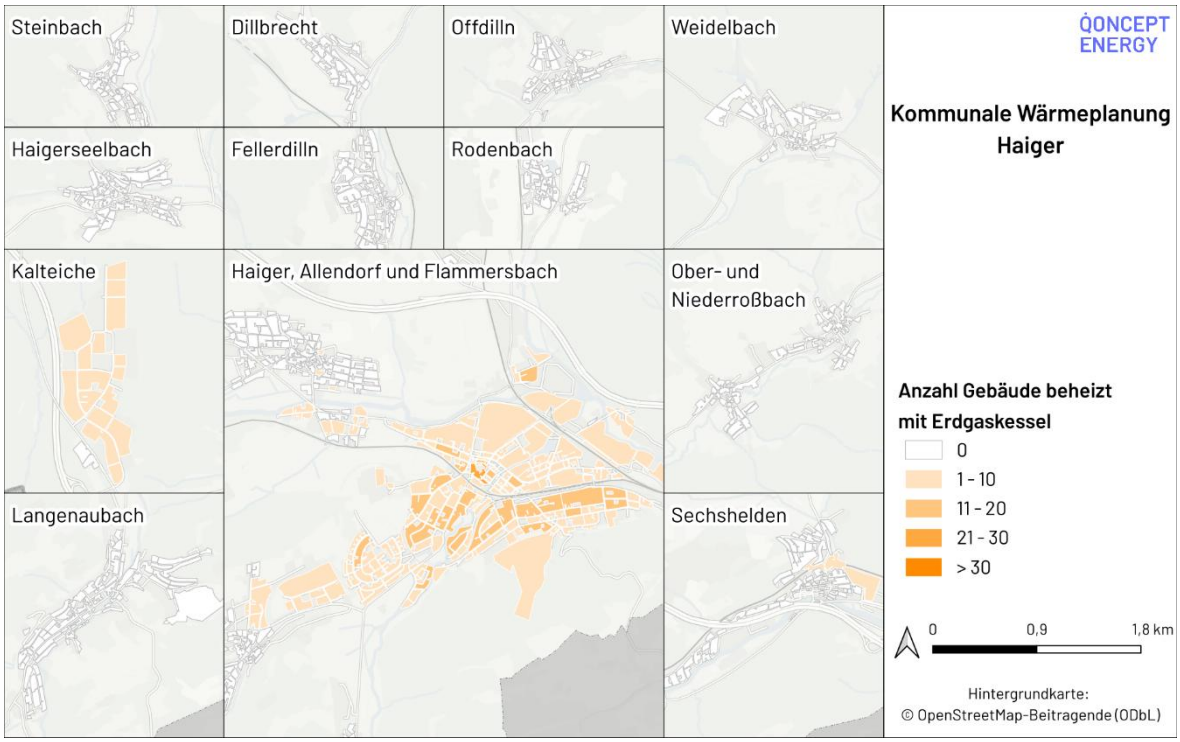


Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel)

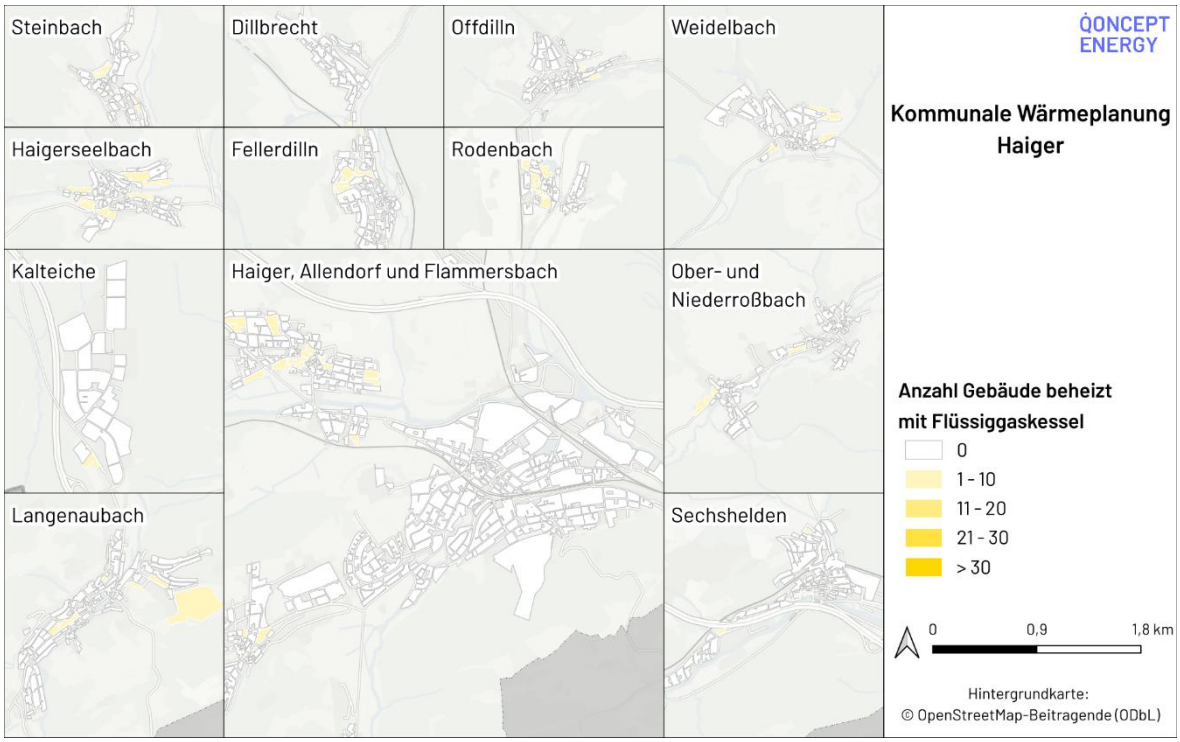


Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel)

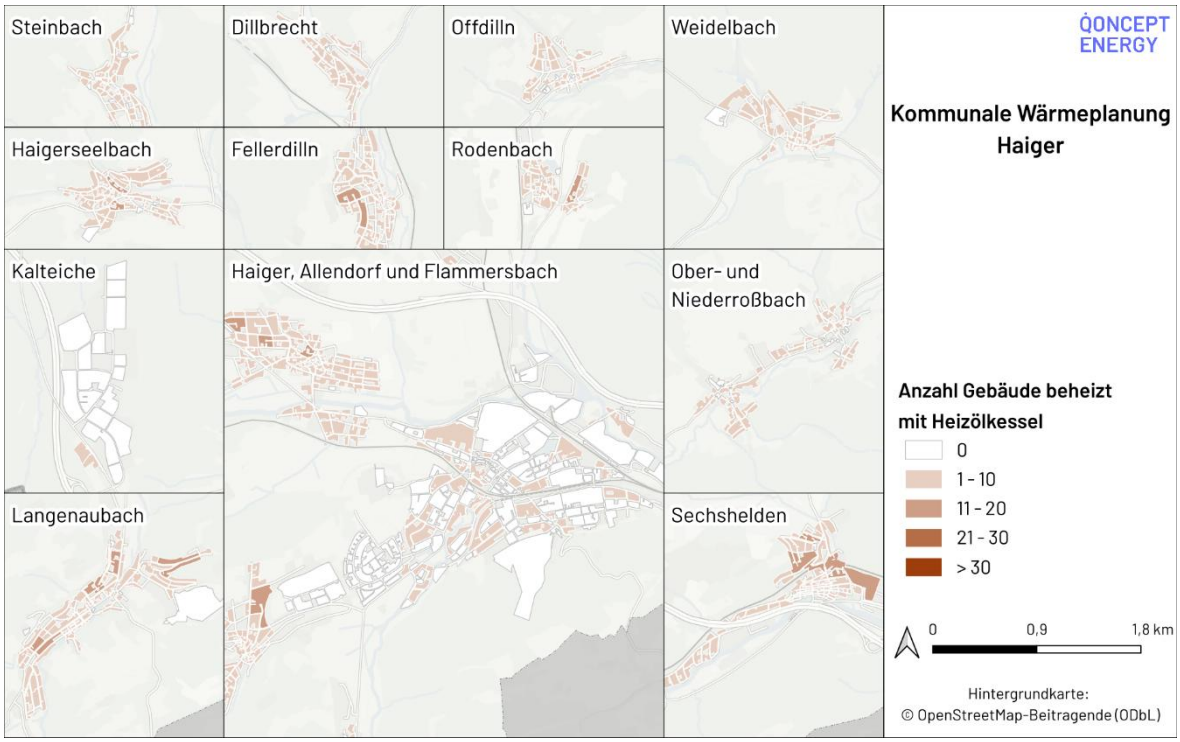


Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizölkessel)

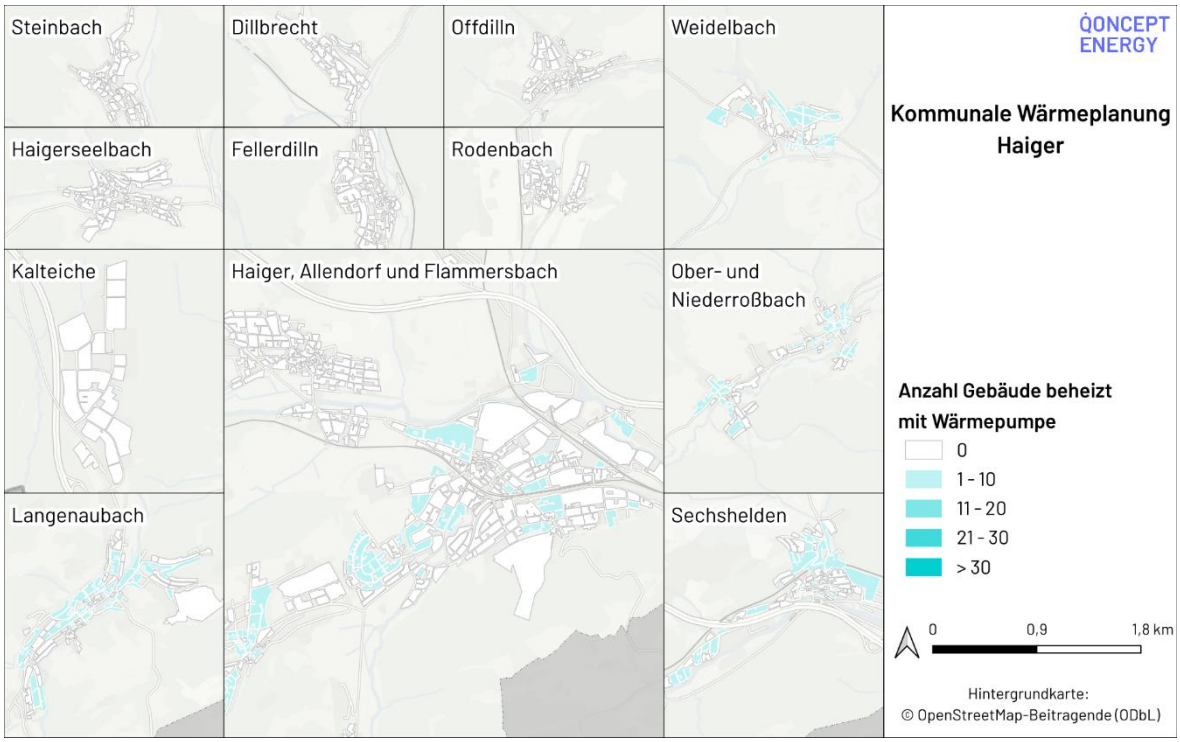


Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt)

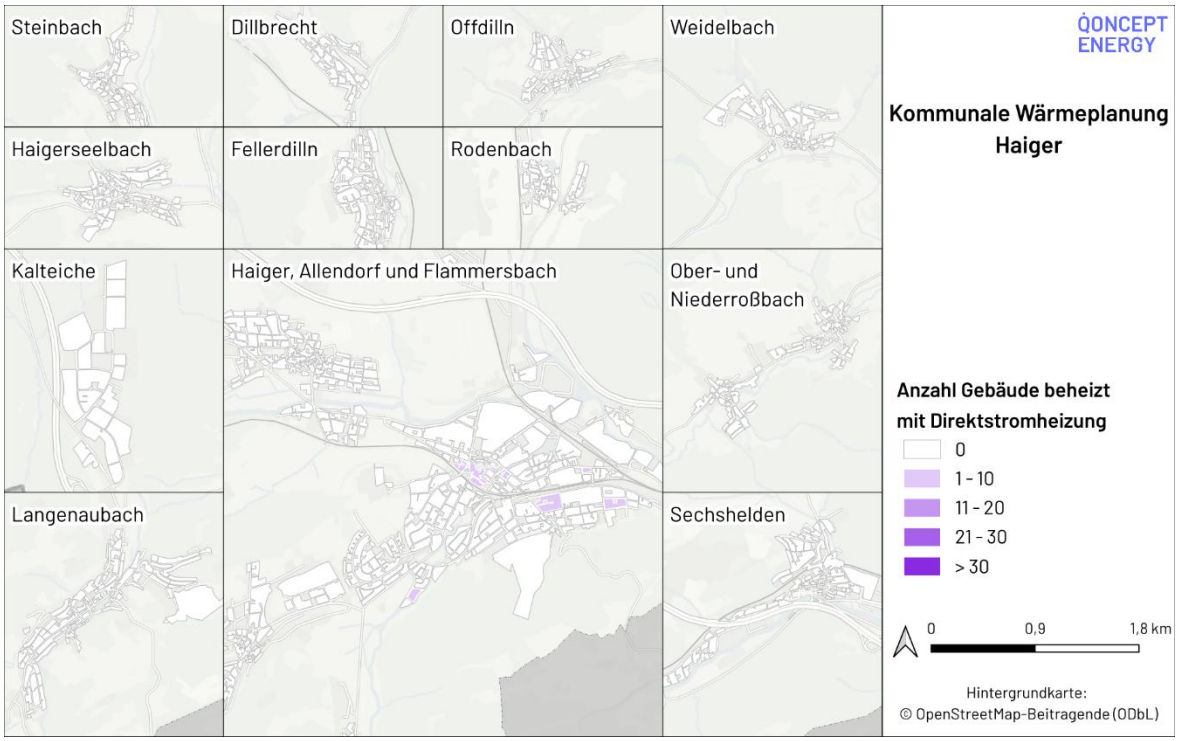


Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt)

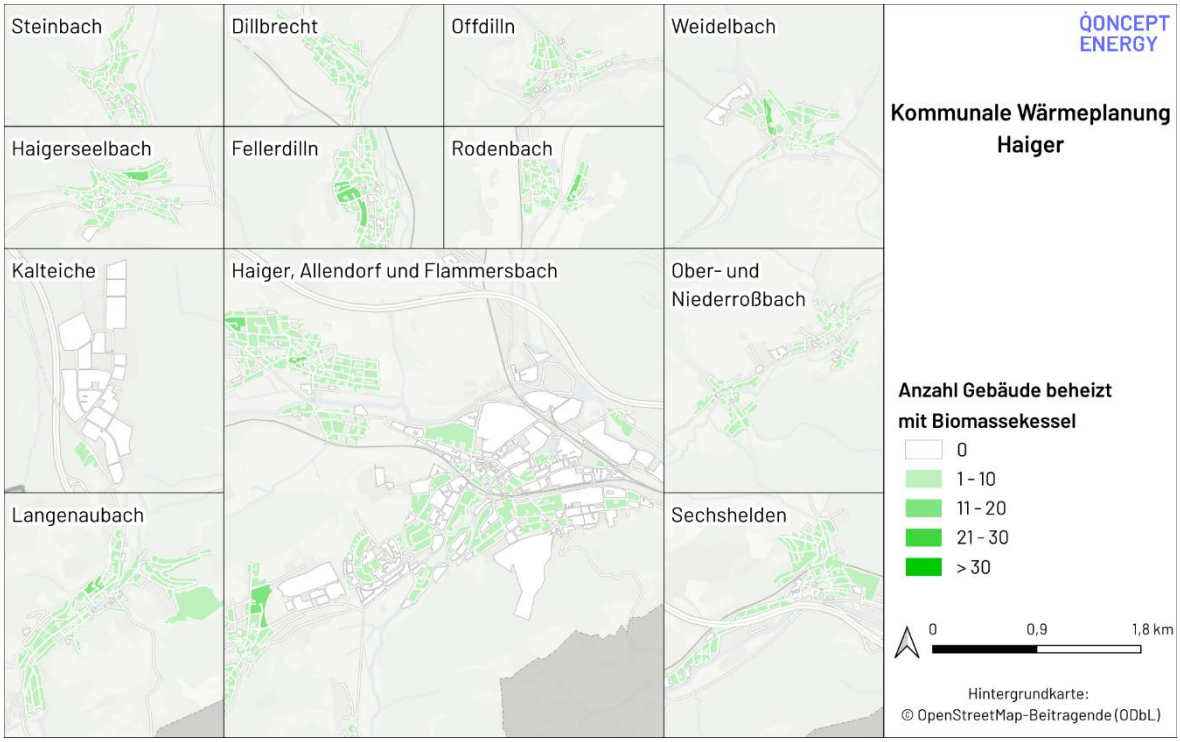


Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomassekessel)

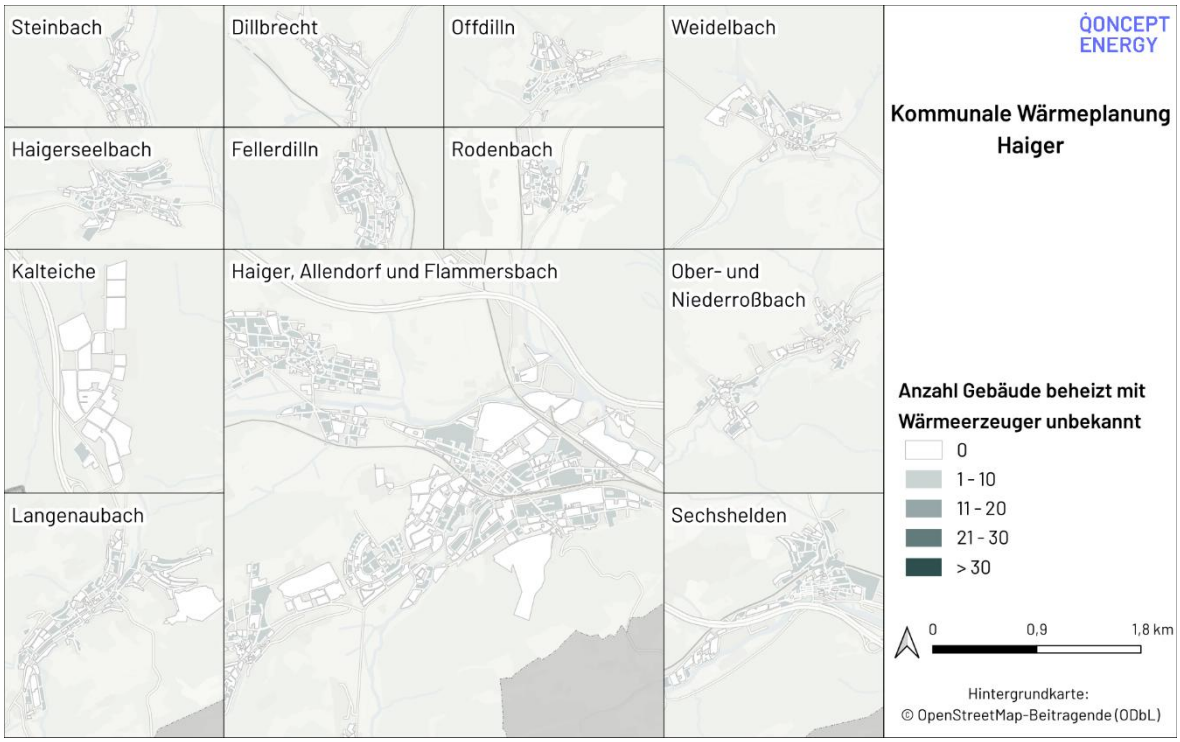


Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (unbekannt)

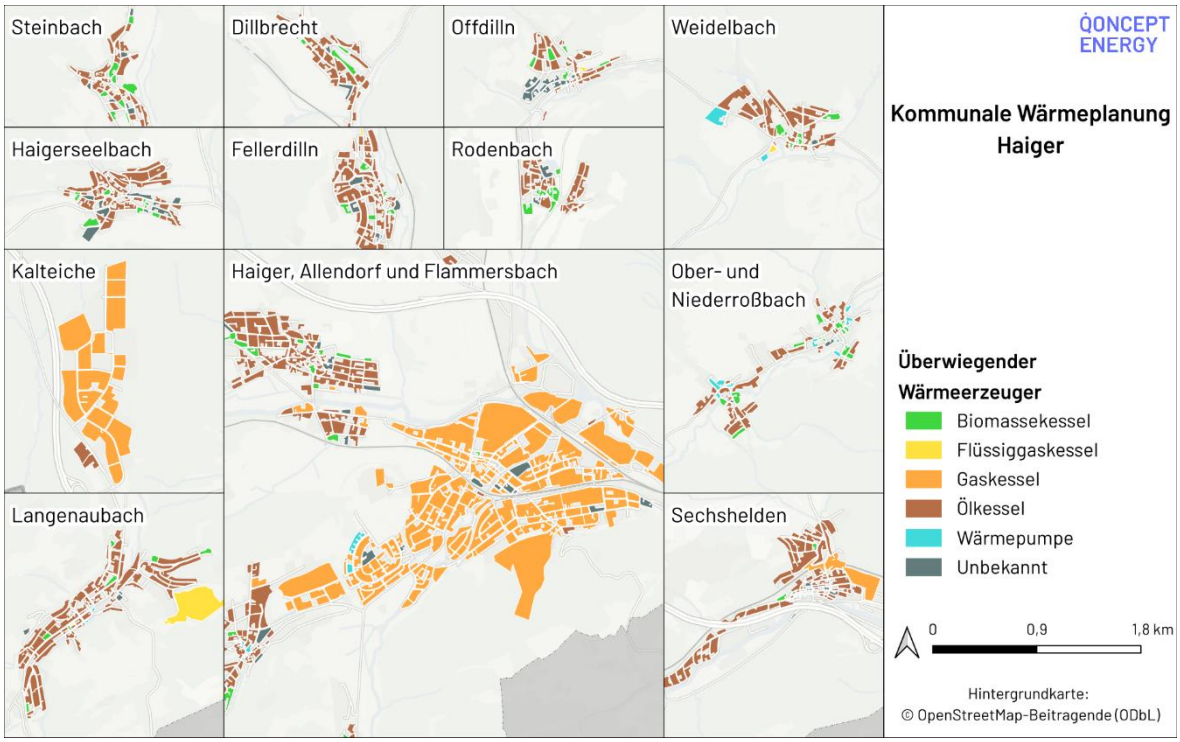


Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger

Die baublockbezogene Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger (vgl. Abbildung 16) zeigt, dass in Gebieten mit bestehendem Erdgasnetz, wie in der Kernstadt Haiger und in Kalteiche, der dominierende Energieträger Erdgas ist. Wo kein Erdgasanschluss verfügbar ist, kommen hingegen überwiegend Heizölkessel zum Einsatz. In einigen Baublöcken ist zudem der signi-

fikante Anteil von Biomassekesseln erkennbar, die insbesondere in kleineren Wohnsiedlungen. Flüssiggaskessel sind ebenfalls vorhanden, spielen jedoch insgesamt eine untergeordnete Rolle. Wärmepumpen weisen im gesamten Gebiet bislang nur eine geringe Verbreitung auf.

3.6 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse zu den relevanten Infrastrukturanlagen für die Wärmeversorgung sowie die Informationen zu Gebäuden und Großverbrauchern zusammengefasst. Die Reihenfolge und Darstellungsform der einzelnen Abschnitte orientieren sich an Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 5 bis 11.

Für die folgenden kartografischen Darstellungen wurden Auszüge aus dem Wärmeatlas sowie ergänzend digitale Karten zu den Infrastrukturanlagen der Wärmeversorgung verwendet, die von der Auftragnehmerin erstellt wurden. Die entsprechenden Daten liegen der Stadtverwaltung in digitaler Form vor und können im Geoinformationssystem (GIS) weiterverarbeitet werden.

3.6.1 Überwiegender Gebäudetyp

Hier wurden Erkenntnisse über den dominierenden Gebäudetyp in den Teilgebieten gewonnen, um daraus später die Eignung für bestimmte Versorgungsarten ableiten zu können. Die Darstellung erfolgt im 100 × 100-m-Raster und ist auf Wohngebäude beschränkt. Als Datengrundlage dienten die Ergebnisse des Zensus 2022. Die Wohngebäudestruktur in Haiger ist überwiegend durch freistehende Einfamilienhäuser (56 %) und freistehende Zweifamilienhäuser (20 %) geprägt. Weitere 7 % entfallen auf Doppelhaushälften. Mehrfamilienhäuser machen dagegen nur etwa 9 % des Wohngebäudebestands aus. Hiervon machen den größten Anteil (7,8 % bezogen auf alle Wohngebäude) Gebäude mit 3 bis 6 Wohnungen aus.

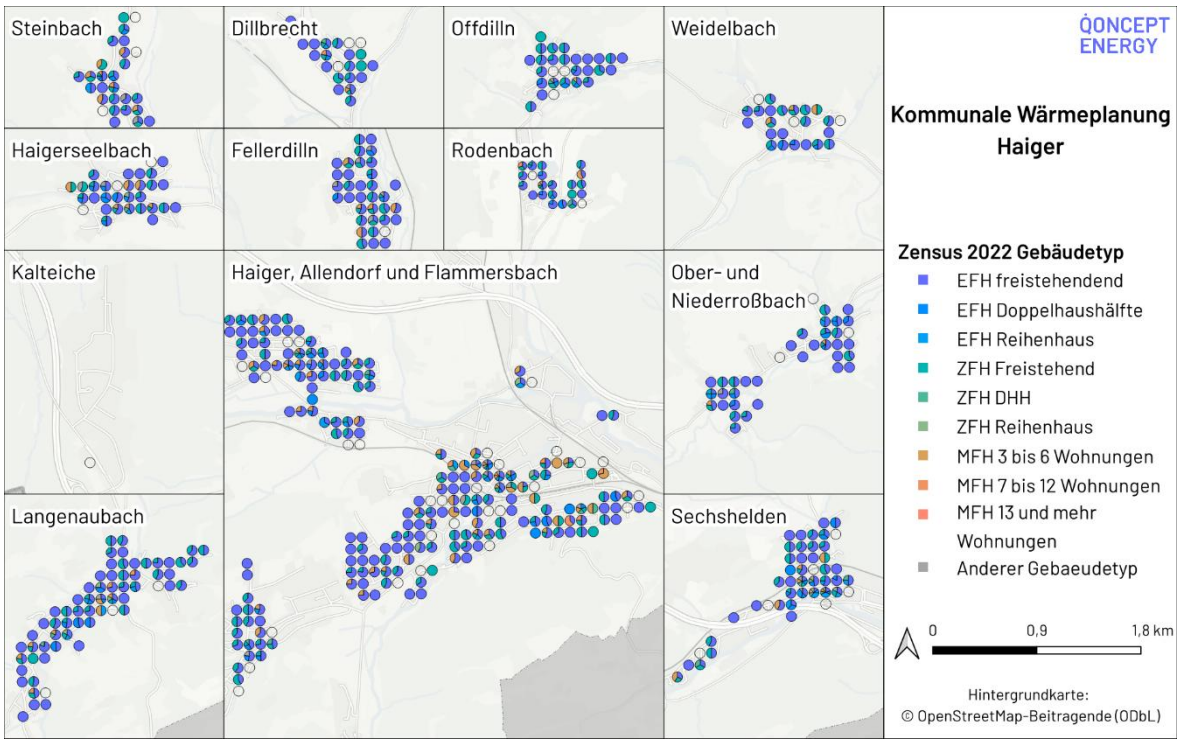


Abbildung 17: Baublockbezogene Darstellung des Gebäudetyps

3.6.2 Überwiegende Baualtersklassen

Die Baualtersklassen werden in der Wärmeplanung erfasst, um daraus den energetischen Baustandard entsprechender Baujahre (vor Sanierung) und damit den Wärmebedarf ableiten zu können. Außerdem können energetische Gebäudesanierungsbedarfe abgeschätzt werden. Das ist relevant, um Teilgebiete mit einem erhöhten Energieeinsparpotenzial gemäß § 18 Abs. 5 WPG zu ermitteln.

Die folgende Abbildung macht die überwiegenden Baualtersklassen in Haiger sichtbar. Ein Großteil der Kernstadt sowie weite Teile der umliegenden Ortschaften sind durch Wohngebäude aus den Jahren 1949 bis 1978 geprägt. Diesen Baualtersklassen gehören rund 46 % des gesamten Wohngebäudebestands an. Sofern diese Gebäude bislang nicht umfassend energetisch saniert wurden, ist von erheblichen Energieeinsparpotenzialen auszugehen. Besonders in den historischen Siedlungskernen finden sich vermehrt Gebäude, die vor 1919 errichtet wurden. Dies lässt sich durch die historische Stadtentwicklung erklären. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass diese Bereiche einen überdurchschnittlichen Wärmebedarf aufweisen. Gleichzeitig bestehen hier zugleich erhebliche Energieeinsparpotenziale.

Bei Gebäuden, die ab 2001 errichtet wurden, kann grundsätzlich von einem relativ hohen energetischen Baustandard ausgegangen werden. Diese Gebäude sind gehäuft im Südwesten der Kernstadt Haiger zu finden. Die übrigen Baualtersklassen sind über das gesamte Planungsgebiet verteilt.

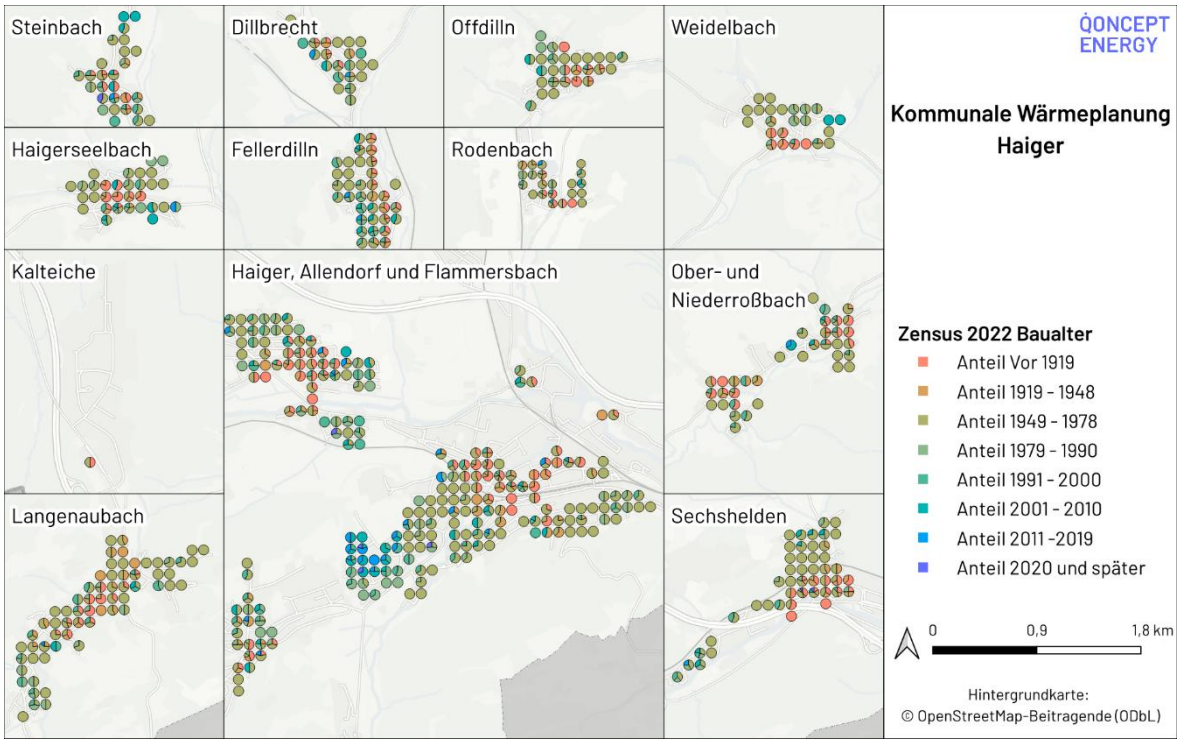


Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude

3.6.3 Großverbraucher

Die Identifizierung von Großverbrauchern und deren Standorten ist für die Entwicklung von Wärmenetzen ein wichtiger Schritt. Aufgrund ihres hohen Wärmebedarfs können Großverbraucher besonders geeignete Abnehmer für eine leitungsgebundene Wärmever-sorgung darstellen und wesentlich zur Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes beitragen. Voraussetzung hierfür ist unter anderem eine räumliche Nähe zu den Erschließungsbereichen von Wärmenetzen. Bei größeren Entfernungen könnte eine Anbindung an ein Wärmenetz aufgrund der erforderlichen Leitungsinfrastruktur hingegen unwirtschaftlich sein. Ebenso entscheidend ist, ob es sich bei dem Großverbraucher um einen Industriebetrieb handelt, der einen Prozesswärmebedarf mit hohen Temperaturen aufweist. Spätestens bei einem benötigten Temperaturniveau von deutlich mehr als 100 °C ist eine Anbindung an ein Wärmenetz in der Regel nicht sinnvoll. Diese Anwendungsfälle wurden in der Untersuchung zum Ausbau eines Wärmenetzes (vgl. Kapitel 5) berücksichtigt, soweit sie bekannt waren.

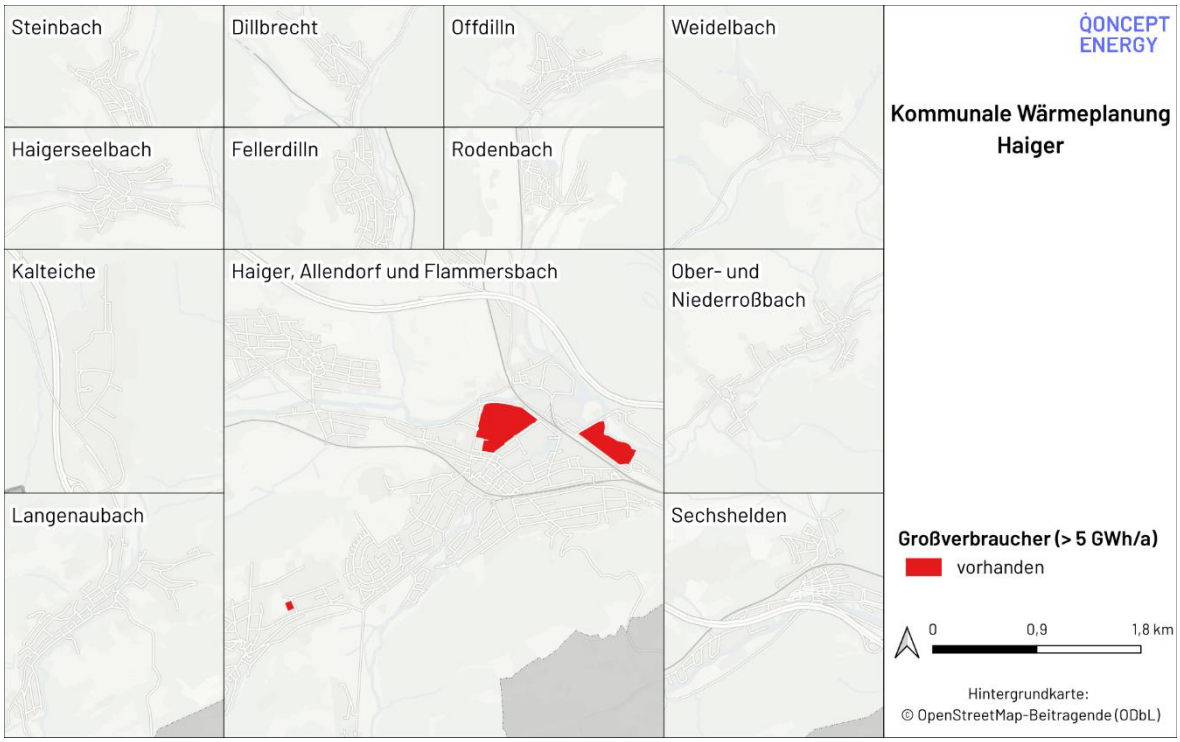


Abbildung 19: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG)

3.6.4 Wärmenetze

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind nicht nur die bestehenden, sondern gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 auch alle geplanten oder genehmigten Wärmenetze und -leitungen darzustellen. In Haiger sind keine Wärmenetze vorhanden.

3.6.5 Gasnetze

In der Bestandsanalyse sind gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 lit. B alle bestehenden, geplanten oder genehmigten Gasnetze und -leitungen zu erheben und baublockbezogen kartografisch darzustellen. Die folgende Abbildung macht die Erschließung Haigers durch

Gasnetze anschaulich. Baublöcke gelten darin als durch ein Gasnetz erschlossen, wenn der Wärmebedarf in diesem Baublock mindestens zu 50 % durch Gas gedeckt wird.

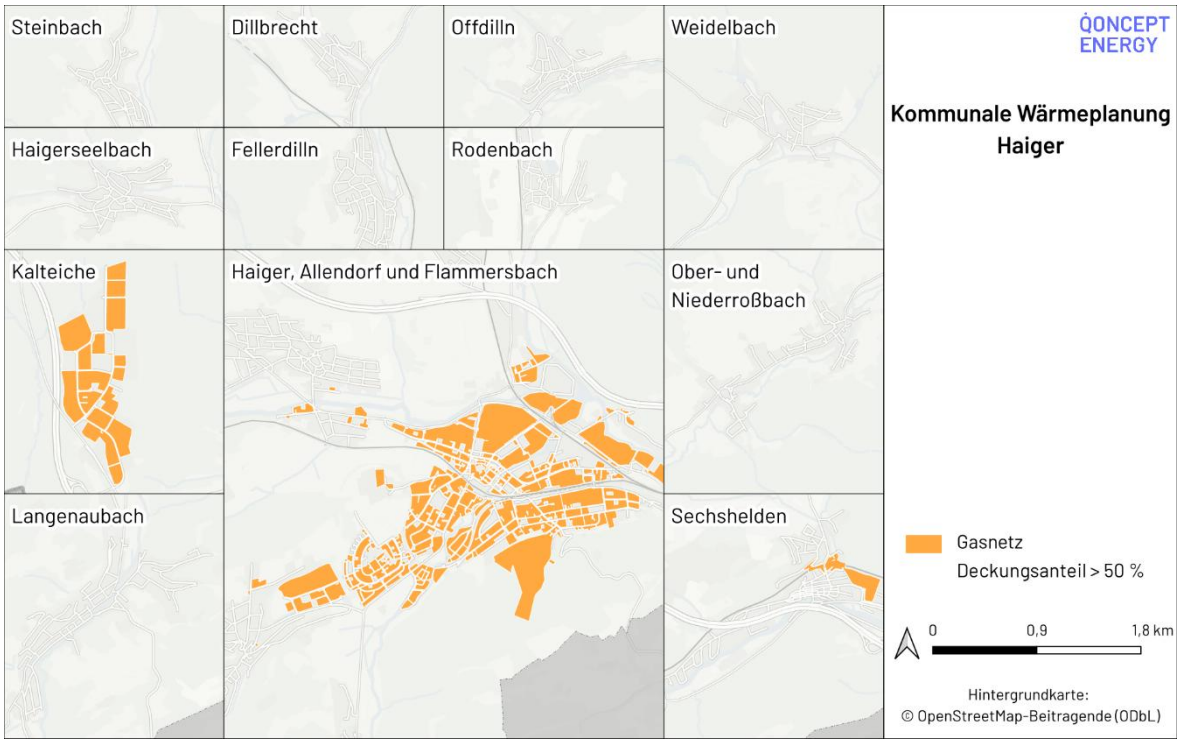


Abbildung 20: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)

Das Gasversorgungsnetz in Haiger wird von den Stadtwerken Haiger betrieben und dient der Versorgung mit methanhaltigem Erdgas. Teilnetze existieren dort nicht. Folgende Tabelle bündelt die Informationen zur Auslegung des Haiger Gasnetzes.

Tabelle 7: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Haiger

Leitungsart	Eigentümer	Nenndruck	Länge in m
Versorgungsleitung	Stadtwerke Haiger	Hochdruck	6.400
	Stadtwerke Haiger	Mitteldruck	13.700
	Stadtwerke Haiger	Niederdruck	31.800
Hausanschlussleitungen	Stadtwerke Haiger		19.800
Gesamtlänge			**71.700**

Das Gasversorgungsnetz verfügt über einen Ausspeisepunkt auf der Hochdruckebene, 82 Ausspeisepunkte auf der Mitteldruckebene und 1 669 Ausspeisepunkte auf der Niederdruckebene.

3.6.6 Abwassernetze

Abwasserleitungen mit einem Durchmesser ab DN 800 werden in der Wärmeplanung als wichtige Infrastrukturanlagen zur potenziellen Abwasserwärmenutzung durch Großwärme-

pumpen erfasst. Auch Kläranlagen sind von besonderem Interesse. Dazu werden die Temperaturen und Abwassermengen am Auslauf der Kläranlagen ermittelt. Die Bewertung der Kläranlage als Wärmequelle erfolgt in der Potenzialanalyse in Kapitel 4.7.

In diesem Abschnitt geht es zunächst nur um die Darstellung der Infrastrukturanlagen im Abwassernetz. Von der Stadtverwaltung wurden Daten zum Abwassernetz in der Kernstadt Haiger zur Verfügung gestellt. In der folgenden Abbildung sind die Leitungen mit einer Nennweite ab DN 800 dargestellt sowie der Standort der Kläranlage in der Hüttenstraße.

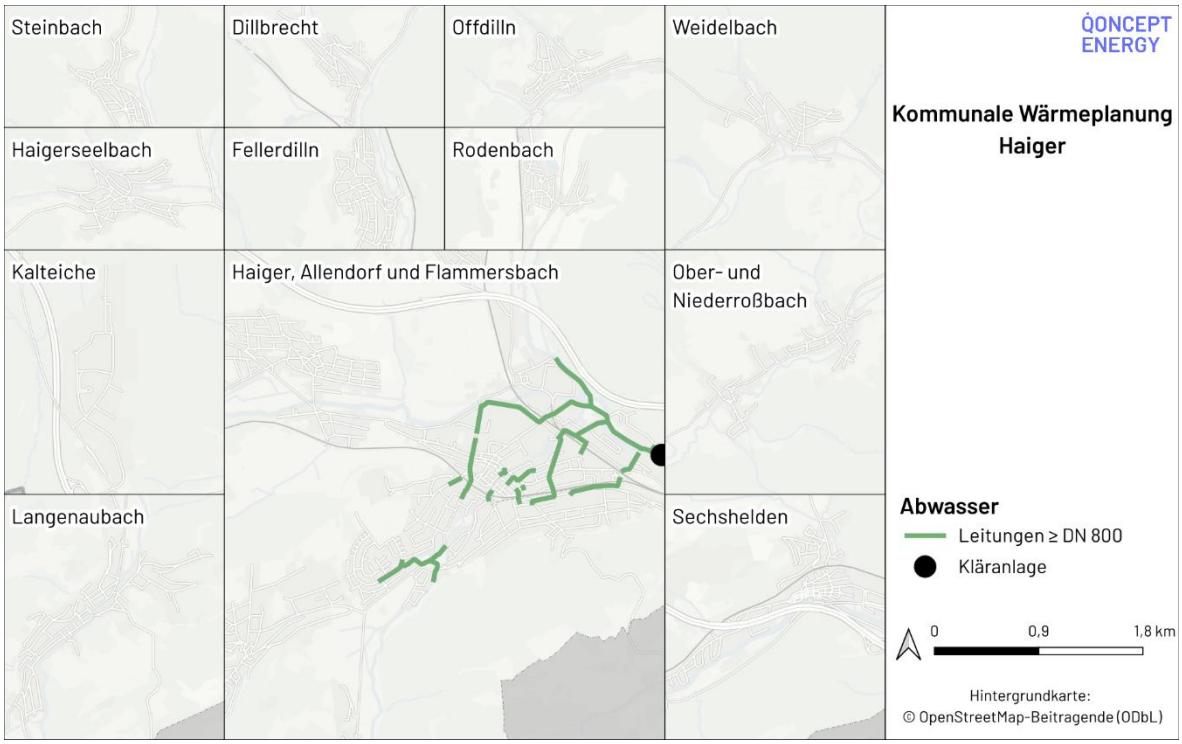


Abbildung 21: Abwasserleitungen (größer DN 800) in der Kernstadt und Standort der Kläranlage Haiger

3.6.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz

Im Stadtgebiet Haiger werden derzeit keine Wärmenetze betrieben. Dementsprechend sind auch keine Wärmeerzeugungsanlagen zur Einspeisung in ein Wärmenetz vorhanden.

3.6.8 Wärme- und Gasspeicher

Im Stadtgebiet Haiger sind keine größeren Wärme- und Gasspeicher vorhanden.

3.6.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Erzeugungsanlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase im Sinne der Anlage 2 (zu § 23) WPG sind derzeit in Haiger nicht vorhanden oder geplant.

3.6.10 Stromnetze

Auf Grundlage der Anlage 1 (zu § 15) WPG wurden Informationen und Daten zu bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene erhoben (einschließlich der Umspannstationen auf Mittel- und Niederspannung). Zusätzlich wurden Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz abgefragt.

Für die Ortsteile Haigerseelbach, Steinbach, Rodenbach, Fellerdilln, Dillbrecht, Offdilln, Allendorf und das Industriegebiet Kalteiche ist die Westnetz GmbH Netzbetreiber. Für die Bereiche Langenaubach, Flammersbach, Sechshelden, Niederroßbach, Oberroßbach und Weidelbach ist die EAM-Netz GmbH noch Konzessionärin und Netzbetreiberin des Stromnetzes auf der Mittel- und Niederspannungsebene. Innerhalb der Kernstadt Haiger sind die Stadtwerke Haiger Konzessionärin für das Nieder- und Mittelspannungsnetz. Die Hochspannungsebene befindet sich in Haiger im Zuständigkeitsbereich der Avacon Netz GmbH.

Sämtliche Informationen zu den Netzausbauplänen sind auf der Plattform VNBdigital (VNBdigital, 2025) verfügbar. Die Stadt Haiger und die für sie relevanten Stromverteilnetzbetreiber sind der Planungsregion Mitte zugeordnet.

3.6.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen

Mit der Erstellung eines Wärmeatlas für Haiger durch Qoncept Energy liegt ein wichtiges Planungsinstrument vor, das räumlich aufgelöste Analysen des Wärmebedarfs ermöglicht.

Als Grundlage dienten die Zählerdaten Gas, Wärme und Strom zu Heizzwecken sowie die Schornsteinfegerdaten und die ALKIS-Daten. Die Verbrauchsdaten wurden mit den GIS-Daten der Gebäude zusammengeführt. Darauf aufbauend wurden die Gebäude- und Verbraucherstruktur ermittelt und beschrieben. Die Zuordnung erfolgte über die Verbraucheradressen oder die Gebäudekoordinaten.

Zur Bestimmung der spezifischen Wärmebedarfe in kWh/m^2 beheizter Fläche wurden neben den Endenergieverbrauchsdaten auch Wohnflächen oder Gebäudenutzflächen verwendet. Die dafür benötigten Energiebezugsflächen wurden nach dem üblichen Ansatz der Energieeinsparverordnung mithilfe der 3D-Gebäudedaten errechnet.

Für die aggregierte, also verdichtete, Darstellung von Wärmebedarfen und Wärmebedarfsdichten wurden bebaute Flurstücke, die durch Straßen voneinander getrennt sind, zu Baublöcken zusammengefasst. Dadurch sind die entscheidenden Werte einfacher zu erkennen.

Zwischen den verschiedenen Objekten wurden räumliche Beziehungen hergestellt. Zum Beispiel: Ein Gebäude hat eine oder mehrere Hausadressen, grenzt an Gebäude „X“, liegt auf einem Flurstück „Y“, gehört zu einem Stadtteil oder Baublock „Z“ und besitzt einen Gasanschluss. Die Datenaggregation erleichtert eine Bewertung von Maßnahmen wie etwa einer möglichen Wärmenetzversorgung.

Nach der Datenverschneidung und Charakterisierung der Gebäude wurde eine umfangreiche Plausibilitätskontrolle durchgeführt, um die Qualität des Wärmeatlas zu erhöhen. Dabei wurde unter anderem überprüft, ob alle Verbrauchsdaten den Gebäuden zugeordnet werden konnten. Fehler resultieren oft aus unkorrekten Adressangaben in den Datensätzen. Diese wurden manuell behoben.

Darüber hinaus wurden die flächenspezifischen Energieverbräuche aller Gebäude überprüft und angepasst. Der Fokus lag dabei auf den auffällig niedrigen Werten, wie zum Beispiel weniger als 20 kWh/(m^2·a) und auf sehr hohen Werten, wie mehr als 300 kWh/(m^2·a). Häufig handelt es sich bei den niedrigen Verbräuchen um einen Gasverbrauch ausschließlich für

Kochzwecke (also nicht für Heizung). Hohe spezifische Verbräuche lassen sich oft auf Gebäudenetze für größere Gebäudeeinheiten zurückführen. In solchen Fällen wird der gesamte Gas- oder Wärmeverbrauch über eine einzelne Verbrauchsadresse erfasst, obwohl weitere Gebäude mit abweichender Adresse mitversorgt werden. Beispiele hierfür sind Reihenhausblöcke mit fünf Wohneinheiten und einem Gasanschluss sowie mehrere Verwaltungsgebäude auf einem oder mehreren Flurstücken, die durch einen zentralen Wärmeerzeuger versorgt werden. Mithilfe verschiedener mathematischer Algorithmen wurden solche Situationen automatisiert erkannt und mehrere Gebäude zu Versorgungsverbünden zusammengefasst. Somit mussten für die mitversorgten Gebäude keine getrennten Wärmebedarfsabschätzungen gemacht werden.

Im nächsten Schritt wurde der Wärmebedarf für jene Gebäude ohne bekannte Verbrauchsdaten abgeschätzt. Dazu wurden vorliegende Zählerdaten benachbarter Gebäude herangezogen, um den flächenspezifischen Wärmebedarf des betreffenden Gebäudes zu ermitteln. Dabei wurde angenommen, dass der energetische Sanierungsstand und die Gebäudenutzung, weitestgehend mit den umliegenden Gebäuden übereinstimmt. Direkt angrenzende, ähnlich große Gebäude wurden dabei stärker gewichtet. In Einzelfällen, in denen keine solchen Vergleichsdaten vorlagen, wurden die Gebäude bzw. deren Wärmebedarf nicht in den Wärmeatlas aufgenommen.

Zur weiteren Prüfung und Auslegung von Wärmeversorgungssystemen sollten die fehlenden Daten spätestens im Rahmen einer Machbarkeitsstudie beschafft und im Wärmeatlas nachgetragen werden. Das könnte über eine Datenabfrage bei den Gebäudeigentümern geschehen.

Gebäudeblöcke mit drei oder weniger Gebäuden werden aus Gründen des Datenschutzes nicht angezeigt. Die Wärmebedarfe der Gebäude wurden jedoch in alle Kalkulationen dieses Berichts miteinbezogen.

Im Ergebnis liegt ein gebäudescharfer Wärmeatlas vor, der Informationen zu den Gebäuden (Gebäudetyp, Nutzungsart, Größe, beheizte Fläche etc.) und den eingesetzten Energieträgern sowie zum Wärmebedarf mit Hochrechnung auf die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 enthällt.

Der Wärmeatlas visualisiert die Daten kartografisch auf Ebene der Gebäude und der Quartiere (auch Baublöcke genannt). In diesem Bericht werden aus Gründen des Datenschutzes gebäudebezogene Daten nicht dargestellt.

Aus den vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten des erstellten digitalen Wärmeatlas, werden im Folgenden die gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 1 und 2 vorgegebenen Karten dargestellt:

Aktuelle Wärmedichte (Basisjahr 2024)

Die Wärmedichte beschreibt den jährlichen Wärmebedarf bezogen auf eine definierte Fläche. Sie stellt eine wichtige Indikation für die potenzielle Eignung eines Gebiets zur Versorgung über ein Wärmenetz dar. Der Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung enthält dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 8: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019)

Wärmedichte in MWh/(ha·a)	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–70	Kein technisches Potenzial
70–175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175–415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415–1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

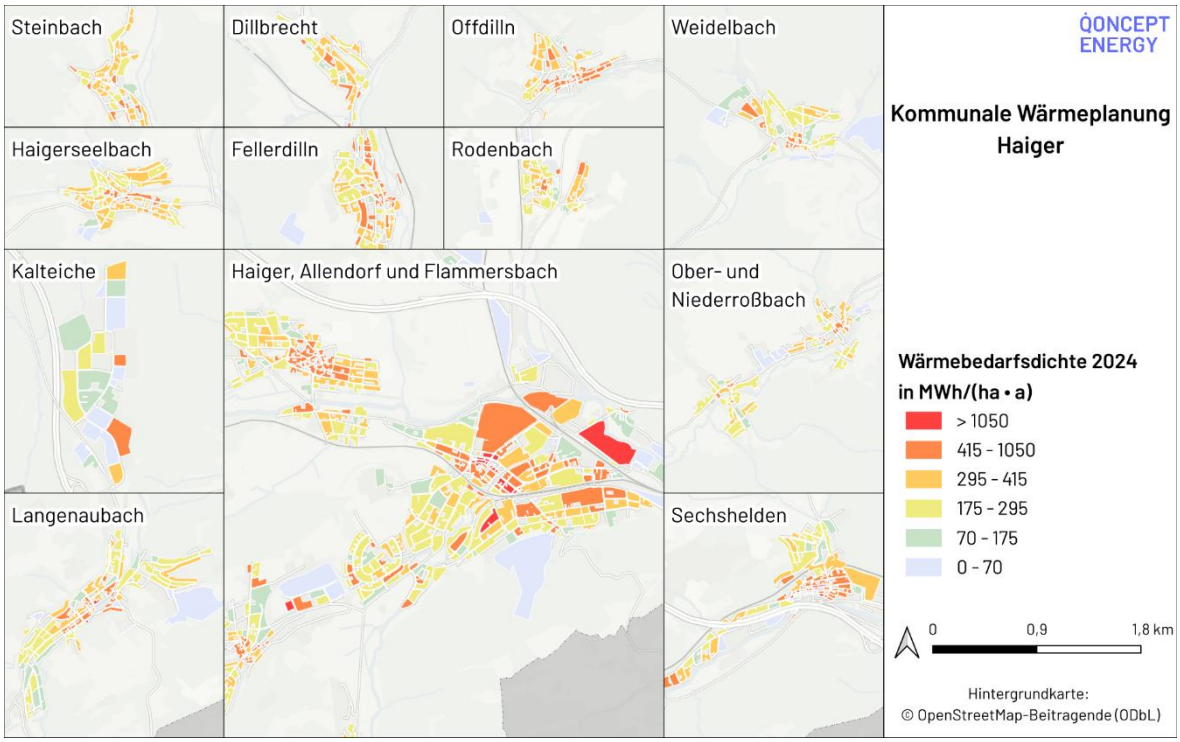


Abbildung 22: Baublockbezogene Darstellung der Wärmebedarfsdichten in MWh/(ha·a)

Die Auswertung zeigt, dass gerade die Zentren der Stadtteile mittlere bis hohe Wärmedichten aufweisen.

Aktuelle Wärmeliniendichte (Basisjahr 2024)

Die Wärmeliniendichte beschreibt die jährlich über ein Wärmenetz transportierte Wärmemenge bezogen auf die jeweilige Trassenlänge. Sie liefert einen Hinweis auf die potenzielle Wärmenetzeignung von Straßenabschnitten. Der Leitfaden zum WPG verwendet dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 9: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).

Wärmeliniendichte in MWh/(m·a)	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

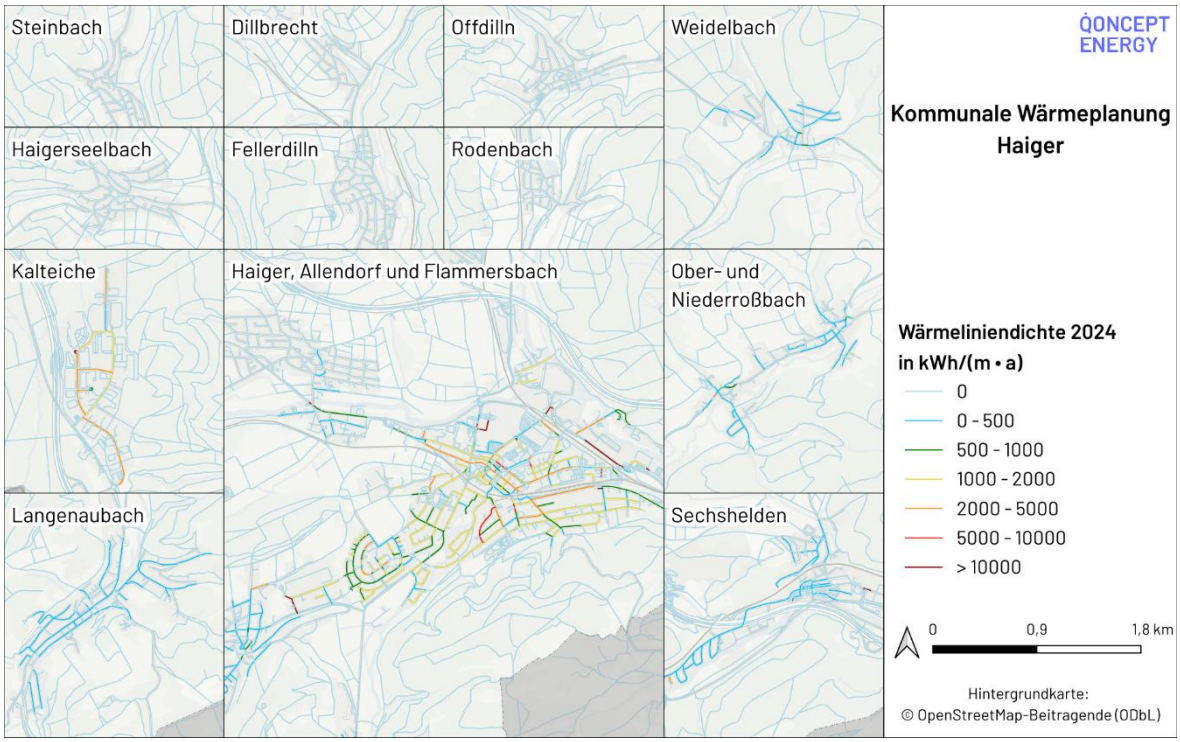


Abbildung 23: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniendichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr

Die Auswertung zeigt, dass im Orskern der Kernstadt Haiger sowie im Gewerbegebiet Kalteiche Straßenzüge mit höheren Wärmeliniendichten vorliegen. In den meisten Stadtteilen liegen vergleichsweise geringe Wärmeliniendichten vor.

4 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse gemäß § 16 Abs. 2 WPG wurden die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung untersucht. Alle bekannten räumlichen, technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen wurden berücksichtigt.

Zudem erfolgte eine Berechnung der Wärmebedarfsentwicklung bis zum Zieljahr, um die klimaneutrale Versorgung am zukünftigen Bedarf ausrichten zu können. Dazu wurden die

Energieeinsparpotenziale abgeschätzt, die sich durch eine Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden sowie in industriellen oder gewerblichen Prozessen erreichen lassen. Zusätzlich wurden die Effekte des Klimawandels und der dadurch steigenden Temperaturen berücksichtigt.

Die Darstellung der Potenziale erneuerbarer Energien im Wärmeplan gibt den Wärmeversorgern und -verbrauchern konkrete Anhaltspunkte, welche Wärmequellen sie für die weiteren Planungen vertiefend untersuchen sollten.

Die ermittelten Potenziale wurden sowohl quantitativ als auch nach Energieträgern und räumlich differenziert in kartografischer Form bzw. in Tabellen ausgewiesen. Ausschlussgebiete wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete sind darin ebenso verzeichnet.

4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion

Die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs ist von vielen Faktoren abhängig. Als Beispiel werden in der folgenden Abbildung Treibermodelle für Wohngebäude und Gebäude aus dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) schematisch dargestellt.

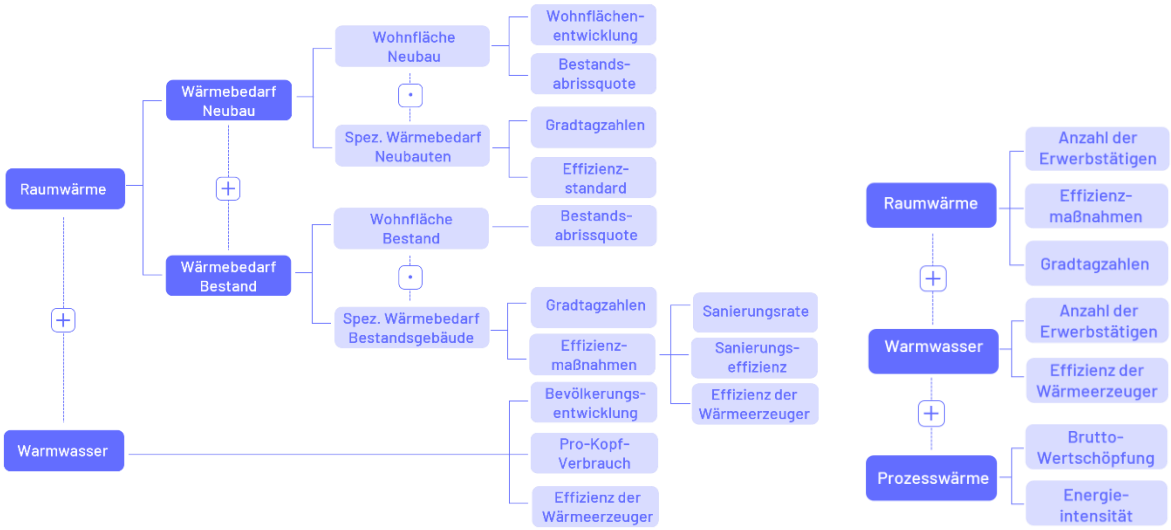


Abbildung 24: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe – Handel – Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts)

Zur Entwicklung der Szenarien für den zukünftigen Wärmebedarf in Haiger wurden die Annahmen verschiedener Studien herangezogen, die sich mit der Entwicklung des Wärmebedarfs in Deutschland befassen ((BdI e. V., 2021), (Ariadne, 2021), (dena, 2021)). Wesentliche Einflussgrößen sind dabei die Entwicklung der energetischen Sanierungsrate sowie die Annahmen zur Sanierungseffizienz. Die folgende Tabelle zeigt, welches Szenario der jeweiligen Studie für die Entwicklung der Sanierungsraten in den einzelnen Sektoren zugrunde gelegt wurde.

Tabelle 10: Grundlagen für Wärmebedarfsentwicklung bezüglich der Sanierungsrate

Sektor	Studie	Szenario für Wärmebedarfsentwicklung
Haushalte	(Bdl e. V., 2021)	Spar-Wohngebäude
Öffentliche Gebäude	(Bdl e. V., 2021)	Spar-Nicht-Wohngebäude
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	(Bdl e. V., 2021)	Spar-Nicht-Wohngebäude

Für die Sanierungseffizienz wurde konstant ein Wert von 50 % angenommen. Das bedeutet, dass sich der Raumwärmebedarf eines Gebäudes durch eine energetische Sanierung durchschnittlich um 50 % reduziert.

Da die Temperaturen aufgrund des Klimawandels steigen, ist langfristig eine Wärmebedarfsreduktion zu erwarten. Für das Szenario wurde angenommen, dass der jährliche Raumwärmebedarf dadurch um 0,2 % sinkt.

Für Wohngebäude, die vor 1919 oder nach 2001 errichtet wurden, gelten abweichende Annahmen. Die Baualtersklassen aus den Zensusdaten (vgl. Kapitel 3.6.2) wurden im 100 × 100 m-Raster auf die einzelnen Gebäude übertragen. Für Gebäude mit Baujahr vor 1919 wurden, aufgrund des hohen Anteils von Fachwerkhäusern geringere Sanierungsraten und -effizienzen angesetzt. Für Gebäude, die nach 2001 errichtet wurden, wird hingegen von einem hohen Energieeffizienzstandard ausgegangen, so dass bis zum Jahr 2045 keine umfassende energetische Sanierung zu erwarten ist. Daher wird für diese Gebäude lediglich die klimawandelbedingte Wärmebedarfsreduktion angesetzt.

Für den Sektor Industrie wurde ein insgesamt konstanter Wärmebedarf angenommen. Zwar können Effizienzmaßnahmen auch in diesem Sektor zu einer Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs beitragen, jedoch wirken sich andere Einflussfaktoren, wie zum Beispiel die Produktionskapazitäten, stärker aus.

Im entwickelten Szenario ergibt sich durchschnittlich eine Wärmebedarfsreduktionen von ca. 0,9 % pro Jahr. Daraus ergibt sich für die Stadt Haiger, dass der Wärmebedarf von 196 GWh/a im Jahr 2024 bis 2030 auf 185 GWh/a und bis 2045 auf 163 GWh/a reduziert wird. Die folgende Tabelle sowie die Abbildung zeigen die Wärmebedarfsentwicklung für die Bezugsjahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045.

Tabelle 11: Wärmebedarfsreduktion bis zu den Betrachtungszeitpunkten nach Sektoren in Prozent

Sektoren Angaben in %	Reduktion bis 2030	Reduktion bis 2035	Reduktion bis 2040	Reduktion bis 2045
Haushalte	6,0	10,8	15,5	20,1
Öffentliche Gebäude	6,4	11,6	16,7	21,6
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	6,4	11,6	16,7	21,6
Industrie	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	**5,7**	**9,0**	**13,0**	**16,9**

Die daraus resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs ist in folgender Abbildung 25 dargestellt.

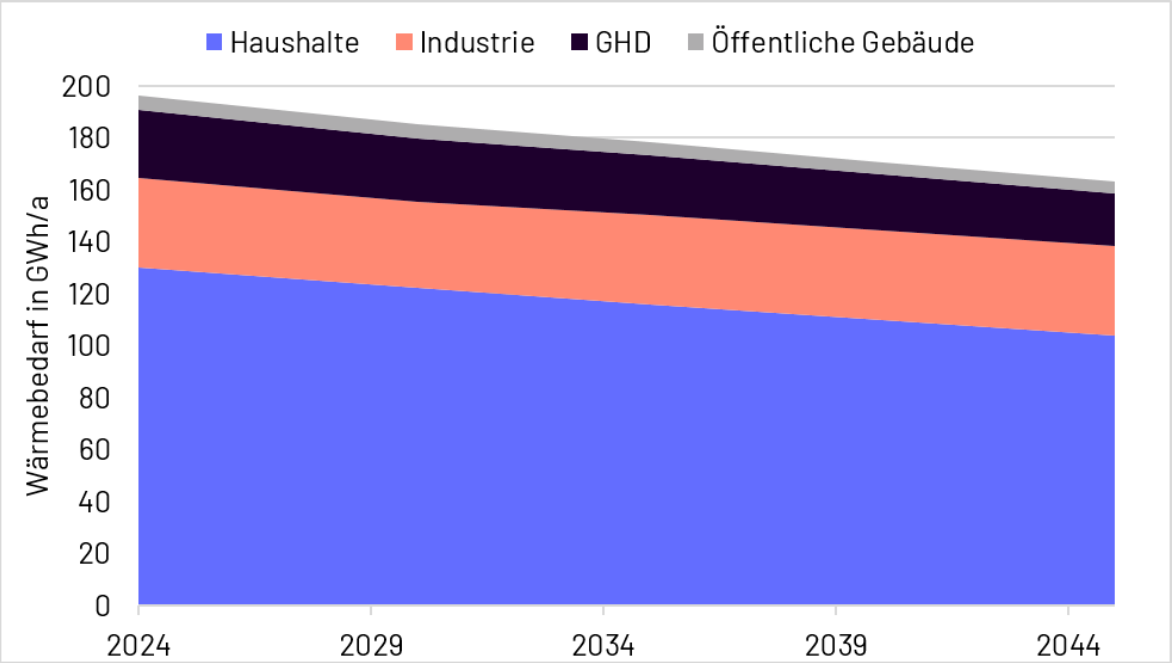


Abbildung 25: Wärmebedarfsreduktion von 2024 bis 2045 differenziert nach Sektoren

4.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe von bis zu 400 m mithilfe von Erdwärmesonden. Die Wärmeeinspeisung kann sowohl über ein Wärmenetz erfolgen als auch durch dezentrale Wärmepumpen an Gebäuden.

Neben den hydrogeologischen Voraussetzungen kommt es bei der Eignungsbewertung maßgeblich auf die potenzielle Wärmeentzugsleistung des Bodens und die Flächenverfügbarkeit an. Oberflächennahe Geothermie darf nicht in Gebieten genutzt werden, die als „wasserwirtschaftlich unzulässig" klassifiziert sind. Dagegen ist die Einstufung als „wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch ungünstiges Gebiet" kein direktes Ausschlusskriterium. Dort bedarf es einer Einzelfallprüfung durch die zuständige Behörde. Mögliche Auflagen in diesen Bereichen betreffen die Bohrtiefe oder die bohrtechnischen Verfahren.

Auf dieser Grundlage wurde mithilfe des digitalen „Geothermie-Viewers“ (HLNUG, 2025) des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) nach geeigneten Flächen gesucht und das Potenzial für die Stadt Haiger berechnet.

Dort können Daten, die für eine geothermische Nutzung relevant sind, gebietsbezogen in einer Karte dargestellt werden. Neue Erkenntnisse oder aktualisierte Einstufungen werden in den Geothermie-Viewer fortlaufend eingepflegt.

Aus dem linken Kartenausschnitt des „Geothermie-Viewers“ in der Abbildung 26 geht hervor, dass der größte Teil des Stadtgebiet Haigers als hydrogeologisch günstig eingestuft wird. In den Gebieten besteht hinsichtlich der hydrogeologischen Bedingungen grundsätzlich keine Einschränkung für die Nutzung oberflächennaher Geothermie. Vor einer konkreten Nutzung sind jedoch weitere Voraussetzungen und Einschränkungen zu prüfen. Ein kleiner Bereich im Süden des Stadtgebiets wird hingegen ungünstig eingestuft. Dementsprechend wären dort vertiefende Einzelfallprüfungen notwendig.

Einzelne Teile des Stadtgebiet Haigers werden als „wasserwirtschaftlich unzulässig“ (Abbildung 26 rechts) kategorisiert. In diesen Bereichen sind Erdwärmesondenanlagen nicht erlaubt. Zwei kleinere Gebiete im Osten des Stadtgebiets gelten hingegen nur als „wasserwirtschaftlich ungünstig“ und unterliegen einer Einzelfallprüfung. Größtenteils gibt es im Gesamtgebiet jedoch keine entsprechenden Einschränkungen.

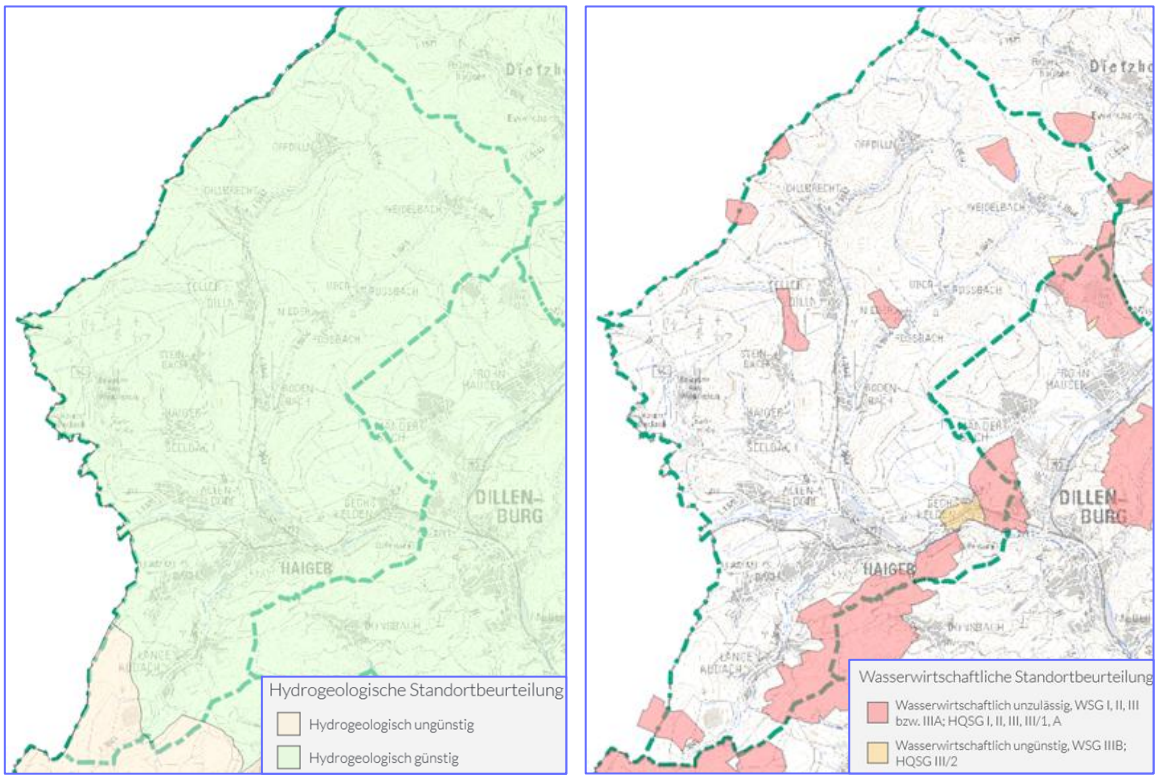


Abbildung 26: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das beplante Gebiet (HLNUG, 2025)

Um potenziell geeignete Flächen zur Errichtung von Erdwärmesondenfeldern für Wärmenetze zu identifizieren, wurden die verfügbaren Geodaten systematisch ausgewertet.

Im Ergebnis steht nun eine Auswahl von Flächenkategorien fest, bei denen eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder grundsätzlich infrage kommt. Die Flächen stehen nach der Errichtung des Sondenfelds in der Regel wieder für die ursprüngliche Nutzung zur Verfügung. Einschränkungen gelten für den Ackerbau, da die oberflächennahen Einbauten der Geo-thermie keine uneingeschränkte landwirtschaftliche Flächennutzung ermöglichen. Landwirtschaftliche Ackerflächen wurden in der Positivauswahl berücksichtigt, wenn ihre Ackerzahl unter 55 lag.

In die Kategorie „Eignung mit Einschränkung" wurden Flächentypen aufgenommen, bei denen die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen zwar grundsätzlich möglich erscheint, aber aufgrund von Nutzungskonflikten eingeschränkt sein könnte. Darüber hinaus wurden Ausschlussgebiete definiert, deren Flächenkategorien eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. Die folgende Tabelle zeigt die Zuordnung der untersuchten Flächenkategorien zu den Eignungsklassen.

Tabelle 12: Zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien

Positivauswahl	Eignung mit Einschränkung	Ausschlussgebiete
Unland: vegetationslose Fläche und naturnahe Fläche[1]	Biosphärenreservate Entwicklungszone[2]	Wald, Gehölz, Baumbestand[1]
Grünland[1]	Naturparke[2]	Oberflächengewässer[1], Gewässerbegleitflächen[1]
Spielfeld[1]	Landschaftsschutzgebiete[3]	Friedhöfe[1], Kleingartenanlagen[1]
Grünanlage[1]	Nationale Naturmonumente[2]	Freiflächenanlagen[1]
Parkplatz[1]	Vogelschutzgebiete[2]	Siedlungsgebiete, Straßen, Wege
Festplatz[1]	Trinkwasserschutzgebiete Zone III[4]	GHD & IND Flächen[1]
Freizeitanlage[1]	Heilquellenschutzgebiete Zone III[4]	Sumpf, Moore[1]
Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl < 55[5]	Bedeutsame Landschaften[2]	Überschwemmungsgebiet[4]
	UNESCO Weltkulturerbe Pufferzone[6]	Naturschutzgebiete[2], Nationalparke[2]
	Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl > 55[5]	FFH Gebiete[2]

[1] (HVBG, 2025)

[2] (BfN (2), 2025)

[3] (BfN (1), 2025)

[4] (BfG, 2025)

[5] (HLNUG, 2025)

[6] (UNESCO, 2025)

	Biosphärenreservate Kern- & Pflegezone[2]
	Trinkwasserschutzgebiete Zone I, II, III &IIIA[4]
	Heilquellenschutzgebiete Zone I, II, III, III/1 & A[4]
	UNESCO Weltkulturerbe Kernzone[6]
	Flächen gemischter Nutzung und Flächen besonderer funktionaler Prägung[1]

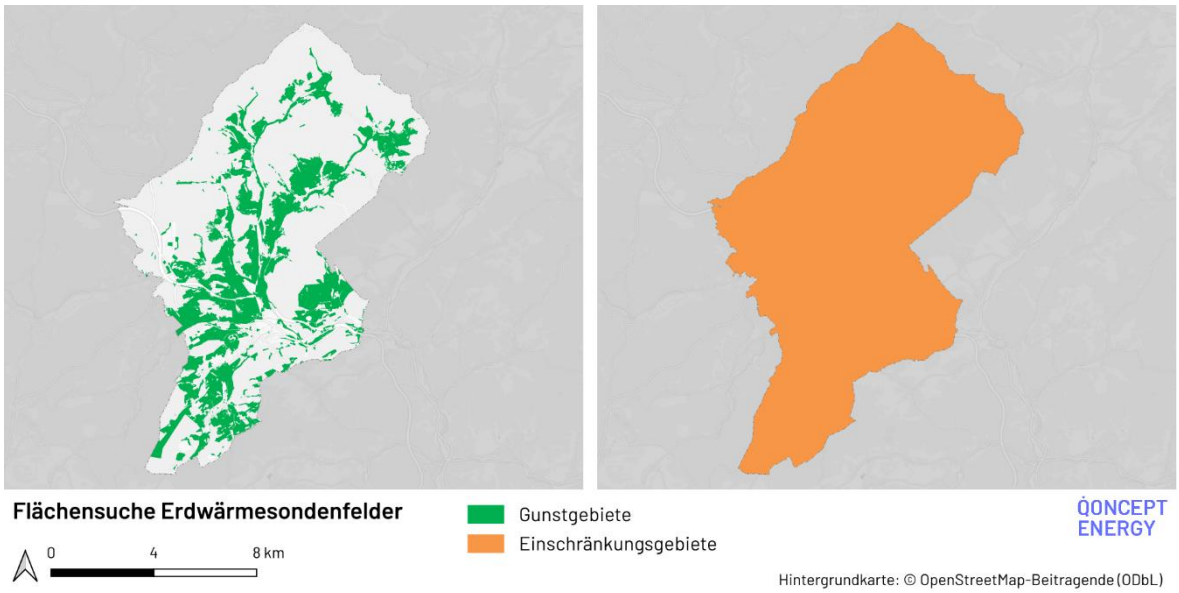


Abbildung 27: Positivauswahl (links) und Ausschlussgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Haiger

Aus der Zuordnung der Flächenkategorien ergeben sich die in Abbildung 27 und in Abbildung 28 links dargestellten Gebiete.

Anschließend wurden die Ausschlussgebiete von den Flächen der Positivauswahl (Gunstgebiete) abgezogen. Die verbleibenden Flächen wurden mit den als eingeschränkt geeignet eingestuften Gebieten überlagert. Das Ergebnis dieser Flächenverschneidung ist in Abbildung 28 rechts dargestellt. Es wurde ein Puffer von fünf Metern zum Rand zusammenhängender Flächen abgezogen, um die Platzierung von Sonden direkt auf dem Grundstücksrand auszuschließen und sehr schmale Flächenfragmente nach der Verschneidung zu entfernen. Außerdem wurden zusammenhängende Flächen unter 1 000 m^2 aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

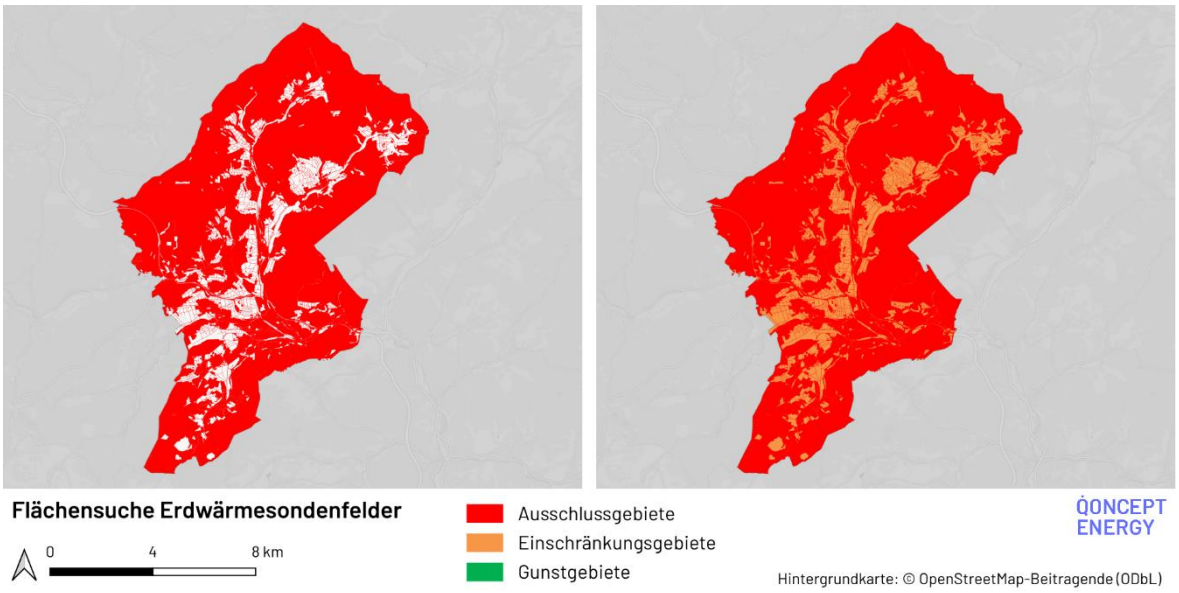


Abbildung 28: Links: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten. Rechts: Flächen für Sondenfelder nach Verschneidung

Abbildung 29 zeigt die aus der Flächenverschneidung resultierenden Potenzialflächen, differenziert nach ihrer Eignung. Insgesamt wurden 1 571 ha als Gunstgebiete mit Einschränkung identifiziert. Gunstgebiete ohne Einschränkung verbleiben nach der Verschneidung nicht. Die ermittelten Potenzialflächen werden in Abbildung 30 und in Abbildung 31 weiter nach Flächennutzungsarten differenziert. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen wurde dabei nicht berücksichtigt.

Die identifizierten Potenzialflächen dienen als erste Orientierung für die Planung neuer Nahwärmenetze. Vor einer konkreten Nutzung müssen im Einzelfall weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse, Fehlerfassungen oder baulich-technische Hindernisse auf den Flächen überprüft werden.

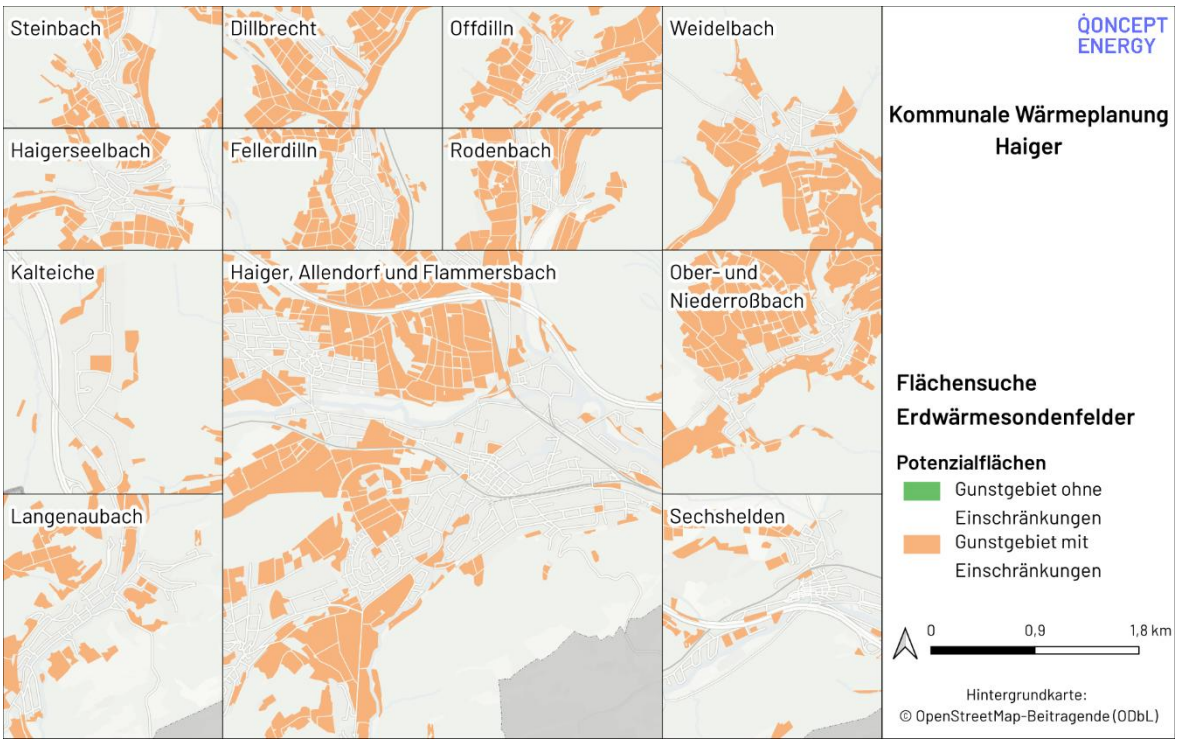


Abbildung 29: Potenzialflächen für Sondenfelder nach Verschneidung.

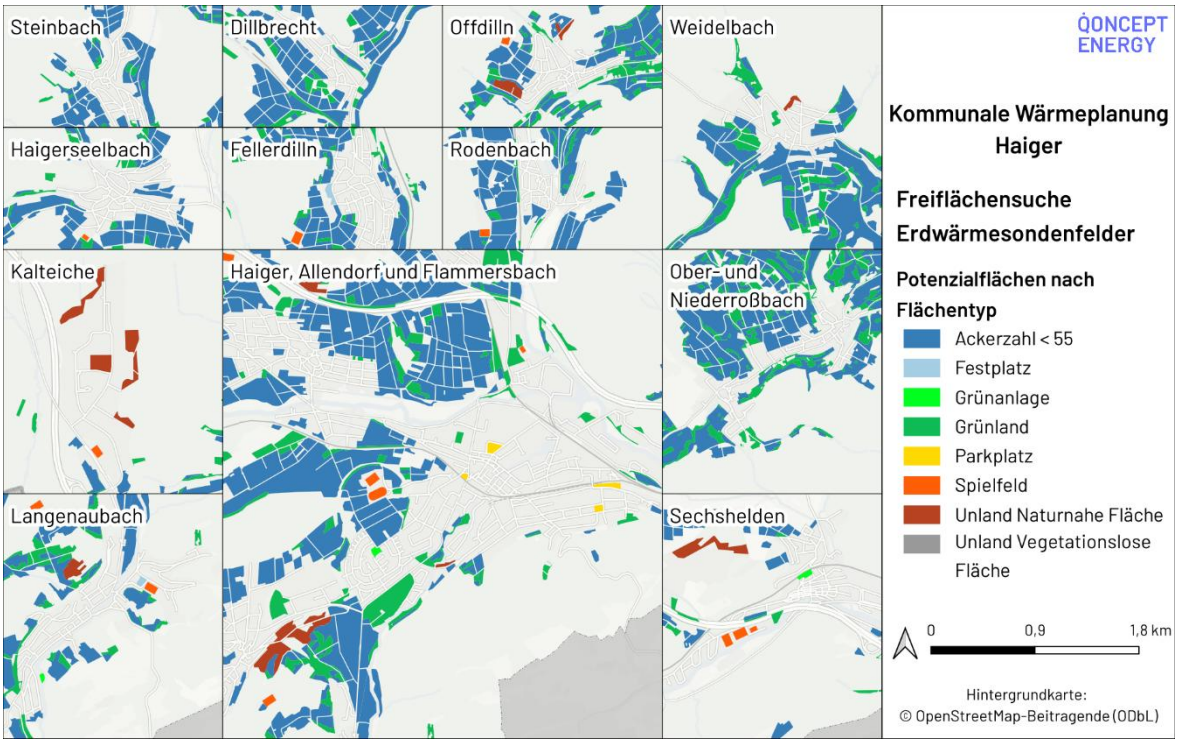


Abbildung 30: Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Haiger nach Art der Fläche

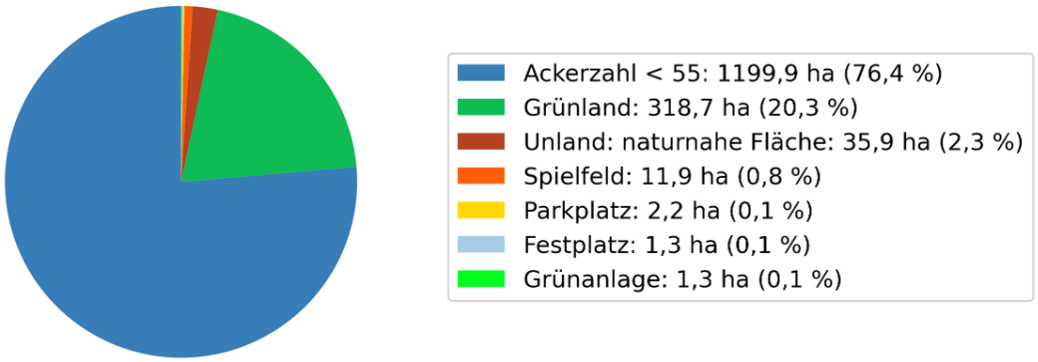


Abbildung 31: Gesamtgröße der Flächen nach Art in Hektar

Auf den Flächen wurden mithilfe eines Algorithmus möglichst viele Sonden mit einem Abstand von 8 m zueinander platziert. Um mögliche Einschränkungen auf den Flächen zu berücksichtigen, wurden 50 % der Sonden zufällig entfernt.

Durch thermische Regeneration des Untergrunds kann die bereitstellbare Wärmemenge in den Wintermonaten deutlich erhöht werden. Dazu wird in den Sommermonaten Wärme über die Sonden in den Untergrund eingeleitet. Potenzielle Quellen dazu sind zum Beispiel unabgedeckte Solarthermie-Kollektoren, Abwärme, Raumwärme oder Luftwärmetauscher. Bei ausgeglichener Wärmebilanz (Einspeisung = Entnahme) über das Jahr kann jede Sonde wie eine Einzelsonde belastet werden. Die gegenseitige thermische Beeinflussung der Sonden wird dann aufgehoben.

4.3 Tiefe Geothermie

Von tiefer Geothermie spricht man ab einer Bohrtiefe von mehr als 400 m und Temperaturen von über 20 °C. Üblicherweise sind jedoch Tiefen von über 1 000 m mit Temperaturen von über 60 °C gemeint. Auch das Bergbaurecht definiert Tiefenbohrungen als Tiefen ab 1 000 m (UVP-V Bergbau).

Nutzungssysteme der tiefen Geothermie sind hydrothermale Systeme, bei denen warmes und heißes Wasser im Untergrund für die Wärmeerzeugung genutzt wird. Dies erfolgt meistens über zwei Bohrungen (Förder- und Injektionsbohrung), um eine nachhaltige Nutzung des Thermalwassers zu gewährleisten. Die Bohrungen sind entweder Vertikalbohrungen an zwei unterschiedlichen Standorten oder zwei Schrägbohrungen mit einem Abstand innerhalb des Reservoirs von 1 bis 3 km. Neben den hydrothermalen Systemen gibt es petrothermale Systeme und tiefe Erdwärmesonden. Letztere ähneln der oberflächennahen Geothermie. Aufgrund ihrer schwierigen wirtschaftlichen Nutzung werden sie hier nicht weiter beschrieben. Petrothermale Systeme nutzen die gespeicherte Energie in weniger durchlässigen Gesteinsvorkommen. Überwiegend wird dieses Verfahren zur Stromerzeugung verwendet.

Das Vorgehen bei der Potenzialermittlung entspricht einer Voruntersuchung. Es wurde zunächst nur geprüft, ob eine geothermische Nutzung grundsätzlich möglich ist und ob diese in bestehende oder neue Wärmenetze eingebunden werden kann. Für vertiefende Erkenntnisse zur Geothermienutzung im Planungsgebiet sollte eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beruhen auf den frei verfügbaren Informationen des Geothermischen Informationssystems (GeotIS) (LIAG, 2026) und des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (HLNUG, 2010).

Die Stadt Haiger liegt in einem Bereich mit einem normalen geothermischen Gradienten. Die erwartbaren Temperaturen bei der Nutzung der Tiefengeothermie (Tiefe 1 bis 3 km) entsprechen einem normalen Temperaturgradienten von 3 °C Temperaturzunahme pro 100 m Tiefe (vgl. Abbildung 32). In einer Tiefe von 3 000 m sind dies etwa 90 bis 110 °C. Die Temperatur steigt mit der Tiefe und liegt bei 4 000 m in einem Bereich von 125 °C bis 145 °C und bei einer Tiefe von 5 000 m bei 150 °C bis 170 °C.

Abbildung 33 zeigt die untersuchungswürdigen Gebiete für Tiefengeothermie in Haiger. Es zeigt sich, dass kein Bereich von Haiger in einem untersuchungswürdigen Gebiet liegt. Darüber hinaus ist in Abbildung 34 zu sehen, dass kein bekanntes hydrothermales oder petrothermales Potenzial vorliegt.

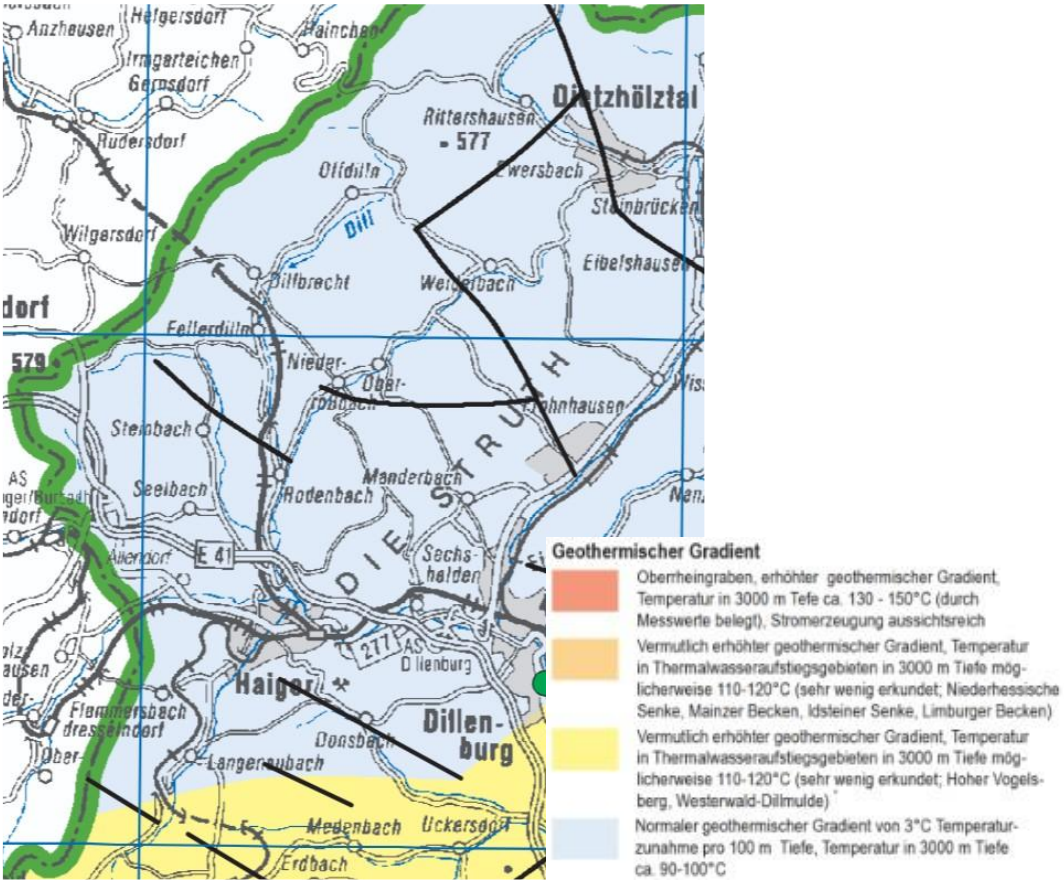


Abbildung 32: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken (HLNUG, 2010)

Das Potenzial zur Nutzung der Tiefengeothermie ist für das Stadtgebiet Haiger vorhanden. Dessen Erschließung wäre aber mit hohen und risikoreichen Investitionen verbunden. Im Vergleich zu geothermisch begünstigten Regionen Deutschlands wird das Potenzial in Haiger daher als geringer eingeschätzt.

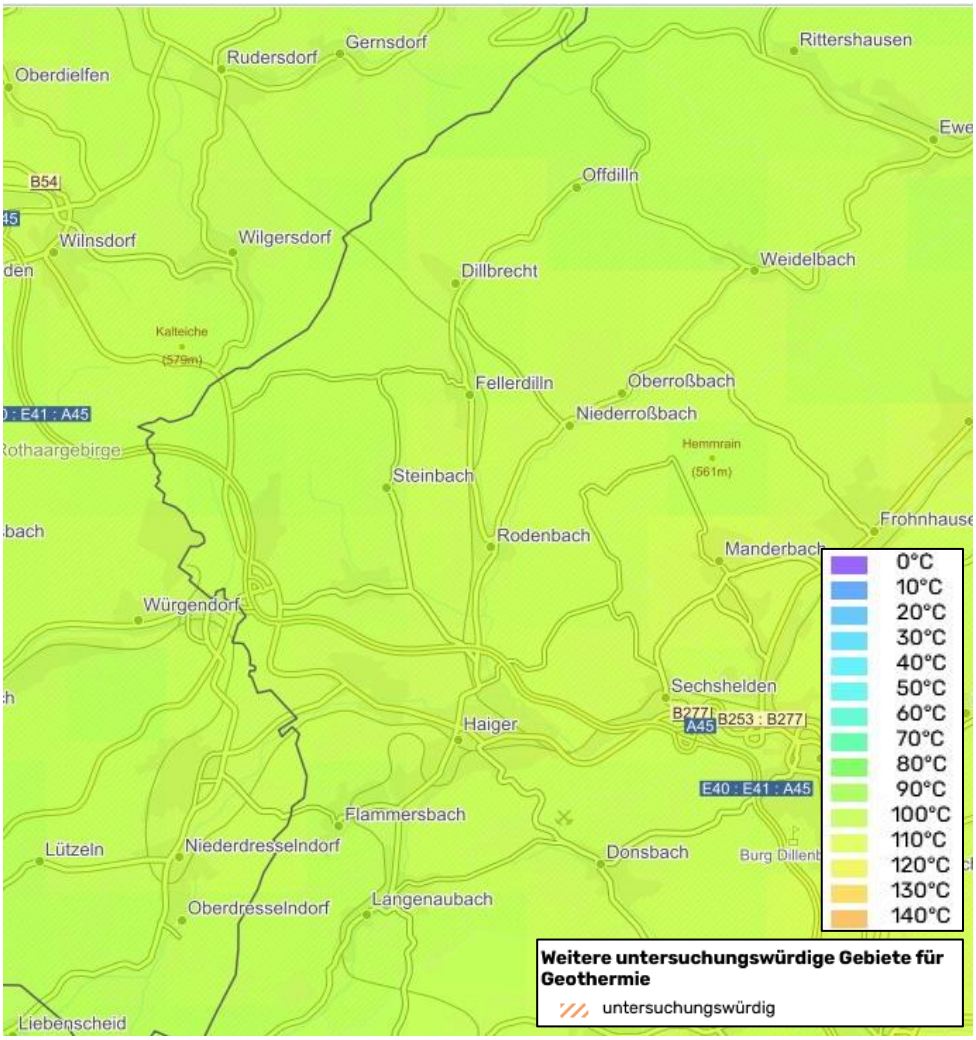


Abbildung 33: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie mit Temperaturen in einer Tiefe von 3 000 m (LIAG, 2026)

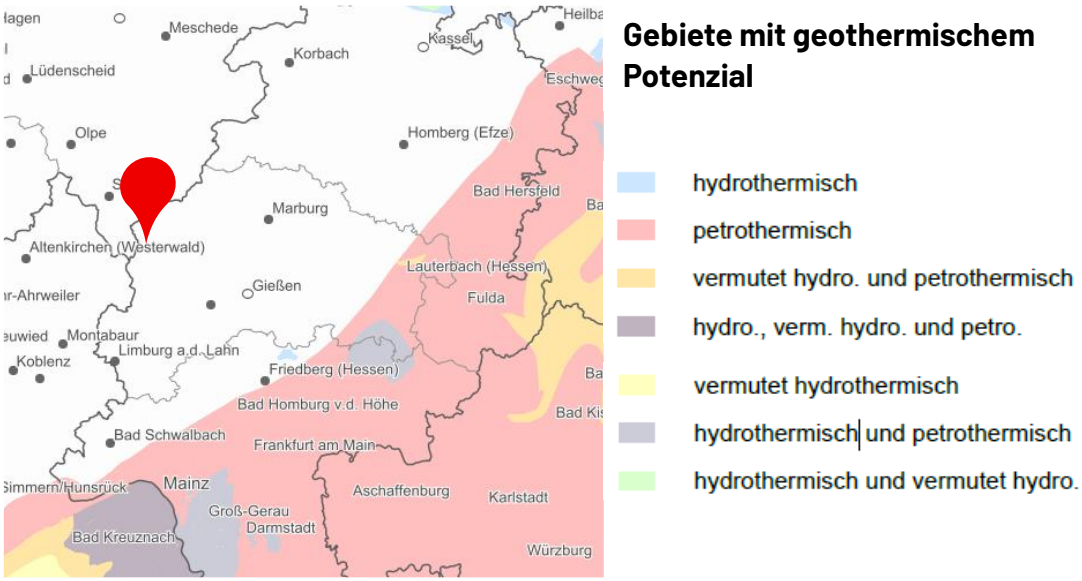


Abbildung 34: Hydrothermisches und petrothermisches Potenzial in Hessen (LIAG, 2026)

4.4 Grundwasser

Das Grundwasser ist als Wärmequelle aufgrund seiner überwiegend gleichen Temperatur im Jahresverlauf interessant. Durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe kann diese Temperatur auf ein nutzbares Niveau angehoben werden.

Zur Erschließung von oberflächennahen Grundwasserleitern für die Wärmeerzeugung werden mindestens zwei vertikale Brunnen benötigt. Der Förderbrunnen entnimmt das Grundwasser und führt es der Wärmepumpe zu, während der Schluckbrunnen das abgekühlte Wasser ins Erdreich zurückleitet. Statt eines Schluckbrunnens ist auch eine Versickerung möglich. Anders ist es bei Horizontalfilterbrunnen. Sie bestehen aus horizontal verlaufenden Filterrohren, über die das Grundwasser gefördert wird. Je nach Wärmebedarf werden entsprechend viele Brunnen angelegt. Hier muss ein Mindestabstand eingehalten werden, damit sich die Brunnen und andere Anlagen gegenseitig weder thermisch noch hydraulisch beeinflussen.

Die Voraussetzungen für die energetische Nutzung des Grundwassers sind ein geeignetes oberstes Grundwasserstockwerk und die richtige Beschaffenheit des Grundwassers. Besonders geeignet sind Porengrundwasserleiter (Sand, Kies) mit wenig Feinbestandteilen (Feinsand, Schluff, Ton) und einem geringen Grundwasserflurabstand bei einer großen Ergiebigkeit für Förderbrunnen. Die Qualität des Grundwassers sollte möglichst weich und sauerstoffreich sein.

Saisonale Schwankungen sollten beim Grundwasser möglichst gering ausfallen. Niedrige Temperaturen oder ein schwankender Wasserstand können den Betrieb erschweren oder unmöglich machen. Die Wärme des Grundwassers hängt vor allem von der Sonneneinstrahlung und dem versickernden Niederschlag ab. An der Oberfläche ist die saisonale Temperaturschwankung am größten und nimmt in der Tiefe ab. Ab 10 bis 15 m ist sie nicht mehr nachweisbar.

Bei der Standortsuche ist der wasserrechtliche Rahmen zu berücksichtigen und hier vor allem die landesrechtlichen Wasserhaushalts- und Wassergesetze. Sie stellen eine sichere Trinkwasserversorgung, die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen, die Förderung regenerativer Energien und die Vermeidung von thermischen Auswirkungen auf benachbarte Anlagen sicher.

Gemäß den Messdaten der lokalen Grundwassermessstelle ist in der Stadt Haiger Grundwasser im langjährigen Mittel ab einer Tiefe von 3 bis 4 m unter Geländeoberkante (GOK) vorzufinden. Weitere Grundwassermessstellen innerhalb des Stadtgebiets weisen vergleichbare Grundwasserstände von etwa 2 bis 4 m auf.

An mehreren Messstellen im Stadtgebiet wurden die Mangan- und Eisenkonzentrationen des Grundwassers hydrochemisch analysiert. Die ermittelten Konzentrationen beider Parameter unterschreiten an den überwiegenden Messstellen den jeweiligen Grenzwert von 1 mg/l.

Das Unterschreiten dieser Schwellenwerte ist insofern von Bedeutung, als erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen im Grundwasser zur Gefahr von Verschlackung an Brunnenfiltern führen können, was die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Brunnenanlagen erheblich beeinträchtigen würde.

Die Befunde deuten darauf hin, dass die Grundwasservorkommen im Untersuchungsgebiet grundsätzlich für den Betrieb einer Wärmepumpe mit Grundwasser als Wärmequelle geeignet sein können. Sie sprechen für ein nutzbares Grundwasserpotenzial. Für eine abschließende Beurteilung der technischen Realisierbarkeit und der hydrogeologischen Erschließungsbedingungen ist jedoch die Erstellung eines Fachgutachtens erforderlich.

4.4.1 Grubenwasser

Die Stadtwerke Haiger stellten Messdaten zum Grubenwasserüberlauf der Grube Hachelbach zur Verfügung. Dabei wurden der Durchfluss und die Temperatur des austretenden Grubenwassers wöchentlich als Momentanwerte erfasst und dokumentiert. Die Messdaten liegen über einen mehrjährigen Zeitraum vor. Die folgende Abbildung zeigt die erfassten Überlaufmengen für die Jahre 2020 bis 2025.

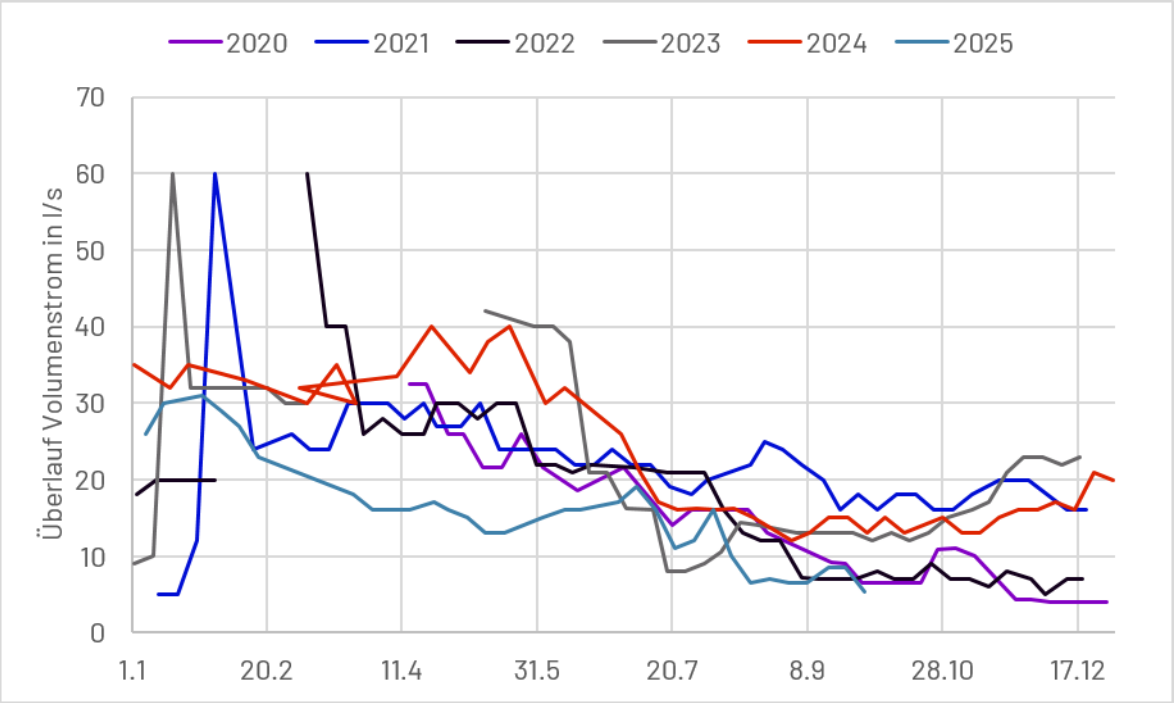


Abbildung 35: Überlaufvolumenstrom der Grube Hachelbach der Jahre 2020–2025 (wöchentlich erfasste Momentanwerte)

Die folgende Tabelle zeigt die überschlägige Abschätzung des thermischen Entzugspotenzials des Grubenwassers, angegeben als thermische Leistung in Kilowatt (kW). Durch Multiplikation mit unterschiedlichen angenommenen Vollbenutzungsstunden (VBS) werden daraus jährlich entziehbare Wärmemengen abgeleitet.

Bei einem maximal gemessenen Volumenstrom von 60 l/s ergibt sich eine theoretische Entzugsleistung von rund 1,3 MW. Dieser Wert wurde jedoch innerhalb des sechsjährigen Messzeittraums nur dreimal erreicht. Eine Auslegung auf den Median des gemessenen Volumenstroms von 18 l/s würde bedeuten, dass in 50 % der Zeit die Auslegungsleistung von 377 kW nicht erreicht werden könnte. Realistischer erscheint daher eine Auslegung auf das 80-%-Quantil (11,2 l/s) oder das Minimum (4 l/s) des gemessenen Abflusses, welches kontinuierlich verfügbar ist. Damit liegen die nutzbare Leistung (ca. 234 bzw. 84 kW) und die Wärmemenge (0,5–1,4 bzw. 0,2–0,5 GWh/a) jedoch deutlich niedriger.

Tabelle 13: Abschätzung des Wärmeentzugspotenzials aus dem Überlauf der Grube Hachelbach

	Minimum	80-%-Quantil	Median	20-%-Quantil	Maximum
Überlauf in l/s	4,0	11,2	18,0	28,0	60,0
Entzugsleistung in kW	84	234	377	586	1.256
Entzugspotenzial bei 2.300 VBS in GWh/a	0,2	0,5	0,9	1,3	
Entzugspotenzial bei 4.000 VBS in GWh/a	0,3	0,9	1,5	2,3	
Entzugspotenzial bei 6.000 VBS in GWh/a	0,5	1,4	2,3	3,5	

4.5 Oberflächengewässer

Im Planungsgebiet der Stadt Haiger stehen keine Oberflächengewässer (Flüsse, Seen, Meere) zur Verfügung, die als wirtschaftlich nutzbare Wärmequellen in Betracht kommen. Die Dill, die das Stadtgebiet von Haiger durchfließt, weist am Pegel Dillenburg 1, flussabwärts, am Ortseingang von Dillenburg, einen mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) von 0,37 m^3/s auf. Am Pegel Haiger (flussabwärts, am Ortseingang von Haiger) beträgt der mittlere Niedrigwasserabfluss lediglich 0,09 m^3/s. Für die Nutzung von Flusswasser als Quelle für Wärmepumpen ist dies zu gering. Hierfür wird ein MNQ von mindestens 0,5 m^3/s empfohlen, um eine verlässliche und ökologisch verträgliche Entzugsleistung zu gewährleisten (Leßmann & Riedmüller, 2025). Vor diesem Hintergrund wird die die Dill im Stadtgebiet von Haiger im Rahmen der Potenzialanalyse als nicht geeignete Wärmequelle eingeschätzt.

4.6 Umgebungsluft

Die Umgebungsluft kann in Kombination mit Wärmepumpen als Wärmequelle genutzt werden und steht nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Wichtigste Einschränkung bei Luftwärmepumpen sind die Lärmschutzverordnungen. Hier müssen die Schallschutzvorgaben und die verfügbaren technischen Lösungen genau geprüft werden. Generell kann festgehalten werden, dass Luft/Wasser-Wärmepumpen eine große Rolle bei der Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung spielen. Das Potenzial für die dezentrale Wärmeversorgung wird in Kapitel 6.1 dargestellt.

Für die Standortsuche wurden die aktuellen Vorgaben zur Schallimmission und zu Schutzflächen geprüft. Die folgende Tabelle enthält die berechneten Immissionsgrenzen nach (TA-Lärm, 31.03.2025) sowie die erforderlichen Abstände zu Schutzobjekten in Abhängigkeit von dem jeweiligen Schallleistungspegel (80, 85, 90 dB(A)) der Wärmepumpe nach Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), 2025).

Die angesetzten Schallleistungspegel entsprechen etwa den Angaben vieler Hersteller in den technischen Datenblättern. Mit entsprechenden Schallschutzmaßnahmen, beispielsweise der Flächenvergrößerung der Luftkollektoren und der daraus resultierenden Reduktion der Ventilatordrehzahl, können geringere Schallemissionen erreicht werden. Die Karte in

Abbildung 36 dient somit nur einer ersten Orientierung bei der Identifizierung potenziell geeigneter Flächen. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollte vertiefend untersucht werden, an welchen Standorten große Luftwärmepumpen technisch und ökonomisch sinnvoll errichtet werden können und welche Schallschutzmaßnahmen gegebenenfalls erforderlich sind.

Tabelle 14: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schallleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), 2025) sowie Immissionsgrenzen Nacht

Schutzobjekte	Immissionsgrenze Nacht (22-6 Uhr)	Mindestabstand in m bei Schallleistungspegel:		
	in dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)
Wohngebäude	35	141,3	251,2	446,7
GHD-Gebäude	45	44,7	79,4	141,3
Öffentliche Gebäude	35	141,3	251,2	446,7
Industriegebäude	70	2,5	4,5	7,9
Friedhof	55	14,1	25,1	44,7
Kleingartenverein	60	7,9	14,1	25,1
Wochenendhäuser	40	79,4	141,3	251,2
Campingplätze	40	79,4	141,3	251,2

[1] Mit den Annahmen: Richtwirkungsmaß D_I = 0 dB(A), Zuschlag Ton- & Informationsgehalt: K_T = 0 dB(A), Raumwinkelmaß Aufstellung: K_0 = 3 dB(A), Zuschlag für empf. Zeiten K_R = 0 dB(A), Nachtreduzierung: K_N = 0 dB(A), Irrelevanz-Zuschlag: K_{irr} = 6 dB(A)
[1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm

Als Aufstellgebiete für Luft-Großwärmepumpen sind außerdem folgende Flächen ausgeschlossen: Gehölz, Sumpf, Moor, Stadien, Spielfelder, Gewässer, Wald und Naturschutzgebiete.

Welche Aufstellgebiete im Planungsgebiet geeignet sind, macht die folgende Abbildung deutlich. Dabei wurden sowohl die vorgeschriebenen Mindestabstände des Schalschutzes als auch ein Maximalabstand von 500 m zur Bebauung berücksichtigt. Grundsätzlich sind in Haiger geeignete Standorte für Luft-Großwärmepumpen in der Nähe zu potenziellen Wärmenetzgebieten vorhanden. Die tatsächliche Verfügbarkeit der Flächen muss später gesondert ermittelt werden.

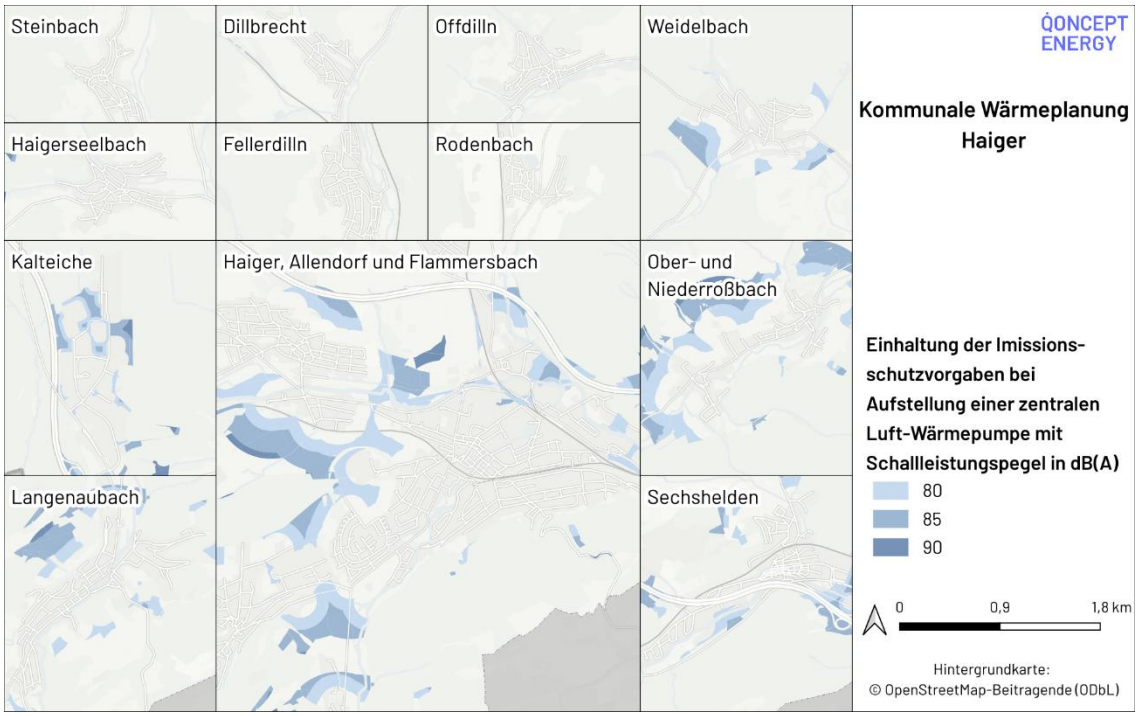


Abbildung 36: Mögliche Aufstellgebiete in Haiger für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel.

4.7 Abwasser

Für die Potenzialanalyse wurden die kommunalen Abwässer auf ihre energetische Nutzbarkeit hin untersucht. Kläranlagen weisen in der Regel ein großes Potenzial als Wärmequelle für Großwärmepumpen auf. In Haiger wird eine Kläranlage von der Stadt betrieben. Diese befindet sich im Osten der Kernstadt in der Hüttenstraße (vgl. Kapitel 3.6.6). Sie ist auf 34 000 Einwohnerwerte (EW) ausgelegt. Durch die Stadtverwaltung wurden Messdaten der Abwassertemperatur und des Abflusses als Tageswerte bereitgestellt (Abbildung 37).

Die Kläranlagen benötigen für die Reinigungsprozesse eine Mindesttemperatur. Deshalb darf das ungereinigte Abwasser vor der Kläranlage maximal auf 12 °C abgekühlt werden. Im Winter liegt die Abwassertemperatur im Kanalnetz häufig darunter. Aufgrund dieser Parameter kann dort eine Wärmepumpenanlage nicht ganzjährig wirtschaftlich betrieben werden. Der Fokus liegt deshalb auf der Nutzung des gereinigten Abwassers am Auslauf der Kläranlage.

Das Potenzial ergibt sich aus dem verfügbaren Volumenstrom am Auslauf und der Temperatur (im Jahresverlauf) sowie den möglichen Temperaturabsenkungen. Im Temperaturprofil des gereinigten Abwassers gibt es zwar hohe saisonale Schwankungen, aber auch in den Wintermonaten werden bis auf wenige Tage immer über 8 °C erreicht. Das ermöglicht einen kontinuierlichen Betrieb einer Wärmepumpe. Zur Ermittlung des Potenzials wurden die Daten der Kläranlage in Haiger analysiert.

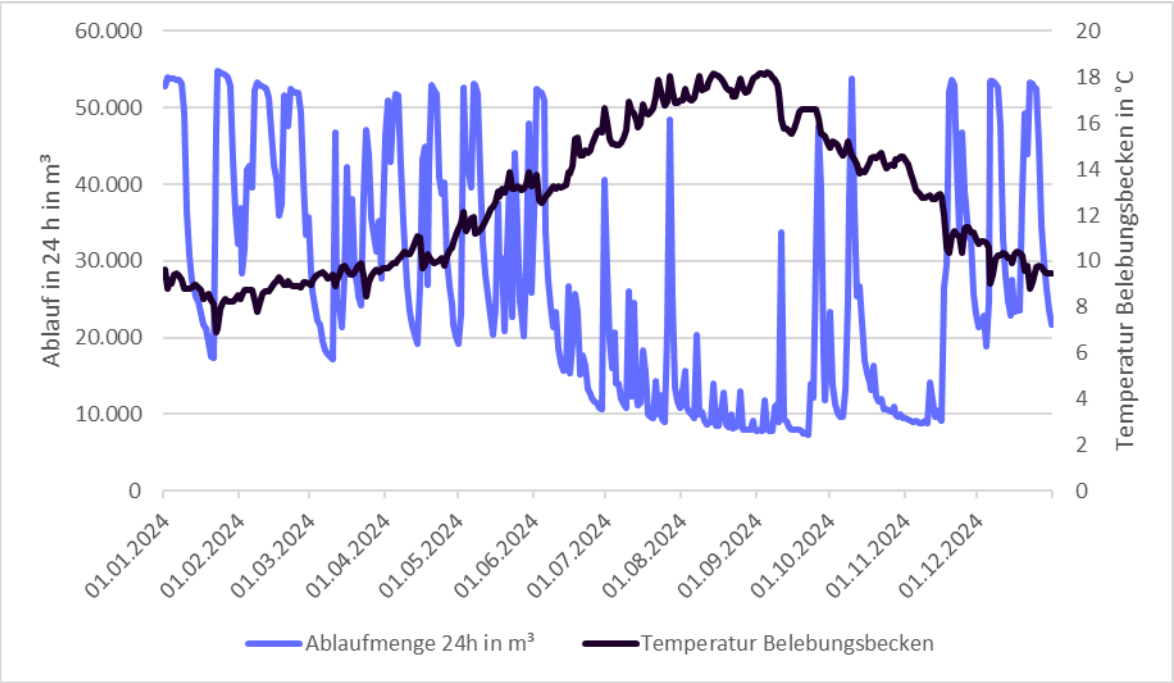


Abbildung 37: Temperaturen des Abwassers (im Belebungsbecken) und Abflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2024 der Kläranlage

Die Temperaturen auf der Abnahmeseite der Wärmepumpe spielen eine wichtige Rolle für die Auslegung und die Erzeugungskosten der Wärmepumpe. Je größer die Temperaturspreizung zwischen Wärmequelle und Wärmenetz ist, umso höher sind der Strombedarf und die Wärmegestehungskosten. In folgender Abbildung ist darum die angenommene Fahrweise eines potenziellen Wärmenetzes in Haiger veranschaulicht:

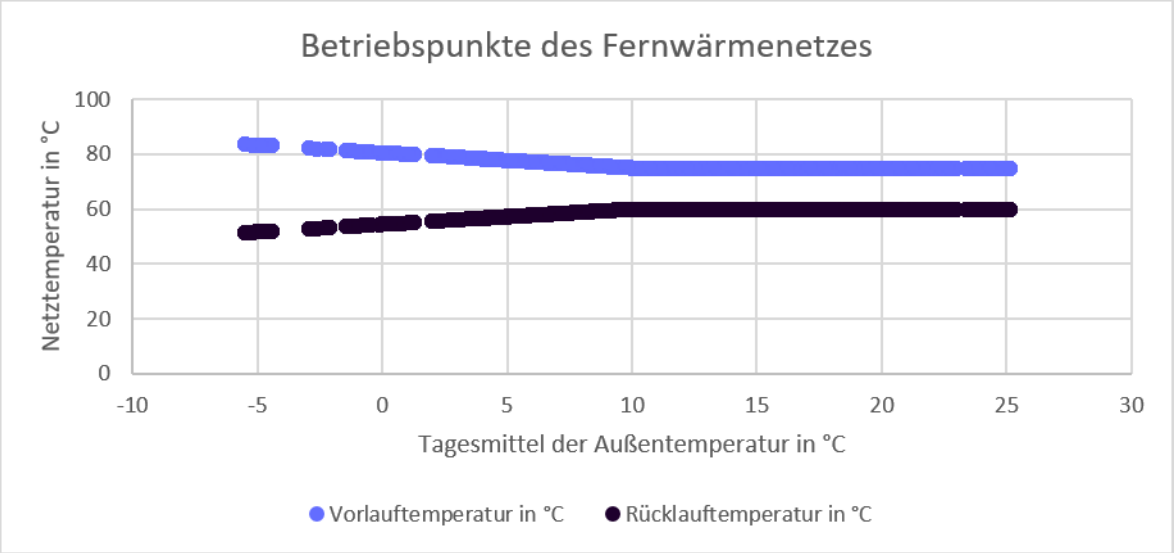


Abbildung 38: Angenommene Fahrweise des Fernwärmenetzes in Haiger

Die thermische Auslegungsleistung einer Wärmepumpe kann variiert werden, um das Wärmepotenzial einer Wärmequelle unterschiedlich stark zu erschließen. Bei einer geringeren Auslegungsleistung, beispielsweise auf Grundlage des Trockenwetterabflusses, kann die Wärmepumpe relativ konstant über das Jahr betrieben werden. Bei einer höheren Auslegungsleistung können schwankende Abflussmengen häufiger zu einem Teillastbetrieb

führen. Daher wurde die thermische Leistung zwischen 1 und 5 MW_{th} variiert. Beispielhaft wird in der folgenden Abbildung eine Auslegung auf 3,0 MW_{th} dargestellt. Insbesondere in den Sommer- und Herbstmonaten kann es vorkommen, dass die Wärmepumpe nur in Teillast betrieben werden kann, da die mögliche Wärmeentnahme aus der Quelle ($Q_{aus,theo}$) aufgrund geringerer Abflüsse die thermische Leistung der Wärmepumpe begrenzt.

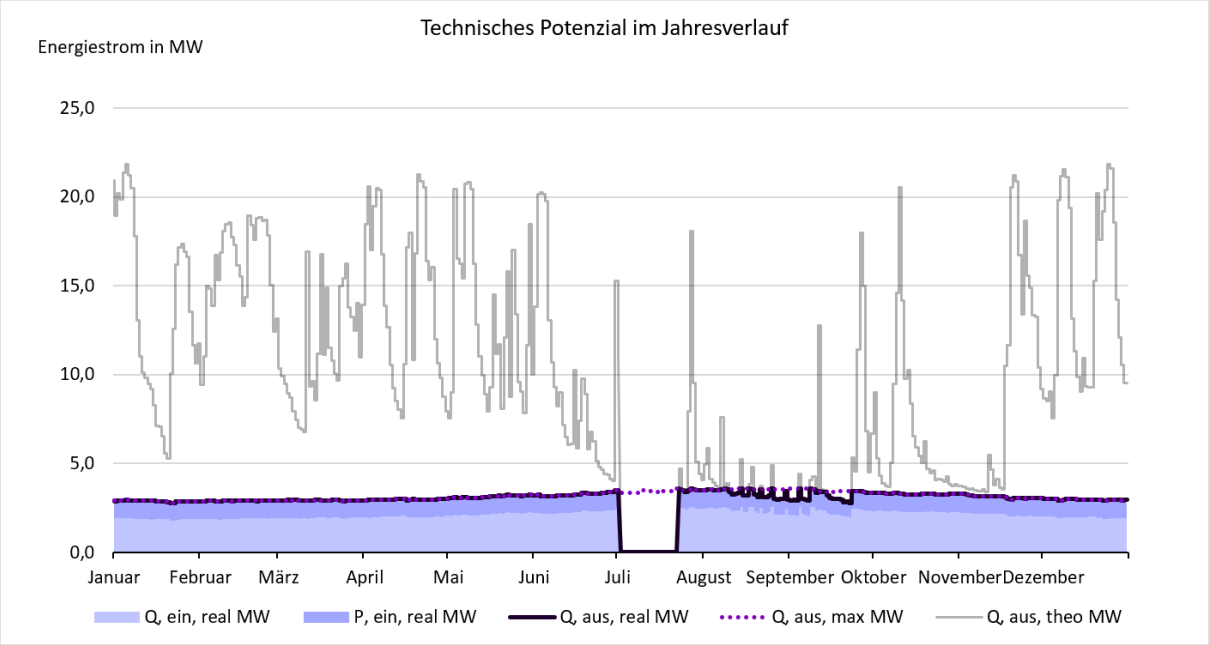


Abbildung 39: Technisches Potenzial Abwasserwärmepumpe bei Auslegung auf 3,0 MW_{th}

Die Ergebnisse der Simulation mit variablen thermischen Leistungen der Wärmepumpe sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie zeigen, dass die Kläranlage Haiger grundsätzlich ein Potenzial zur Wärmeversorgung eines zukünftigen Wärmenetzes aufweist. Der optimale Auslegungsbereich liegt in etwa zwischen 3 und 4 MW_{th}, da in diesem Bereich hohe Vollbenutzungsstunden erreicht und gleichzeitig größere jährliche Wärmemengen bereitgestellt werden können. Die tatsächlich erreichbaren Vollbenutzungsstunden hängen jedoch sehr stark von dem Lastprofil des zukünftigen Wärmenetzes ab.

Tabelle 15: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlage Haiger

Leistung in MWth	Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe	Potenzial Wärmeoutput in GWh/a	JAZ
1,0	7.208	9	3,13
2,0	7.208	17	3,13
3,0	7.112	26	3,12
3,5	6.971	29	3,12
4,0	6.789	33	3,11
5,0	6.457	39	3,10

4.8 Solarthermie und Photovoltaik

Große solarthermische Anlagen sind eine bewährte Technologie, die bei geringem Energiebedarf hocheffizient Wärme für Wärmenetze zur Verfügung stellen können. Hierfür werden überwiegend Flach- und Vakuumröhrenkollektoren eingesetzt. Das Wärmeangebot solarthermischer Anlagen unterliegt tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen. Voraussetzung sind geeignete Flächen in der Nähe der Wärmenetze. Meist empfiehlt sich eine Kombination mit Kurzzeit- oder Saisonalspeichern.

Potenzielle Flächen für große solarthermische Anlagen eignen sich alternativ auch für die Installation von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, deren erzeugter Strom vor Ort zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden kann. In der Potenzialanalyse geht es vorrangig um die Ermittlung geeigneter Flächen.

Zur Identifikation potenziell geeigneter Flächen für die Errichtung großer Solarthermieanlagen für Wärmenetze wurden die verfügbaren Geodaten ausgewertet. Im Ergebnis steht nun eine Auswahl von Flächenkategorien fest, bei denen eine Nutzung für große Solarthermieanlagen grundsätzlich denkbar ist (siehe Tabelle 16 unter Gunstkriterien). In der Kategorie „Eignung mit Einschränkung" wurden Flächentypen aufgenommen, bei denen die Errichtung großer Solarthermieanlagen zwar grundsätzlich möglich wäre, aber aufgrund von Nutzungskonflikten eingeschränkt sein könnte. Darüber hinaus wurde eine Liste mit Ausschlussgebieten erstellt, deren Flächenkategorien eine Nutzung für große Solarthermieanlagen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. In Tabelle 16 findet sich die Zuordnung der Flächenkategorien. Die räumliche Verteilung im Planungsgebiet ist in Abbildung 40 und Abbildung 41 links dargestellt.

Tabelle 16: Freiflächenfindung für Solarthermie und Photovoltaik: Zuordnung der Flächenkategorien

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
Seitenflächen von regionalbedeutsamen Verkehrsinfrastrukturen (bis 500 m)[7,8]	Bundesweit bedeutsame Landschaften[9]	Naturschutzgebiete[10], FFH-Gebiete[10]
Technisch überprägte Flächen (250 m zu Oberleitungen, Umspannstation oder Kläranlagen)[7]	Landschaftsschutzgebiete[10], Vogelschutzgebiete[10]	Nationalparke[10]
Deponien, Halden[7]	Naturpark[10]	Trinkwasserschutzgebiete Zone I & II[13]
Tagebau stillgelegt[7]	Naturmonumente (Umgebung)[10]	Heilquellenschutzgebiete Zone I und II[13]
Unland: vegetationslose Fläche und naturnahe Fläche[7]	Biosphärenreservate Entwicklungszonen[10]	Biosphärenreservate Kern- und Pflegezone[10]

[7] (HVBG, 2025)
[8] (BASt, 2025)
[9] (BfN (1), 2025)
[10] (BfN (2), 2025)

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
Intensiv genutztes Grünland[7]	Moorflächen[7]	Überschwemmungsgebiete[13]
Intensiv genutzte Ackerflächen mittlerer und geringer Bodengüte (Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl < 55)[11]	UNESCO Weltkulturerbe Pufferzone[12]	UNESCO Weltkulturerbe Kernzone[12]
	Trinkwasserschutzgebiete Zone III[13]	Wälder[14], Baumbestand[14], Gehölz[14]
	Heilquellenschutzgebiete Zone III[13]	Oberflächengewässer[14], Gewässerbegleitflächen[14]
	Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl > 55[11]	Freiflächenanlagen[14]
	Vorranggebiete[15]: Naturlandschaft, Hochwasserschutz, Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Rohstoffgewinnung, Rohstoffsicherung, Wohnen, Industrie & Gewerbe, Grünzüge	Siedlungsgebiete[14], Straßen[14], Wege[14]
		Friedhöfe[14], Kleingartenanlagen[14]
		Sumpf[14], Moore[14]
		GHD und IND Flächen[14]
		Flächen gemischter Nutzung und Flächen besonderer funktionaler Prägung[14]

[11] (HLNUG, 2025)
[12] (UNESCO, 2025)
[13] (BfG, 2025)
[14] (HVBG, 2025)
[15] (HMWVW, 2020)

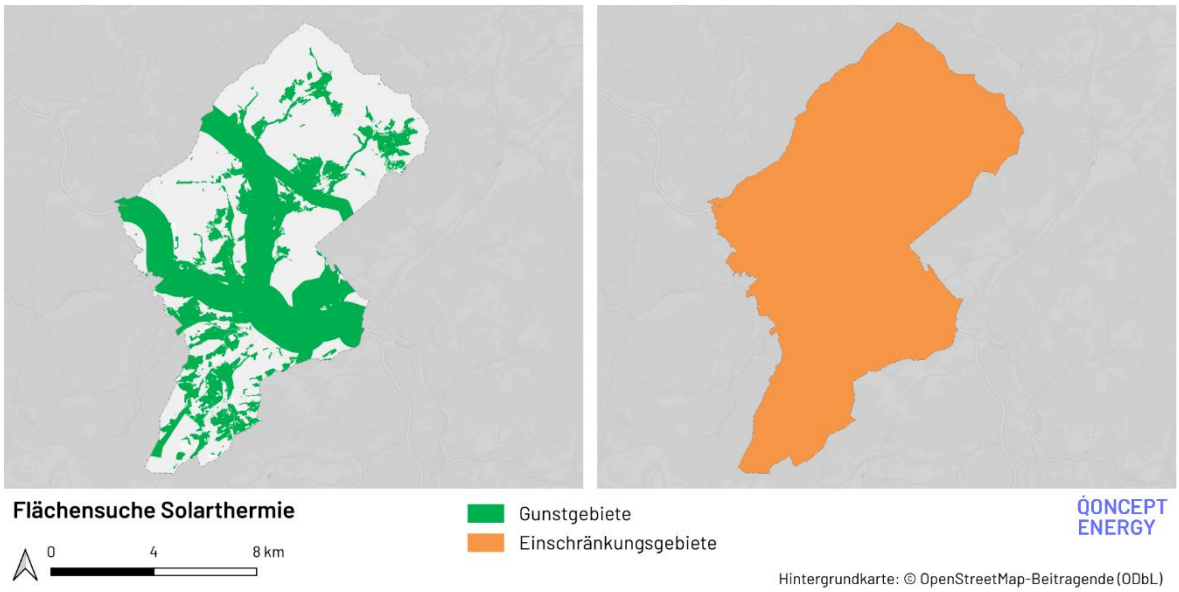


Abbildung 40: Positivauswahl (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Haiger

Zunächst wurden die Gunstgebiete für Solarthermie mit den Einschränkungsgebieten überlagert. Zur Bestimmung möglicher Flächen für Solarthermieanlagen wurden zunächst die Ausschlussflächen (Abbildung 41 links) von den zuvor identifizierten Gunstflächen (Positivauswahl) abgezogen (Abbildung 40 links). Anschließend wurden die verbleibenden Flächen mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten (Abbildung 40 rechts) überlagert. Zusammenhängende Flächen mit einer Größe von weniger als 2 000 m^2 werden entfernt, da der Erschließungsaufwand erst ab einer entsprechenden Mindestgröße sinnvoll ist. Die Überlagerung ist in Abbildung 41 rechts dargestellt.

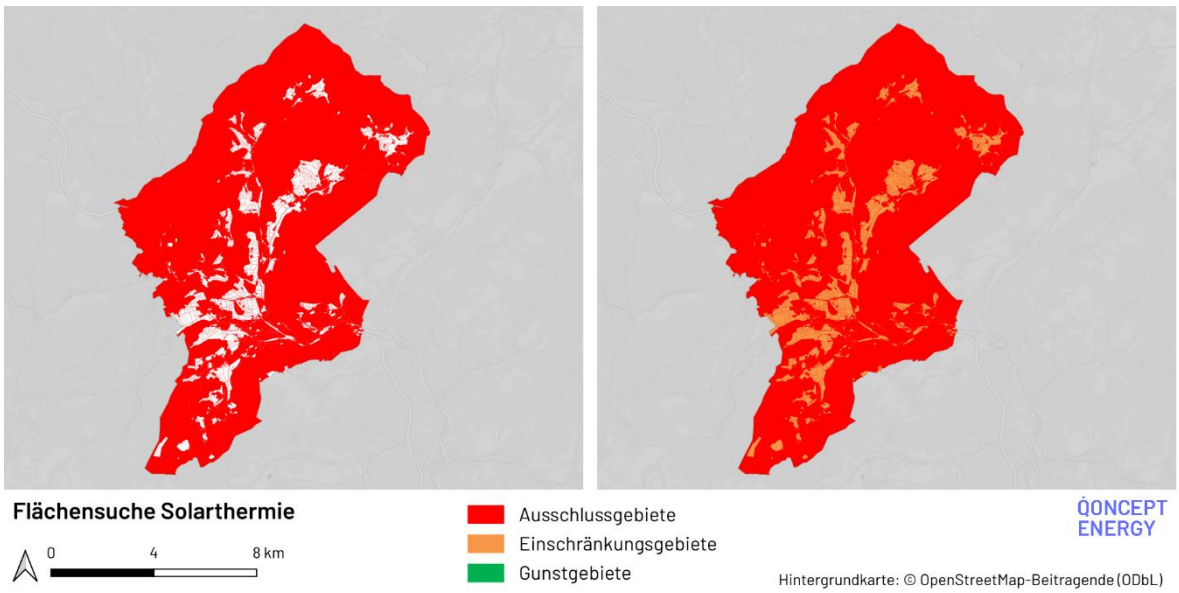


Abbildung 41: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Haiger. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.

Das ermittelte Flächenpotenzial für große Solarthermieanlagen im Stadtgebiet Haiger ist in Abbildung 42 dargestellt. Es umfasst ausschließlich Gunstgebiete, die jedochgegebenenfalls

mit Nutzungseinschränkungen verbunden sind. Die Gesamtfläche von Haiger beträgt etwa 10 668 ha, davon entfallen 1 208 ha auf die Kategorie „Gunstgebiete mit Einschränkungen“. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen ist noch nicht berücksichtigt. Flächen der Kategorie „Gunstgebiete ohne Einschränkungen“ wurden nicht identifiziert. Die Flächenauswahl kann als erster Anhaltungspunkt bei der Planung neuer Wärmenetze dienen. Im Einzelfall müssen weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse oder standortspezifische Hindernisse auf den Flächen geprüft werden.

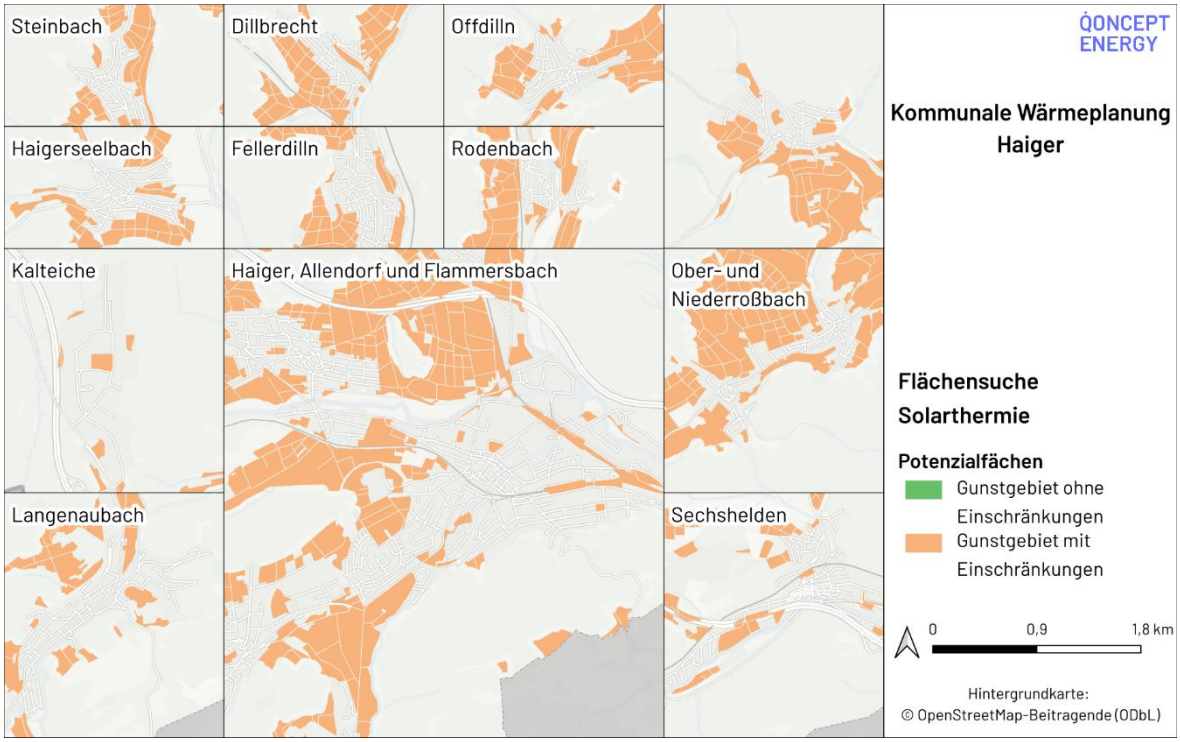


Abbildung 42: Flächen für Solarthermieanlagen nach Verschneidung

Auf den identifizierten Flächen besteht theoretisch ein sehr hohes solarthermisches Potenzial, dessen erzielbarer Wärmeertrag den sommerlichen Wärmebedarf der Stadt Haiger deutlich übersteigt. Die Ergebnisse der Potenzialauswertung sind in Tabelle 17 dargestellt.

Grundsätzlich sollte die Installationsfläche für Solarthermieanlagen das 1,5- bis 3-fache der Kollektorfläche betragen. Ausreichende Abstände zwischen den Kollektorreihen können die tolerierte Verschattung reduzieren und damit die Effizienz erhöhen. Die tatsächlich verfügbare Fläche wird darüber hinaus durch konkurrierende Nutzungsarten, beispielsweise Wohnraum oder Landwirtschaft, begrenzt.

Wird eine Solarthermie-Freiflächenanlage vorrangig auf die sommerliche Wärmelast ausgelegt, sollte sie so dimensioniert werden, dass die Wärmeüberschüsse an einstrahlungsreichen Tagen im Sommer möglichst gering gehalten oder vermieden werden.

Damit die Wärme der Sonne auch in der Nacht zur Verfügung steht, sind Kurzzeitspeicher (Tagesspeicher) üblich. Aufgrund der geringen Wärmeüberschüsse und der relativ kurzen Speicherdauer erreichen die Anlagen hohe spezifische Erträge und dementsprechend geringe solare Wärmegestehungskosten. Allerdings sind die solaren Deckungsraten des Wärmebedarfs durch solche Speicher je nach saisonaler Lastverteilung auf 5 bis 15 % begrenzt,

sodass der größte Teil der Wärme von weiteren Wärmeerzeugern bereitgestellt werden muss. Die konkreten technischen und wirtschaftlichen Vorteile des Einsatzes von Tagesspeichern sind daher im Einzelfall zu bewerten.

Um die im Sommer produzierte Wärme auch im Winter nutzen zu können, sind saisonale Wärmespeicher notwendig. Diese unterscheiden sich deutlich in Konstruktion und Speichervolumen von Kurzzeitspeichern. Aufgrund der längeren Speicherdauer liegen die Speicherverluste je nach Bauweise und Anzahl der Speicherzyklen zwischen 10 und 30 %.

Ein optimaler Betrieb ist gegeben, wenn die Speichertemperaturen möglichst gering ausfallen, wodurch die Wärmeverluste reduziert und höhere spezifische Erträge der Solarthermieanlage erzielt werden.

Damit sind solare Deckungsraten des Wärmebedarfs mit Werten von über 30 % erreichbar. Unter idealen Voraussetzungen auch von deutlich über 50 %. Welche Deckungsrate angestrebt wird, muss individuell nach ökologischen und ökonomischen Kriterien festgelegt werden.

Durch die zentrale Installation einer großen Solarthermie-Freiflächenanlage verringern sich die Investitionskosten (Universität Kassel, 2022). Da die spezifischen Installationskosten bei einer größeren Freifläche geringer ausfallen.

Tabelle 17: Theoretisches Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlage

Gebiet	Flächengröße in ha	Kollektorfläche brutto auf Freifläche in Mio. m^2	Theoretisches Potenzial bei solarem Ertrag von	
			350 kWh/m^2 Kollektorfläche in GWh/a	550 kWh/m^2 Kollektorfläche in GWh/a
Gunstgebiet ohne Einschränkungen	0	0	0	0
Gunstgebiet mit Einschränkungen	1.208	6,04	2.114	3.322

Beispielhaft werden die zwei Varianten erläutert:

- Auslegung der Solarthermieanlage auf die Schwachlastperiode im Sommer

  Diese Variante beinhaltet einen Tagesspeicher und erzielt relativ hohe spezifische Solarerträge von 550 kWh/(m^2·a). Da der Bedarf hier nur im Sommer gedeckt wird und dann sehr gering ist, werden pro Jahr Deckungsraten von durchschnittlich zwischen 10 und 15 % erreicht.

- Auslegung einer Solarthermieanlage mit Saisonalspeicher zur Erreichung hoher solarer Deckungsraten

  Diese Variante beinhaltet einen Saisonalspeicher und erzielt mittlere spezifische Solarerträge von 350 kWh/(m^2·a). Da eine größere Kollektorfläche verbaut wird, können die Bedarfe auch in den Übergangszeiten wie Herbst und Frühling gedeckt

werden. Je nach Größe eines Saisonalspeichers können auch Teile des Wärmebedarfs im Winter gedeckt werden.

Die genannten spezifischen solaren Erträge können in Abhängigkeit von den mittleren Wärmenetztemperaturen schwanken. Auf eine niedrige Rücklauftemperatur im Wärmenetz ist zu achten. Das Ziel ist eine jährliche, mittlere Rücklauftemperatur von unter 50 °C im Wärmenetz. Denn mit steigender mittlerer Kollektortemperatur – abhängig von den Rücklauftemperaturen im Wärmenetz und im Speicher – nehmen die spezifischen Solarerträge ab.

In folgender Tabelle wird das theoretische Potenzial für Photovoltaik dargestellt. Dieses basiert auf der Annahme, dass pro Hektar Landfläche 1 MW_{peak} installiert werden kann. Je MW_{peak} installierter Leistung wird ein Ertrag von etwa 1 000 MWh/a erwartet (Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V., 2023).

Tabelle 18: Theoretisches Potenzial Photovoltaik

Gebiet	Flächengröße in ha	Potenzial Installierte Leistung in MW_{peak}	Potenzial Ertrag in GWh/a
Gunstgebiet ohne Einschränkungen	0	0	0
Gunstgebiet mit Einschränkungen	1.208	1.208	1.208

Die ermittelten Potenziale können durch lokale Rahmenbedingungen eingeschränkt sein. Zudem ist ihre wirtschaftliche Realisierbarkeit noch gesondert zu bewerten.

4.9 Biomasse

Biomasse umfasst prinzipiell alle organischen Stoffe (pflanzliche, tierische), die zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt werden können. Bei der Potenzialanalyse wurden die lokalen Biomasseangebote auf dem beplanten Gebiet fokussiert.

Zur Ermittlung des lokalen Biomassepotenzials für Haiger wurde die Studie „Innovative Konzepte und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Bioenergiedörfer – klimafreundlich, demokratisch, bürgernah" (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen, 2022) herangezogen. In dieser Studie sind verschiedene Biomassepotenziale unter anderem für den gesamten Landkreis Lahn-Dill ausgewiesen. Die Mengen sind in folgender Tabelle je nach Biomasseart in Tausend Tonnen Frischmasse (t FM), Tonnen Trockenmasse (t TM) beziehungsweise Kubikmetern Biogas (m^3 Biogas) aufgeführt.

Tabelle 19: Biomassepotenziale des Landkreises Lahn-Dill nach (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen, 2022)

Biomasse	Potenziale in TFm/a bzw. m^3	
Rapsstroh	4.820	t FM/a
Körnermaisstroh	295	t FM/a
Gras aus Dauergrünlandflächen	241.814	t TM/a
Garten-/Parkabfälle	5.730	t FM/a
Biotonne	28.760	t FM/a
Waldrestholz unter stärkerer Berücksichtigung des Naturschutzes (WEHAM-Szenario)	47.746	t TM/a
Waldrestholz mit Holznutzungsmaximierung im Vordergrund (WEHAM-Szenario)	63.460	t TM/a
Großvieheinheiten umgerechnet in Biogas	6.034.405	m^3 Biogas/a

Einige der aufgeführten Potenziale wurden zusätzlich in die für die Energieerzeugung nutzbaren Wärmemengen umgerechnet.

4.9.1 Biotonne

Zur Abschätzung des Bioabfallpotenzials von Haiger wurde das für den Landkreis Lahn-Dill ermittelte Gesamtpotenzial entsprechend dem Bevölkerungsanteil der Stadt Haiger von 7,4 % anteilig auf das Stadtgebiet übertragen.

Dem Bericht „BioRest" des Umweltbundesamtes zufolge hat Biogut aus der Biotonne einen Heizwert von 3,1 bis 5,0 GJ/t Frischmasse (FM) über den Gasertragspfad und einen Wassergehalt von 60 % (Umweltbundesamt, 2019). Der Biogasertrag liegt bei 70 bis 170 Nm^3/t FM, wobei in der Praxis eher Erträge von 80 bis 120 Nm^3/t FM zu erwarten sind. Das Biogas hat einen Brennwert von 5,0 bis 7,5 kWh/Nm^3. Demzufolge liegt das Potenzial der Erzeugung von Biogas aus Biogut und der anschließenden energetischen Nutzung in Haiger bei 0,9 bis 1,9 GWh pro Jahr.

Aktuell wird jedoch ein Großteil der im Landkreis gesammelten Bioabfallmengen im Abfallwirtschaftszentrum Aßlar umgeladen und in Kompostwerke verbracht (Abfallwirtschaft Lahn-Dill, 2026). Eine separate energetische Verwertung in Haiger ist aufgrund der geringen Mengen sowie der bestehenden Entsorgungs- und Verwertungsstrukturen nicht empfehlenswert.

4.9.2 Garten- und Parkabfälle

Zur Abschätzung des Potenzials aus Garten- und Parkabfällen wurde das für den Landkreis Lahn-Dill ermittelte Gesamtpotenzial anhand des Flächenanteils der Stadt Haiger von 10,1 % anteilig auf das Stadtgebiet übertragen. Nach dem Bericht „BioRest" des Umweltbundesamtes liegt der Biogasertrag bei krautigem Grüngut bei 60 bis 120 Nm^3/t FM, wobei der Methananteil bei etwa 55 % und der Wassergehalt bei 50 % liegt (Umweltbundesamt, 2019). Bezogen auf den Methananteil (Brennwert Methan 11,06 kWh/Nm^3) liegt der Brennwert bei 365 bis

730 kWh/t FM. Bei einer energetischen Nutzung über den Gasertragspfad entspricht das 0,2 bis 0,4 GWh Biogasenergiepotenzial pro Jahr.

4.9.3 Waldrestholz

Anhand des Anteils der Waldfläche von Haiger in Höhe von 12,3 % an der gesamten Waldfläche des Lahn-Dill-Kreises wurde ein entsprechender Teil des Gesamtpotenzials aus Waldrestholz auf die Stadt Haiger übertragen. Für beide Restholz-Szenarien „Stärkere Berücksichtigung des Naturschutzes" und „Holznutzungsmaximierung" wurde unter Annahme eines Brennwerts von 5,2 MWh/(t TM) eine maximale Wärmemenge von 30,5 bzw. 40,6 GWh pro Jahr ermittelt.

4.9.4 Großvieheinheiten

Über den Anteil der Fläche der Stadt Haiger in Höhe von 10,1 % an der Fläche des Landkreises wurde Haiger ein Teil des Gesamtpotenzials zugeordnet. Das Biogas hat einen Brennwert von 5,0 bis 7,5 kWh/Nm^3. Demzufolge liegt das Potenzial von Biogas aus Großvieheinheiten (umgerechnet) und der anschließenden energetischen Nutzung bei 3,1 bis 4,6 GWh pro Jahr.

4.10 Unvermeidbare Abwärme

Unvermeidbare Abwärme wird in § 3 Abs. 1 Nr. 13 WPG definiert. Danach handelt es sich zum Beispiel um unvermeidbare Nebenprodukte aus industrieller Produktion, der Stromerzeugung oder dem tertiären Sektor (Dienstleistungssektor). Die dargestellten Potenziale stammen entweder aus eigenen Erhebungen, der Plattform für Abwärme (gem. § 17 EnEfG) oder wurden im Marktstammdatenregister recherchiert.

Für die Einspeisung unvermeidbarer Abwärme in ein Wärmenetz sind sowohl die technischen Voraussetzungen zu realisieren als auch Lieferkonditionen zwischen Lieferant und Wärmenetzbetreiber zu vereinbaren, die den Anforderungen beider Seiten gerecht werden. So steht für Industriefirmen die Sicherheit des eigentlichen Produktionsprozesses im Vordergrund, während die Wärmenetzbetreiber eine hinreichende Versorgungssicherheit gegenüber den Wärmekunden garantieren müssen. Hier können Zielkonflikte entstehen, die sich zwar häufig lösen lassen, aber geeignete vertraglich abgesicherte Regelwerke benötigen. Die Einbindung möglicher Abwärmequellen in ein Erzeugerportfolio sollte jeweils im Rahmen der konkreten Planungen für ein Wärmenetz weitergehend geprüft werden.

4.10.1 Auswertung der Plattform für Abwärme

Die hier erfassten Abwärmemengen wurden auf der bundesweiten Plattform für Abwärme (§ 17 EnEfG) am 27.2.2026 veröffentlicht (Bundesstelle für Energieeffizienz beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2026). Die Online-Plattform verzeichnet über 20 000 Abwärmepotenziale von über 2 600 Unternehmen. Für das Stadtgebiet Haiger sind die Abwärmepotenziale von drei Unternehmen erfasst. Sie sind in Tabelle 20 zu finden. Im Folgenden werden diese Daten hinsichtlich ihrer potenziellen Nutzbarkeit ausgewertet.

Tabelle 20: Liste möglicher Einspeiser von unvermeidbarer Abwärme aus der Plattform für Abwärme

Unternehmen	Ortsteil	Einschätzung des Abwärmepotenzials aus der Plattform für Abwärme in GWh	Temperaturniveau
buhl-paperform GmbH	Haigerseelbach	1,01	25 °C–60 °C
Klingspor Schleifsysteme GmbH & Co. KG	Haiger	3,87	60 °C–100 °C
RITTAL RKS Kleinschaltschränke GmbH	Haiger	1,38	≥110 °C

Im Ergebnis beträgt die Abwärmemenge 6,26 GWh. Davon fallen mindestens 2,4 GWh unregelmäßig in nicht vorhersehbarer Weise an.

Hinsichtlich einer möglichen Nutzung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

- Es fällt auf, dass die Abwärme in überwiegender Menge als Abgas oder Abluft anfällt. Bei Potenzialen aus Abgasen und Abluft ist zu beachten, dass diese verteilt auf viele Anlagen entstehen können und daher die Abwärmemenge pro Anlage häufig eher gering ausfallen und schwierig zu sammeln sein kann. Eine Nutzung für die Einspeisung in ein Wärmenetz kann daher schwierig sein.
- Für einen Teil der Abwärmemengen gaben einzelne Produzenten bereits interne Bedarfe an. Eine Nutzung zur Einspeisung in ein Wärmenetz ist dann nicht mehr möglich.
- In einem Fall waren keine Informationen zur Art der Abwärme vorhanden.
- Bei allen Unternehmen fällt die Abwärme nicht am Wochenende an. Die Nutzung für eine Grundlastversorgung ist dann nur mit zusätzlichem Aufwand, zum Beispiel für Speicher, sinnvoll.

4.10.2 Industrielle Abwärme – Direktabfrage

Zur Bestimmung des thermischen Potenzials industrieller Abwärme wurden in Abstimmung mit der Stadt Haiger sowie unter Nutzung des Wärmeatlas die größten Gasverbraucher identifiziert. Bei 12 der identifizierten Betriebe wurde nutzbare Abwärme vermutet. An diese wurde zur weiteren Datenerfassung ein Fragebogen versandt. Die Teilnahme war freiwillig. Sieben Rückläufer konnten ausgewertet werden.

Die Fragebögen zum Abwärmepotenzial der Unternehmen in Haiger wurden mit Blick auf Wärmebedarf und Wärmeüberschuss ausgewertet. Über die Ergebnisse der Plattform für Abwärme hinaus konnte lediglich ein Unternehmen mit geringem Abwärmepotenzial identifiziert werden. Die bei der Helmut Kreutz Mahlwerke GmbH anfallende Abwärme liegt jedoch unterhalb einer für eine Einspeisung in ein Wärmenetz relevanten Größenordnung. Bei allen weiteren Unternehmen wurden in den Fragebögen keine oder nur nicht sinnvoll nutzbare Abwärmemengen angegeben.

4.10.3 Klärschlammverbrennung

Die thermische Behandlung des Klärschlamms ist in Deutschland der vorherrschende kommunale Entsorgungsweg für Klärschlamm. Durch die Verbrennung (Mono- oder Mitverbrennung) entsteht ein beträchtliches Abwärmepotenzial. Mit der Neufassung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 3.10.2017 ist geregelt, dass zukünftig in allen Kläranlagen eine Phosphorrückgewinnung ab einem Phosphorgehalt von 20 Gramm oder mehr je Kilogramm Trockenmasse erfolgen muss. Daher werden neue Anlagen zur Monoverbrennung von Klärschlamm relevanter und sollten mit Blick auf Wärmepotenziale betrachtet werden. Der in der Kläranlage Haiger anfallende Klärschlamm wird zurzeit (Stand 2024) zur landwirtschaftlichen Verwertung abgegeben. Die Verwertung erfolgt durch die Firma Reterra, Erftstadt. Im Betriebsjahr 2024 wurden insgesamt 2 914 t Klärschlamm abgefahren und 245 t im Klärschlammzwischenlager zwischengelagert (Kläranlage Haiger, 2025). Die Verbrennung von Klärschlamm ist für Mengen dieser Größenordnung voraussichtlich wirtschaftlich nicht sinnvoll umsetzbar.

4.10.4 Sperrmüll

Nach Angaben der Abfallwirtschaft Lahn-Dill-Kreis (AWLD) wird der in Haiger angemeldete Sperrmüll von der AWLD beziehungsweise den beauftragten Entsorgungsunternehmen abgeholt und zur Abfallentsorgungsanlage Aßlar transportiert. Dort wird der Sperrmüll sortiert, in Fraktionen getrennt und je nach Materialeigenschaft dem Recycling oder der thermischen Verwertung zugeführt. Im Jahr 2024 fielen im Landkreis Lahn-Dill 7 131 t Sperrmüll an (Hessisches Statistisches Landesamt, 2025).

4.11 Weitere Potenziale

4.11.1 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden in einem Kraftwerk gleichzeitig elektrische und thermische Energie erzeugt. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die mit erneuerbaren Energieträgern (Biogas, Biomasse, Reststoffe) betriebenen KWK-Anlagen sowie die potenziell umrüstbaren Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen in Haiger betrachtet. Dazu wurde das Marktstammdatenregister mit Stand vom 8.4.2026 herangezogen. Es wurden nur KWK-Anlagen mit Leistungen ab 50 kW betrachtet, für die ein Standort veröffentlicht ist.

In folgender Abbildung sind die Standorte der KWK-Anlagen in Haiger dargestellt. Die Leistungskategorie ist markiert sowie der Brennstoff farblich differenziert.

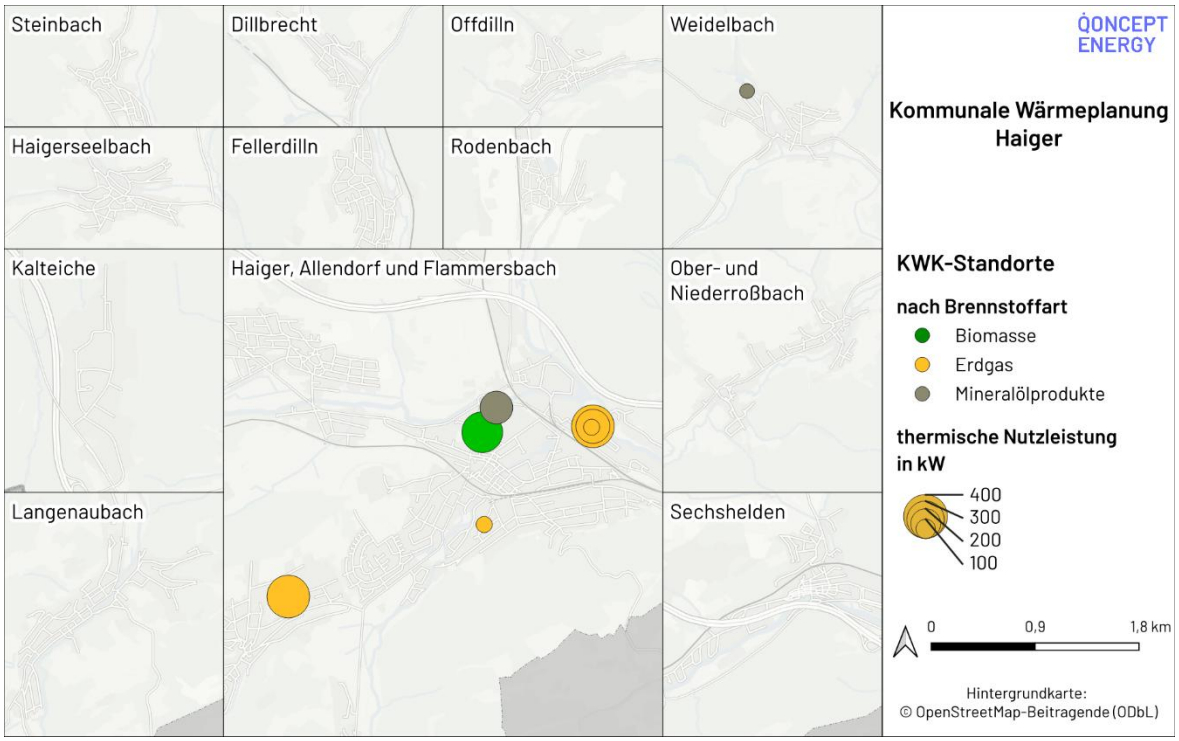


Abbildung 43: Stromerzeugende Anlagen aus Marktstammdatenregister nach thermischer Nutzleistung

Für das Planungsgebiet sind 8 KWK-Anlagen mit einer thermischen Leistung zwischen 72 und 381 kW ausgewiesen. Die Gesamtleistung liegt bei knapp 2 MW. Die installierte elektrische Leistung beläuft sich insgesamt auf rund 1,6 MW. Eine Übersicht findet sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 21: Übersicht der weiteren KWK-Anlagen im Stadtgebiet

Name	Elektrische Bruttoleistung in kW	Thermische Nutzleistung in kW	Energieträger	Inbetriebnahme-Jahr
BHKW Haiger 340 KW Rittal (RCS)	340	350	Biomasse	2005
BHKW	360	381	Erdgas	2017
Heizkreis 1 Agenitor	360	381	Erdgas	2016
Heizkreis 2 Patruus/G-Box	160	251	Erdgas	2016
EC Power	40	79	Erdgas	2020
Schlesische Straße	40,8	79	Erdgas	2014
BHKW	50	72	Mineralölprodukte	2011
BHKW Loh Services Haiger	220	235	Mineralölprodukte	2007

Es wird angenommen, dass die betrachteten Anlagen bereits in die Wärmeversorgung der jeweiligen Betreiber eingebunden sind. Somit wurde zunächst kein zusätzlich erschließbares Wärmepotenzial für die Einspeisung in ein Wärmenetz angesetzt.

4.11.2 Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase

Die Bundesnetzagentur hat den Aufbau des nationalen Wasserstoffkernnetzes am 22.10.2024 genehmigt (Bundesnetzagentur, 2024). Dies sieht keine Transportleitung in direkter Nähe zu Haiger vor. In der von der LEA Hessen erstellten technischen „Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones in Nord- und Mittelhessen" (LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH; Ernst & Young Real Estate GmbH, 2025) wird ein möglicher Trassenverlauf skizziert, der bis Herborn führt. Sollten diese Trassen realisiert werden, wäre auch ein Anschluss für Haiger denkbar. Dies ist jedoch derzeit noch nicht absehbar.

Projekte oder Planungen zur dezentralen Erzeugung, Speicherung oder Nutzung von Wasserstoff in Haiger sind aktuell nicht bekannt.

4.11.3 Großwärmespeicher

Großwärmespeicher sind als Potenzial relevant, weil sie in Wärmenetzen mit hohem Anteil erneuerbarer Wärme den zeitlichen Versatz zwischen Wärmeangebot und -nachfrage überbrücken können. Großwärmespeicher werden nach ihrer Speicherdauer in kurzfristige (mehrere Stunden/Tage), mittelfristige (mehrere Wochen) und langfristige (saisonale) Speicher unterteilt.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal von Großwärmespeichern ist ihre Bauform. Dabei sind vier Typen definiert:

- Behälterspeicher: Meist ein zylindrischer Stahlbetonbehälter, der von außen gedämmt und mit Wasser gefüllt ist, das die Wärme speichert. Behälterspeicher haben ein Volumen von bis zu 50 000 m^3. Temperaturen von über 100 °C sind möglich. Ergänzend kann ein Druckspeicher eingesetzt werden, um höhere Temperaturen und Speichervolumina zu realisieren. Behälterspeicher haben eine hohe Lade- und Entladekapazität bei geringen Verlusten.
- Erdbeckenspeicher: Sind entweder große abgedeckte Erdbecken mit geringer Bautiefe oder flächensparende Stahlbetontanks mit größerer Bautiefe. Als Speichermedium dienen Wasser, ein Wasser-Kies- oder ein Wasser-Erdreich-Gemisch. Der Flächenbedarf hängt von der Beschaffenheit des Untergrunds und dem Böschungswinkel ab. Wärmepumpen unterstützen die Entladung des Speichers, sodass das untere Temperaturniveau sinkt. Erdbeckenspeicher zeichnen sich durch signifikante Skaleneffekte und hohe Lade- und Entladekapazitäten aus.
- Aquifer-Speicher: Sind natürliche im Untergrund vorhandene Gesteinskörper mit wassergefüllten Hohlräumen, in denen Wärme gespeichert werden kann. Eine Erschließung ist häufig unsicher und kostenintensiv.
- Erdsonden-Wärmespeicher: Speichern Wärme in Tiefen von etwa 400 m, bei geringeren Temperaturen. Sie eignen sich daher eher für Netze mit niedriger Vorlauftemperatur.

Eine Bewertung der Potenziale ist jeweils im Zusammenhang mit der kompletten netzgebundenen Wärmeerzeugung für ein betrachtetes Gebiet vorzunehmen, da sich die technischen und wirtschaftlichen Einsatzbedingungen eines Speichers aus dem jeweiligen Gesamtsystem ergeben. Hier spielt vor allem das gewählte Erzeugerportfolio eine maßgebliche Rolle. Insbesondere wenn die Erzeugung auf stark schwankenden Wärmequellen aufbaut (das kann z. B. bei industrieller Abwärme der Fall sein) oder der saisonale Erzeugungslastgang stark vom Wärmebedarfslastgang abweicht (z. B. bei der Solarthermie) können Großwärmespeicher eine maßgebliche Rolle im Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit oder der Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung spielen.

4.12 Fazit der Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse nach § 16 WPG wurde zunächst ein Szenario für die Wärmebedarfsentwicklung der Stadt Haiger bis zum Zieljahr 2045 entwickelt. Anschließend wurden die Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Wärmespeicherung untersucht. In diesem Rahmen wurde unter anderem ein Flächenscreening für das Planungsgebiet durchgeführt.

Für Wohngebäude ergab sich für den Wärmebedarf eine Einsparung bis zum Zieljahr 2045 von etwa 20 % und für Nicht-Wohngebäude von etwa 22 %. Für die Industrie wurde keine Wärmebedarfsreduktion angenommen. Insgesamt wird für Haiger von einer Wärmebedarfsreduktion von 17 % ausgegangen.

Schwerpunkte für die Wärmeerzeugung, die später auch im Ausbauszenario für die Wärmenetze eine besondere Rolle spielen, werden in Großwärmepumpen und gegebenenfalls der Verbrennung von fester Biomasse (Holz-Hackschnitzel) gesehen. Insbesondere der Abfluss der Kläranlage, die Umgebungsluft, Grundwasser oder Erdwärmesondenfelder kommen als Wärmequellen für die Wärmepumpen infrage. Auch die Nutzung von Solarthermie sollte vertiefend geprüft werden. Damit bestehen für potenzielle Wärmenetze erhebliche Potenziale für eine auf erneuerbaren Energien basierende Wärmeerzeugung.

Tabelle 22: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher

Wärmequelle	Einschätzung/Potenzial in GWh/a
Oberflächennahe Geothermie	Flächenscreening zeigt Potenzialflächen
Tiefe Geothermie	Voraussichtlich Potenzial vorhanden; Mit hohen Risiken verbunden; vertiefende Studien notwendig
Grubenwasser	Kein relevantes Potenzial
Grundwasser	Potenzial vorhanden; gegebenenfalls vertiefende Studien notwendig
Oberflächengewässer	Kein Potenzial
Umgebungsluft	Flächenscreening zeigt Indikationen für Potenzialflächen

Abwasser	Kläranlage Haiger: bis zu 39 GWh/a
Solarthermie	Flächenscreening zeigt Potenzialflächen
Biomasse	Primär Potenziale für feste Biomasse (primär Waldrestholz)
Unvermeidbare Abwärme	Geringes Potenzial
Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase	Keine konkreten Pläne für Anschluss an überregionale Transportleitung oder lokale Produktion

5 Eignung für Wärmenetze

Das Planungsgebiet Haiger wurde gemäß § 18 und § 19 WPG hinsichtlich seiner Eignung für Wärmenetze im Zieljahr untersucht. Für die Stadtteile wurden unterschiedliche Ansätze ausgewählt.

Ein Wärmenetz ist für Kunden vor allem dann attraktiv, wenn die Wärmepreise des Netzes nicht höher sind als die Wärmeversorgungskosten einer dezentralen Wärmeerzeugungslösung durch den Kunden. Wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten für Wärmenetze sind daher wesentlich, um hinreichende Absatzmengen und damit die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen zu erzielen. Daraus folgt, dass bei der Bewertung von Wärmenetzszenarien das Kriterium „wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten" geprüft werden muss.

Im Folgenden wird zunächst die allgemeine Vorgehensweise zur Identifizierung von Netzgebieten beschrieben (Kapitel 5.1). Für die Kernstadt Haiger werden im Anschluss die Kalkulation vorläufiger Wärmegestehungskosten, die darauf aufbauende Auslegung von Erzeugungsvarianten und eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dargestellt (Kapitel 5.2). Für die weiteren Stadtteile wurden vereinfachte, auf Indikatoren basierende Bewertungen der Wärmenetzszenarien vorgenommen (Kapitel 5.3). Schließlich wurden die Ergebnisse in eine kartografische Darstellung der Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG überführt (Kapitel 5.4).

5.1 Entwicklung von Netzausbauszenarien

Die Entwicklung von Ausbauszenarien für Wärmenetze erfolgte nach Straßenzügen. Die Wärmebedarfe der Gebäude des jeweiligen Straßenzugs im Zieljahr wurden dabei zusammengefasst. Anschließend wurden die Wärmeliniendichten für die Straßenzüge berechnet. Das ist die Wärmemenge der Abnehmer pro Trassenmeter Leitungsnetz (Straßenlänge plus Hausanschlusslänge). Dabei wurden je nach Gebäudetyp und Wärmebedarf unterschiedliche Anschlussraten angenommen:

- Öffentliche Gebäude: 100 % Anschlussquote. Bei Gebäuden im Eigentum der Stadt wird vermutet, dass dort ein besonderes Anschlussinteresse besteht, um den Wärmenetzausbau zu fördern.
- Gebäude ab einem Wärmebedarf von 100 MWh/a: 80 % Anschlussquote.
- Gebäude mit einem Wärmebedarf von weniger als 100 MWh/a: 60 % Anschlussquote. Es ist anzunehmen, dass Eigentümer von Gebäuden mit geringem Wärmebedarf mehr Optionen für die Einzelversorgung durch Wärmepumpen haben und sich dies auf die Anschlussraten auswirken kann.
- Industrielle Gebäude: Für industrielle Gebäude wurden die technische Machbarkeit und die Bereitschaft für einen potenziellen Wärmenetzanschluss punktuell durch Gespräche oder Fragebögen abgefragt und geprüft. Für industrielle Gebäude, zu denen keine Informationen vorlagen, wurde eine Anschlussquote von 0 % angesetzt.

Zur Berechnung von Wärmeliniendichten auf Straßenzugebene wurden die Wärmebedarfe mit den Anschlussraten multipliziert.

Die Auswahl der Straßenzüge für einen potenziellen Wärmenetzausbau basiert auf einem numerischen Optimierungsalgorithmus auf Basis der Graphentheorie. Der Algorithmus bewertet alle Straßenzüge nach einer vorgegebenen minimalen Wärmeliniendichte (Grenzwärmeliniendichte) und maximiert den potenziellen Wärmeabsatz bei möglichst minimalen Leitungslängen. Die Straßenzüge werden dazu nicht einfach über die Grenzwärmeliniendichte ausgewählt, sondern der Algorithmus ermittelt direkt ein zusammenhängendes Wärmenetz.

5.2 Kernstadt Haiger

Als fester Startpunkt für ein potenzielles Wärmenetz in der Kernstadt von Haiger wurde die Kläranlage angenommen, da hier ein erhebliches Potenzial für die Einspeisung erneuerbarer Wärme vorliegt (vgl. Kapitel 4.7).

Eine Besonderheit in Haiger ist, dass es einige Großverbraucher mit sehr hohen Wärmebedarfen gibt (vgl. Kapitel 3.6.3). Diese haben einen sehr großen Einfluss auf die Bewertung von Wärmenetzszenarien hinsichtlich der Wärmeliniendichte und der Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Daher wurden mit den Unternehmen mehrere Gespräche geführt. Ziel war es, realistisch einschätzen zu können, welcher Anteil des Wärmebedarfs durch ein Wärmenetz gedeckt werden kann und für welche Anteile, insbesondere Prozesswärmebedarfe auf hohen Temperaturniveaus, dies eher nicht in Frage kommt. Darüber hinaus wurden Abschätzungen zur zukünftigen verstärkten innerbetrieblichen Nutzung von Abwärme berücksichtigt, da dies die über ein potenzielles Wärmenetz zu deckende Wärmemenge reduzieren kann.

Um den Einfluss der beiden größten Wärmeverbraucher auf das Ergebnis der Wärmenetzanalyse zu untersuchen, wurden zwei Varianten betrachtet: eine ohne und eine mit Berücksichtigung dieser Großverbraucher.

Für beide Varianten wurden jeweils elf Wärmenetzszenarien mit unterschiedlichen Grenzwärmeliniendichten von 500 bis 2 000 kWh/(m·a) erstellt. Die Ergebnisse von jeweils sechs ausgewählten Szenarien sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 23: Kenngrößen für Netzausbauvarianten ohne Großverbraucher

Wärmenetzszenario Grenzwärmeliniendichte in kWh/(m·a)	2.000	1.500	1.250	1.000	900	700
Wärmebedarf 2024 in GWh/a	15,2	17,0	17,5	20,6	22,0	26,2
Wärmebedarf 2045 in GWh/a	12,2	13,6	13,9	16,5	17,6	20,9
Trassenlänge (Transport u. Hausanschlüsse) in km	7,2	8,1	8,5	11,6	13,3	18,9
Durchschnittliche Wärmeliniendichte 2045 in kWh/(m·a)	1.699	1.668	1.639	1.424	1.322	1.106
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	139	158	169	244	296	437

Tabelle 24: Kenngrößen für Netzausbauvarianten mit Großverbrauchern

Wärmenetzszenario Grenzwärmeliniendichte in kWh/(m·a)	2.000	1.500	1.250	1.000	900	700
Wärmebedarf 2024 in GWh/a	25,5	27,2	27,7	30,9	32,3	36,5
Wärmebedarf 2045 in GWh/a	22,2	23,6	24,0	26,5	27,6	31,0
Trassenlänge (Transport u. Hausanschlüsse) in km	7,2	8,2	8,6	11,6	13,3	18,9
Durchschnittliche Wärmeliniendichte 2045 in kWh/(m·a)	3.083	2.888	2.805	2.284	2.072	1.634
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	141	160	171	246	298	439

Die Ergebnisse verdeutlichen den erheblichen Einfluss der Großverbraucher auf die Wärmeliniendichte. Deren Berücksichtigung führt bei nahezu unveränderter Trassenlänge je nach Wärmenetzszenario zu einer um etwa 50 bis 80 % höheren durchschnittlichen Wärmeliniendichte im Jahr 2045.

5.2.1 Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten

Nach § 18 Abs. 1 WPG sind die Wärmegestehungskosten als Vollkosten der Wärmeversorgung zu verstehen. Sie setzen sich aus den Kosten für das Leitungsnetz (Transportleitungen, Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen) und den Kosten für die Wärmeerzeugung zusammen. Zusätzlich wurde eine Verzinsung des eingesetzten Kapitals angenommen. In der ersten Phase wurden zur Vereinfachung für alle Ausbauszenarien der Wärmenetze die gleichen pauschalen Erzeugungskosten angenommen.

Zur Berechnung der Investitionskosten für die Transportleitungen wurde eine Näherungsgleichung verwendet, die in Abbildung 45 dargestellt ist. Für Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen wurden die Kostenfunktion aus Abbildung 44 bzw. Abbildung 46 herangezogen. Angenommen wurde weiterhin eine BEW-Förderung, Modul 2, des Ausbauprojekts in Höhe von 40 %. Weitere Annahmen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 25: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten

Annahme	Wert	
Kalkulatorischer Zinssatz (nominal)	6	%/a
Inflationsrate	2	%/a
Betrachtungszeitraum	20	Jahre
Betriebskosten Netz (Transport- und Hausanschlussleitungen)	1	%/a bezogen auf Investitionskosten vor Förderung
Betriebskosten Hausanschlussstationen	0,3	%/a bezogen auf Investitionskosten vor Förderung
Kosten für Wärmeerzeugung	80	$€_{2025}$/MWh
Verwaltungs- und Vertriebskosten	5	%/a bezogen auf die jährlichen Gesamtkosten

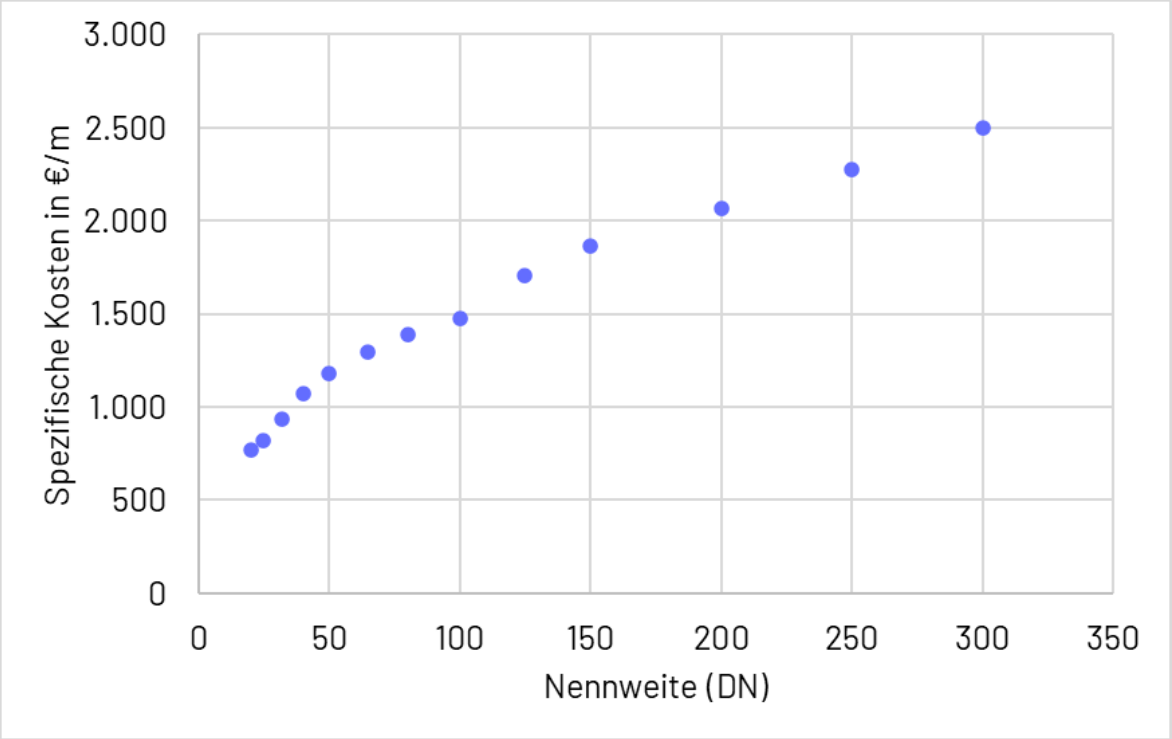


Abbildung 44: Kostenannahmen für Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite

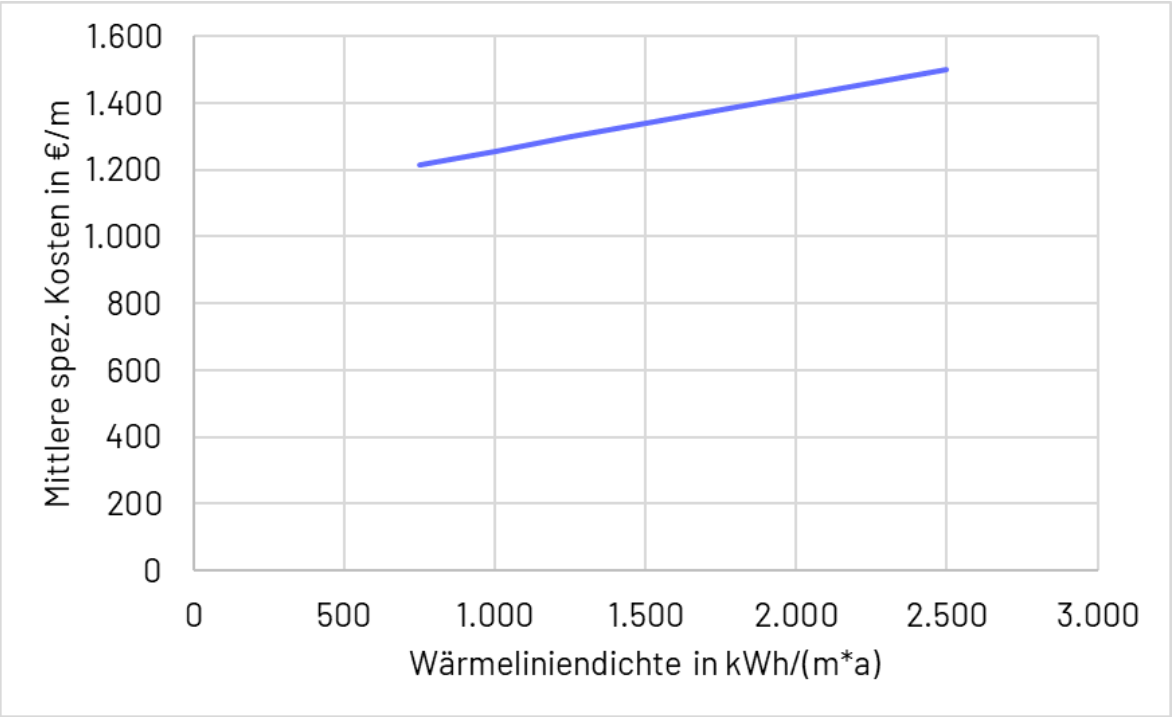


Abbildung 45: Kostenannahmen für Transportleitungen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Wärmeliniendichte

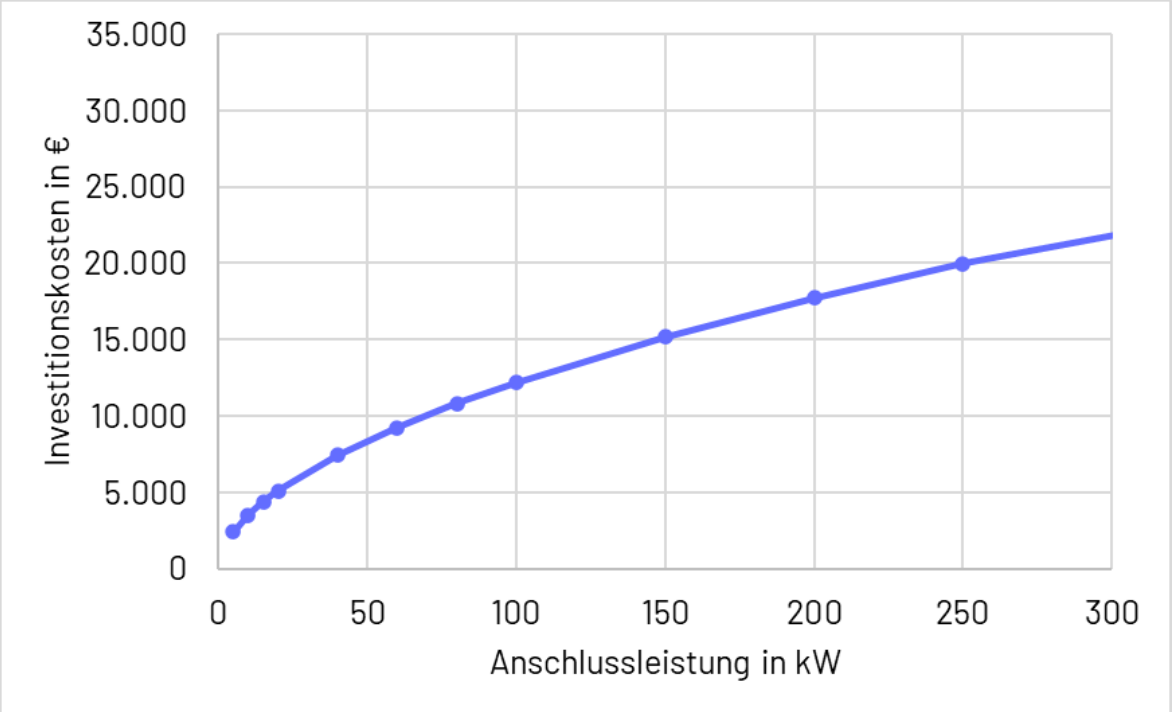


Abbildung 46: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung

Die ermittelten Kosten für die Wärmenetzszenarien sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst. Diese umfassen nur das Wärmenetz und die Übergabestationen. Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugung werden erst in späteren Kapiteln dargestellt. Zusätzlich zu den in den Diagrammen angegebenen Kostenannahmen wurden jeweils Aufschläge für Planung und Unvorhergesehenes in Höhe von insgesamt 15 % angesetzt.

Tabelle 26: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien ohne Großverbraucher

Netto-Investitionskosten in Mio. €	2.000	1.500	1.250	1.000	900	700
Transportleitungen	9,6	11,0	11,4	14,6	16,1	21,7
Hausanschlussleitungen	1,3	1,4	1,5	2,3	2,9	4,3
Hausanschlussstationen	1,1	1,3	1,3	1,8	2,0	2,7
Summe	**12,0**	**13,7**	**14,2**	**18,6**	**21,0**	**28,8**
Förderung BEW (40 %)	-4,6	-5,2	-5,4	-7,1	-8,0	-11,0
Summe nach Förderung	**7,4**	**8,4**	**8,8**	**11,5**	**12,9**	**17,8**

Tabelle 27: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien mit Großverbrauchern

Netto-Investitionskosten in Mio. €	2.000	1.500	1.250	1.000	900	700
Transportleitungen	11,2	12,5	13,0	16,1	17,6	23,2
Hausanschlussleitungen	1,4	1,5	1,6	2,4	3,0	4,4
Hausanschlussstationen	1,2	1,4	1,5	1,9	2,1	2,8
Summe	**13,8**	**15,5**	**16,0**	**20,4**	**22,7**	**30,4**
Förderung BEW (40 %)	- 5,3	- 5,9	- 6,1	- 7,8	- 8,7	- 11,6
Summe nach Förderung	**8,5**	**9,5**	**9,9**	**12,6**	**14,0**	**18,8**

Mithilfe der LCoH-Methode (Levelized Cost of Heat) wurden die Wärmegestehungskosten sämtlicher Netzvarianten über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren berechnet. Dabei wurden zunächst für alle Varianten einheitliche Wärmeerzeugungskosten von 80 €$_{2025}$/MWh angesetzt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die dort ausgewiesenen Bedarfskosten liegen über den in Tabelle 25 angesetzten Ausgangswerten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Gesamtkosten in der Abbildung nominal dargestellt sind und die Wärmeverteilverluste berücksichtigt wurden. Letztere wurden in Abhängigkeit von der jeweiligen Wärmeliniendichte abgeschätzt.

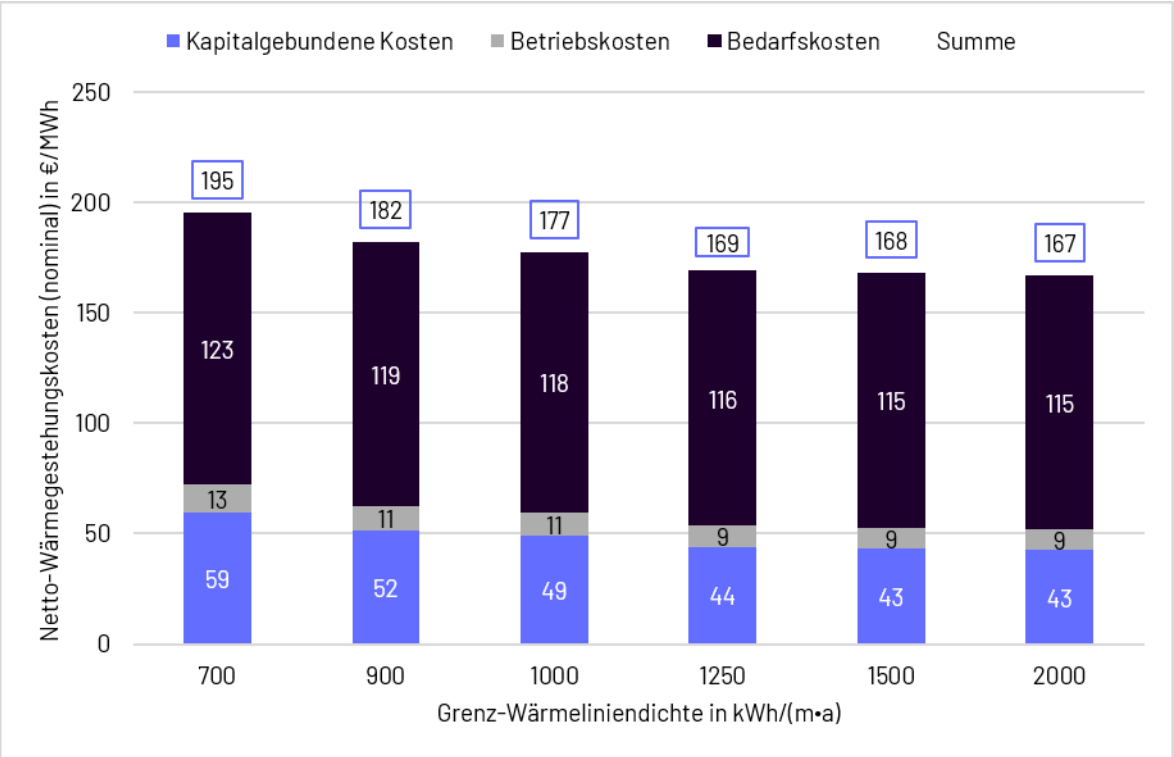


Abbildung 47: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80€/MWh Erzeugungskosten ohne Großverbraucher

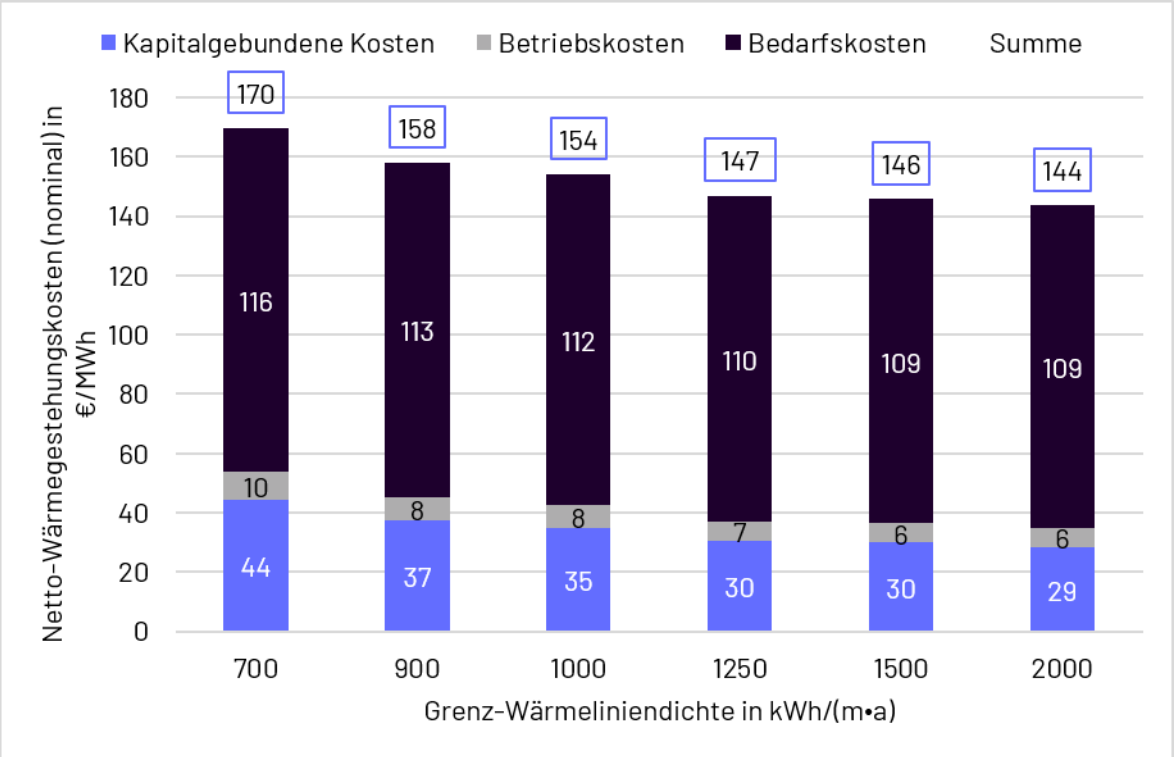


Abbildung 48: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80 €/MWh Erzeugungskosten mit Großverbrauchern

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Wärmenetzszenarien ohne Großabnehmer in einem Bereich zwischen 167 und 195 €/MWh liegen. Erwartungsgemäß nehmen die Wärmegestehungskosten mit abnehmender Wärmeliniendichte zu. Aufgrund der deutlich höheren Wärmeliniendichten

liegen die Wärmenetzszenarien mit Großabnehmern deutlich darunter im Bereich zwischen 144 und 170 €/MWh.

Ein Wärmenetz ist für potenzielle Kunden vor allem dann attraktiv, wenn die Wärmepreise des Netzes nicht höher sind als die Wärmeversorgungskosten einer dezentralen Wärmeerzeugungslösung. Im nächsten Kapitel werden zum Vergleich die Wärmegestehungskosten für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen dargestellt.

5.2.2 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung

Bevor im weiteren Verlauf die Möglichkeiten für eine dezentrale Wärmeerzeugung dargestellt werden, sollen zunächst einige grundlegende Aspekte und Rahmenbedingungen erläutert werden. Für potenzielle Kundinnen und Kunden ist ein Wärmenetz vor allem dann attraktiv, wenn dessen Wärmepreise nicht über den Kosten einer eigenen dezentralen Wärmeerzeugung liegen. Wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten sind daher entscheidend, um ausreichende Anschlusszahlen und damit die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Wärmenetzen sicherzustellen.

Der Anreiz für einen Netzanschluss ergibt sich jedoch nicht allein aus günstigen Wärmepreisen, sondern auch aus weiteren Vorteilen gegenüber individuellen Heizlösungen (LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.), 2025). Dazu zählen unter anderem der Wegfall von Schallemissionen, ein geringerer Platzbedarf, Entlastung bei den Anschaffungskosten, ein geringerer Aufwand für Wartung und Instandhaltung sowie eine höhere Versorgungssicherheit durch das Wärmenetz.

Für die dezentrale Wärmeversorgung stehen gemäß § 42 GModG ab 29.7.2026 nur noch bestimmte Optionen zur Verfügung. Die maßgeblichen nicht-fossilen dezentralen Technologien sind zukünftig:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP)
- Holzpelletkessel

Diese Heizsysteme werden bereits heute häufig in Kombination mit PV-Anlagen oder Solarthermieanlagen betrieben. Das zentrale Förderprogramm für den Einbau solcher Anlagen ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Die derzeit geltenden Förderbedingungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Wird statt dessen eine „Heizungsanlage, die mit Gas, Heizöl oder Flüssiggas betrieben wird, nach dem 29.7.2026 in ein bestehendes Gebäude neu eingebaut, hat der Eigentümer des Gebäudes sicherzustellen, dass ab dem 1.1.2029 mindestens 10 %, ab dem 1.1.2030 mindestens 15 %Prozent, ab dem 1.1.2035 mindestens 30 % und ab dem 1.1.2040 mindestens 60 % der mit der Anlage bereitgestellten Wärme aus Biomethan, Bioöl, biogenem Flüssiggas, grünem, blauem, orangenem oder türkisem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate erzeugt wird (vgl. § 43 Abs. 1 GModG)“. Der Einbau dieser Heizungen wird nicht gefördert. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtkosten dieser fossilen Anlagen in der Regel höher liegen als die Kosten geförderter Alternativen.

Tabelle 28: Förderhöhe beim Heizungstausch nach BEG, Stand 21.7.2026

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)		
Grundförderung	30 % Investitionskostenzuschuss.	
	Abweichend nur 15 % für Wärmepumpen, die nicht in der EU gefertigt wurden.	
Klimageschwindigkeitsbonus	Nur bei selbstgenutzten Gebäuden bzw. Wohneinheiten und bei Austausch einer bestehenden Öl-, Kohle-, Gas-Etagen- oder Nachtspeicherheizung oder einer mindestens 20 Jahre alten Gas- oder Biomasseheizung	
		Bis 01/2027 = 16 %
		02/2027-08/2027 = 12 %
		09/2027–01/2028 = 8 %
		02/2028–08/2028 = 4 %
		Ab 09/2028 = 0 %
Einkommensbonus	40 % / 30 % / 10 % nur bei selbstgenutzten Wohneinheiten und einem Haushaltsjahreseinkommen von maximal 30.000 € / 40.000 € / 50.000 € Das anzusetzende Haushaltseinkommen wird rechnerisch um 10.000 € reduziert, sobald ein minderjähriges Kind im Haushalt lebt.	
Maximale förderfähige Kosten	Für die 1. Wohneinheit	Ab 07/2026 = 28.000 €
		02/2027–08/2027 = 27.250 €
		09/2027–01/2028 = 26.500 €
		02/2028–08/2028 = 25.750 €
		09/2028–01/2029 = 25.000 €
		02/2029–08/2029 = 24.250 €
		09/2029–01/2030 = 23.500 €
		02/2030–08/2030 = 22.750 €
		Ab 09/2030 = 22.000 €
	Für die 2. bis 6. Wohneinheit	15.000 €
	Ab der 7. Wohneinheit	8.000 €

Der Einsatz von Wasserstoff im Haushaltsbereich für Raumwärme und Trinkwarmwasser wird derzeit als wirtschaftlich nicht tragfähig eingeschätzt. Im Zuge der Dekarbonisierung ist davon auszugehen, dass Wasserstoff vor allem in stark konkurrierenden Anwendungen – etwa in der Industrie, der Stahlproduktion oder dem Schwerlastverkehr – benötigt wird.

Vor diesem Hintergrund ist es äußerst unwahrscheinlich, dass in Haiger in absehbarer Zeit Wasserstoff für die flächendeckende Versorgung der Gebäude mit Wärme bereitstehen wird. Ebenso gilt eine umfassende Umstellung der bestehenden Gasverteilnetze auf Wasserstoff als

nicht realistisch (vgl. Kapitel 2.2). Aus diesen Gründen wird Wasserstoff als Option zur dezentralen Wärmeversorgung im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung nicht weiter betrachtet.

Zur Berechnung der Kosten dezentraler Wärmeerzeugungssysteme wurden der KWW-Technikkatalog Wärmeplanung sowie die Ariadne-Analyse (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, & Kost, 2024) als Grundlagen für die Kostenannahmen herangezogen. Die Wärmegestehungskosten wurden anschließend mithilfe der Levelized Cost of Heat (LCoH)-Methode ermittelt. Für die Berechnung kam folgende Formel zum Einsatz:

$$LCoH = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{(CapEx_t - SE_t) + (OpEx_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{Heat_t}{(1+r)^t}}$$

- LCoH = Levelized Cost of Heat in €/kWh
- $CapEx_t$ = Investitionskosten im Jahr t in €
- SE_t = Investitionskostenförderung im Jahr t in €
- T = Betrachtungszeitraum in Jahren (a)
- $OpEx_t$ = Wartungs- und Betriebskosten im Jahr t in €
- $Heat_t$ = Erzeugte Wärme im Jahr t in kWh
- r = Diskontierungssatz in %

Die grundlegenden Parameter für die Referenzszenarien wurden wie folgt festgelegt:

- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Diskontierungssatz: 4 %/a
- Inflationsrate: 2 %/a (für Preissteigerung)
- Heizwärmebedarf: 20 MWh für ein Einfamilienhaus; 160 MWh für ein Mehrfamilienhaus
- Leistung des Wärmeerzeugers:
    - 2 500 Vollbenutzungsstunden für Wärmepumpen, sodass mit 8 kW im Einfamilienhaus und mit 64 kW im Mehrfamilienhaus gerechnet wird.
    - 1 600 Vollbenutzungsstunden für andere Wärmeerzeuger, sodass ein 12,5-kW-Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus und ein 100-kW-Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus angenommen wurden.

Die Investitionskosten wurden aus dem KWW-Technikkatalog Wärmeplanung übernommen. Dabei wurden alle dort aufgeführten Zusatzkosten berücksichtigt, einschließlich geringinvestiver Maßnahmen und der Kosten für erforderliche Pufferspeicher.

In den Berechnungen wurde zudem die BEG-Förderung einbezogen. Der Klimageschwindigkeitsbonus sowie der Einkommensbonus blieben in den Referenzszenarien unberücksichtigt. Für Wärmepumpen wurde daher von einem Gesamtfördersatz von 35 % ausgegangen. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Förderung im Einfamilienhaus auf maximal 28.000 € und im

Mehrfamilienhaus (Annahme: 12 Wohneinheiten) auf maximal 153.000 € förderfähige Kosten begrenzt ist.

Die Lebensdauer der untersuchten Wärmeerzeuger sowie die jeweiligen Betriebskosten wurden gemäß VDI 2067 festgelegt:

- Wärmepumpen: 18 Jahre Lebensdauer und 2,5 %/a Betriebskosten
- Gas-Brennwert: 20 Jahre Lebensdauer und 3,0 %/a Betriebskosten
- Heizöl: 20 Jahre Lebensdauer und 3,5 %/a Betriebskosten
- Pellets: 15 Jahre Lebensdauer und 6,0 %/a Betriebskosten

Der Jahresnutzungsgrad der Wärmeerzeuger wurde wie folgt angesetzt:

- Wärmepumpen: 3,0 im Einfamilienhaus; 2,5 im Mehrfamilienhaus
- Gas-Brennwert: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Heizöl: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pellets: 90 %

Die Energiepreise und ihre zukünftige Entwicklung sowie die CO_2-Preisannahmen wurden anhand der Ariadne-Analyse festgelegt. Zwischen den dort aufgeführten Stützjahren erfolgte eine lineare Interpolation. Für die Berechnung der Wärmepumpen wurde der reguläre Haushaltsstromtarif und somit kein spezieller Wärmepumpenstromtarif verwendet. Die CO_2-Preise wurden gemäß der in der Kategorie „Standard" ausgewiesenen Preisentwicklung für Erdgas bzw. Heizöl angesetzt. Diese sieht einen Anstieg auf 116 $€_{2024}$/t im Jahr 2030 und auf 175 $€_{2024}$/t im Jahr 2040 vor. Die Werte zwischen diesen Jahren wurden ebenfalls linear interpoliert. Für die Emissionsberechnung kamen die brennwertbezogenen Emissionsfaktoren gemäß Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) von 181 g_{CO2}/kWh_{th} für Erdgas und 249 g_{CO2}/kWh_{th} für Heizöl zum Einsatz. Eine Übersicht der Preisentwicklungen findet sich in der folgenden Abbildung.

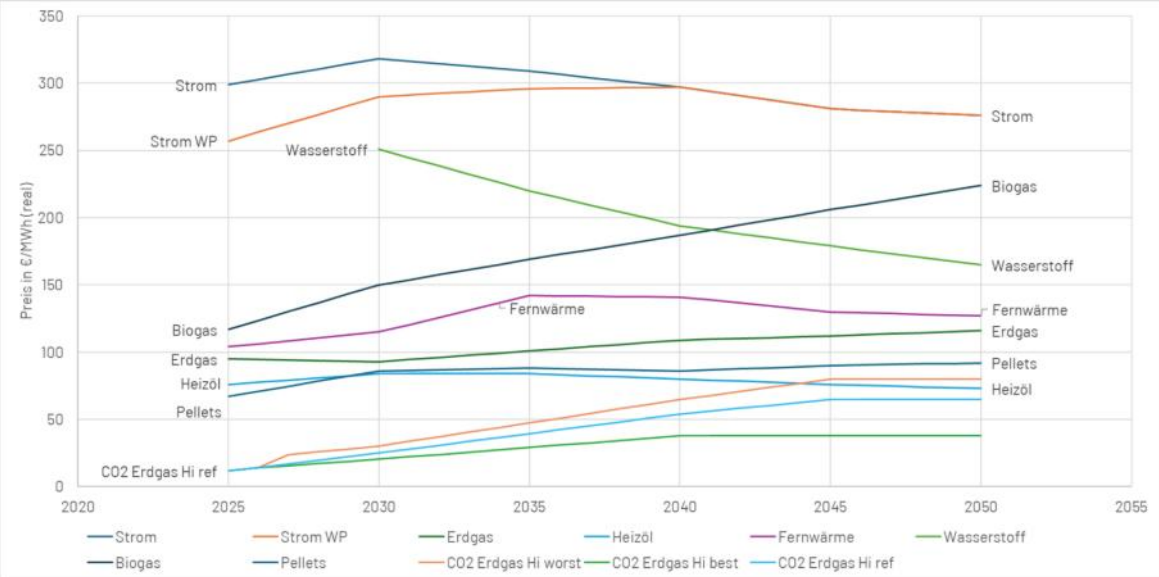


Abbildung 49: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse

Die in der Abbildung dargestellten Werte beziehen sich auf reale Preisniveaus aus dem Jahr 2024. Für die Berechnung der zukünftigen jährlichen Kosten erfolgte anschließend eine Anpassung anhand der unterstellten Inflationsrate und somit eine Berücksichtigung nominaler Preisniveaus.

Die bisher dargestellten Randbedingungen bilden die Grundlage für die sogenannten Referenzszenarien. Die daraus abgeleiteten Wärmegestehungskosten (LCoH) der untersuchten Wärmeerzeuger sind in Abbildung 50 für Einfamilienhäuser und in Abbildung 51 für Mehrfamilienhäuser dargestellt.

Im Einfamilienhaus zeigt sich, dass die Luft-Wärmepumpe den günstigsten LCoH von knapp 22 ct/kWh aufweist, während der Pelletkessel mit rund 33 ct/kWh am teuersten ist. Weiterhin ist zu erkennen, dass Öl- und Gasheizungen zwar vergleichsweise geringe Investitions- und Betriebskosten aufweisen, die Bedarfskosten oder Energieträgerkosten jedoch deutlich höher ausfallen als bei Wärmepumpen oder Pellets. Bei Pellets hingegen sind die variablen Brennstoffkosten relativ niedrig. Dem stehen jedoch hohe Investitionskosten und insbesondere hohe laufende Betriebskosten gegenüber.

Im Mehrfamilienhaus bleibt die Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante mit LCoH von etwa 18,6 ct/kWh. Die übrigen Heizsysteme liegen mit rund 19 bis 20 ct/kWh in einem ähnlichen Bereich. Der im Vergleich zum Einfamilienhaus geringere Unterschied beim Pelletkessel ist vor allem auf die zugrunde gelegten Kostenfunktionen zurückzuführen: Bei geringen Anlagengrößen steigen die spezifischen Investitionskosten für Pelletkessel deutlich stärker an als bei anderen Wärmeerzeugern, was ihre Kostenposition im Einfamilienhaus relativ verschlechtert.

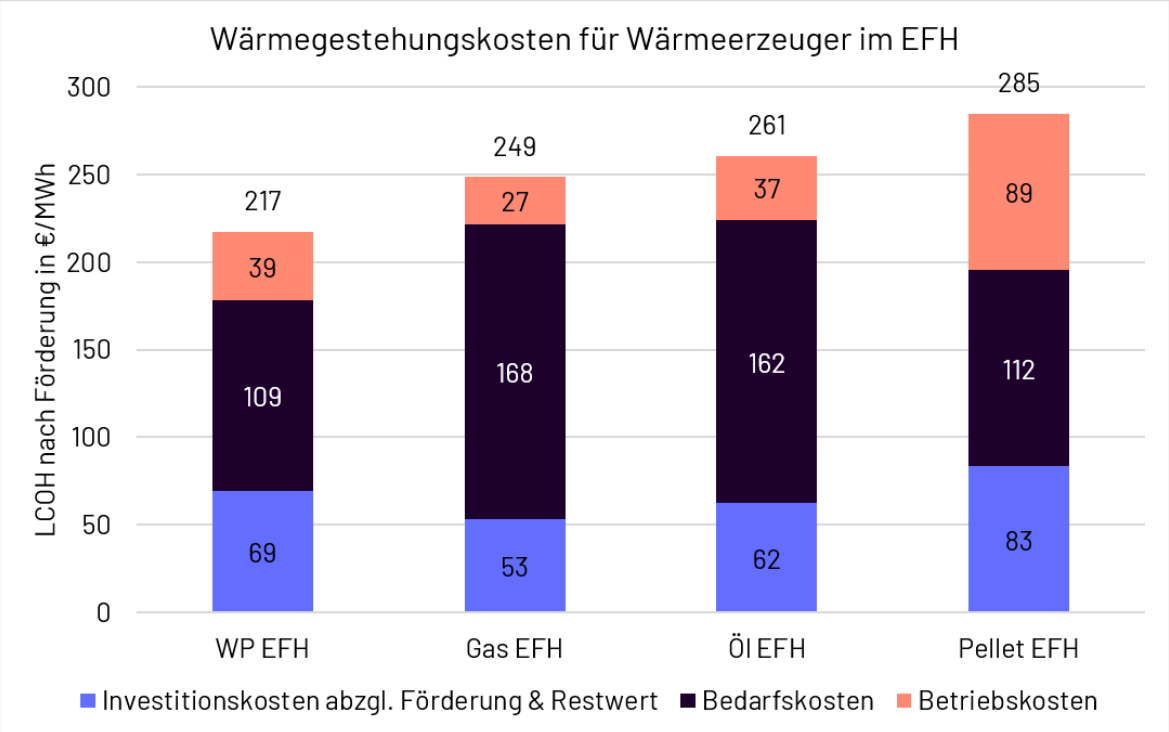


Abbildung 50: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoH (netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

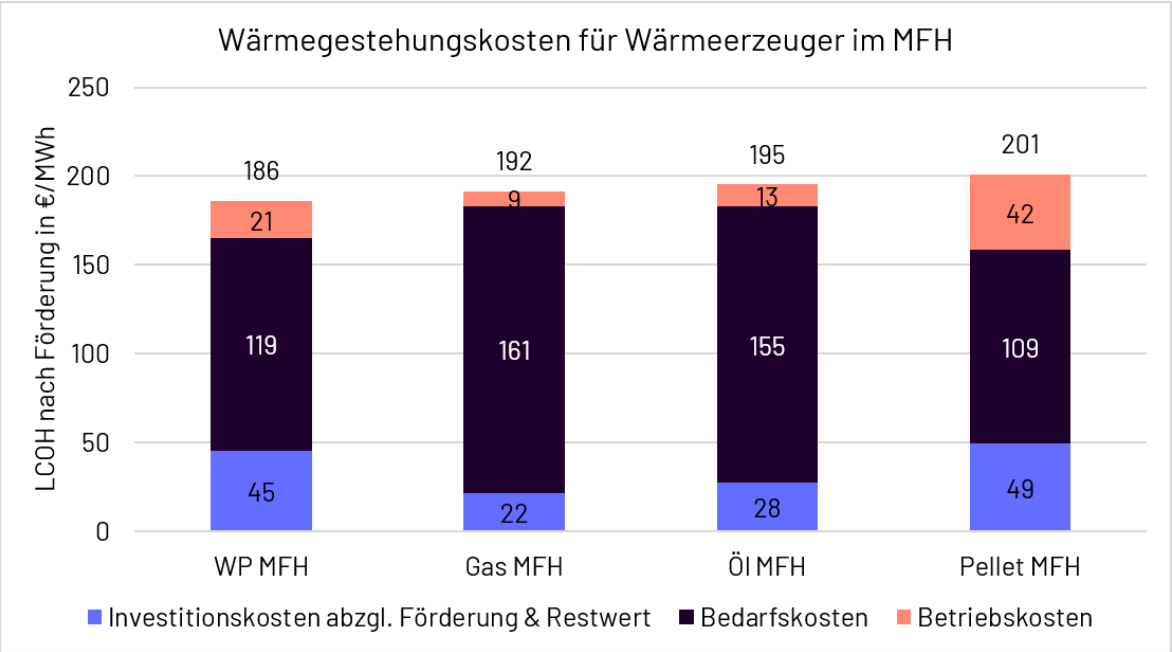


Abbildung 51: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoH (netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus

Insgesamt ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Vielzahl der in dieser Kalkulation berücksichtigten Parameter in der Praxis mit einer größeren Bandbreite der tatsächlichen Wärmegestehungskosten zu rechnen ist. Einen großen Einfluss haben die Preisunterschiede bei den Investitionskosten je nach Anbieter sowie die zukünftige Entwicklung der Strompreise. Dementsprechend wird es sowohl Gebäude geben, die zu niedrigeren als auch solche, die zu höheren Kosten versorgt werden können. Der hier dargestellte Kostenvergleich der Referenzszenarien ist daher als grobe Orientierung zu verstehen.

Vor diesem Hintergrund wurde eine tiefergehende Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der die folgenden Parameter gegenüber dem Referenzszenario variiert wurden:

- Diskontierungsfaktor: 3–6 %/a
- Investitionskosten: 90–120 % der Referenz-Investitionskosten
- Förderung der Investition:
    - 30–35 % WP im MFH (gedeckelt auf 12 WE)
    - 30–55 % WP im EFH (gedeckelt auf 1 WE)
    - 0–30 % Pelletkessel
- Lebensdauer: 16–20 Jahre
- Nutzungsgrad: 85–95 % für Gas und Heizöl; 80–90 % für Pellets; 2,5–3,5 bei WP EFH; 2,0–3,5 bei WP MFH
- Betriebskosten: 2,0–3,0 %/a für WP; 2,5–3,5 % für Gas und Heizöl; 4–8 % für Pellets

- Energiepreisentwicklung nach Ariadne-Analyse, jedoch Variation des Wertes im Jahr 2025 sowie Skalierung mit konstantem Faktor:
    - Strom: 250–350 €/MWh / Skalierung 99–101 %
    - Gas: 90–110 €/MWh / Skalierung 99–102 %
    - Öl: 70–90 €/MWh / Skalierung 99–102 %
    - Pellet: 60–80 €/MWh / Skalierung 99–102 %

Für die Sensitivitätsanalyse wurden für jede der zu variierenden Größen 10 Werte berechnet. Dabei wurde die jeweilige Variable zwischen den oben aufgeführten Extremwerten verändert, während alle übrigen Parameter auf den Werten des Referenzszenarios verblieben. Insgesamt entstanden so 90 LCoH-Berechnungen, die anschließend statistisch ausgewertet wurden. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden anhand eines Kastendiagramms in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt.

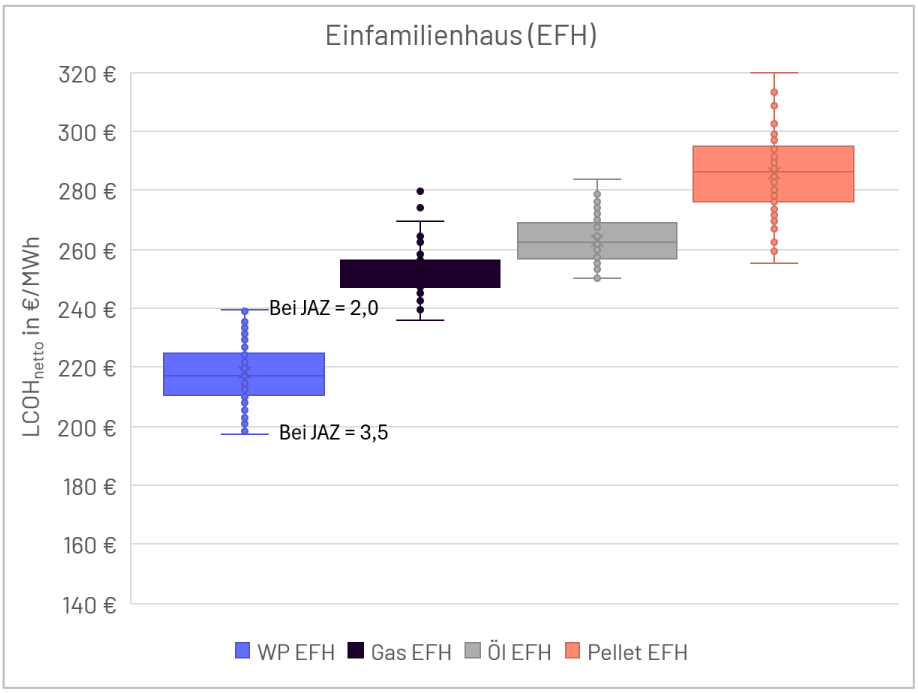


Abbildung 52: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Einfamilienhaus

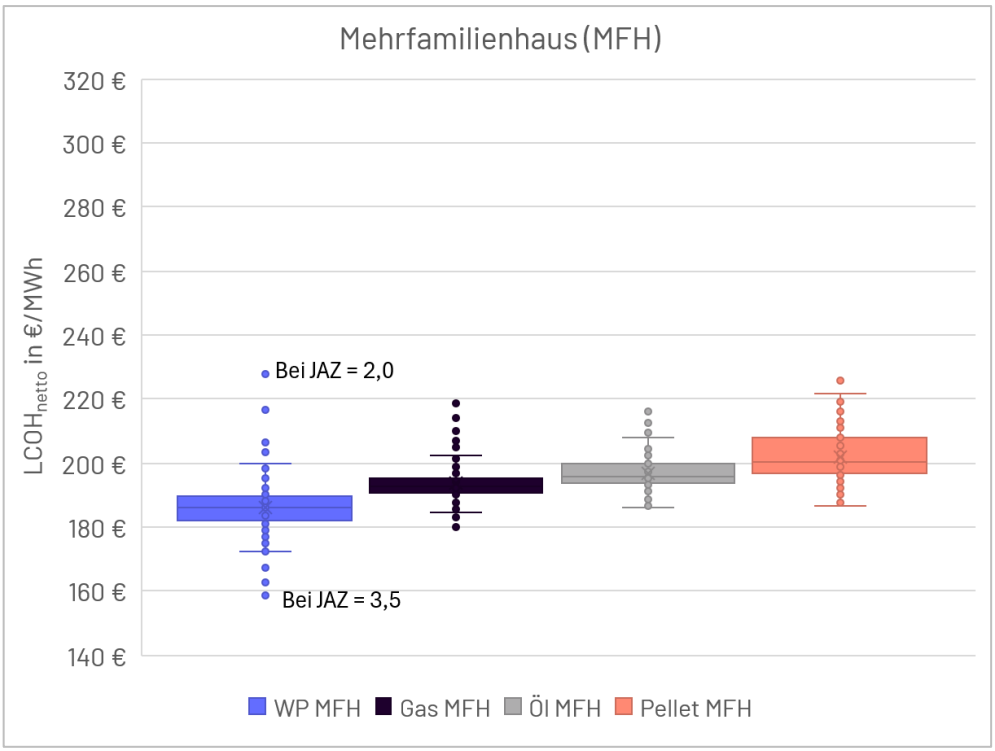


Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Mehrfamilienhaus

In den Ergebnissen ist eine Bandbreite zu erkennen, innerhalb derer die Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Varianten mit hoher Wahrscheinlichkeit liegen. Gleichzeitig zeigt sich, dass in einzelnen Fällen deutliche Abweichungen nach oben oder unten auftreten können. Besonders sensitiv wirkt sich die Entwicklung der Energiepreise aus, die bei Gas- und Ölheizungen maßgeblich zu den oberen Ausreißern führt. Bei Wärmepumpen ist zudem die Jahresarbeitszahl (JAZ) entscheidend.

Der minimale Medianwert von etwa 190 €/MWh (netto) sollte als Orientierung für einen konkurrenzfähigen Wärmenetzpreis genutzt werden. Die Wärmegestehungskosten des priorisierten Wärmenetzes sollten folglich unter diesem Wert oder zumindest nicht wesentlich darüber liegen.

Da die Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgungsanlagen aufgrund der Vielzahl relevanter Einflussfaktoren beträchtlichen Unsicherheiten unterliegen, sollten die konkreten lokalen Rahmenbedingungen vor einer endgültigen Investitionsentscheidung für einen Wärmenetzausbau nochmal ortspezifisch geprüft werden. Eine solche vertiefende Analyse kann beispielsweise im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie oder BEW-Transformationsplanung erfolgen.

5.2.3 Wärmeerzeugungsvarianten

Im nächsten Schritt wurden für ein ausgewähltes Wärmenetzszenario mehrere Varianten für die Wärmeerzeugung, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse, in Hinblick auf die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit untersucht und bewertet. Aus den in Kapitel 5.2 bzw. 5.2.1 dargestellten Wärmenetzszenarien wurde das Szenario mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1 250 kWh/(m·a) ausgewählt. Das Ergebnis der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten für dieses Szenario deutet auf eine sehr gute Konkurrenzfähigkeit

zu dezentralen Wärmeversorgungsalternativen hin. Weiterhin werden die Varianten mit und ohne Großverbraucher betrachtet. Die Wärmenetze weisen folgende Indikatoren auf:

Tabelle 29: Indikatoren der für die Erzeugerbetrachtung ausgewählten Wärmenetzszenarien

Wärmenetzszenario	Ohne Großverbraucher	Mit Großverbrauchern
Trassenlänge (Transportleitung und Hausanschlüsse) in km	8,5	8,5
Wärmebedarf 2024 in GWh/a	17,5	27,7
Wärmebedarf 2045 in GWh/a	13,9	24,0
Durchschnittliche Wärmeliniendichte 2045 in kWh/(m·a)	1.639	2.805
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	169	171
Anteil am Gesamtwärmebedarf 2045 in %	8,5	14,5
Investitionskosten Wärmenetz in Mio. €	14,2	16,0
Investitionskosten Wärmenetz nach Förderung in Mio. €	8,8	9,9

Für diese Wärmenetzkonzepte wurden im dritten Schritt jeweils zwei Wärmeerzeugungskonzepte entwickelt, im Detail ausgelegt, simuliert und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet.

Die Erzeugervarianten wurden anhand der Bewertungskriterien aus § 18 Abs. 1 WPG miteinander verglichen. Als Ergebnis lag ein priorisiertes Erzeugerkonzept für das Ziel-Wärmenetz vor. Das weitere Verfahren wird in den folgenden Kapiteln detailliert erläutert.

5.2.4 Erzeugerauslegung

Aufbauend auf der Potenzialanalyse wurden jeweils zwei Wärmeerzeugungskonzepte für das Wärmenetzkonzept mit und ohne Großverbraucher im Detail betrachtet. Beide Konzepte basieren auf einer Großwärmepumpe, die die Wärme aus dem Ablauf der Kläranlage entnimmt (vgl. Kapitel 4.7). In der ersten Variante wird die Kläranlagen-Wärmepumpe für Grund- und Mittellast eingesetzt. In der zweiten Variante wird die Wärmepumpe in der Mittellast durch einen Biomassekessel ergänzt. In allen Varianten wird zur Deckung der Spitzenlast ein Gaskessel vorgesehen (< 10 % der Gesamt-Wärmeeinspeisung). Bis zum Jahr 2045 muss das darin eingesetzte Gas erneuerbar sein (z. B. grüner Wasserstoff oder Biomethan). Die Varianten sind hier kurz zusammengefasst.

- Variante 1 (AWP + Gas):
    - Grund- und Mittellast: Abwasserwärmepumpe Kläranlage
    - Spitzenlast: Gaskessel
- Variante 2 (AWP + BM + Gas):
    - Grundlast: Abwasserwärmepumpe Kläranlage
    - Mittellast: Biomassekessel
    - Spitzenlast: Gaskessel

Für die Berechnung der Szenarien wurde angenommen, dass das Wärmenetz im Zeitraum von 2030 bis 2034 errichtet wird. Die folgenden Abbildungen zeigen die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs, die Wärmeverluste sowie die daraus resultierende gesamte in das Netz eingespeiste Wärmemenge.

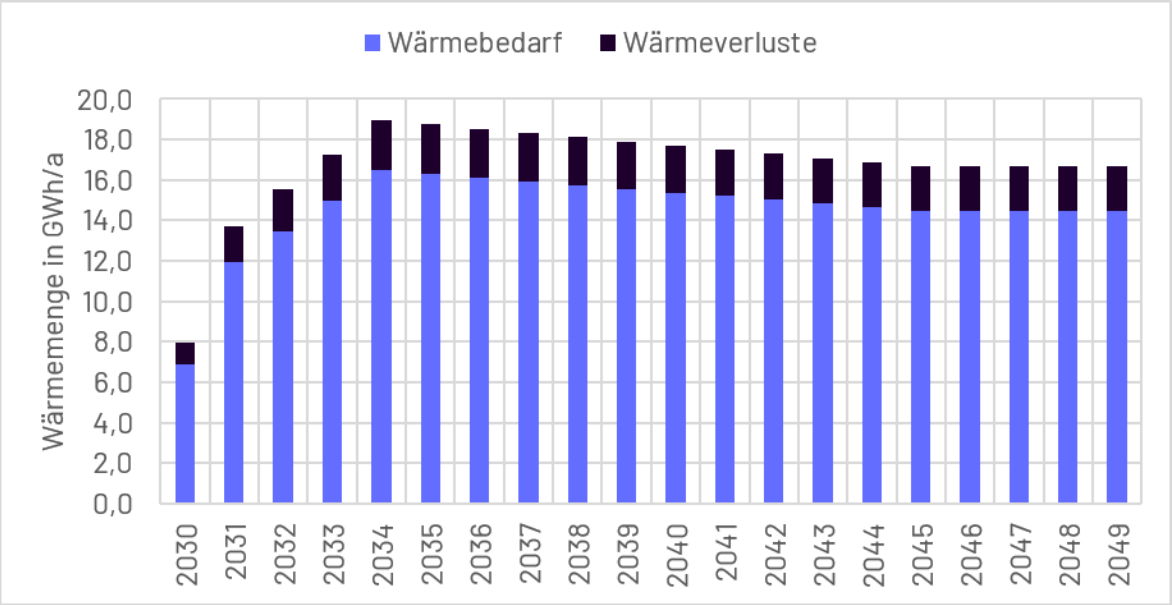


Abbildung 54: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept ohne Großverbraucher

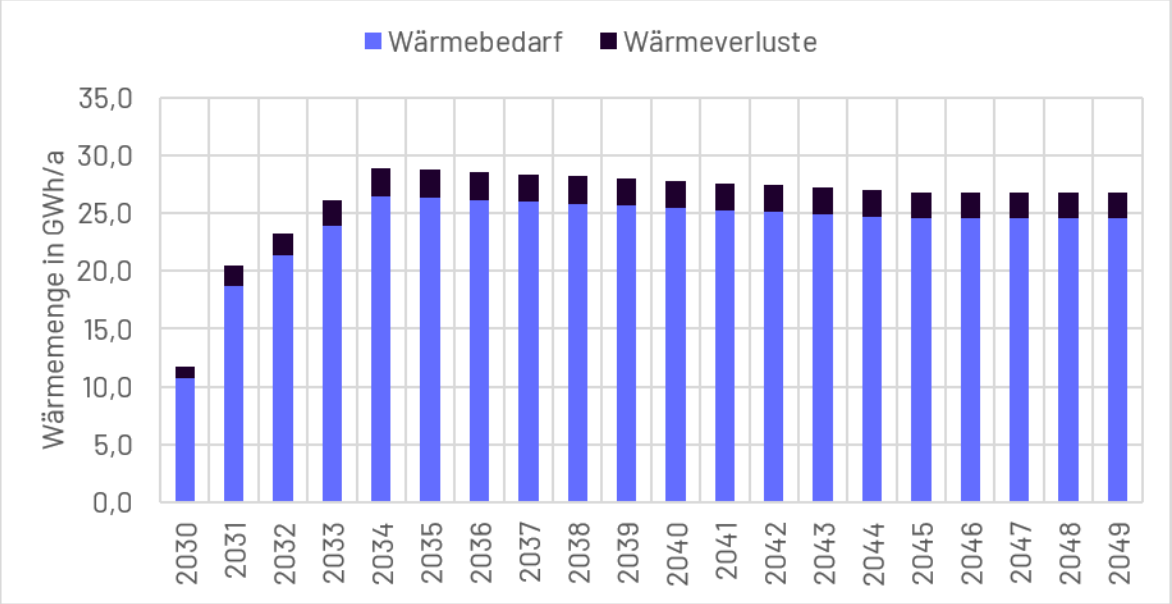


Abbildung 55: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept mit Großverbrauchern

Die Auslegung der Wärmeerzeuger wird für das Jahr 2034 vorgenommen. Hierfür wurden Lastprofile nach dem Standardlastprofilverfahren (BDEW/VKU/GEODE, 2025) erzeugt. Für die Großverbraucher wurden zum Teil Lastprofile aus Messdaten abgeleitet. Bei der Auslegung ist zu berücksichtigen, dass die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) für neue Netze vorschreibt, dass der Anteil der fossil betriebenen Spitzenlastkessel an der gesamten eingespeisten Wärmemenge 10 % nicht überschreiten darf. Daher werden die Grund- und

Mittellasterzeuger so ausgelegt, dass sie etwa 90 % des Wärmebedarfs decken können. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der Erzeugerauslegung.

Tabelle 30: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten

Leistung	Ohne Großverbraucher		Mit Großverbrauchern	
	Variante 1 AWP+Gas	Variante 2 AWP+BM+Gas	Variante 1 AWP+Gas	Variante 2 AWP+BM+Gas
Gaskessel in MW_{th}	7,2	7,2	10,0	10,0
Abwasserwärmepumpe in MW_{th}	3,5	1,2	5,5	2,0
Biomassekessel in MW_{th}	-	2,0	-	3,0
Speicher in m^3	1.000	1.000	1.000	1.000

In der folgenden Abbildung sind die Anteile der einzelnen Wärmeerzeuger in den vier Varianten für das Jahr 2034 dargestellt. Diese ergeben sich aus den Jahressimulationen, die im folgenden Kapitel beschrieben werden.

In allen Varianten liegt der Anteil des Gas-Spitzenlastkessels zwischen 9 und 10 %. In Variante 1 wird jeweils die übrige Wärme aus der Kläranlage bereitgestellt. In Variante 2 ist der Anteil der Kläranlage kleiner (ca. 50 %). Zusätzlich stellt der Biomassekessel etwa 40 % der Wärme bereit.

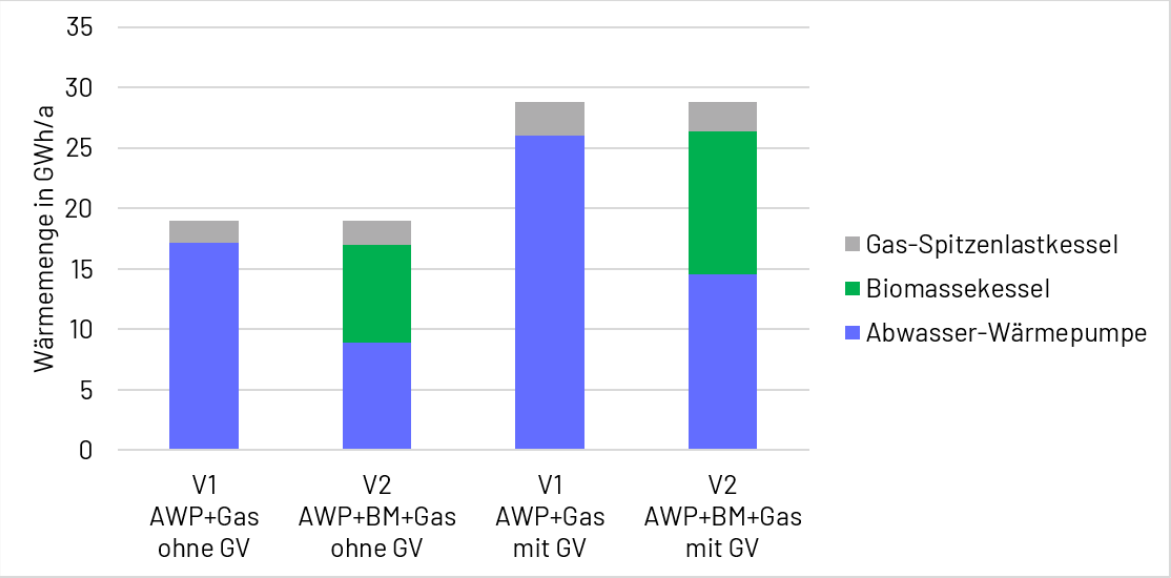


Abbildung 56: Anteile der Wärmeerzeuger an der Wärmeerzeugung aller Varianten im Jahr 2034. Abkürzung „GV" für Großverbraucher.

5.2.5 Simulation der Lastgänge

Für alle Erzeugervarianten wurden für die Bezugsjahre 2034 und 2045 Jahressimulationen durchgeführt. Hierfür wurden Lastprofile erzeugt, wie im vorigen Kapitel beschrieben. Als Randbedingungen wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellte Testreferenzjahre (DWD, 2024) angesetzt. Für die in den folgenden Kapiteln dargestellte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die energetischen Kennwerte zwischen den Bezugsjahren interpoliert. Im Folgenden werden die Jahressimulationen für das Jahr 2034 aller Varianten als Profile auf Tagesmittelwertbasis dargestellt.

Für das Wärmenetz wurde eine Vorlauftemperaturfahrkurve angesetzt. Diese sieht bei Außentemperaturen oberhalb von 10 °C eine Vorlauftemperatur von 75 °C vor. Bis zu Außentemperaturen von - 8 °C wird die Vorlauftemperatur linear auf 85 °C angehoben. Darunter ist sie konstant.

Variante 1 (AWP + Gas):

Die Ergebnisse der Jahressimulationen für Variante 1 mit und ohne Großverbraucher sind in den folgenden Abbildungen auf Tagesmittelwertbasis verdichtet dargestellt. Es wird deutlich, dass die Abwasser-Wärmepumpe den Großteil des Wärmebedarfs decken kann. Im Sommer sind drei Wochen zur Instandhaltung der Wärmepumpe an der Kläranlage vorgesehen. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe der Kläranlage liegt in beiden Fällen bei etwa 3,0. Das Wärmeerzeugungspotenzial und die Quelltemperatur basieren auf der in Kapitel 4.7 beschriebenen Datenbasis. In der Variante mit Großverbrauchern ist im November zu erkennen, dass bei dieser großen Auslegung der Wärmepumpe der Abfluss an der Kläranlage teilweise nicht ausreicht, um die Nennleistung der Wärmepumpe zu erreichen, so dass hier der Spitzenlastkessel einspringen muss.

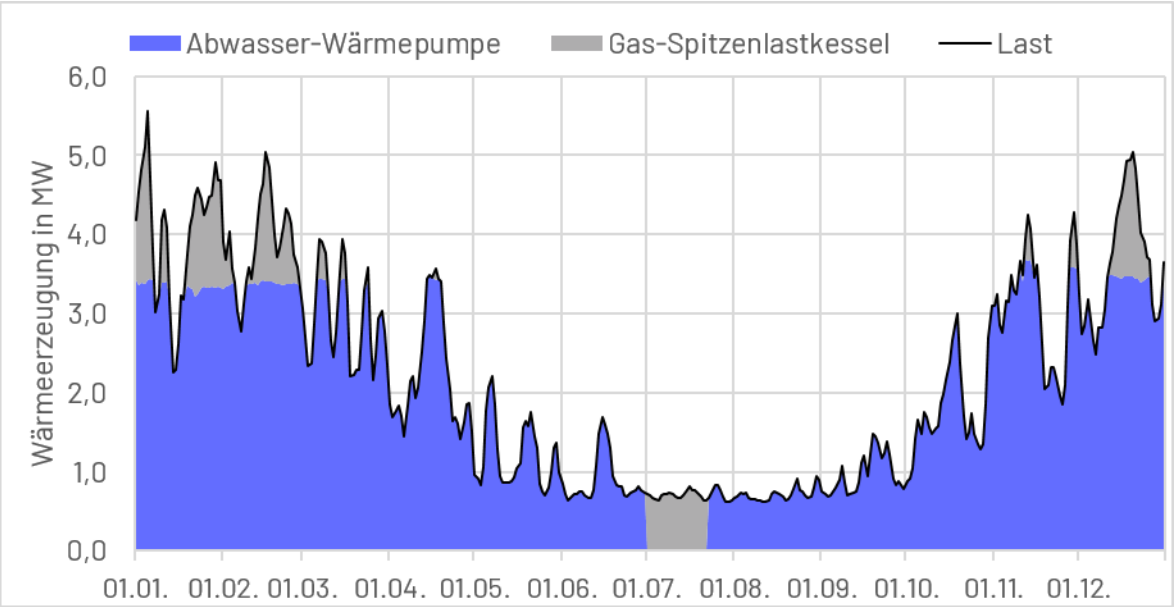


Abbildung 57: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP + Gas) ohne Großverbraucher

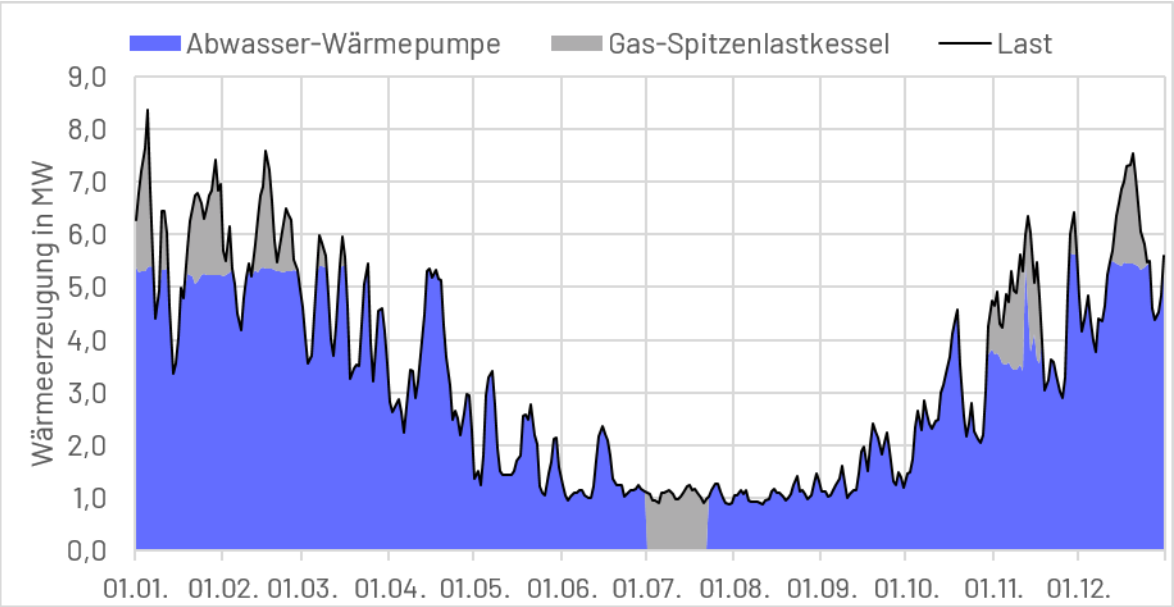


Abbildung 58: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP + Gas) mit Großverbrauchern

Variante 2 (AWP + BM + Gas):

Die Ergebnisse der Jahressimulationen für Variante 2 mit und ohne Großverbraucher sind in den folgenden Abbildungen auf Tagesmittelwertbasis verdichtet dargestellt. Im Unterschied zu Variante 1 sind die Abwasser-Wärmepumpen kleiner ausgelegt. In der Heizperiode werden zusätzlich die Biomassekessel eingesetzt. Die Jahresarbeitszahlen der Abwasser-Wärmepumpe liegen bei etwa 3,1 und damit etwas höher als in Variante 1.

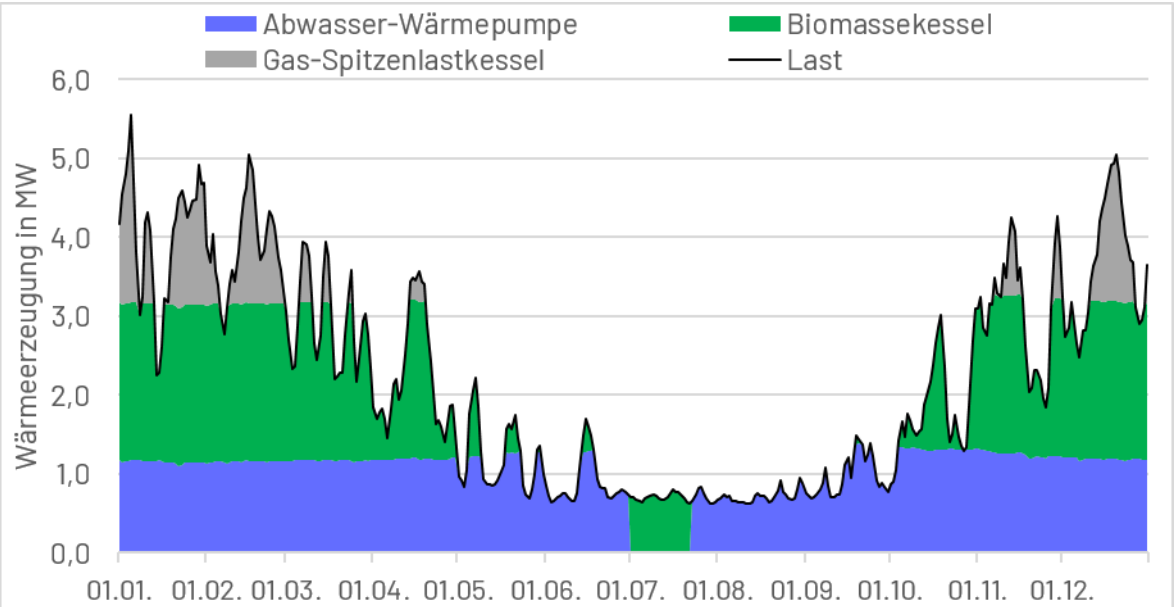


Abbildung 59: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP + BM + Gas) ohne Großverbraucher

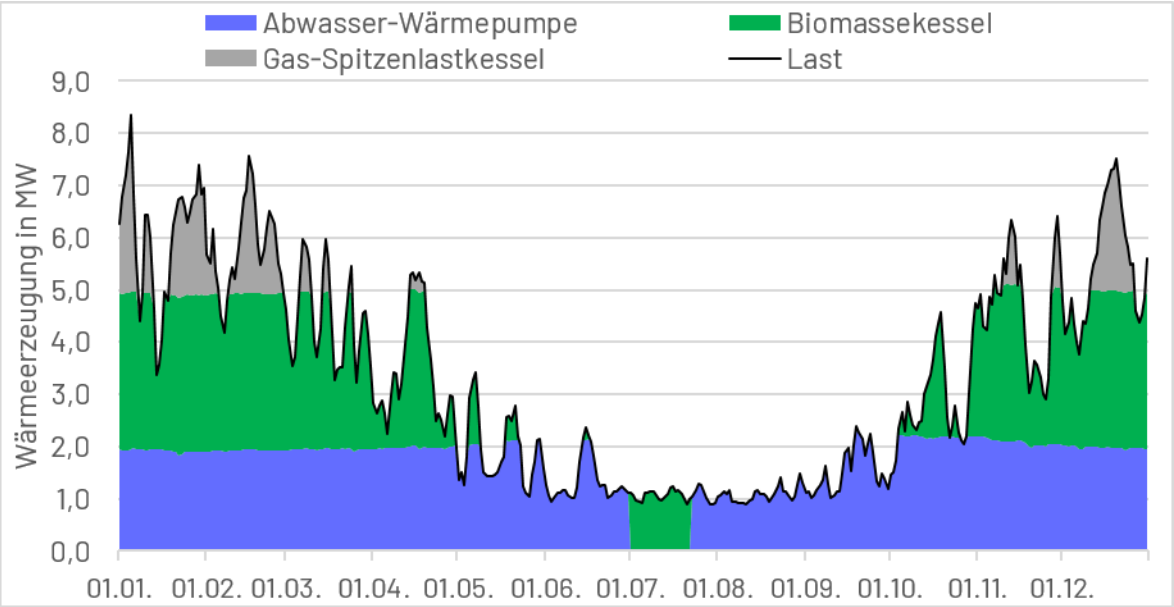


Abbildung 60: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP + BM + Gas) mit Großverbrauchern

5.2.6 Kostenannahmen

Im nächsten Schritt wurden für alle Erzeugervarianten die Investitionskosten und daraus abgeleitet die kapitalgebundenen Kosten sowie die bedarfs- und betriebsgebundenen Kosten ermittelt. Hierfür wurden Kostenfunktionen aus der Literatur sowie eigene Erfahrungswerte herangezogen. Die Investitionskosten sind inklusive der angenommenen Fördersummen in Tabelle 31 dargestellt.

Die BEW-Förderung, Modul 2, sieht für den Neubau von Wärmenetzen aktuell eine Förderung von 40 % der förderfähigen Investitionskosten vor. Die fossil befeuerten Kessel in den beschriebenen Erzeugervarianten sind nicht förderfähig.

Neben den Investitionskostenzuschüssen können auch noch Betriebskostenförderungen für Solarthermie und Wärmepumpen über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren geltend gemacht werden (BEW-Förderung, Modul 4). Bei Wärmepumpen wird die Förderhöhe abhängig von der Jahresarbeitszahl berechnet und liegt zwischen 11 und 14 ct/kWh$_{el}$ (Strominput). Bei den in der Folge dargestellten Ergebnissen wurde keine Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke für die Betriebskostenförderung vorgenommen. Wenn die nach der Methodik des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) berechnete Wirtschaftlichkeitslücke vor Ablauf der 10 möglichen Förderjahre geschlossen ist, ist keine weitere Betriebskostenförderung möglich. In die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke gehen viele Annahmen ein und das Ergebnis kann auf kleine Änderungen der Annahmen sensitiv reagieren. Es wurde hier zunächst angenommen, dass die Betriebskostenförderung in allen Fällen über die vollen 10 Jahre ausgeschöpft werden kann.

Die folgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten für die Netzkonzepte mit allen Erzeugervarianten.

Tabelle 31: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten

Investitionskosten in Mio. €	Ohne Großverbraucher		Mit Großverbrauchern	
	V1 AWP+Gas	V2 AWP+BM+Gas	V1 AWP+Gas	V2 AWP+BM+Gas
Abwasser-Wärme-pumpe	5,3	2,0	8,0	3,1
Biomasse-Kessel	-	1,7	-	2,6
Gas-Spitzenlastkessel	0,5	0,5	0,6	0,6
Speicher	0,3	0,3	0,6	0,6
Heizzentrale	2,0	2,5	2,0	2,5
Transportleitungen	10,0	10,0	11,3	11,3
Hausanschlussleitun-gen	1,3	1,3	1,4	1,4
Hausanschlussstatio-nen	1,2	1,2	1,3	1,3
Planung	2,1	1,9	2,5	2,3
Unvorhergesehenes	1,0	1,0	1,3	1,2
Summe	23,7	22,4	29,1	27,0
BEW-Förderung	- 8,9	- 8,4	- 10,9	- 10,1
Summe nach Förderung	**14,8**	**14,0**	**18,3**	**16,9**

Die Investitionskosten liegen vor Förderung zwischen 22 und 29 Mio. €. Mit Berücksichtigung der BEW-Förderung liegen die Investitionskosten zwischen 14 und 18 Mio. €.

Zur Berechnung der Wärmegestehungskosten wurde die LCoH-Methode für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren angewendet. Die Rechnung wurde mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 6 %/a (als Gesamtkapitalverzinsung) durchgeführt. Für alle Komponenten wurden Annahmen zu jährlichen Betriebskosten sowie technischer Nutzungsdauer zur Berücksichtigung von Reinvestitionen oder Restwerten getroffen. Die Berechnung wurde nominal unter Annahme einer Inflationsrate von 2 %/a durchgeführt. Auch alle Ergebnisdarstellungen zeigen nominale Wärmegestehungskosten. Für Energieträger wurden Preisannahmen getroffen. Für Strom wurde ein Mischpreis von 190 €/MWh zu Beginn des Betrachtungszeitraums angesetzt. Über die Inflation hinaus wurde für Strom keine Preissteigerung angenommen. Für Gas wurden im ersten Jahr 98 €/MWh_{th} angesetzt. Bei den Gaskosten wurde zusätzlich zur Inflation nur die CO_2-Bepreisung als Preissteigerung eingerechnet. Für Biomasse (Holzhackschnitzel) wurde im ersten Jahr ein Preis von 35 €/MWh angesetzt. Als Preissteigerung wurde für Biomasse zusätzlich zur Inflation eine Preissteigerungsrate von 1 %/a angenommen, da zukünftig von einem steigenden Bedarf ausgegangen werden kann.

5.2.7 Ergebnisse hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind für die vier Erzeugervarianten in folgender Abbildung dargestellt.

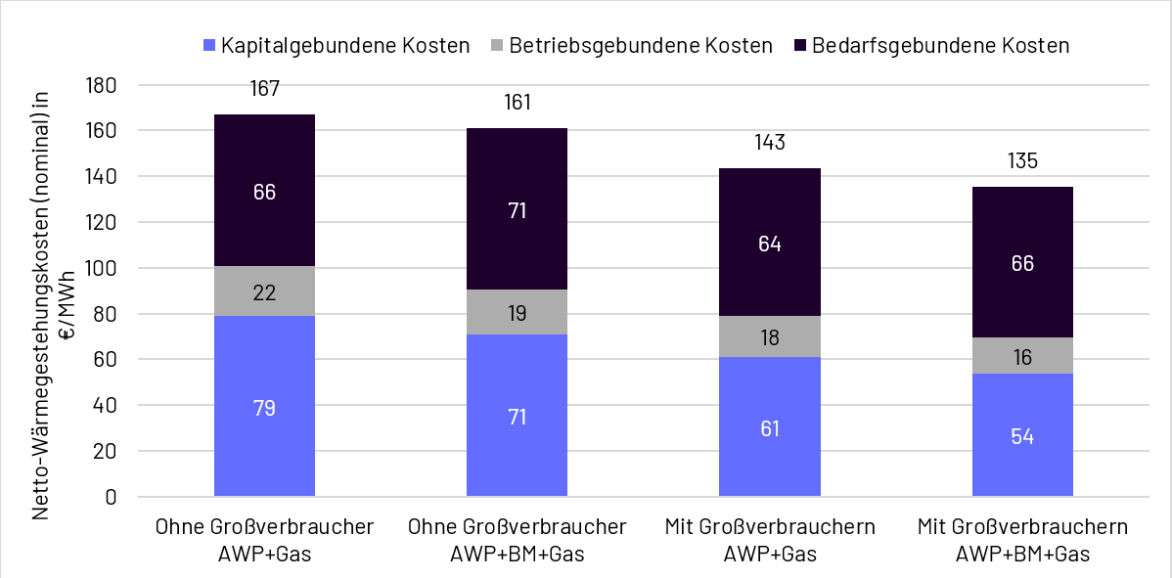


Abbildung 61: Wärmegestehungspreise der verschiedenen Varianten

Zunächst ist festzustellen, dass die Wärmegestehungskosten aller Varianten unterhalb von 170 €/MWh liegen und damit die in Kapitel 5.2.2 dargestellten Kosten dezentraler Wärmeerzeugungsoptionen deutlich unterschreiten. Damit können alle Varianten als wirtschaftlich konkurrenzfähig angesehen werden.

Das Ergebnis bestätigt, dass die Varianten mit Großverbrauchern deutlich geringere Wärmegestehungskosten erreichen. Unter den getroffenen Annahmen erreichen die Varianten mit zusätzlichen Biomassekesseln etwas geringere Wärmegestehungskosten als die Varianten, die rein auf die Großwärmepumpe am Ablauf der Kläranlage setzen. Für alle Varianten ergeben sich Kostensenkungspotenziale durch die Nutzung lokal erzeugten Stroms aus Windkraft- oder PV-Anlagen, sofern dieser nicht wesentlich über den lokalen Erzeugungs- und Verteilkosten bezogen werden kann. Da diesbezüglich keine belastbaren Daten vorlagen, wurden für diese Varianten keine detaillierten Kalkulationen durchgeführt.

5.2.8 Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten

Zur Beurteilung der Erzeugungsvarianten für die netzgebundene Wärmeversorgung wurden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln mithilfe der in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG genannten Kriterien bewertet. Dies sind die Wärmegestehungskosten, die Realisierungsrisiken, die Versorgungssicherheit und die kumulierten Treibhausgasemissionen.

Wärmegestehungskosten für die Wärmenetzeignungsgebiete

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, unterschreiten die kalkulierten Wärmegestehungskosten aller Varianten die in Kapitel 5.2.2 dargestellten Kosten dezentraler Wärmeerzeugungsoptionen. Das gewählte Wärmenetzszenario kann somit unabhängig davon, ob die Großverbraucher als Abnehmer erschlossen werden können, aus wirtschaftlicher Sicht

gegenüber dezentralen Wärmeversorgungsoptionen in den betreffenden Teilgebieten priorisiert werden. Variante 2 (AWP + BM + Gas) weist die geringsten Wärmegestehungskosten auf, wobei diese sich von Variante 1 (AWP + Gas) nicht sehr stark unterscheidet.

Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit für die Wärmenetzeignungsgebiete

Der Bau aller vier Erzeugungsvarianten ist mit vergleichsweise geringen Errichtungsrisiken behaftet.

Die Potenzialanalyse hat ergeben, dass theoretisch ein signifikantes Potenzial an Waldrestholz auf dem Stadtgebiet anfällt. Auf dieses kann jedoch aufgrund konkurrierender Nutzungen und unterschiedlicher Eigentumsverhältnisse nicht ohne Weiteres direkt zugegriffen werden. Biomasse in Form von Hackschnitzeln kann jedoch am Markt zugekauft werden. Da es absehbar viele konkurrierende Nutzungsansprüche geben wird (auch an die verfügbaren Flächen), könnte für Biomasse langfristig ein höheres Verfügbarkeitsrisiko entstehen als beim Energieträger Strom. Das würde sich voraussichtlich weniger auf die Versorgungssicherheit, als vielmehr wirtschaftlich in Form steigender Preise oder hinsichtlich der Nachhaltigkeit, etwa beim Import von Biomasse, auswirken. Festzuhalten ist, dass potenzielle Knappheiten bei der Biomasse eher langfristig zu erwarten sind, während Engpässe beim Strom bereits aktuell oder in naher Zukunft möglich erscheinen. Grund ist die anstehende Elektrifizierung in den Bereichen Mobilität und Wärme, die möglicherweise schneller voranschreitet als der Ausbau des Stromnetzes.

Alle Wärmeerzeugungsvarianten können redundant ausgelegt werden, sodass der Ausfall eines Wärmeerzeugers kurzfristig kompensiert werden kann, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Kumulierte Treibhausgasemissionen für die Wärmenetzeignungsgebiete

Die über einen Zeitraum von 20 Jahren kumulierten Treibhausgasemissionen für die Wärmenetzkonzepte und Erzeugervarianten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Alle Erzeugervarianten weisen vergleichsweise geringe Emissionsfaktoren aus.

Tabelle 32: Über 20 Jahre kumulierte Treibhausgasemissionen und mittlere Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugungsvarianten

Wärmeerzeugungsvariante	Kumulierte THG-Emissionen in t CO_{2eq}	Mittlerer Emissionsfaktor in g/kWh
V1: AWP + Gas Ohne Großverbraucher	13.228	45
V2: AWP + BM + Gas Ohne Großverbraucher	13.970	48
V1: AWP + Gas Mit Großverbrauchern	21.549	45
V2: AWP + BM + Gas Mit Großverbrauchern	20.589	43

5.2.9 Festlegung des Zielszenarios für die zentrale Wärmeversorgung

In den Kapiteln 5.1 und 5.2 wurden zunächst mehrere Wärmenetzszenarien und anschließend in den Kapiteln 5.2.3 bis 0 für das priorisierte Szenario mehrere Wärmeerzeugungsszenarien betrachtet. Aus der Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten (vgl. Kapitel 5.2.1) geht hervor, dass auch eine weiterreichende Wärmenetzvariante als die hier gewählten Varianten mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1 250 kWh/(m·a) zu konkurrenz-fähigen Preisen führen könnte. Dies ist selbst dann der Fall, wenn die Großkunden nicht an das Netz angeschlossen werden könnten. Aufgrund verschiedener Unsicherheiten wird dennoch das Wärmenetzszenario mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1 250 kWh/(m·a) als Basis für das Zielszenario ausgewählt. Darüber hinaus werden Gebiete, in denen ein weitergehender wirtschaftlich tragfähiger Ausbau des Wärmenetzes grundsätzlich möglich erscheint, als Prüfgebiete ausgewiesen. Im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie sollte eine vertiefende Analyse dieser Prüfgebiete erfolgen.

Auf der Grundlage der im vorangegangenen Kapitel erläuterten Bewertung der Erzeuger-varianten wird für das Zielsszenario die Variante 1 mit Abwasser-Wärmepumpe und Gas-Spitzenlastkessel empfohlen. Die Empfehlung basiert vor allem auf der Tatsache, dass eine lokale Versorgung mit Biomasse zum aktuellen Zeitpunkt nicht gewährleistet ist.

5.2.10 Zeitliche Umsetzung Wärmenetzausbau

Für das Zielszenario wurde der Wärmenetzausbau entsprechend der Beschreibung in Kapitel 5.2.3 festgelegt. In der kartographischen Darstellung nach § 18 WPG wird das Wärmenetz-gebiet als „Wärmenetz bis 2035“ ausgewiesen. Es wurde dabei davon ausgegangen, dass eine Errichtung zwischen 2030 und 2035 möglich ist.

5.3 Wärmenetze in den weiteren Stadtteilen

Für die weiteren Stadtteile wurden ebenfalls Wärmenetzszenarien entwickelt. In die vertiefende Auswertung wurden ausschließlich Wärmenetzszenarien mit einem Wärmebedarf von mindestens 1 GWh/a und mindestens 17 angeschlossenen Gebäuden betrachtet. Wärme-netze, die lediglich bis zu 16 Gebäude beziehungsweise 100 Wohneinheiten versorgen, werden dagegen als Gebäudenetze bezeichnet und sind nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) förderfähig, jedoch nicht über die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW).

Für einen Großteil der Stadtteile ist anzumerken, dass aufgrund der geringen Abdeckung durch das Gasnetz nur für einen kleinen Teil der Gebäude die tatsächlichen Wärmeverbrauchsdaten vorliegen. Der Wärmebedarf wurde daher überwiegend anhand von Schornsteinfegerdaten und der Gebäudegeometrie (Abschätzung der beheizten Fläche aus Gebäudevolumen) abgeschätzt, was die Unsicherheiten der Auswertung verstärkt.

Für die ausgewählten Wärmenetzszenarien wurde deren Eignung anhand der Wärmelinien-dichte als wichtigem Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzsystems bewertet. Dabei wurden andere Bewertungsmaßstäbe zugrunde gelegt als bei den zuvor untersuchten Wärmenetzszenarien in der Kernstadt Haiger.

Aufgrund der geringen Wärmelineindichten in den übrigen Ortsteilen wird angenommen, dass die Errichtung und der Betrieb von Wärmenetzen unter den üblichen Organisations- und Kostenstrukturen kommerzieller Energieversorgungsunternehmen häufig nicht wirtschaftlich umsetzbar wären. Eine mögliche Alternative stellt die Entwicklung der Wärmenetze über Energiegenossenschaften dar. Mit dieser Organisationsstruktur muss kein Gewinn erzielt werden, sodass von einer geringeren Kapitalverzinsung ausgegangen werden kann. Zudem können über ehrenamtliches Engagement Kosten reduziert werden. Auch die Verlegung von Rohrleitungen kann gegebenenfalls in diesen Stadtteilen einfacher und damit günstiger sein, da diese weniger verdichtet bebaut sind.

Für diese Stadtteile wurden im ersten Schritt Wärmenetzszenarien mit Grenzwärmeliniendichten zwischen 500 und 2 000 kWh/(m·a) erstellt. Es wurde jeweils ein Wärmenetzszenario ausgewählt, das den oben genannten Kriterien (mindestens 1 GWh/a und mindestens 17 angeschlossene Gebäude) entspricht und die höchste Wärmeliniendichte aufweist. Daraus resultieren für die Stadtteile Wärmenetzszenarien mit den in der folgenden Tabelle dargestellten Kennwerten.

Tabelle 33: Potenziale für Wärmenetze in den weiteren Stadtteilen

Stadtteil	Wärmebedarf 2045 in GWh/a	Trassenlänge in km	Wärmeliniendichte in kWh/(m·a)	Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)
Allendorf	2,4	3,0	**818**	106
Dillbrecht	1,8	3,3	**544**	83
Fellerdilln	1,9	3,0	**647**	89
Flammersbach	1,6	2,5	**621**	65
Gewerbegebiet Kalteiche	6,1	3,4	**1.799**	22
Haigerseelbach	1,0	1,7	**594**	55
Langenaubach	1,7	2,7	**622**	80
Niederroßbach				
Oberroßbach				
Offdilln	1,8	3,0	**615**	89
Rodenbach	0,8	1,2	**660**	37
Sechshelden	1,9	2,9	**665**	102
Steinbach	1,1	1,7	**645**	42
Weidelbach	1,2	1,8	**644**	48

Die für das Zieljahr 2045 berechneten Wärmeliniendichten fallen, mit Ausnahme des Gewerbegebiets Kalteiche und des Stadtteils Allendorf, mit Werten von deutlich unter 1 000 kWh/(m·a) vergleichsweise gering aus. Dies deutet darauf hin, dass ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmenetzen auch im Rahmen genossenschaftlicher Betreibermodelle zwar möglich sein könnte, aber zuvor einer vertieften Prüfung bedarf. Hierfür empfiehlt es sich,

zunächst die Datengrundlage hinsichtlich der Wärmebedarfe durch eine Befragung mit standardisierten Fragebögen zu verbessern. Über diese Vorgehensweise können unter anderem die tatsächlichen Verbräuche (z. B. von Ölheizungen), der energetische Gebäudezustand und die Bereitschaft zum Anschluss an ein potenzielles Wärmenetz abgefragt werden. Dadurch können validere Erkenntnisse über erzielbare Absatzmengen und daraus resultierende Wärmeliniendichten und Wirtschaftlichkeiten solcher Wärmenetze erzielt werden.

In den Stadtteilen Niederroßbach und Oberroßbach konnten keine Wärmenetzszenarien identifiziert werden, die die festgelegten Auswahlkriterien erfüllen.

Für die Stadtteile Dillbrecht und Haigerseelbach wurden zwar Wärmenetzszenarien ermittelt, die den Auswahlkriterien entsprechen, jedoch mit Wärmeliniendichten von weniger als 600 kWh/(m·a) vergleichsweise geringe Werte aufweisen.

In den Stadtteilen Fellerdilln, Flammersbach, Langenaubach, Offdilln, Rodenbach, Sechshelden, Steinbach und Weidelbach liegen die Wärmeliniendichten der untersuchten Wärmenetzszenarien mit 600 und 800 kWh/(m·a) etwas höher.

Für den Stadtteil Allendorf wurde ein Wärmenetzszenario mit einer Wärmeliniendichte von 818 kWh/(m·a) entwickelt. Damit weist dieses Szenario im Vergleich zu den zuvor genannten Stadtteilen eine höhere Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung auf.

Im Gewerbegebiet Kalteiche wurde ein Wärmenetzszenario entwickelt, das den festgelegten Auswahlkriterien entspricht und mit rund 1 800 kWh/(m·a) eine sehr hohe Wärmeliniendichte aufweist. Allerdings umfasst das Netzszenario lediglich 22 potenzielle Abnehmer. Dementsprechend ist es wichtig, vor weiterführenden Planungsschritten insbesondere mit den größten Wärmeverbrauchern Gespräche zu führen, um die hinreichende Anschlussbereitschaft, den zukünftigen Wärmebedarf und die Anforderungen an die Wärmeversorgung zu klären.

5.4 Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Die Einstufung der Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung basiert auf den Ergebnissen der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Analysen. Im Folgenden wird die zugrunde liegende Bewertungssystematik erläutert.

Die Bewertung der Wärmenetzeignung erfolgt auf der Ebene von Baublöcken. Für die Kernstadt Haiger basiert die Einstufung auf dem Anteil des Wärmebedarfs der Gebäude eines Blocks, die im jeweiligen Wärmenetzszenario für einen Anschluss an das potenzielle Wärmenetz vorgesehen sind. Diese Vorgehensweise ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Baublöcke, bei denen im festgelegten Wärmeszenario mindestens 25 % des prognostizierten Wärmebedarfs im Zieljahr durch das potenzielle Wärmenetz abgedeckt werden könnten, wurden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ eingestuft. Ergänzend wurden Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zieljahr zu weniger als 25 % über das geplante Wärmenetz versorgt wird, als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Darüber hinaus wurden Baublöcke als „wahrscheinlich geeignet“ bezeichnet, wenn sie in unmittelbarer Nähe des untersuchten Wärmenetzgebietes liegen und entweder eine hohe

Wärmebedarfsdichte von mehr als 415 MWh/(ha·a) aufweisen oder bei einer weitergehenden Netzausbauvariante zu den zuerst erschlossenen Bereichen gehören würden.

Tabelle 34: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG in der Kernstadt Haiger

Baublöcke	Wärmenetzanteile nach Wärmenetzszenario in %
Sehr wahrscheinlich geeignet	> 75
Wahrscheinlich geeignet	> 25 und ≤ 75
Wahrscheinlich ungeeignet	> 0 und ≤ 25
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	0

Im Gewerbegebiet Kalteiche werden Baublöcke, bei denen im identifizierten Wärmenetzszenario mindestens 25 % des prognostizierten Wärmebedarfs durch das potenzielle Wärmenetz abgedeckt werden könnten, aufgrund der hohen Wärmeliniendichte und der im vorigen Kapitel beschriebenen Effekte als „wahrscheinlich geeignet" klassifiziert.

In den übrigen Stadtteilen wird die Bewertung der Wärmenetzeignung nicht nur nach den Anteilen der Wärmenetzszenarien in den Baublöcken definiert. Zusätzlich wird auch die Wärmeliniendichte (vgl. Tabelle 33) des jeweiligen Wärmenetzszenarios nach folgenden Kriterien berücksichtigt:

- Wärmeliniendichte < 600 kWh/(m·a): „Sehr wahrscheinlich ungeeignet"
- Wärmeliniendichte zwischen 600 und 800 kWh/(m·a): „Wahrscheinlich ungeeignet"
- Wärmeliniendichte ≥ 800 kWh/(m·a): „Wahrscheinlich geeignet"

Die jeweilige Einstufung wird für Baublöcke festgelegt, deren Wärmebedarf zu mindestens 25 % über das jeweils festgelegte Wärmenetzszenario gedeckt wird.

Die Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

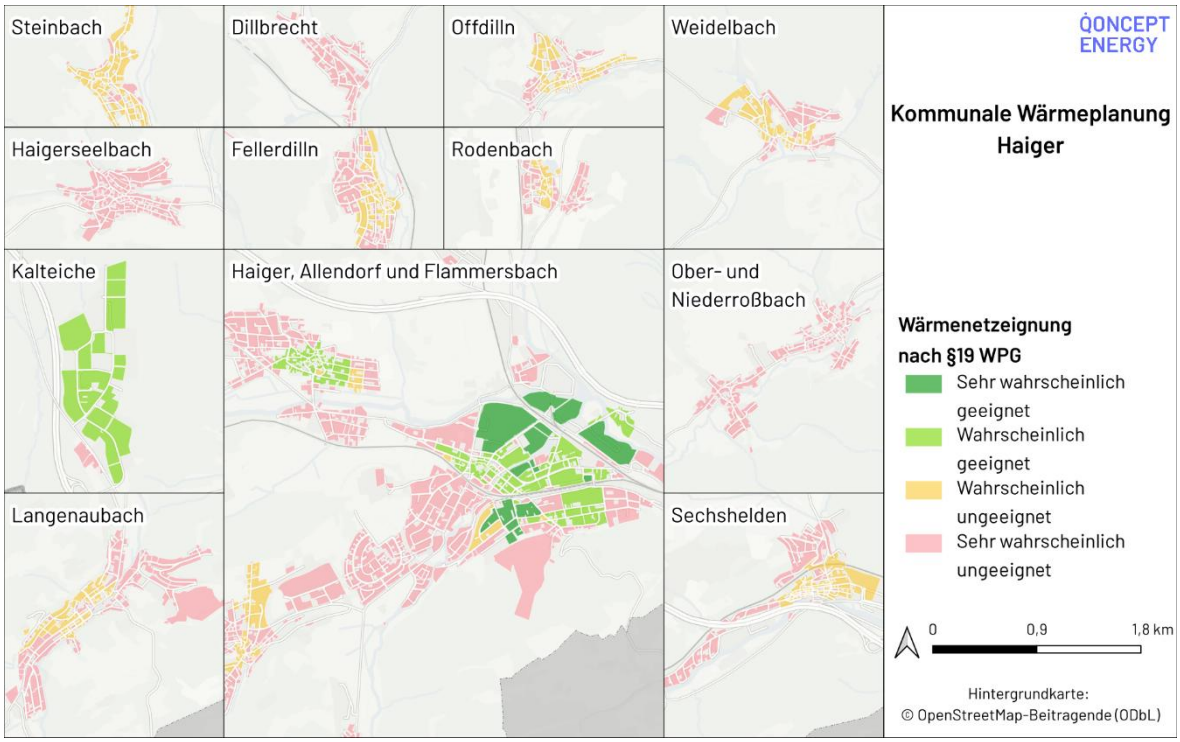


Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

6 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung

Um Gebiete zu identifizieren, in denen eine dezentrale Wärmeerzeugung im Rahmen einer zukünftigen dekarbonisierten Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich umsetzbar ist, wurden mögliche Wärmequellen für die Einzelgebäudeversorgung untersucht.

Berücksichtigt wurden dabei

- Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und
- Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS).

Die Analysen erfolgten gebäudescharf auf Basis der vorliegenden Gebäudedaten.

6.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung

Als einschränkender Faktor für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurde die Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben berücksichtigt. Die Methodik orientiert sich dabei an (Greif, 2023). Nachfolgend werden das Verfahren und die Resultate beschrieben.

6.1.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die Heizleistung wurde anhand der im Wärmeatlas angegebenen Wärmebedarfe über die typischen Vollaststunden des jeweiligen Gebäudetyps berechnet. Der Schallleistungspegel $L_{w,aeq}$ der L/W-WP lässt sich über den in Abbildung 63 gezeigten Zusammenhang bestimmen. Die dort angesetzte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.

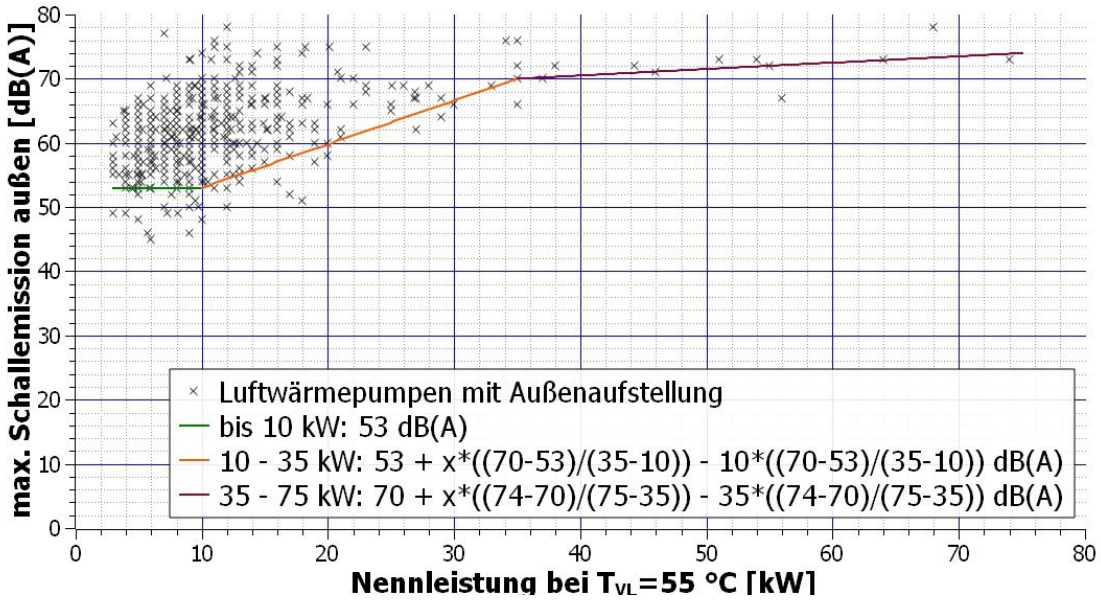


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schallleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023).

Nach dem Leitfaden Schall des BWP (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), 2025) gilt für den Mindestabstand s_m zum Nachbargebäude unter Einhaltung der Schallimmissionsschutzvorgaben:

$$s_m = 10^{\frac{L_{w,aeq} - L_r + K_T + K_0 - 11dB(A) + K_R + K_{Nacht} + K_{Irrelevanz}}{20}}$$

Die verwendeten Parameter sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 35: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben

Kennwert	Annahmen
$L_{w,aeq}$	Schallleistungspegel der L/W-WP nach Herstellerangabe
L_r	Grenzwert für Schalleistungspegel; Annahme: 35 dB(A). Entspricht dem Grenzwert für reine Wohngebiete im Nachtbetrieb.
K_T	Zuschlag für die Ton- und Informationshaltigkeit nach Herstellerangabe; Annahme: 0 dB(A)
K_0	Raumwinkelmaß aus der Aufstellsituation; Annahme: 6 dB(A). Entspricht Aufstellung an einer Wand
K_R	Zuschlag für Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Tagbetrieb); Annahme: 0 dB(A)
K_{Nacht}	Annahme für Leistungsabsenkung von Wärmepumpen im Nachtmodus; Annahme: - 2 dB(A)
$K_{Irrelevanz}$	Der Nachweis für die Gesamtbelastung entfällt, wenn die Wärmepumpe den maßgeblichen Immissionsrichtwert der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschreitet (sog. Irrelevanz-Wert); Annahme: 6 dB(A)

In folgender Abbildung ist der Zusammenhang zwischen Mindestabstand und Schallleistungsdruck der L/W-WP mit den genannten Annahmen dargestellt.

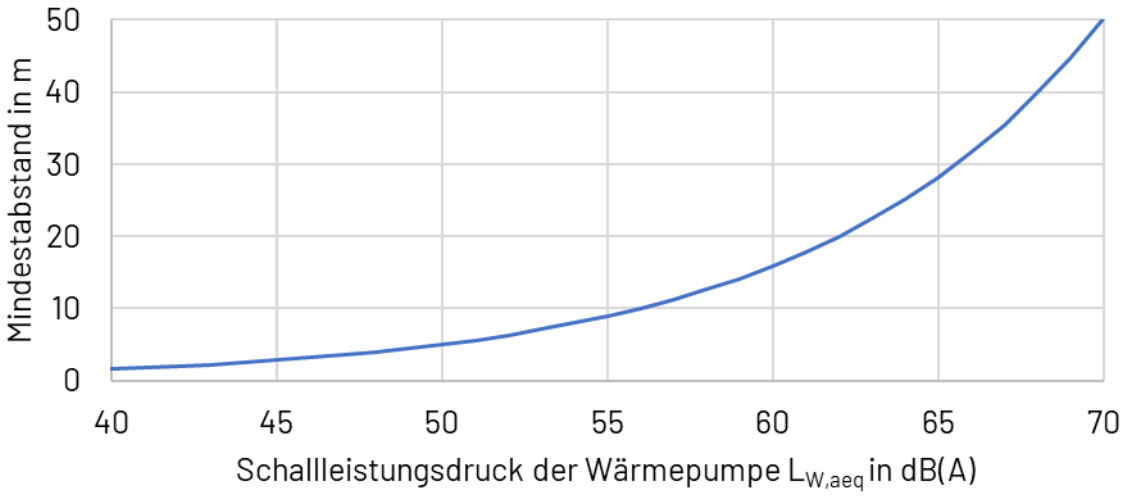


Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe

Als möglicher Aufstellbereich für Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurde ein Ring mit mindestens 1 m und höchstens 3 m Abstand um das Gebäude und innerhalb des zugehörigen Flurstücks festgelegt. Wie in Abbildung 65 (links) gezeigt, wurde ein Puffer mit dem vorher ermittelten Mindestabstand s_m um die benachbarten Gebäude gelegt. Wenn eine ausreichend große Fläche des Aufstellbereichs nach Abzug der Puffer zur Verfügung blieb, galt das betreffende Gebäude als für die L/W-WP-Versorgung geeignet.

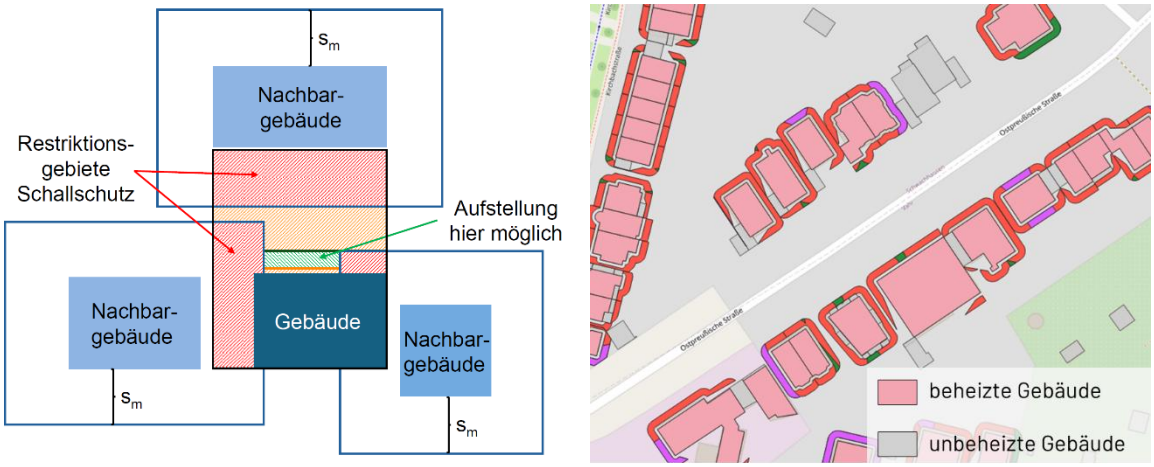


Abbildung 65: Links: Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; rechts: Ausschnitt aus dem Wärmeatlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün)

Sofern von dem Aufstellbereich bei Berechnung der aktuellen Heizleistung keine ausreichend große Fläche nutzbar war, wurde die Wärmepumpenleistung iterativ so lange reduziert, bis ein geeigneter Aufstellbereich entstand (bis zu einem minimalen Wert von 50 % der aktuellen Heizleistung). Das Resultat ist in Abbildung 65 (rechts) beispielhaft dargestellt. Die Methode vernachlässigt die Abschattung des Schalls durch das Gebäude selbst. Letzteres ist individuell zu prüfen.

6.1.2 Ergebnisse

In Abbildung 66 ist der mit der zuvor beschriebenen Methode ermittelte, über Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) versorgbare Anteil des Wärmebedarfs in Haiger dargestellt. Baublöcke mit Großverbrauchern sind bei dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt, weil hier Prozesswärmebedarfe bestehen können, die möglicherweise nicht mit Luftwärmepumpen bereitgestellt werden können. Ohne Sanierung können 66 % und mit Sanierung (Reduktion des jeweiligen Wärmebedarfs der Gebäude auf mindestens 50 %) können 83 % des Wärmebedarfs gedeckt werden.

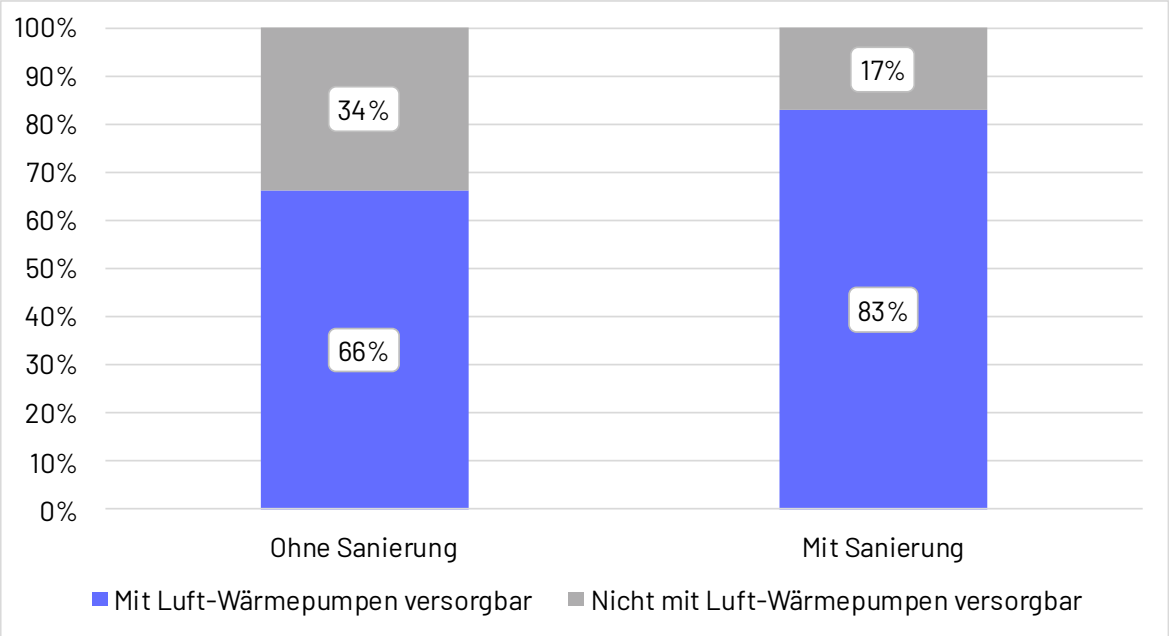


Abbildung 66: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann

Die mögliche Deckung des Wärmebedarfs über dezentrale L/W-WP in den Baublöcken Haigers ist in Abbildung 67 dargestellt. In der überwiegenden Anzahl von Baublöcken können große Anteile des Wärmebedarfs über dezentrale L/W-WP versorgt werden. Lediglich in wenigen, häufig dicht bebauten Baublöcken, insbesondere in den Kernbereichen von Haiger, Allendorf und Flammersbach sowie im Gewerbegebiet Kalteiche und Langenaubach, ist das Potenzial für dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen geringer (blau oder grün markiert).

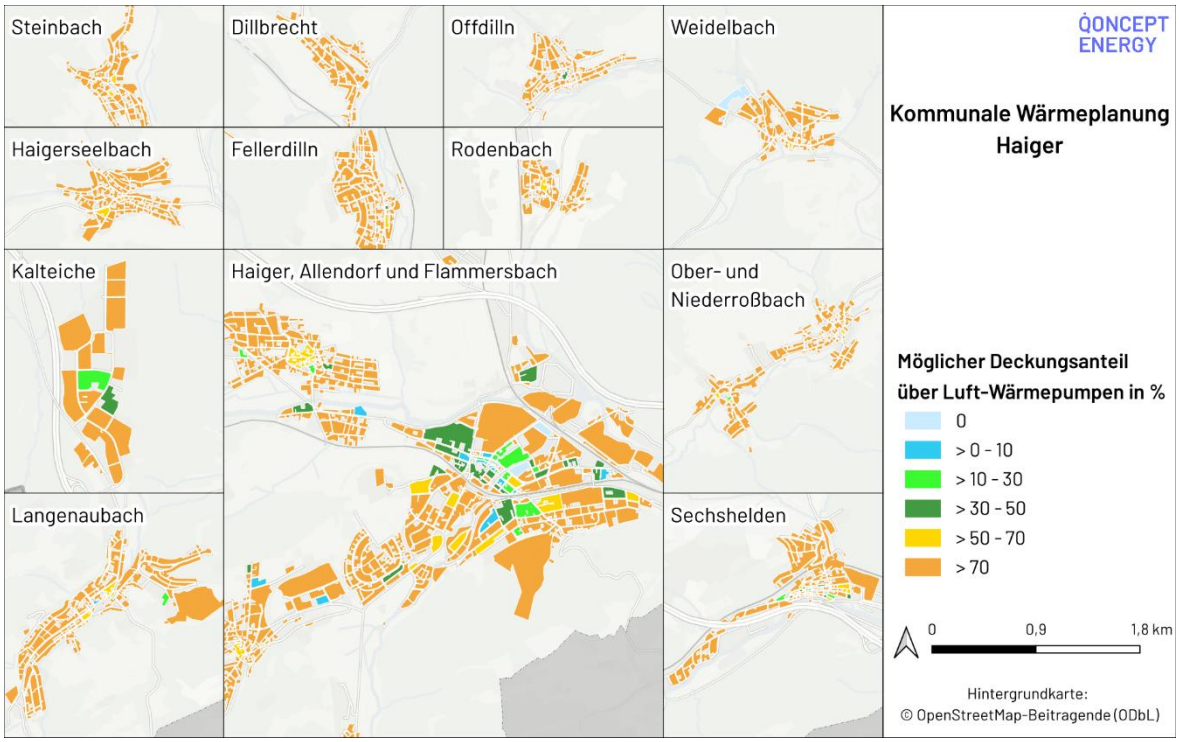


Abbildung 67: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene bei heutigem Wärmebedarf

6.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

Neben den Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurden auch Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) als Wärmeerzeuger für die dezentrale Wärmeversorgung betrachtet. Dazu wurden die Untergrundeigenschaften und das Platzangebot auf den jeweiligen Grundstücken berücksichtigt. Die Methode und die Ergebnisse werden im Folgenden beschrieben.

6.2.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die einzelnen Schritte der angewandten Methode zur Ermittlung des Potenzials von S/W-WP mit EWS sind in Abbildung 68 schematisch dargestellt. Die Auslegung kleiner Erdwärmesondenanlagen (bis 30 kW Heizleistung) erfolgt gemäß VDI 4640 Blatt 2 „Thermische Nutzung des Untergrunds – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen" (2019).



Abbildung 68: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude

Schritt 1: Anzahl möglicher Sonden pro Grundstück

Datengrundlage waren die Gebäude- und Grundstücksdaten aus dem Wärmeatlas. Es wurde ein Mindestabstand von 2 m zum Gebäude (inkl. unbeheizter Nebengebäude) und von 5 m zur Grundstücksgrenze angesetzt (Empfehlung VDI 4640: mind. 10 m Abstand zwischen Nachbar-

anlagen). Mithilfe eines Algorithmus wurde automatisiert die maximal mögliche Sondenanzahl auf der restlichen Grundstücksfläche platziert (vgl. Abbildung 69). Dabei wurde ein Mindestabstand von 6 m zwischen den Sonden zugrunde gelegt. Die ermittelte Sondenanzahl wurde dann pauschal um 50 % reduziert, um nicht erfasste Hindernisse wie Bäume, Teiche, Pools u. a. zu berücksichtigen, die eine Flächennutzung einschränken könnten (stichprobenweise anhand von Luftbildern ermittelt).



Abbildung 69: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte)

Schritt 2: Entzugsleistung pro Sonde

Die mögliche Entzugsleistung pro Sonde hängt primär von der Sondenlänge und der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds ab. Das Potenzial wurde für eine Sondenlänge von 100 m berechnet.

Eine Randbedingung für den Betrieb von Erdwärmesonden ist eine minimale Fluidtemperatur von - 3 °C am Sondeneintritt. In der VDI 4640 sind Tabellenwerte für die spezifische Entzugsleistung pro Sondenmeter für Anlagen bis 5 Sonden und 30 kW Heizleistung enthalten. Um auch größere Anlagen berücksichtigen zu können, wurde mit dem Tool GEO-HANDlight (Hochschule Biberach, 2022) in einer Standardanordnung die spezifische Entzugsleistung für bis zu 25 Sonden berechnet.

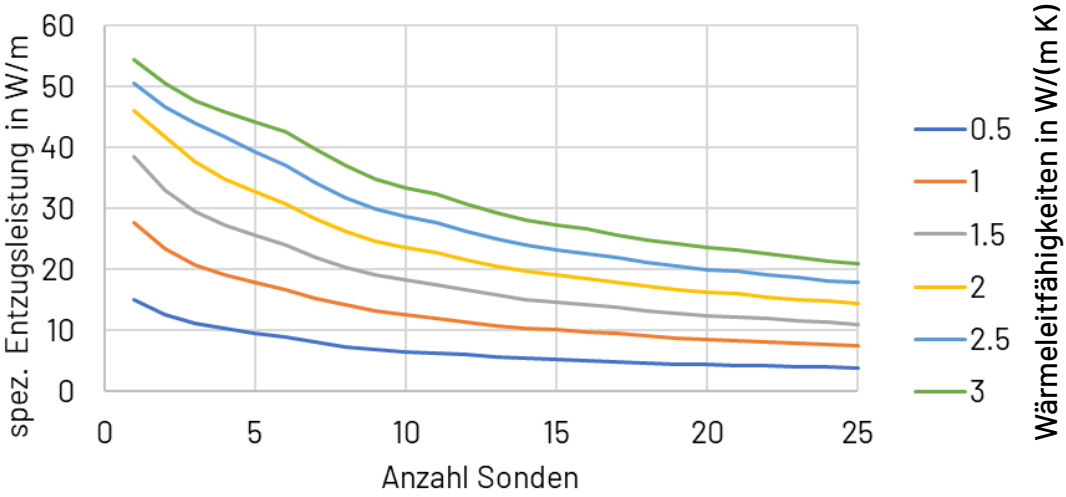


Abbildung 70: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten (rechts in W/(m·K), berechnet mit GEO-HANDlight für die lokalen Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit über eine Bohrtiefe von 100 m wurde mit 2,0 W/(m·K) angenommen.

Schritt 3: Mögliche Entzugsleistung pro Grundstück

Die potenziell verfügbare mögliche Entzugsleistung pro Grundstück berechnet sich aus der zuvor ermittelten maximalen Sondenanzahl und der spezifischen Entzugsleistung.

Schritt 4: Benötigte Entzugsleistung pro Grundstück

Die benötigte Entzugsleistung des Grundstücks ergibt sich aus der benötigten Heizleistung der Gebäude auf dem Grundstück und der Jahresarbeitszahl der Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP). Diese wird mit 4 angesetzt.

Schritt 5: Kann der Wärmebedarf des Grundstücks geothermisch gedeckt werden?

Durch Vergleich der benötigten Entzugsleistung mit der möglichen Entzugsleistung wurde festgestellt, ob die Gebäude auf dem Grundstück bei ihrem aktuellen Wärmebedarf versorgt werden können. Außerdem wurde eine Sanierung mit Absenkung des Wärmebedarfs um bis zu 50 % berücksichtigt.

6.2.2 Ergebnisse

In Abbildung 71 ist der über S/W-WP mit EWS versorgbare Anteil des Wärmebedarfs dargestellt, der mithilfe der zuvor beschriebenen Methode ermittelt wurde. Industriegebäude sind in dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt. Dort können Prozesswärmebedarfe bestehen, die möglicherweise nicht durch Wärmepumpen gedeckt werden können. Von den Gebäuden können ohne Sanierung 30 % und mit Sanierung (bei Reduktion des Wärmebedarfs je Gebäude auf mindestens 50 %) 50 % des Wärmebedarfs gedeckt werden.

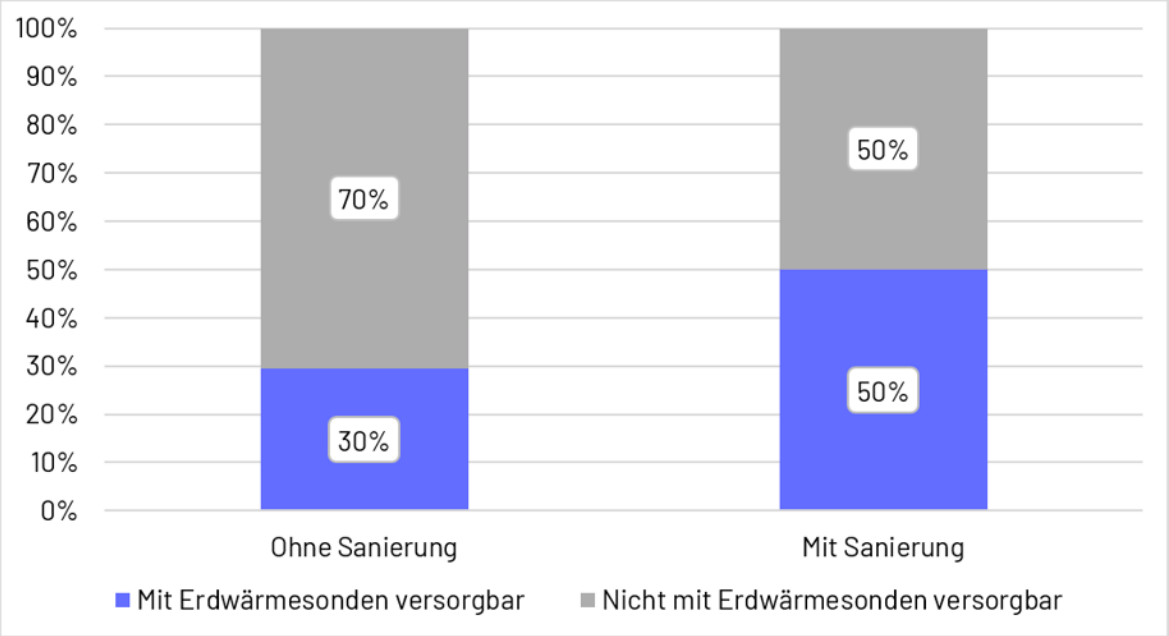


Abbildung 71: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann

Die mögliche Deckung des Wärmebedarfs durch dezentrale S/W-WP ist für die Baublöcke im Stadtgebiet Haiger in Abbildung 72 dargestellt. In einem Großteil der Baublöcke können große Anteile des Wärmebedarfs über dezentrale S/W-WP versorgt werden.

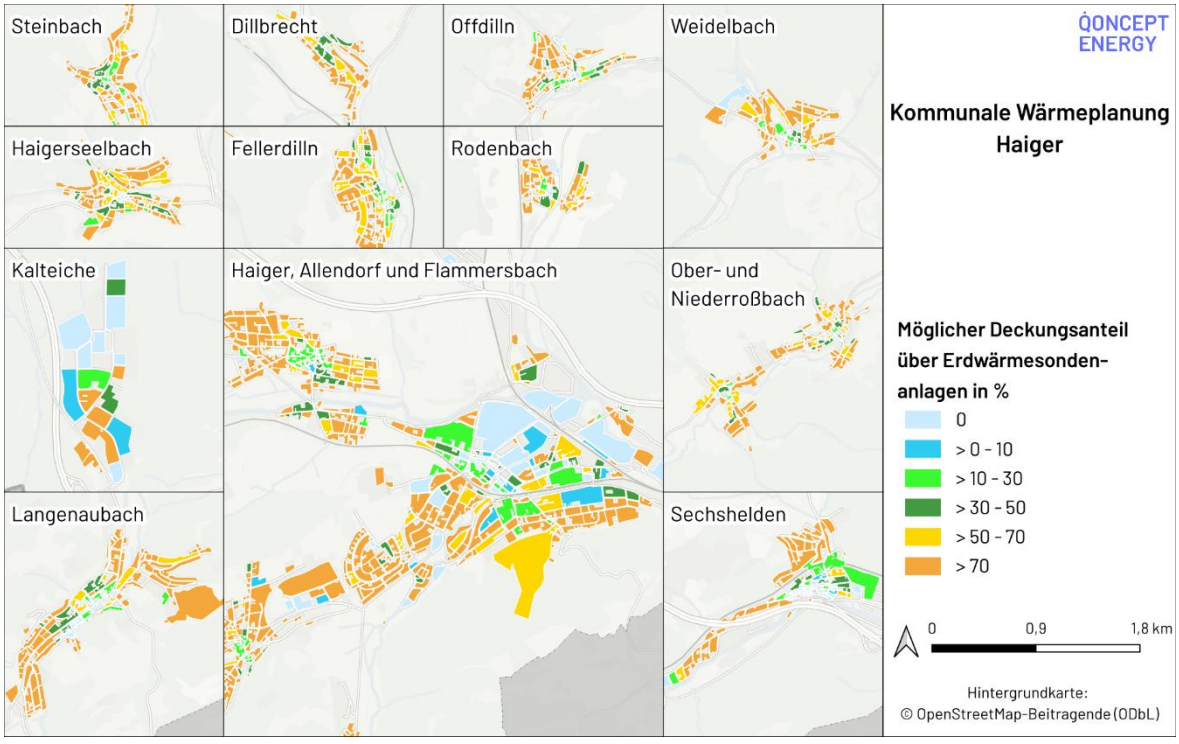


Abbildung 72: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf

6.3 Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen

Voraussetzung für die Eignung von Einzelgebäuden für eine Wärmebedarfsdeckung durch dezentrale Wärmepumpen sind

- die Einhaltung der Vorgaben zu Schallemissionen bei L/W-WP oder
- eine ausreichend große Grundstücksfläche, um eine hinreichend große Anzahl von Erdwärmesonden für S/W-WP einzubringen.

Die dafür notwendigen Analysen wurden auf Basis des Wärmeatlas gebäudescharf durchgeführt. In der Betrachtung wurde zusätzlich gebäudescharf ermittelt, inwieweit sich die Möglichkeit zur Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen verbessert, wenn von einer Wärmebedarfsreduktion um bis zu 50 % ausgegangen wird. Dabei wurde nicht geprüft, ob diese Bedarfsreduktion in den Gebäuden jeweils möglich ist.

Für Luftwärmepumpen können die Schallemissionen durch den Einsatz von Schallschutzhauben signifikant reduziert werden. Eine Reduktion der Schallemissionen durch Schallschutzhauben wurde in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Bei den Sole-Wasser-Wärmepumpen wurde die Möglichkeit der thermischen Regeneration des Untergrunds im Sommer durch Einleitung von Wärme, zum Beispiel aus Solarthermie, nicht berücksichtigt. Dadurch lässt sich die Anzahl benötigter Sonden deutlich reduzieren. Ein möglicher Vorteil von Erdwärmesondenanlagen ist die Möglichkeit zur passiven Kühlung eines Gebäudes im Sommer und damit verbunden die Regeneration des Untergrunds.

Es lässt sich feststellen, dass die Gebiete in Haiger im Hinblick auf die Einhaltung des Schallschutzes überwiegend ein hohes Potenzial für dezentrale L/W-WP zeigen. Das Potenzial zur Versorgung des Wärmebedarfs mit S/W-WP ist demgegenüber deutlich geringer. Wesentlicher begrenzender Faktor sind die häufig zu geringen Grundstücksgrößen, um eine hinreichende Anzahl von Erdwärmesonden in das Grundstück einzubringen.

Ein mögliches Hemmnis für den energie- und kosteneffizienten Betrieb von Wärmepumpen sind bestehende Heizsysteme, die auf hohe Vorlauftemperaturen angewiesen sind. Da diese Anforderungen stark vom individuellen Gebäude abhängen und hierzu keine Daten vorliegen, wurde dieser Aspekt in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

6.4 Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG

Zur Ermittlung von Eignungsstufen der dezentralen Wärmeversorgung und der damit verbundenen Karte werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln genutzt. Die Bewertung bezieht sich somit ausschließlich auf die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen.

Für die weiteren dezentralen Wärmeversorgungsoptionen erfolgt keine vergleichsweise differenzierte, gebäudescharfe Analyse. Pelletkessel sind grundsätzlich immer dann möglich, wenn ein ausreichend großer Keller für die Heizung, das Pelletlager und die zugehörigen Nebenanlagen oder eine ausreichend große alternative Aufstellfläche auf dem Grundstück vorhanden sind.

Die Kategorien „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für die dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen wurden für Baublöcke gewählt, deren Wärmebedarf zu mindestens 50 % über Wärmepumpen versorgt werden kann. Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zielszenario zu weniger als 50 % über Wärmepumpen versorgt werden kann, wurden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert.

Die Kategorisierung folgt den Grenzwerten aus Tabelle 36. Hierbei wird insbesondere die Möglichkeit einer Aufstellung auf dem Grundstück nach den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Methodiken ausgewertet. Die individuelle Eignung der gebäudeinternen Hydraulik und der Vorlauftemperaturen muss von einem Fachunternehmen geprüft werden.

Tabelle 36: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG

Baublöcke	Anteil der Wärmeversorgung durch dezentrale Wärmepumpen in %
Sehr wahrscheinlich geeignet (SWG)	≥ 75
Wahrscheinlich geeignet (WG)	≥ 50 und < 75
Wahrscheinlich ungeeignet (WU)	≥ 25 und < 50
Sehr wahrscheinlich ungeeignet (SWU)	≥ 0 und < 25

Insgesamt besteht für sehr viele Gebiete eine hohe Eignung für eine dezentrale Versorgung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen oder auch Sole-Wasser-Wärmepumpen.

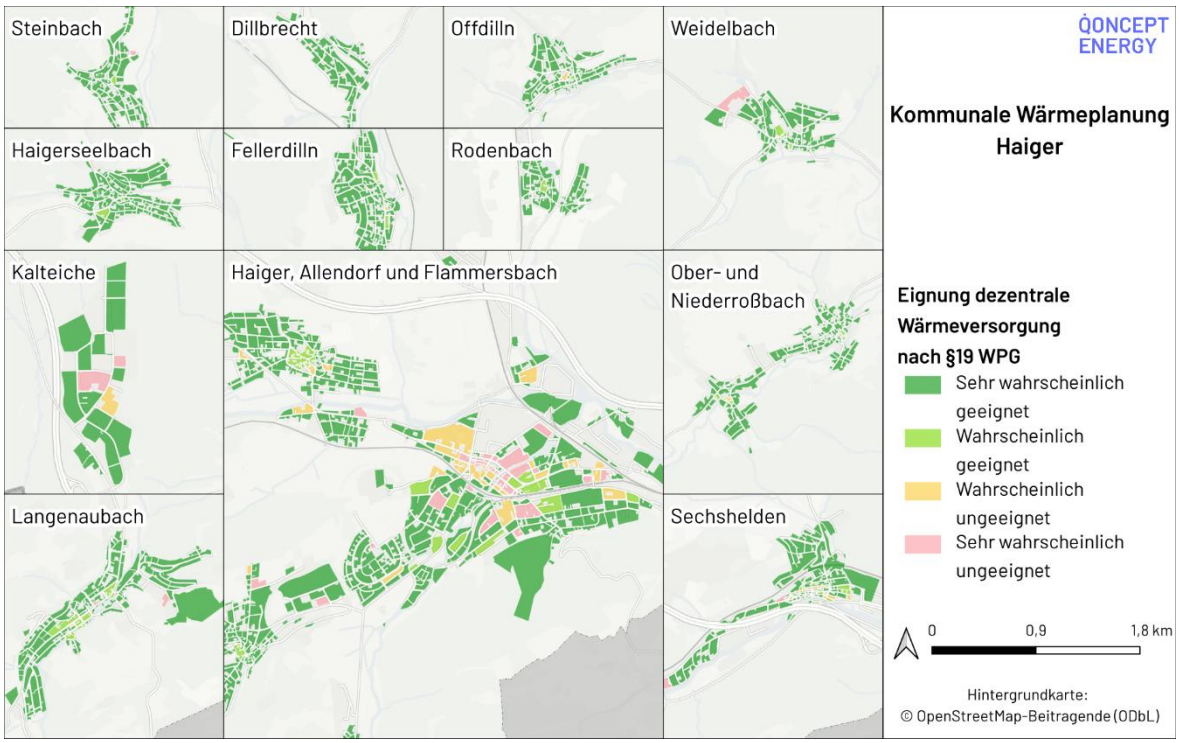


Abbildung 73: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

6.5 Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG

Analog zur Bewertung der Wärmenetzeignung erfolgt auch die Beurteilung dezentraler Versorgungsoptionen auf Grundlage der vier in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG genannten Kriterien. Diese umfassen: Wirtschaftlichkeit, Realisierungsrisiken, Versorgungssicherheit und kumulierte Treibhausgasemissionen. Die Bewertung umfasst sowohl einen Vergleich der dezentralen Versorgungsoptionen untereinander als auch deren Einordnung im Verhältnis zur netzgebundenen Wärmeversorgung.

Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung

Der Vergleich hinsichtlich der Wärmegestehungskosten erfolgte bereits in Kapitel 5.2.2. Wärmenetzszenarien wurden dementsprechend nur dann berücksichtigt, wenn wahrscheinlich ist, dass das Wärmenetz zu niedrigeren Wärmegestehungskosten bei den Kunden führen kann als eine dezentrale Wärmeversorgung (insbesondere zu L/W-Wärmepumpen, da diese als die tendenziell günstigste dezentrale Versorgungsoption gesehen wird). Somit wäre den Wärmenetzen, sofern allein auf die Kosten abgestellt würde, in ihren Versorgungsgebieten der Vorzug einzuräumen.

Auch hinsichtlich der Versorgungssicherheit bietet ein Wärmenetz Vorteile, da es in der Erzeugung in der Regel über eine Redundanz verfügt, die dazu führt, dass selbst beim Ausfall des größten Wärmeerzeugers noch eine vollständige Versorgung, auch an kalten Tagen, erfolgen kann. Eine dezentrale Versorgung durch einen Wärmeerzeuger am oder im Gebäude hat diese Redundanz häufig nicht, so dass im Havariefall keine Wärme zur Verfügung steht.

Bezüglich der festgelegten Wärmenetzszenarien werden keine besonderen Realisierungsrisiken gesehen. Gleiches gilt für dezentrale Wärmepumpen, sofern es sich um Gebiete handelt, für die in den vorangegangenen Kapiteln eine überwiegende Eignung nachgewiesen werden konnte (gebietsbezogener Wärmeversorgungsanteil von mehr als 50 %). In Gebieten mit verdichteter Bebauung bestehen demgegenüber teils größere Realisierungsrisiken für dezentrale Versorgungslösungen aufgrund fehlender geeigneter Aufstellflächen.

Im Ergebnis führt diese Beurteilung insgesamt zu der Empfehlung, in den Gebieten, in denen eine Wärmenetzeignung definiert wurde (vgl. Kapitel 5), ein Wärmenetz als präferierte Versorgungsart vorzusehen oder Prüfgebiete auszuweisen. Das gilt dementsprechend auch dann, wenn in diesen Gebieten ebenfalls eine hohe Eignung für dezentrale Wärmepumpen nachgewiesen werden konnte (vgl. Kapitel 6).

Voraussichtliche Wärmegestehungskosten dezentraler Versorgungsoptionen

Der Kostenvergleich erfolgte bereits in Kapitel 5.2.2. Als kostengünstigste Option zeigt sich unter den getroffenen Annahmen die Luft-Wasser-Wärmepumpe. Erdwärmegekoppelte Wärmepumpen sind in der Regel aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen teurer. Dieser Kostennachteil wird über die Laufzeit zumindest teilweise durch geringere Bedarfskosten (des Strombezugs) kompensiert. Je nach angenommener Entwicklung des Strompreises kann sich somit auch eine andere Beurteilung ergeben. Zudem entsteht eine höhere Planungssicherheit, da stärker steigende Stromkosten aufgrund des besseren Wirkungsgrades dieser

Wärmepumpen die entstehenden Wärmeversorgungskosten weniger beeinflussen. Bei Kesseln mit fester Biomasse besteht demgegenüber eine starke Abhängigkeit von der Preisentwicklung des Energieträgers.

Realisierungsrisiko

Hinsichtlich des Realisierungsrisikos werden zwischen den verschiedenen Varianten mit dezentralen Wärmepumpen keine Unterschiede gesehen, da die Eignung für beide laut Kapitel 6.1 bzw. 6.2 nur dort besteht, wo die durchgeführten Analysen eine entsprechende technische Umsetzbarkeit nachweisen. Ähnliches gilt für Kessel mit fester Biomasse. Sofern auf dem Grundstück bzw. im Keller hinreichender Platz verfügbar ist, sind keine besonderen Realisierungsrisiken zu beachten.

Versorgungssicherheit

Für alle dezentralen Anlagen gilt, dass beim Ausfall des Wärmeerzeugers keine Wärmeversorgung besteht, solange die Reparatur andauert und keine alternativen Wärmeerzeuger wie Kaminöfen vorhanden sind. Mit einer zweiten Erzeugungsanlage lässt sich dieses Problem lösen, allerdings ergäben sich daraus zusätzliche Kosten. Ein systematischer Unterschied hinsichtlich der Versorgungssicherheit wird zwischen den verschiedenen dezentralen Anlagentypen nicht gesehen.

Treibhausgasemissionen

In Abbildung 74 sind die anlagenbezogenen spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2045 zu sehen. Bei den Wärmepumpen ergibt sich eine Reduzierung aufgrund des angenommenen steigenden Anteils erneuerbarer Energien im Strommix. Diese Werte wurden der Treibhausgasbilanz zugrunde gelegt.

Ganz allgemein kann festgehalten werden, dass Zielszenarien, die zu einem schnelleren Wechsel von Heizungen mit fossilen Energieträgern auf GModG-konforme Heizungen (ohne fossile Energieträger) führen, beim Kriterium „kumulierte Treibhausgasemissionen“ Vorteile aufweisen. Das spricht tendenziell für den Ausbau von Wärmenetzen, da diese häufig das Potenzial haben, den Umstieg von Öl- oder Gaskesseln zu beschleunigen. Das gilt jedenfalls dann, wenn es gelingt, über Wärmenetze einerseits einen konkurrenzfähigen Wärmeversorgungspreis zu bieten und andererseits über geeignete Kommunikationsmaßnahmen die Anschlussbereitschaft an ein Wärmenetz zu erhöhen und zu beschleunigen. Zur Berechnung der Emissionen wird für die L/W-Wärmepumpen eine JAZ von 2,9 und für die S/W-WP mit EWS eine JAZ von 4 angesetzt. Der Nutzungsgrad für die übrigen Wärmeerzeuger wird mit 85 % angenommen. Die größten Emissionen bis 2045 hat die Nutzung von Heizöl, gefolgt von Gas.

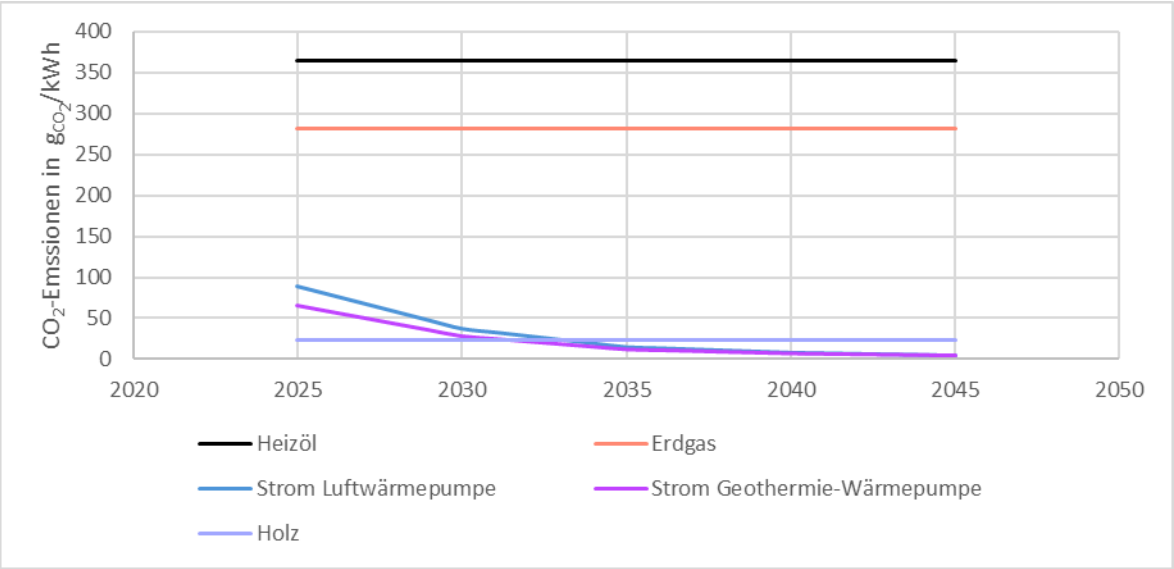


Abbildung 74: Spezifische Treibhausgasemissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung

7 Zielszenario

Mit der Erstellung des Zielszenarios wird das beplante Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Ziel dieser Einteilung ist es, die Erkenntnisse aller vorangegangenen Schritte der Wärmeplanung zu einem konsistenten Zielbild zusammenzufassen.

Die planungsverantwortliche Stelle stellt dabei für jedes beplante Teilgebiet dar, für welche Versorgungsart sich das Gebiet besonders eignet. Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete können gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 14 WPG sein:

- Ein Wärmenetzgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 18 WPG),
- ein Wasserstoffnetzgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 23 WPG),
- ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (§ 3 Abs. 1 Nr.6 WPG) oder
- ein Prüfgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 10 WPG).

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt dabei gemäß § 18 Abs. 3 WPG für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040. Ergebnisse sind insbesondere

- die Zuordnung aller Teilgebiete zu einer priorisierten Wärmeversorgungsart,
- die erwartete zeitliche Entwicklung des Ausbaus der zentralen (leitungsgebundenen) Wärmeversorgung,
- die Identifizierung von Prüfgebieten, für die noch keine priorisierte Wärmeversorgungsart definiert wird, und
- die Beschreibung für das beplante Gebiet als Ganzes anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III WPG

Zusätzlich erfolgt in diesem Kapitel die kartografische Darstellung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (bezogen auf die Raumwärme) gemäß § 18 Abs. 5 WPG.

7.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Gemäß § 18 Abs. 1 Satz 2 stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040 dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige Teilgebiet besonders eignet. Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweisen.

Die in Kapitel 5 beschriebenen Netzausbauszenarien wurden zunächst maßgeblich aus einer wirtschaftlichen Bewertung entwickelt. Zentrales wirtschaftliches Beurteilungskriterium war, inwieweit der Netzausbau zu Wärmegestehungskosten (in €/MWh) möglich ist, die im Bereich eines definierten anlegbaren Preises oder darunter liegen. Als anlegbarer Preis wurde

dabei 190 €/MWh definiert (s. Kapitel 5.2.1 und 5.2.2). Der Netzausbau wurde dementsprechend so entwickelt, dass die auf Basis der Gesamtkosten der ausgebauten Netze umsetzbaren Wärmepreise für die Kunden unter dem anlegbaren Preis liegen.

Die weiteren Kriterien (geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen) wurden für die Kategorien zentrale Erzeugung, Wärmenetz und dezentrale Versorgung getrennt bewertet:

- In Kapitel 5.2.8 erfolgte eine Bewertung für die Varianten der Erzeugung des Wärmenetzes.
- Die Kriterien Realisierungsrisiken und damit implizit die Versorgungssicherheit bzgl. des Einsatzes dezentraler Wärmepumpen wurden in Kapitel 6 ausführlich berücksichtigt.

Auf Basis dieser Bewertungen wurde für die Kernstadt Haiger festgelegt, dass die als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich" für die Versorgung mit einem Wärmenetz klassifizierten Gebiete (vgl. Kapitel 5.4) als Wärmenetzgebiet definiert werden. Wärmenetze stellen dort die gemäß § 18 Abs. 1 WPG vorgegebene „möglichst kosteneffiziente Versorgung" dar und sollten daher priorisiert werden. Die zeitliche Zuordnung der Wärmenetzgebiete zu den Betrachtungszeitpunkten (2030, 2035 und 2040) wurde aus der in Kapitel 5.2.10 entwickelten Ausbaureihenfolge abgeleitet. Darüber hinaus wurden in der Kernstadt Haiger Gebiete, die nicht direkt durch das Netzkonzept abgedeckt sind, aber dennoch als „wahrscheinlich geeignet" eingestuft wurden, als Prüfgebiete definiert. Hintergrund ist, dass das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gezeigt hat, dass sich für die Wärmenetzszenarien Wärmegestehungskosten deutlich unterhalb des anlegbaren Preises ergeben haben, weshalb ein über das festgelegte Szenario hinausgehender Ausbau möglich erscheint. Dieser zusätzlich mögliche Ausbau sollte in den weiteren Planungsschritten zur Umsetzung eines Wärmenetzes geprüft werden.

Darüber hinaus wurden die als „wahrscheinlich geeignet" für die Versorgung mit einem Wärmenetz eingestuften Gebiete im Gewerbegebiet Kalteiche und im Stadtteil Allendorf unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.3 beschriebenen Hintergründe als Prüfgebiete ausgewiesen.

Die sich daraus ergebende Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zeigt folgende Abbildung.

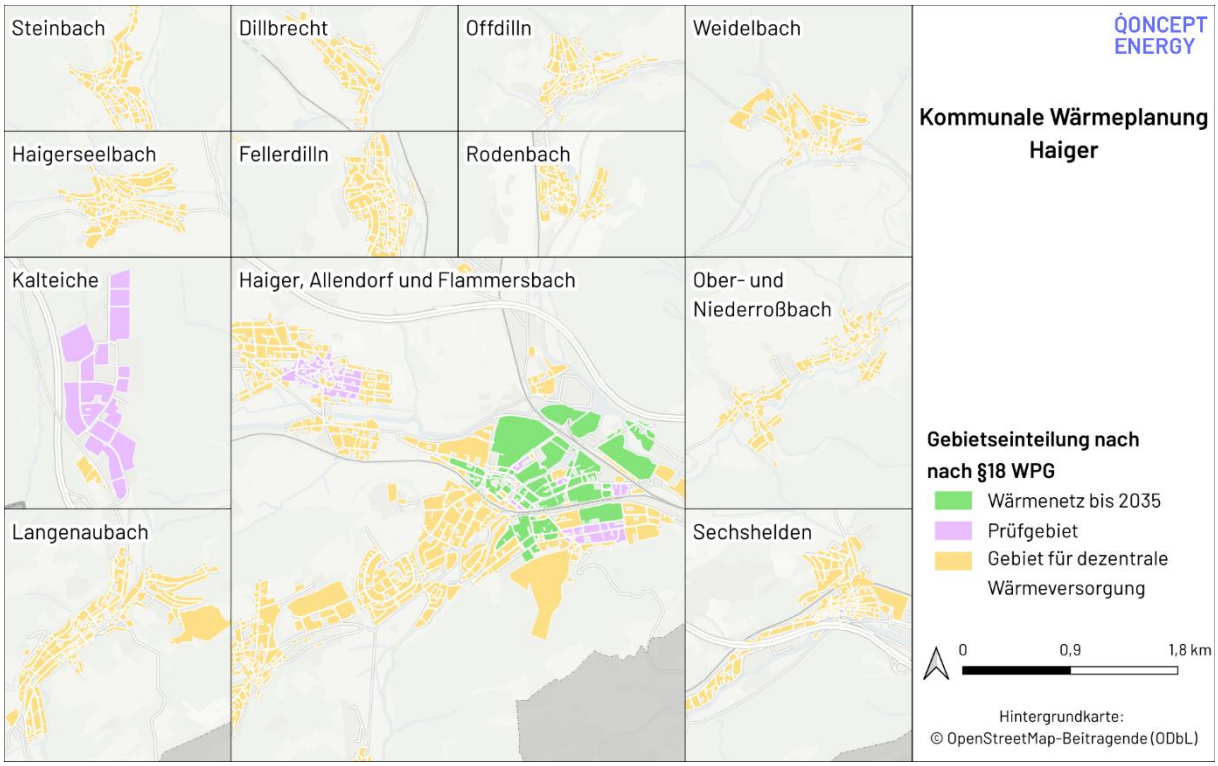


Abbildung 75: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG

7.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen

Für die Stadt Haiger ist auf Basis des Zielszenarios eine klimaneutrale Wärmeversorgung möglich. Diese kann zu einem signifikanten Anteil aus einer netzgebundenen Wärmeversorgung bestehen. Gleichzeitig ergibt sich ein sehr hoher Anteil dezentraler Wärmepumpen an der Wärmeerzeugung, da die Eignung überwiegend gegeben ist. Im industriellen Bereich gibt es Wärmebedarfe auf höheren Temperaturniveaus, die auch zukünftig nicht durch Wärmepumpen gedeckt werden können, sondern durch Elektrifizierung oder synthetische Gase (z. B. Wasserstoff) gedeckt werden müssen.

Für das entwickelte Zielszenario und den zugrundeliegenden zeitlichen Umstellungspfad werden im Folgenden die Energieträgerbilanz und die Treibhausgasemissionen dargestellt. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Netzausbau (hellgrün) wurde vollständig bis zum Betrachtungsjahr 2035 berücksichtigt. Hierbei wurden für die Verdichtung Anschlussquoten, wie in Kapitel 5 beschrieben, zugrunde gelegt.
- Für die dezentral versorgten Gebäude wurde nach Eignung unterschieden. Die Wärmebedarfe jener Gebäude, die für eine Versorgung mit Wärmepumpen geeignet sind, wurden dem Energieträger Wärmepumpe (überwiegend Luftwärmepumpen) zugeordnet. Gebäude ohne Eignung wurden dem Energieträger Biomasse zugeordnet. Die Umstellung erfolgt annahmegemäß kontinuierlich über den gesamten Betrachtungszeitraum.
- Der Anteil des industriellen Wärmebedarfs, der im Zielszenario nicht durch Wärmenetze gedeckt wird, wurde dem Energieträger „Synthetische Gase/Elektrifizierung“ zugeordnet. Eine weitere Differenzierung wurde nicht vorgenommen.

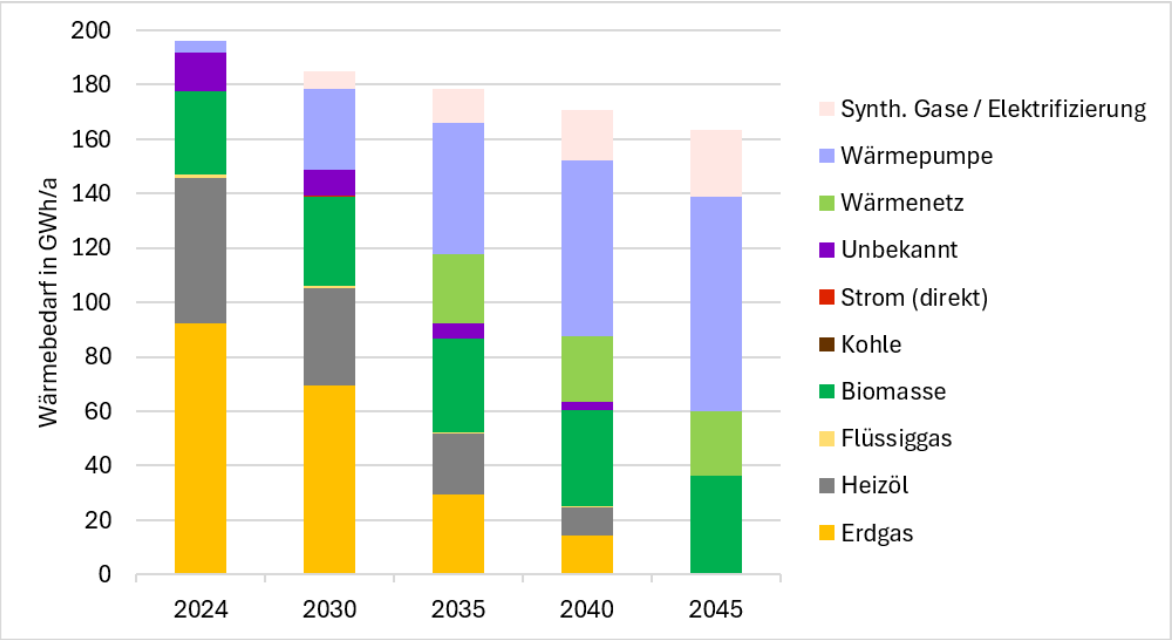


Abbildung 76: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das beplante Gebiet bis 2045

Tabelle 37: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das beplante Gebiet bis 2045

Wärmebedarf in GWh/a	2024	2030	2035	2040	2045	Anteil 2045
Erdgas	92,5	69,5	29,4	14,2	0,0	0 %
Heizöl	53,2	35,8	22,5	10,6	0,0	0 %
Flüssiggas	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0 %
Biomasse	30,8	32,9	34,3	35,4	36,3	22 %
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0 %
Unbekannt	14,2	9,8	5,6	2,7	0,0	0 %
Wärmenetz	0,0	0,0	25,3	24,4	23,6	14 %
Wärmepumpe	4,2	29,5	48,1	64,5	78,9	48%
Strom (direkt)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0 %
Synth. Gase / Elektrifizierung	0,0	6,7	12,7	18,5	24,3	15 %
Summe	196,3	185,1	178,5	170,8	163,2	100 %

Der Verlauf der spezifischen Treibhausgasemissionen für die unterschiedlichen Energieträger und das Wärmenetz ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Treibhausgasbilanzierung basiert dabei auf den Annahmen aus dem KWW-Technikkatalog Wärmeplanung. Die Vorkette findet hierbei Berücksichtigung.

Tabelle 38: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren für die Energieträger im Zielszenario

Energieträger	Nutzungsgrad / JAZ	Emissionsfaktor in g/kWh				
		2024	2030	2035	2040	2045
Erdgas	85 %	217	217	217	217	217
Heizöl	85 %	291	291	291	291	291
Flüssiggas	85 %	217	217	217	217	217
Biomasse	70 %	19	19	19	19	19
Kohle	70 %	401	401	401	401	401
Unbekannt	85 %	217	217	217	217	217
Wärmenetz	98 %			50	40	16
Strom (direkt)	100 %	363	120	72	51	42
Strom (Wärme-pumpe)	300 %	363	120	72	51	42
Synth. Gase / Elektrifizierung	85 %		32	24	16	8

Parallel zur Umstellung auf andere Energieträger nimmt der gesamte Wärmebedarf durch die Wärmebedarfsreduktion (vgl. Kapitel 4.1) ab, sodass auch dadurch die Treibhausgas-emissionen sinken. Insgesamt werden die Treibhausgasemissionen im Zielszenario bis zum Zieljahr 2045 um 94 % reduziert.

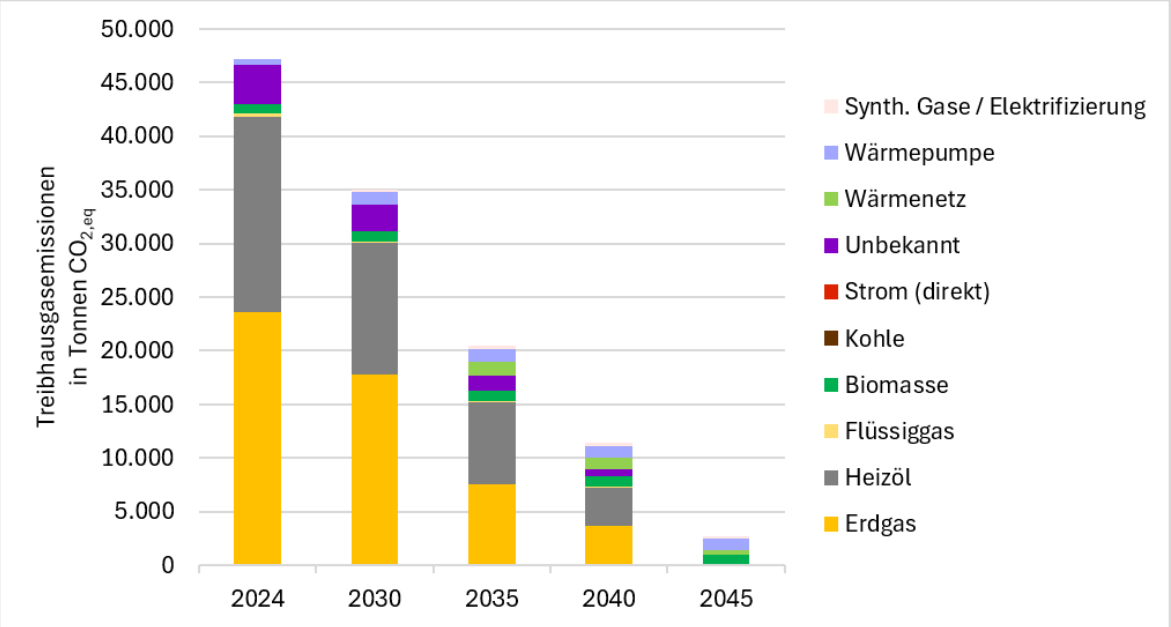


Abbildung 77: Verlauf der THG-Emissionen für das beplante Gebiet bis 2045

Tabelle 39: Verlauf der THG-Emissionen für das beplante Gebiet bis 2045

THG-Emissionen in $t_{CO2\text{-}eq}/a$	2024	2030	2035	2040	2045
Erdgas	23.604	17.750	7.498	3.624	0
Heizöl	18.229	12.255	7.703	3.646	0
Flüssiggas	309	207	131	62	0
Biomasse	836	893	931	962	984
Kohle	2	1	1	0	0
Unbekannt	3.628	2.501	1.441	683	0
Wärmenetz	0	0	1.288	1.002	381
Wärmepumpe	514	1.184	1.161	1.105	1.112
Strom (direkt)	31	10	6	4	3
Synth. Gase / Elektrifizierung	0	252	361	351	229
Summe	47.153	35.052	20.520	11.438	2.709
Reduktion bezogen auf 2024		- 26%	- 56%	- 76%	- 94%

7.3 Kennzahlen für das Zielszenario

Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle gemäß § 17 Abs. 1 WPG für das beplante Gebiet als Ganzes die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung anhand der in Anlage 2 (zu § 23) WPG Abschnitt III, definierten Indikatoren.

Die Darstellung erfolgt im Einklang mit

- der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG
- der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG und
- den übergeordneten Zielen des Wärmeplanungsgesetzes.

Die Indikatoren werden für das gesamte beplante Gebiet für die Jahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 in der folgenden Tabelle ausgewiesen.

In Tabelle 40 sind zunächst die für Wärmenetze an den Hausübergabestationen abgegebenen Wärmemengen als Endenergie definiert. In Tabelle 41 sind die Endenergieverbräuche dargestellt, die zur Wärmeerzeugung in den jeweiligen Wärmeerzeugungsanlagen des Wärmenetzszenarios eingesetzt werden.

Tabelle 40: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	2045
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor HH in GWh/a	157,5	130,7	109,5	90,7	73,5
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor GHD in GWh/a	30,5	25,7	20,9	17,6	14,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor öff. Gebäude in GWh/a	6,7	6,0	4,9	4,4	3,9
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor Industrie in GWh/a	40,4	38,9	38,9	38,9	38,9
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas in GWh/a	108,8	81,8	34,6	16,7	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom (für Wärmepumpen) in GWh/a	1,4	9,8	16,0	21,5	26,3
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Heizöl in GWh/a	62,6	42,1	26,5	12,5	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Biomasse in GWh/a	44,0	47,0	49,0	50,6	51,8
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger synthetische Gase / Elektrifizierung in GWh/a	0,0	7,8	15,0	21,8	28,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle in GWh/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom (direkt) in GWh/a	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Endenergieverbrauch Wärmenetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	0 (0 %)	0 (0 %)	25,8 (15 %)	24,9 (16 %)	24,1 (18 %)
Anzahl Wärmenetzanschlüsse (Anteil an der Gesamtzahl Wärmeerzeuger)	0 (0 %)	0 (0 %)	483 (5 %)	483 (5 %)	483 (5 %)
Endenergieverbrauch Gasnetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	108,8 (46 %)	81,8 (41 %)	34,6 (20 %)	16,7 (11 %)	0,0 (0 %)
Anzahl Gasnetzanschlüsse (Anteil an der Gesamtzahl Wärmeerzeuger)	2.477 (24 %)	1.900 (18 %)	962 (9 %)	481 (5 %)	0 (0 %)
Treibhausgasemissionen Wärmeversorgung in $t_{CO2\text{-}eq}$/a	47.153	35.052	20.520	11.438	2.709

Tabelle 41: Indikatoren Wärmenetz vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Ziel-szenario
Endenergiebedarf Wärmenetze in GWh/a	0,0	0,0	11,6	11,0	10,6
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Erdgas in GWh/a	0,0	0,0	2,9	2,5	0,0
Anteil Energieträger Erdgas an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0 %	0 %	25 %	23 %	0 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Strom in GWh/a	0,0	0,0	8,7	8,4	8,4
Anteil Strom an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0 %	0 %	75 %	77 %	79 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Wasserstoff in GWh/a	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
Anteil Wasserstoff an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0 %	0 %	0 %	0 %	21 %

7.4 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß § 18 Abs. 5 WPG soll die planungsverantwortliche Stelle beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darstellen. Ziel der Erfassung ist es, Teilgebiete zu identifizieren, bei denen Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs besonders geeignet sind, um eine zügige Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu unterstützen. Für diese Gebiete können im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG gezielt Projektskizzen erarbeitet werden.

Die Identifizierung dieser Gebiete erfolgte auf Basis der gebäudespezifischen und baublockbezogenen Wärmebedarfe aus dem Wärmeatlas (vgl. Kapitel 3.6.11).

Aus diesen Daten ergeben sich zunächst Indikationen über die potenziellen gebäudespezifischen Einsparpotenziale beim Wärmebedarf. In Kombination mit dem absoluten baublockbezogenen Wärmebedarf im jeweiligen Gebiet lässt sich ableiten, ob dort ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial besteht. Gebiete, die zwar ein hohes gebäudespezifisches, aber gleichzeitig ein geringes absolutes Einsparpotenzial aufweisen (z. B. aufgrund geringer Bebauungsdichte), wurden nicht als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial identifiziert. Gleiches gilt für Gebiete mit hohem absolutem gebietsspezifischem Wärmebedarf, aber gleichzeitig nur geringen gebäudespezifischen Einsparpotenzialen. Letzteres ist dann der Fall, wenn zwar eine hohe Bebauungsdichte besteht, gleichzeitig aber bereits ein hoher Anteil der Gebäude (weitgehend) energetisch saniert ist. Diese Systematik wird in folgender Abbildung veranschaulicht.

<table>
<tr><td rowspan="2">Gebäudebezogenes Einsparpotenzial</td><td>Hoch</td><td>Keine Priorisierung</td><td>Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial</td></tr>
<tr><td>Niedrig</td><td>Keine Priorisierung</td><td>Keine Priorisierung</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Niedrig</td><td>Hoch</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Absoluter Wärmebedarf im Baublock</td></tr>
</table>

Abbildung 78: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Das gebäudebezogene Einsparpotenzial wurde dabei als relative Differenz zum aktuellen Wärmebedarf ermittelt. Das Reduzierungspotenzial ist die Differenz aus aktuellem Wärmebedarf und dem gemittelten Wärmebedarf über die sanierten Gebäudetypen gemäß Maßnahmenpaket 2 des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU, 2015). In Haiger liegt keine Datengrundlage zur Kategorisierung von Gebäudetypen vor. Deshalb wurden die spezifischen Wärmebedarfe für sanierte Wohngebäudetypen des IWU gemittelt (51 kWh/(m²×a)).

Als Referenz für den sanierten Zustand wurde das Maßnahmenpaket 2 („zukunftsweisend") der „Deutschen Wohngebäudetypologie" des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (Institut Wohnen und Umwelt GmbH – IWU, 2015) herangezogen. Dies entspricht einem ambitionierten, jedoch technisch und baupraktisch realisierbaren energetischen Standard. Es unterscheidet sich von dem sogenannten Energieeffizienz-Niveau 1 dadurch, dass dieses im Wesentlichen die Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung 2014 abbildet und damit einen konventionellen Sanierungsstandard repräsentiert.

Für jeden Baublock wurden die prozentualen Einsparpotenziale im Bezug zum gesamten Wärmebedarf ermittelt. Diese ergaben sich aus der Differenz zwischen dem gesamten Wärmebedarf eines Baublocks und dem Wärmebedarf aller Gebäude des Baublocks in vollsaniertem Zustand, dividiert durch den gesamten Wärmebedarf. Dabei blieben Gebäude mit einem Wärmebedarf, der kleiner als der gebäudespezifische Wärmebedarf gemäß IWU-Maßnahmenpaket 2 war, unberücksichtigt. Anschließend wurden die Baublöcke nach diesen prozentualen Einsparpotenzialen absteigend sortiert.

Statistische Baublöcke mit niedriger Bebauungsdichte von weniger als 1,5 MWh/(ha·a) wurden im Ranking hintenangestellt und wegen ihrer geringen Relevanz für die absoluten Einsparpotenziale nicht auf der Karte dargestellt (u. a. auch, weil viele dieser Baublöcke über eine große Fläche verfügen und somit den optischen Eindruck der Karte zu stark prägen würden).

Die statistischen Blöcke wurden nach ihrem prozentualen Einsparpotenzial absteigend einsortiert, bis die kumulierte absolute Differenz dieser Blöcke einen Anteil von 1 % der gesamten absoluten Differenz aller Blöcke erreicht. Danach beginnt die nächste Klasse, bis die

kumulierte absolute Differenz dieser Blöcke einen Anteil von 5 % der gesamten absoluten Differenz aller Blöcke erreicht. Diese und die weiteren Klassen von Sanierungsgebieten zeigt Abbildung 79.

Ziel dieses Vorgehens ist es, die Baublöcke in den Karten zu identifizieren, die ein ortsspezifisch außergewöhnlich hohes gebäudespezifisches und baublockbezogenes Energieeinsparpotenzial aufweisen.

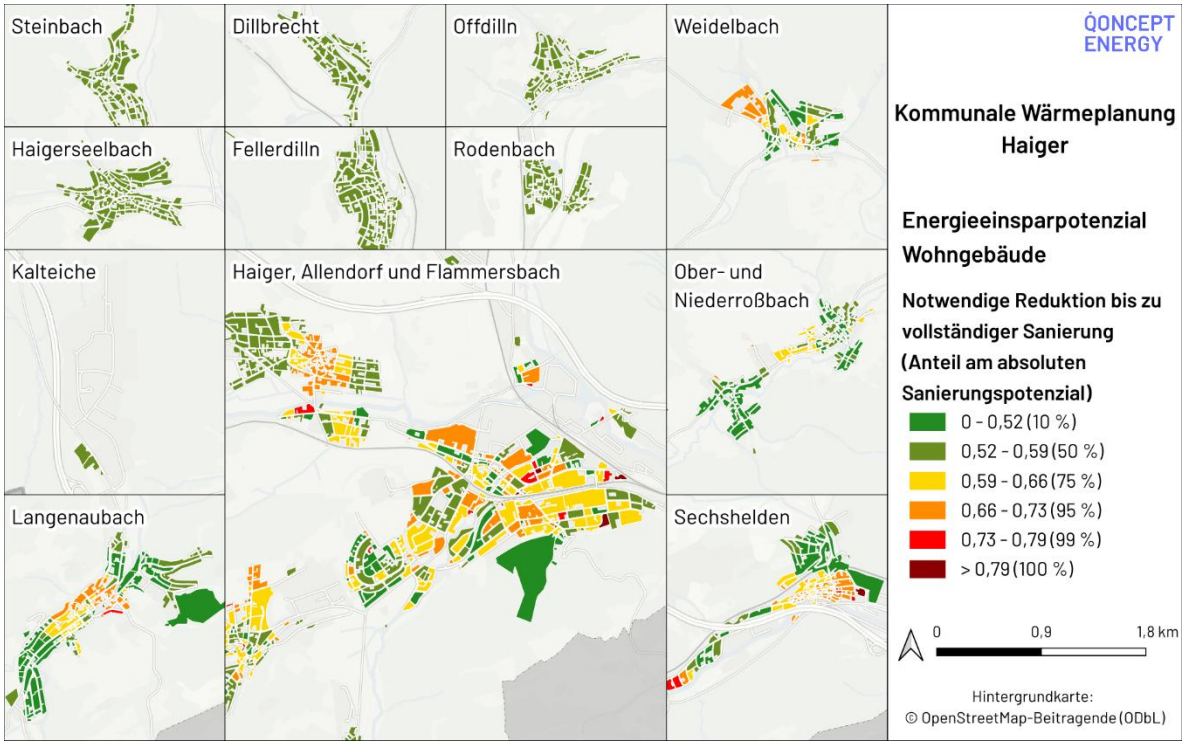


Abbildung 79: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken

Die dargestellte Karte weist in verschiedenen Perzentilintervallen Gebiete nach ihrem Einsparpotenzial aus. Das 1-%-Perzentil ist dunkelrot und das 5-%-Perzentil hellrot markiert. Diese Gebietskategorien können als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial verstanden werden. Dem liegt das Verständnis zugrunde, dass diese Teilgebiete, die hinsichtlich des erzielbaren Einsparpotenzials besonders auffälligen Bereiche abbilden.

Grundsätzlich könnten auch die orangenen und gelben Gebiete als Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial verstanden werden, da sie in der oberen Hälfte hinsichtlich des Einsparpotenzials liegen. Die Festlegung auf das obere 5-%-Perzentil folgt aber der Einschätzung, dass sich gegebenenfalls besonders zu entwickelnde Maßnahmen zu Energieeinsparungen zunächst auf die Gebiete mit sehr hohem überdurchschnittlichem Einsparpotenzial konzentrieren sollten. In diesen Gebieten ist nicht nur auf kleinem Raum eine besonders hohe Einsparung erzielbar, sondern es ist auch wahrscheinlich, dass dort die eingesetzten Mittel (etwa zur energetischen Gebäudesanierung) einen besonders hohen Effekt erzielen.

7.5 Auswirkungen auf das Stromnetz

Zur Abschätzung der Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz wurden auf Grundlage der vorgesehenen zentralen und dezentralen Wärmepumpen stündliche sowie

tägliche Lastgänge simuliert. Dabei wurden die jeweiligen Quelltemperaturen (z. B. Außenluft, Abwasser) berücksichtigt. Daraus wurden die resultierenden Arbeitszahlen der Wärmepumpen abgeleitet.

Die daraus resultierenden Stromlastgänge für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 sind in folgender Abbildung dargestellt.

Für das Stadtgebiet insgesamt wächst der Strombedarf bis zum Zieljahr 2045 auf etwa 35 GWh/a an. Die daraus resultierende zusätzliche Lastspitze der Wärmepumpen beträgt in Summe im Tagesmittel etwa 11,9 MW und im Stundenmittel etwa 14,6 MW.

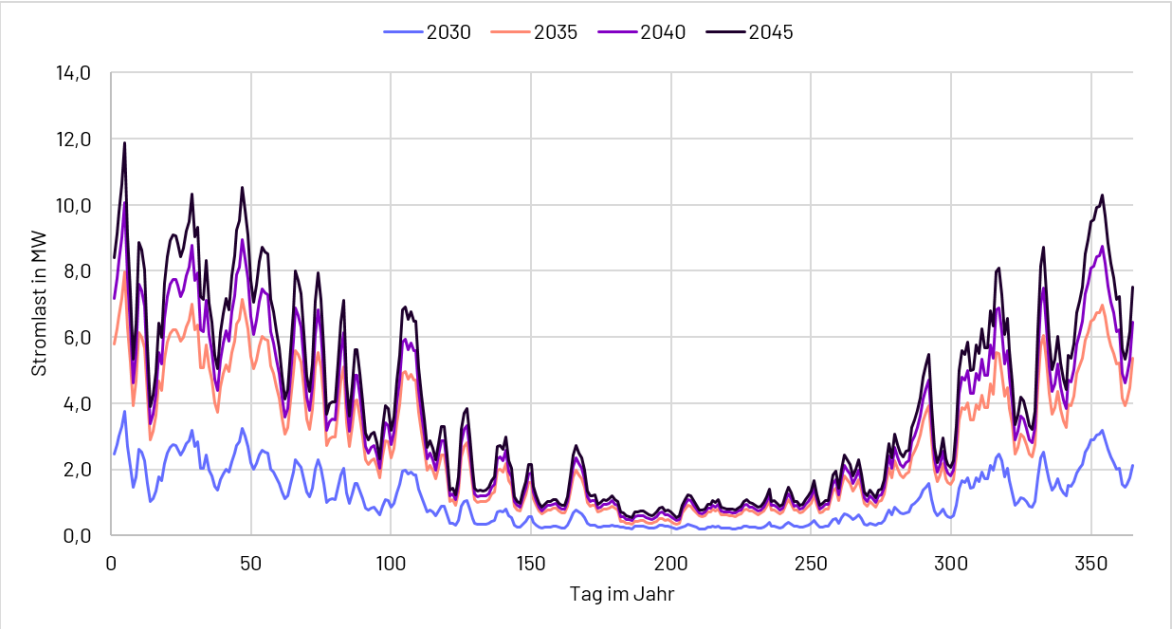


Abbildung 80: Entwicklung elektrischer Lastgänge (Tagesmittelwerte) zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Tabelle 42: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz; Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Jahr	2030	2035	2040	2045
Strombedarf in GWh/a	9,8	24,6	29,7	34,5
Lastspitze Tagesmittel in MW	3,8	8,0	10,1	11,9
Lastspitze Stundenmittel in MW	4,8	9,6	12,2	14,6

8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung

Während des Projektverlaufs fanden mehrere Veranstaltungen zur Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung statt.

Die vorläufigen Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden am 23.2.2026 im Magistrat sowie am 3.3.2026 im Ausschuss für Umwelt, Bauen und Stadtentwicklung vorgestellt.

Im Rahmen der Bestandsanalyse und des Zielszenarios wurden durch die Stadt Fragebögen an diverse Unternehmen versandt, um einerseits nähere Informationen zum Wärmebedarf und anfallender Abwärme und andererseits das Anschlussinteresse an potenziellen Wärmenetzen abzufragen. Im Anschluss fand am 5.3.2026 in den Räumen der Stadtwerke Haiger ein Termin zur Stakeholderbeteiligung statt. Der Einladung folgten Vertreter von sieben Unternehmen aus Haiger. Im Rahmen der Erarbeitung des Zielszenarios fand ein Austausch mit den im Gebiet des Wärmenetzszenarios liegenden Großverbrauchern (Klingspor AG, Rittal GmbH & Co. KG und Carl Cloos Schweißtechnik GmbH) statt.

Am 24.8.2026 wurden die vorläufigen Ergebnisse der Wärmeplanung im Magistrat vorgestellt.

Am 20.10.2026 wurde eine öffentliche Bürgerinformationsveranstaltung in der Mehrzweckhalle Allendorf durchgeführt. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Vorstellung und Diskussion der Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeplanung, des geplanten Zielszenarios sowie der vorgesehenen Umsetzungsstrategie. Qoncept Energy GmbH präsentierte die Inhalte und Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung. Ziel der Veranstaltung war es, eine breite Unterstützung und Akzeptanz für die Wärmewende in der Bewohnerschaft zu fördern und so eine gemeinsam getragene Umsetzung zu ermöglichen. Die Veranstaltung bot außerdem interaktive Beteiligungsformate an Infoständen verschiedener Energieakteure an. Dazu gehörten:

- Stadtwerke Haiger
- LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
- Frank Kauferstein GmbH & Co. KG (Fachbetrieb für Sanitär, Heizung, Klimatechnik)
- Qoncept Energy GmbH (als Erstellerin der Kommunalen Wärmeplanung)

An der Veranstaltung nahmen rund 80 Bürgerinnen und Bürger teil.



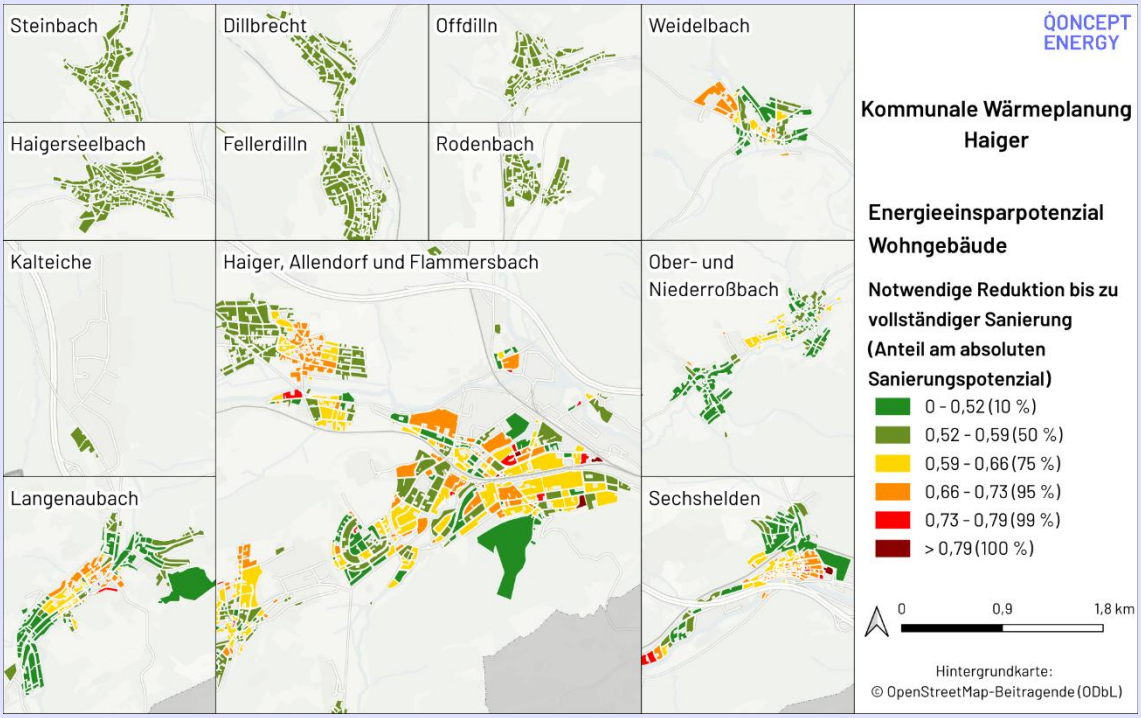
Abbildung 81: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung vom 20.10.2026 (links: Bürgermeister Christian Helfert begrüßt die Teilnehmer, rechts: Reges Interesse an den Informationsständen)

9 Umsetzungsstrategie

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Schritte der Umsetzungsstrategie zum Erreichen des Zielszenarios und damit einer klimaneutralen Wärmeversorgung dargestellt. Im Rahmen der Umsetzungsstrategie wurden folgende Maßnahmen entwickelt, die in den anschließenden Kapiteln in Form von Projektskizzen beschrieben werden.

- Flächendeckende aufsuchende Energieberatung
- Nutzung ergänzender Informationsangebote zum Austausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen
- Festlegung der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau von Wärmenetzen
- Beantragung von Fördermitteln für eine Machbarkeitsstudie für das Wärmenetz in der Kernstadt Haiger und Durchführung der Machbarkeitsstudie
- Beantragung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes in der Kernstadt von Haiger und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen
- Informationskampagne zu Möglichkeiten genossenschaftlich betriebener Wärmenetze
- Weitere energetische Optimierung der stadteigenen Gebäude der Stadt Haiger
- Synchronisierung der Infrastrukturprojekte
- Vertiefende Analysen zu Prüfgebieten
- Regelmäßige Aktualisierung Wärmeatlas und Wärmebedarfsentwicklung

9.1 Flächendeckende aufsuchende Energieberatung

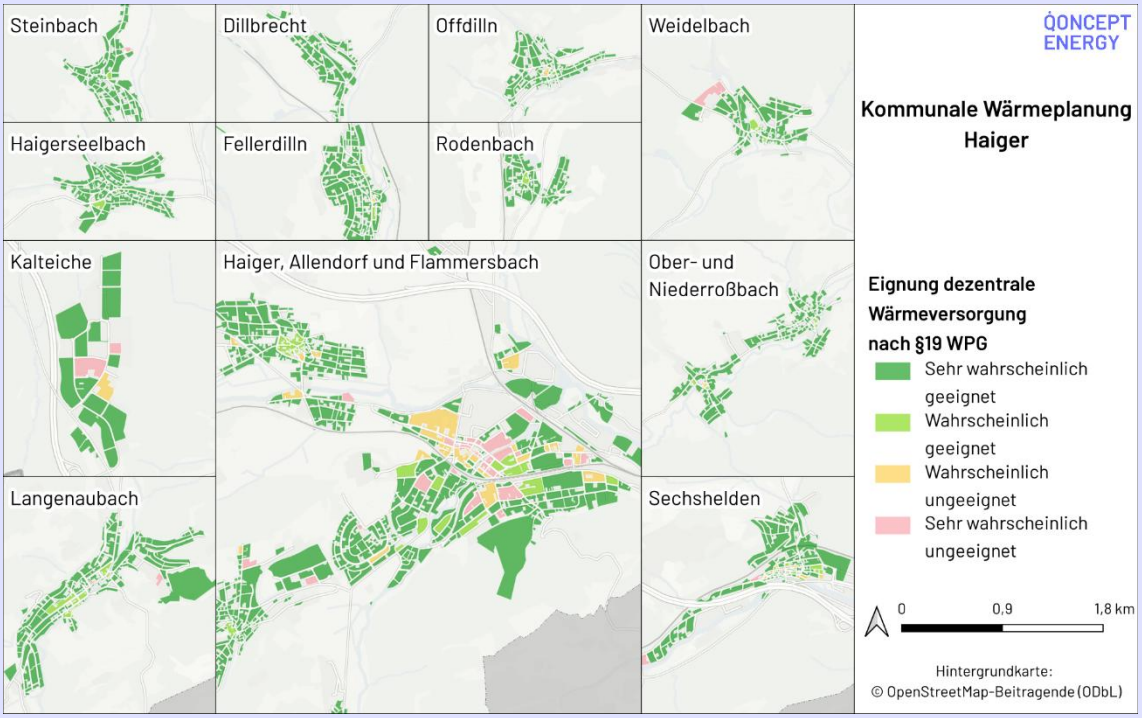


Wärmeatlas der Stadt Haiger

Situation im Gebiet	Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmeatlas erstellt. Zudem zeigt die Wärmeplanung, welche Gebiete sich besonders für die Erschließung mit einem Wärmenetz eignen. Neben der Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Technologien spielt vor allem die Steigerung der Energieeffizienz von Bestandsgebäuden sowie die Ablösung fossiler dezentraler Wärmeerzeuger durch GModG-konforme Technologien eine zentrale Rolle, um die Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen.
Eignungsgebiete	Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete
Ziele / Planungen	Die in der Potenzialanalyse der Wärmeplanung ermittelten Wärmebedarfsreduzierungen im Gebäudebestand, insb. im Sektor Haushalte, sollen durch geeignete Maßnahmen zur energetischen Sanierung und Effizienzsteigerung mindestens erreicht und möglichst übertroffen werden.
Maßnahmenvorschläge	• Schaffung von leicht zugänglichen Angeboten für eine aufsuchende Energieberatung. • Priorisierung von Gebieten mit besonderem Beratungsbedarf auf Basis des Wärmeplans.
Treibhausgasminderung	Die in der Potenzialanalyse (s. dort) angegebenen Wärmebedarfssenkung aufgrund von Sanierungsraten

	und Sanierungseffizienz sollen mindestens erreicht oder sogar übertroffen werden.
Kosten und Finanzierung	Zunächst sollten kostenlose Beratungsangebote genutzt werden. Zuletzt konnten solche Maßnahmen über die LEA Hessen, das Förderprogramm KfW 432 oder die Verbraucherzentrale Hessen gefördert werden. Da diese Programme zum Teil ausgelaufen sind, sollte kontinuierlich geprüft werden, ob vergleichbare Maßnahmen wieder etabliert werden. Wenn sich zeigt, dass diese Maßnahmen nicht in ausreichendem Umfang zu den angestrebten Effekten führen, sollten ggf. weitere, kostenpflichtige Maßnahmen geprüft werden.
Nächste Schritte	Beobachtung der Förderlandschaft für die Unterstützung von Angeboten zur Energieberatung für Gebäudeeigentümer (ggf. mit Unterstützung der LEA Hessen oder vergleichbaren Institutionen).
Verantwortlich	Klimaschutzmanagement der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, LEA Hessen, ausgewählte Energieberater, Gebäudeeigentümer
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch. Mit der Maßnahme könnte im Jahr 2027 begonnen werden.

9.2 Nutzung ergänzender Informationsangebote zum Austausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen

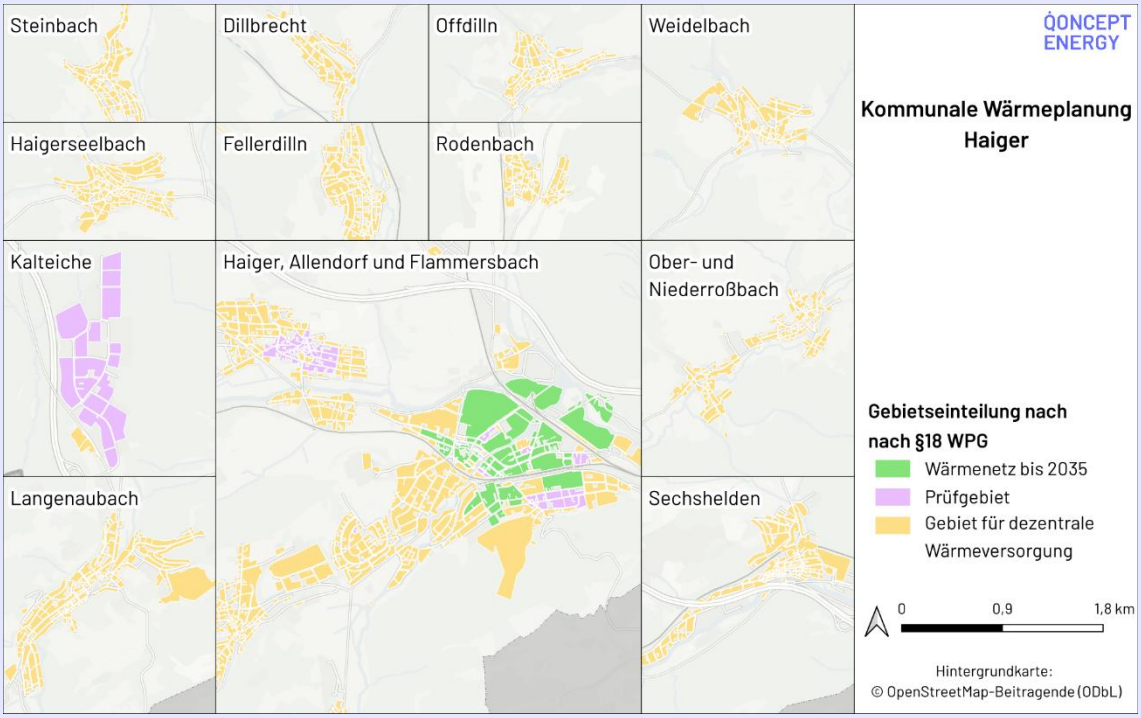


Analyse der Eignung für dezentrale Wärmeerzeuger (vgl. Kapitel 6)

Situation im Gebiet	Auf Grundlage des flächendeckend erstellten Wärmeatlas wurden jene Gebiete identifiziert, die sich besonders für den Einsatz dezentraler Wärmepumpen eignen. In diesen Gebieten soll der Informationsstand der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zu Einsatzmöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit GModG-konformer, dezentraler Wärmeerzeuger verbessert werden. Dazu könnten gezielt (eigene) Informationskampagnen durchgeführt oder unterstützt werden.
Eignungsgebiete	Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete, wobei der Schwerpunkt der Informations- und Beratungsmaßnahmen auf Gebieten liegen sollte, die nicht für ein Wärmenetz geeignet sind. In den Wärmenetzgebieten sollte demgegenüber eher über die Möglichkeiten, Voraussetzungen und Chancen eines Anschlusses an ein Wärmenetz informiert werden.
Ziele / Planungen	Die Gebäudeeigentümer sollen bei der Umstellung auf GModG-konforme Wärmeerzeugung beratend und informierend unterstützt werden, damit der Umstellungsprozess beschleunigt werden kann.
Maßnahmenvorschläge	Durchführung einer gemeinsamen Informationsveranstaltung, z. B. in Kooperation mit Heizungsherstellern, der Fachinnung Heizung-, Sanitär- und Klimatechnik, den

	Schornsteinfegern, der Handwerkskammer sowie regionalen Sanitär- und Heizungsfachbetrieben. Ziel der Veranstaltung ist die Information über unterschiedliche Heizungsoptionen, verfügbare GModG-konforme Technologien sowie über die Angebots- und Beratungsleistungen der Firmen. Ergänzend kann die lokale bzw. regionale Wirtschaftsförderung eingebunden werden, um die vorhandene Angebotspalette und individuelle Beratungsangebote vorzustellen.
Treibhausgasminderung	Beitrag zu schnellerer Umstellung auf GModG-konforme Heizungen und damit Treibhausgasminderung.
Kosten und Finanzierung	Es entstehen lediglich Kosten für Raummiete und ggf. Catering.
Nächste Schritte	• Kontaktaufnahme mit relevanten Akteuren zur Prüfung der Teilnahmebereitschaft. • Konzeption, Terminierung und Durchführung einer entsprechenden Infoveranstaltung
Verantwortlich	Stadtverwaltung der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Siehe Rubrik „Maßnahmenvorschläge“
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch. Eine entsprechende Veranstaltung könnte im Anschluss an die Fertigstellung und Beschlussfassung der Wärmeplanung und damit zum Beispiel in der ersten Jahreshälfte 2027 durchgeführt werden. Eine Wiederholung im Abstand von ein oder zwei Jahren erscheint sinnvoll.

9.3 Festlegen der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau von Wärmenetzen

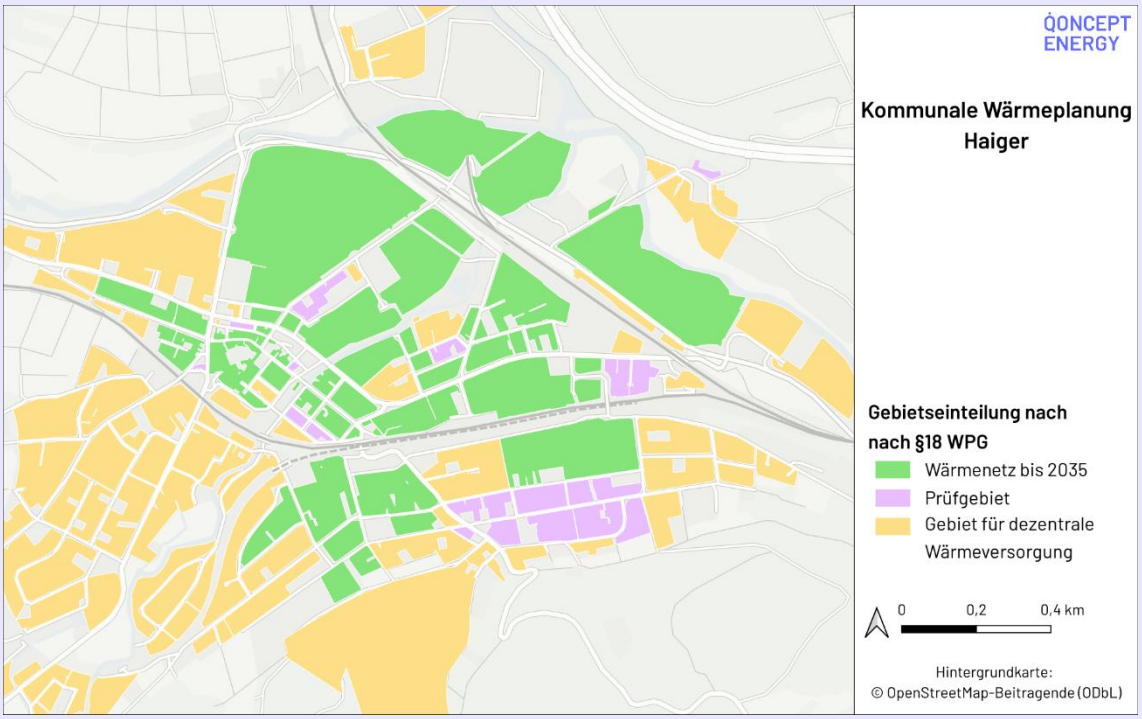


Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (vgl. Kapitel 7.1)

Situation im Gebiet	Im Rahmen der Wärmeplanung wurde eine hohe Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes festgestellt (vgl. Kapitel 5). Es bietet sich an, dass dabei die Stadtwerke Haiger eine zentrale Rolle spielen sollen. In diesem Fall ist zu prüfen, welche Auswirkungen das auf den Personalbedarf und die Finanzierung der Stadtwerke hat oder inwieweit eine Unterstützung durch externe Partner sinnvoll ist.
Eignungsgebiete	Wärmenetz- und Prüfgebiete gemäß Zielszenario.
Ziele / Planungen	Ziele bezüglich des Aufbaus eines oder mehrerer Wärmenetze sind: • die Klärung der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger, • die Prüung des zusätzlichen Personal- und Finanzbedarfs und • die Prüfung des Unterstützungsbedarfs durch einen oder mehrerer externe Umsetzungspartner
Maßnahmenvorschläge	• Stadtinterne Diskussion und Bewertung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau von Wärmenetzen • Prüfung des zusätzlichen Personal- und Finanzbedarfs • Prüfung möglicher organisatorischer Alternativen für die Stadtwerke (gegenüber der aktuellen Organisation als Eigenbetrieb)

	• Gegebenenfalls Ansprache potenzieller Partner für den Aufbau von Wärmenetzen
Treibhausgasminderung	Das Potenzial zur Treibhausgasminderung durch die Realisierung des Zielszenarios und den darin berücksichtigen Aufbau von Wärmenetzen wurden in Kapitel 7.2 dargestellt.
Kosten und Finanzierung	Gegebenenfalls Kosten für die externe Beratung zur Entwicklung eines Organisationsmodells und der Suche nach Umsetzungspartnern.
Nächste Schritte	• Einstieg in die stadtinterne Diskussion zu Handlungsoptionen hinsichtlich der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau von Wärmenetzen. • Prüfung des Bedarfs an externer Unterstützung (z. B. juristisch, strategisch, kaufmännisch o. a.) bei der Weiterentwicklung der bestehenden Organisation und Suche nach Umsetzungspartnern. • Ausschreibung und Auswahl von externen Beratern. • Start des Prozesses zur Weiterentwicklung eines Organisationsmodellls und gegebenenfalls der Suche nach potenziellen Umsetzungspartnern.
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Stadtwerke, externe Dienstleister, mögliche Umsetzungspartner
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist sehr hoch. Die Maßnahme sollte zu Beginn des Jahres 2027 gestartet werden.

9.4 Beantragung von Fördermitteln für eine Machbarkeitsstudie für das Wärmenetz in der Kernstadt Haiger und Durchführung der Machbarkeitsstudie

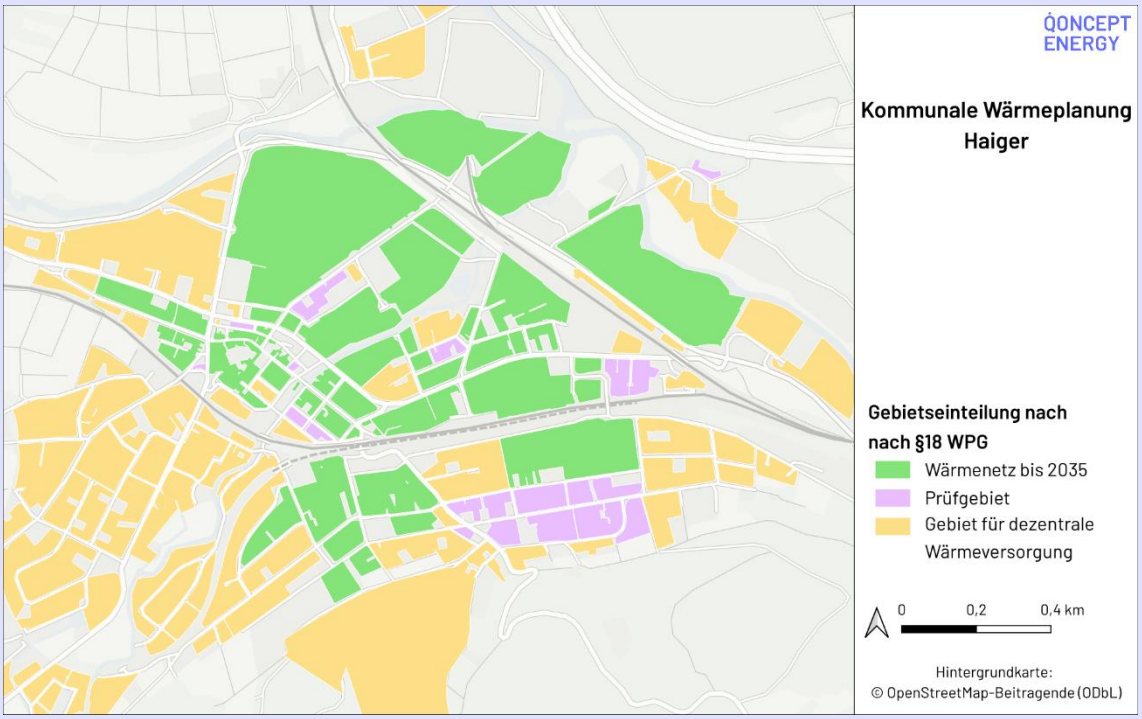


Geplantes Wärmenetzgebiet in der Kernstadt Haiger

Situation im Gebiet	In der Kernstadt von Haiger wurde eine hohe Eignung für ein Wärmenetz identifiziert. Für die Beantragung von Fördermitteln nach BEW für die Investitionen ist im Vorfeld die Durchführung einer Machbarkeitstudie notwendig.
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete
Ziele / Planungen	Das im Zielszenario entwickelte Konzept für das Wärmenetz soll vertiefend geprüft und die Voraussetzungen für den Erhalt von Fördermitteln für die notwendigen Investitionen nach BEW geschaffen werden.
Maßnahmenvorschläge	• Beantragung von Fördermitteln für die Machbarkeitsstudie nach BEW. • Prüfung der Möglichkeiten eines vorzeitigen Maßnahmenbeginns, um den Zeitverlust durch die Bearbeitung des Antrags beim BAFA zu vermeiden • Durchführung der Machbarkeitsstudie nach Erhalt des Fördermittelbescheids oder im Rahmen eines vorzeitigen Maßnahmenbeginns. • Alternativ: Durchführung der Machbarkeitsstudie ohne Förderung, um den Zeitverlust durch die eigene Antragstellung und die Bearbeitung beim BAFA zu vermeiden.

Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.
Kosten und Finanzierung	• Die Kosten für die Erstellung eines Fördermittelantrags werden auf 5-10 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten wären den Stadtwerken Haiger zuzuordnen. • Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie werden – abhängig davon, ob auch die Genehmigungsplanungen nach HOAI 4 mitbeantragt werden – auf 60–100 T€ (netto) geschätzt.
Nächste Schritte	• Prüfen der Handlungsmöglichkeiten zur Erstellung eines Fördermittelantrags; gegebenenfalls Einbindung eines externen Dienstleisters • Prüfen der Möglichkeiten eines vorzeitigen Maßnahmenbeginns durch Abstimmung mit dem BAFA • Stellen des Fördermittelantrags • Suche nach einem geeigneten Dienstleister und Start der Machbarkeitsstudie
Verantwortlich	Stadtwerke Haiger
Wichtige Akteure	Stadtwerke Haiger, Magistrat und Stadtverwaltung der Stadt Haiger, BAFA, externer Dienstleister
Zeitplan	• Beantragung von Fördermitteln Ende 2026 / Anfang 2027. • Erhalt des Förderbescheids Anfang 2028 (Einschätzung auf Basis aktueller Bearbeitungsdauern beim BAFA). • Bearbeitung der Machbarkeitsstudie im Jahr 2028 und Fertigstellung bis Ende 1. Quartal 2029. • Alternativ: Erstellung der Machbarkeitsstudie ohne Fördermittel (oder auf Basis eines vorzeitigen Maßnahmenbeginns) im Jahr 2027 und Fertigstellung bis Ende 1. Quartal 2028.
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist sehr hoch. Die Maßnahme könnte Ende 2026 / Anfang 2027 gestartet werden.

9.5 Beantragung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes in der Kernstadt von Haiger und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen

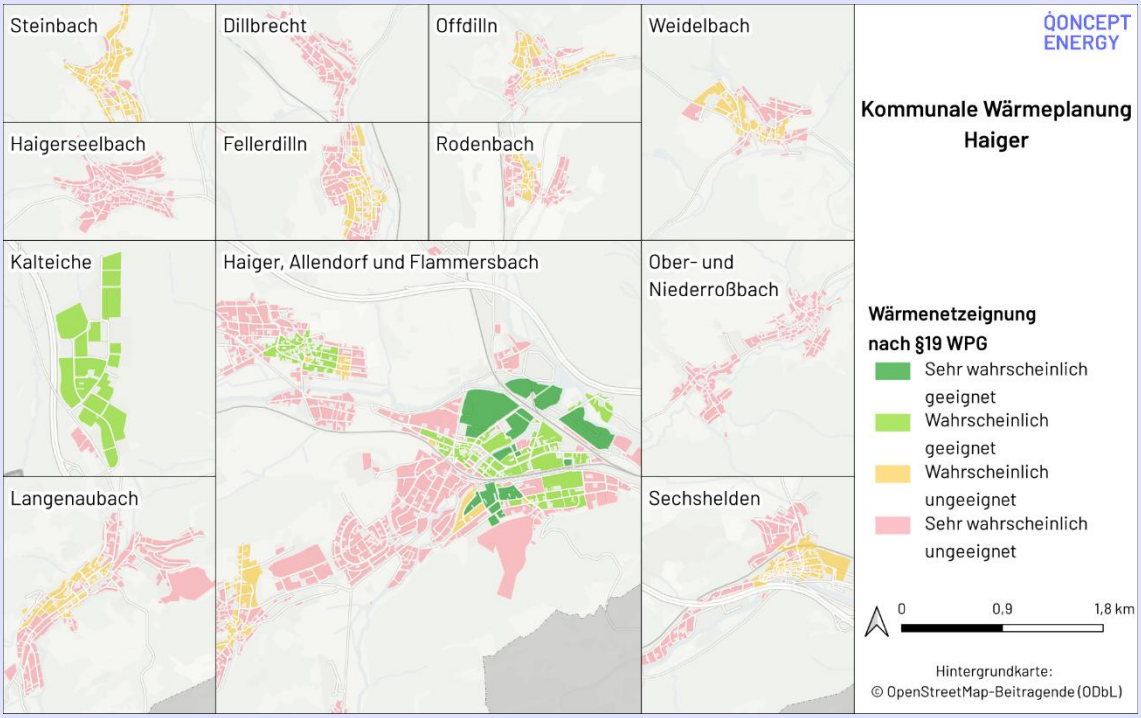


Geplantes Wärmenetzgebiet in der Kernstadt Haiger

Situation im Gebiet	In der Kernstadt von Haiger wurde eine hohe Eignung für ein Wärmenetz identifiziert. Im ersten Schritt ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie vorgesehen (vgl. Kapitel 9.4). Sollte die Machbarkeitsstudie die Eignung bestätigen, können anschließend die Fördermittel für die Umsetzung des Wärmenetzes beantragt und anschließend mit der Umsetzung begonnen.
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Haiger
Ziele / Planungen	• Einwerbung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes. • Umsetzung des Wärmenetzkonzepts aus der noch zu erarbeitenden Machbarkeitsstudie.
Maßnahmenvorschläge	• Klärung der Rolle der Stadt und Stadtwerke Haiger beim Aufbau des Wärmenetzes (vgl. Kapitel 9.3). • Durchführung der Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4). • Prüfung der zum geplanten Umsetzungszeitpunkt geltenden Förderbedingungen für Investitions- und Betriebskosten auf Grundlage der abgeschlossenen Machbarkeitsstudie (insbesondere gemäß BEW). • Erstellung und Einreichung des Fördermittelantrags.

	• Nach Erhalt des Förderbescheids: Vorbereitung und Umsetzung des Wärmenetzausbaus (Planung, Ausschreibung, Bau).
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.
Kosten und Finanzierung	• Die Kosten für die Erstellung des Fördermittelantrags werden auf 10–15 T€ geschätzt. • Die Investitionskosten für den Aufbau des Wärmenetzes wurden in Kapitel 5.2.6 dargestellt und werden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4) konkretisiert.
Nächste Schritte	Planung und Durchführung der Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4)
Verantwortlich	Stadtwerke Haiger
Wichtige Akteure	Stadtwerke Haiger, Magistrat und Stadtverwaltung der Stadt Haiger, BAFA, externe Dienstleister
Zeitplan	• Beantragung von Investitionsfördermitteln im Jahr 2029. • Erhalt des Förderbescheids für die Umsetzung in Q1 2030. • Durchführung HOAI-Planungsphasen (ab HOAI 5) bis Q1 2031. • Start der Baumaßnahmen für die Erzeugung und die ersten größeren Netzabschnitte ab Q2 2031. • Der gesamte Zeitablauf kann um zirka ein Jahr vorgezogen werden, wenn auf die Fördermittel für die Machbarkeitsstudie verzichtet oder mit einem vorzeitigen Maßnahmenbeginn gearbeitet wird (vgl. Kapitel 9.4).
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist sehr hoch. Umsetzungsbeginn ist nach Fertigstellung der Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4).

9.6 Informationskampagne zu Möglichkeiten genossenschaftlich betriebener Wärmenetze

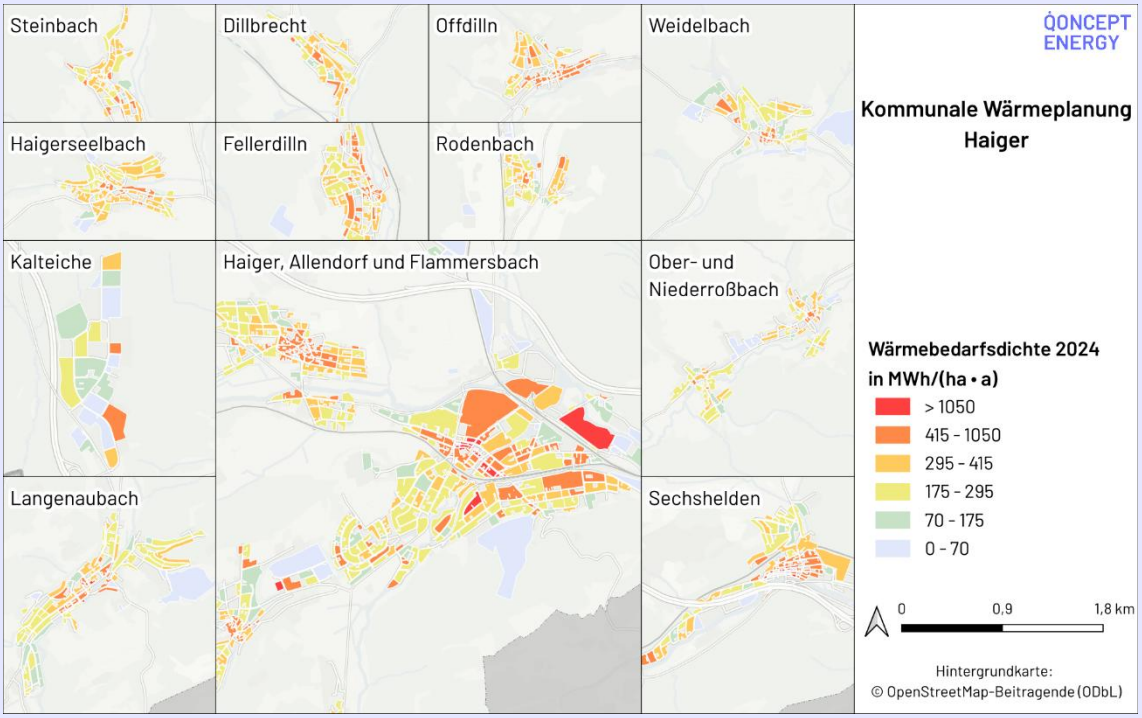


Wärmeversorgungsgebiete in Haiger

Ausgangssituation	Im Zielszenario werden außerhalb der Kernstadt von Haiger keine Gebiete als prioritäre Wärmenetzgebiete ausgewiesen. Gleichwohl bestehen in vielen der weiteren Stadtteilen Wärmebedarfsdichten, die die Realisierung kleinerer Wärmenetze oder sogenannter Gebäudenetze grundsätzlich ermöglichen. Eine Umsetzung erscheint insbesondere mit genossenschaftlichen Betriebsmodellen potenziell vorstellbar (vgl. Kapitel 5.3). Hierzu gehören die Statteile Allendorf, Flammersbach, Sechshelden und Weidelbach. Ein weiterer Vorteil sind die potenziell höheren Anschlussquoten. Derzeit sind in Haiger keine Initiativen zur Gründung einer Energiegenossenschaft mit dem Ziel der Errichtung von Wärmenetzen bekannt.
Eignungsgebiete	Gebiete in den Stadtteilen Allendorf, Flammersbach, Sechshelden und Weidelbach, die eine Wärmeliniendichte von mehr als 600 kWh/(m·a) aufweisen (vgl. Kapitel 5.3)
Zielsetzung	Prüfung und Aktivierung zusätzlicher Wärmenetzoptionen, insbesondere außerhalb der Kernstadt, durch genossenschaftliche oder bürgerschaftlich getragene Modelle.
Maßnahmen	• Durchführung einer Informationskampagne zu Chancen, Rahmenbedingungen und Umsetzung genossenschaftlich betriebener Wärmenetze.

	• Unterstützung interessierter bürgerschaftlicher Initiativen bei der Gründung und Organisation entsprechender Modelle.
Treibhausgasminderung	Die Maßnahme kann die Ablösung fossiler Heizsysteme beschleunigen und dadurch zur zusätzlichen Treibhausgasminderung beitragen.
Kosten und Finanzierung	• Für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der Veranstaltungen entstehen Sach- und Personalkosten in einer Größenordnung von geschätzt 10–20 T€ (je nach Umfang der Kampagne). • Die Finanzierung erfolgt durch die Stadt Haiger. • Gegebenenfalls kann eine fachliche Unterstützung bei der LEA Hessen im Rahmen des Programms „Wärmewende-coaching“ angefordert werden.
Nächste Schritte	• Prüfung möglicher Unterstützungsleistungen durch die LEA Hessen • Konzeption, Planung und organisatorische Vorbereitung der Informationskampagne • Vorgespräche mit wichtigen Stakeholdern und lokalen Akteuren in den Stadtteilen (Ortsbeiräte, Vereine o. a.)
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung Haiger, LEA Hessen, Ortsbeiräte und Vereine in Haiger, Stadtwerke Haiger GmbH, BAFA
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist hoch Start der Maßnahme: 1. Jahreshälfte 2027

9.7 Weitere energetische Optimierung der stadteigenen Gebäude der Stadt Haiger

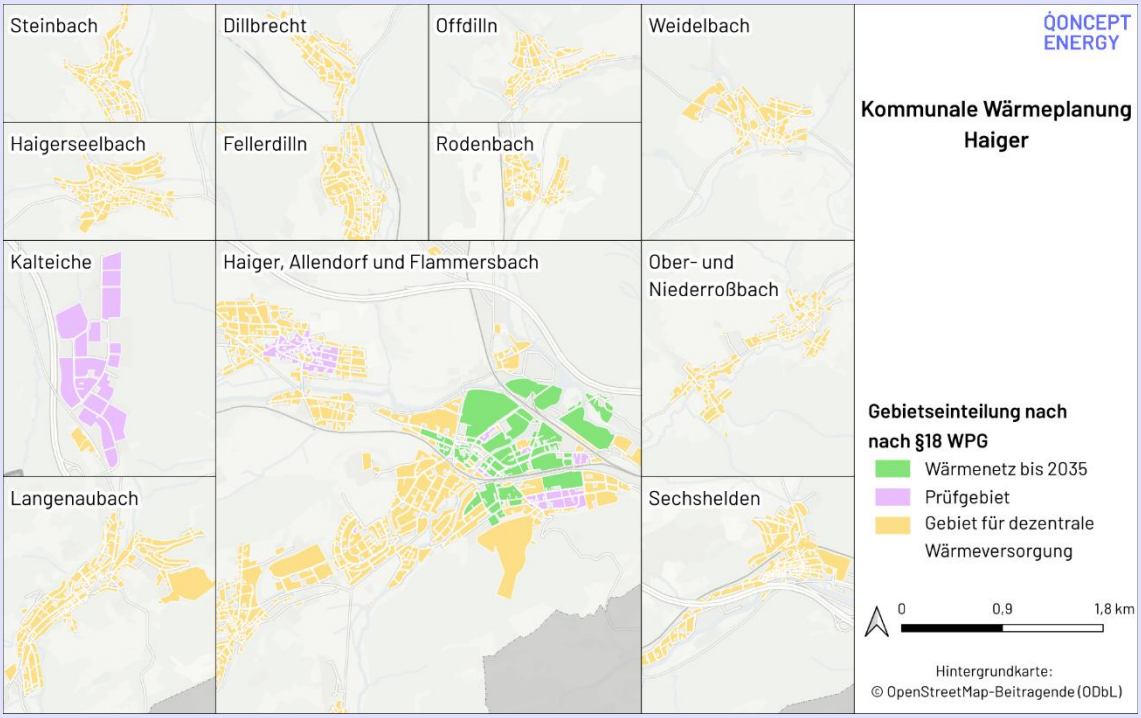


Wärmeatlas für Haiger

Situation im Gebiet	Die Stadt Haiger verfügt über eine große Anzahl eigener Immobilien. Die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz im Bestand spielt eine wesentliche Rolle für das Erreichen der Klimaneutralität im Wärmesektor. Grundsätzlich werden bei Gebäudesanierungen bereits Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt.
Eignungsgebiete	Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete gemäß Zielszenario
Ziele / Planungen	Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen der stadteigenen Gebäude durch kontinuierliche Effizienzsteigerungen und Sanierungsmaßnahmen systematisch zu reduzieren.
Maßnahmenvorschläge	• Festlegung konkreter Ziele für die Senkung der Treibhausgasemissionen in den stadteigenen Gebäuden. • Analyse der im aktuellen Gebäudesanierungsprogramm enthaltenen Maßnahmen hinsichtlich ihrer konkreten Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen. • Prüfung zusätzlicher Optimierungsmaßnahmen zur Reduzierung der im Zusammenhang mit der Nutzung der stadteigenen Gebäude entstehenden Treibhausgasemissionen. • Stärkere Ausrichtung der Gebäudesanierung auf Maßnahmen mit hohem Beitrag zur Treibhausgasminderung.

Treibhausgasminderung	Die Treibhausgasminderung ergibt sich aus den konkret geplanten und umgesetzten Maßnahmen und muss für diese jeweils separat ermittelt werden.
Kosten und Finanzierung	Im Rahmen der Vorbereitung und Beschlussfassung von Maßnahmen zur Gebäudesanierung werden standardmäßig maßnahmenbezogene Kostenschätzungen erstellt. Diese sollten Grundlage für die Kostenschätzung sein Die Finanzierung kann über eine Kombination aus Förderprogrammen (BEG, Klimaschutzrichtlinie, Mittel aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung – EFRE u. a.) sowie aus eigenen Haushaltsmitteln der Stadt Haiger erfolgen.
Nächste Schritte	Siehe Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Stadtverwaltung
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Nutzer der jeweiligen Gebäude
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch, da energetische Gebäudesanierungen einen wesentlichen Beitrag zur Treibhausgasminderung und zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Die Maßnahme könnte im 2. Quartal 2027 starten und jährlich fortgeschrieben werden.

9.8 Synchronisieren der Infrastrukturprojekte

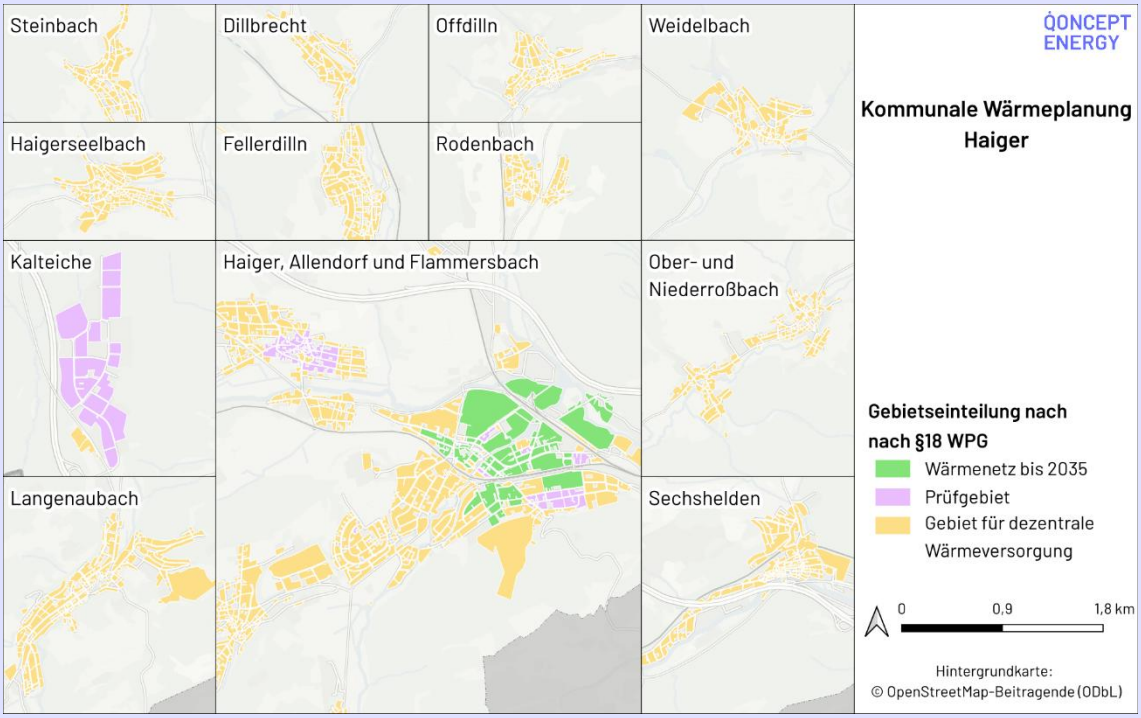


Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (vgl. Kapitel 7.1)

Situation im Gebiet	In der Kernstadt von Haiger wurde eine hohe Eignung für ein Wärmenetz identifiziert. Im ersten Schritt ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie vorgesehen (vgl. Kapitel 9.4). Unabhängig vom Aufbau eines Wärmenetzes sind in den nächsten Jahren verschiedene Infrastrukturmaßnahmen in Haiger vorgesehen. Ohne abgestimmte Planung besteht das Risiko paralleler Baumaßnahmen und unnötiger Mehrkosten. Eine frühzeitige Synchronisierung der Infrastrukturmaßnahmen ist daher sinnvoll.
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete und Prüfgebiete gemäß Zielszenario
Ziele / Planungen	Ziel ist es, die Tiefbaumaßnahmen für den Aufbau von Wärmenetzen sowie für neue zentrale Erzeugungsanlagen mit anderen Infrastrukturprojekten zu koordinieren. Durch diese Koordination sollen Kosten gesenkt und die Belastungen durch die Bauprojekte für Anlieger und andere Betroffene minimiert werden.
Maßnahmenvorschläge	• Analyse der in den kommenden etwa 10 Jahren erwarteten oder bereits geplanten Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Verkehrswege, Kanalbau, Baumaßnahmen der Leitungsträger)

	• Prüfung, inwieweit diese Baumaßnahmen mit potenziellen Baumaßnahmen für den Aufbau von Wärmenetzen koordiniert werden können. • Zeitliche und fachliche Abstimmung mit den für die Baumaßnahmen verantwortlichen Stellen.
Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Durch mögliche Kostensenkungen kann jedoch ein attraktiverer Wärmeversorgungspreis erreicht werden. Dies kann die Umstellung von Heizungssystemen auf GModG-konforme Varianten beschleunigen und mittelbar zu einer Reduzierung von Treibhausgasen führen.
Kosten und Finanzierung	Für die Umsetzung der oben genannten Maßnahmen entsteht vorrangig interner Aufwand innerhalb der Verwaltung.
Nächste Schritte	• Erfassung geplanter Infrastrukturprojekte, bei denen Synergien zum Aufbau von Wärmenetzen möglich sind. • Durchführung von Gesprächen mit den für die jeweiligen Baumaßnahmen Verantwortlichen.
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Umsetzungspartner für Wärmenetze, Leitungsträger, Straßenbaulastträger
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch. Erste Anfragen an die Verantwortlichen der relevanten Baumaßnahmen sowie Analyse eigener geplanter oder geprüfter Infrastrukturmaßnahmen sollten in der ersten Jahreshälfte 2027 erfolgen. Sobald Klarheit über den zeitlichen Rahmen des Aufbaus von Wärmenetzen besteht, sind die Abstimmungen zwischen den beteiligten Akteuren zu koordinieren.

9.9 Vertiefende Analysen zu Prüfgebieten

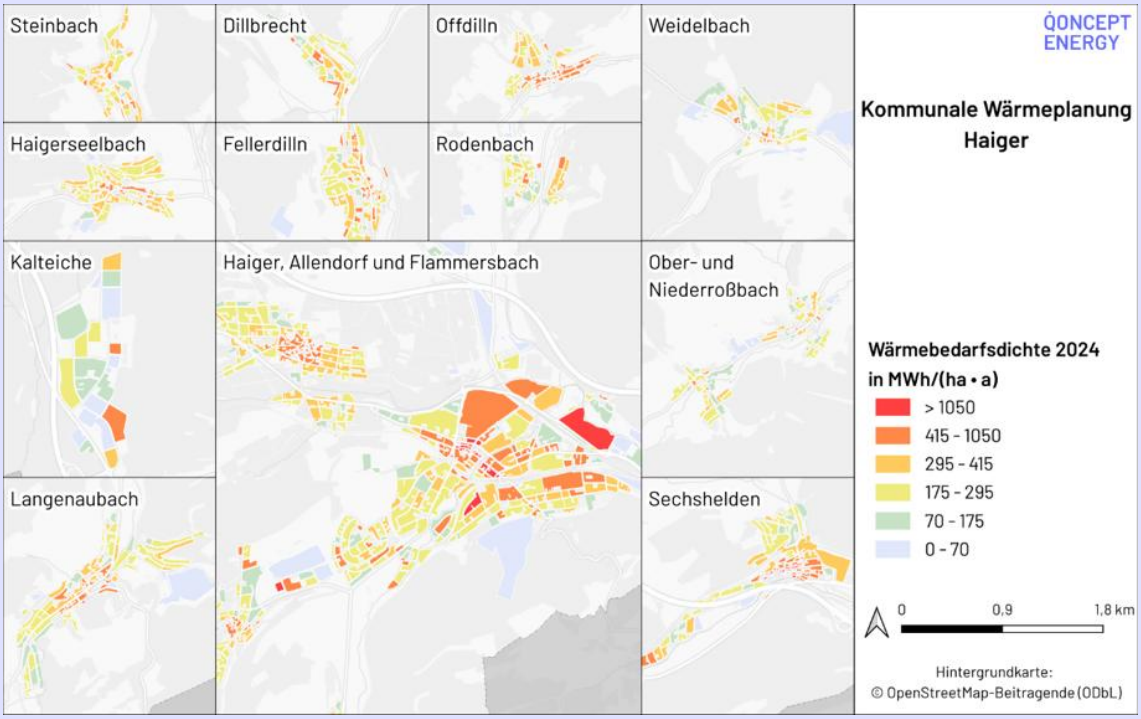


Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (vgl. Kapitel 7.1)

Situation im Gebiet	In Haiger wurden verschiedene Prüfgebiete identifiziert, in denen der Aufbau von Wärmenetzen sinnvoll sein kann (vgl. Kapitel 7.1). Dazu gehören Gebiete in der Kernstadt, das Gewerbegebiet Kalteiche und ein Gebiet im Stadtteil Allendorf.
Eignungsgebiete	Prüfgebiete gemäß Zielszenario
Ziele / Planungen	Ziel ist es, zu klären, ob in den Prüfgebieten Wärmenetze sinnvoll entwickelt werden können oder diese eher als dezentrale Versorgungsgebiete definiert werden sollten. Dazu ist es notwendig vertiefende Analyse durchzuführen, die über den Umfang der Tätigkeiten einer kommunalen Wärmeplanung hinausgehen.
Maßnahmenvorschläge	• Führen weiterer Gespräche mit potenziellen Ankerkunden in den Prüfgebeiten zum zukünftgen Wärmebedarf und zur Bereitschaft zum Anschluss an ein Wärmenetz. • Fragebogengestützte Erfassung des aktuellen und zukünftigen Wärmebedarfs und der Bereitschaft zum Anschluss an ein Wärmenetz bei potenziellen Kunden mit geringerem Wärmebedarf (z. B. weniger als 100 MWh/a).

	• Neubewertung der Prüfgebiete auf Basis der aus den beiden vorgenannten Punkten gewonnenen Erkenntnisse.
Treibhausgasminderung	Die Treibhausgsminderung ergibt sich auf Basis der jeweiligen Festlegung der ehemaligen Prüfgebiete als zentrale oder dezentrale Versorgungsgebiete.
Kosten und Finanzierung	Für die oben genannte Datenerfassung und Bewertung wird – je nach Eigenleistung der Stadt Haiger und der Zahl zu untersuchender Prüfgebeite – von einem Aufwand zwischen 20 und 50 T€ ausgegangen.
Nächste Schritte	• Festlegung, welche Prüfgebeite vertieft untersucht werden sollen. • Klärung des Bedarfs zur Unterstützung durch externe Dienstleister.
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Gebäudeeigentümer in den Prüfgebieten, externe Dienstleister
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist sehr hoch. Mit der Maßnahme könnte unmittelbar nach Fertigstellung der Wärmeplanung in der ersten Jahreshälfte 2027 begonnen werden.

9.10 Regelmäßige Aktualisierung Wärmeatlas und Wärmebedarfsentwicklung



Wärmeatlas für Haiger

Situation im Gebiet	Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein Wärmeatlas erstellt. Dieser wurde durch die Qoncept Energy GmbH digital so aufgebaut, dass eine regelmäßige Aktualisierung möglich ist. Gesetzlich ist eine Aktualisierung alle 5 Jahre vorgeschrieben.
Eignungsgebiete	Gesamtes Stadtgebiet
Ziele / Planungen	• Regelmäßige Erfassung veränderter Wärmebedarfe. • Vorprüfung von Anpassungsbedarfen im Zielszenario sowie des zeitlichen Umsetzungskonzepts.
Maßnahmenvorschläge	• Regelmäßige Erhebung der Inputdaten des Wärmeatlas (z. B. alle zwei bis drei Jahre) • Aktualisierung des Wärmeatlas und der Wärmebedarfsentwicklung • Grobprüfung möglicher Anpassungsbedarfe im Zielszenario sowie in der zeitlichen und inhaltlichen Umsetzungsplanung • Bei festgestelltem Anpassungsbedarf sollte die Aktualisierung der Wärmeplanung oder von Teilen der Wärmeplanung vorgezogen werden.
Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Diese kann sich ergeben, wenn erkennbar

	wird, dass Maßnahmen schneller umgesetzt werden können oder sollten.
Kosten und Finanzierung	Es entsteht vorrangig interner Verwaltungsaufwand. Sofern zusätzliche externe Unterstützung für die Aktualisierung oder Grobprüfung erforderlich ist, kann mit Kosten im niedrigen fünfstelligen Bereich gerechnet werden.
Nächste Schritte	Siehe Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Haiger
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Datenlieferanten für die Inputdaten des Wärmeatlas (insb. Gasnetzbetreiber und Schornsteinfeger), gegebenenfalls externe Dienstleister
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist mittel. Erste Aktualisierung des Wärmeatlas ab 2028.

10 Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung entwickelt ein Zielbild für eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045. Ergänzend dazu wird mit der Umsetzungsstrategie ein Maßnahmenkonzept zur Erreichung dieses ambitionierten Ziels definiert. Während die erste Erarbeitung von Zielbild, Strategien und Maßnahmen zeitlich befristet ist, stellt deren Umsetzung eine kontinuierliche Aufgabe dar. Diese muss daher dauerhaft in den bestehenden Organisationsstrukturen der beteiligten Akteure – insbesondere der Kommunalverwaltung und gegebenenfalls von Energieversorgern oder Wohnungsbaugesellschaften – verankert werden.

Ein wesentlicher Bestandteil einer Verstetigungsstrategie ist zunächst die Festlegung klarer organisatorischer Zuständigkeiten für:

- die Gesamtkoordination der Maßnahmenumsetzung,
- das Controllingkonzept (Überwachung der Maßnahmenumsetzung, Kontrolle der Zielerreichung, Einleitung zusätzlicher Maßnahmen bei Bedarf) und
- die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung (mindestens alle fünf Jahre gemäß WPG).

Diese Aufgaben sollten möglichst an einer zentralen Stelle innerhalb der Kommunalverwaltung gebündelt werden. Da es sich um übergreifende planerische Aufgaben mit starken Bezügen zur Stadtentwicklung handelt, erfolgt die organisatorische Verortung häufig im Bau- beziehungsweise Planungsamt. Alternativ kommt auch das Umweltamt in Frage aufgrund der hohen Relevanz von Treibhausgasen oder anderen Luftschadstoffen für den Klimaschutz. Oder das Hauptamt, insbesondere weil eine enge Koordination mehrerer Fachämter erforderlich ist.

Die erste Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde in Haiger über den Fachbereich Bauverwaltung, städtische Infrastruktur, Stadtplanung erarbeitet. Dabei erfolgte eine enge Abstimmung mit den als Eigenbetrieb organisierten Stadtwerken Haiger. Es wird empfohlen, auch die weiteren Aktivitäten zur Umsetzung der Maßnahmenplanung und zur Fortschreibung der Wärmeplanung dort anzusiedeln. Ergänzend sollte in regelmäßigen Abständen über den Stand und den Fortschritt der Maßnahmen in einer verwaltungsinternen Abstimmungsrunde berichtet werden. Diese Runde sollte die an der Umsetzung der in Kapitel 9 beschriebenen Maßnahmen beteiligten Verwaltungseinheiten einbeziehen. Ein Turnus von ein bis zwei Sitzungen pro Jahr erscheint hierfür ausreichend.

Im Rahmen der Verstetigungsstrategie sollte zudem ein verbindlicher Rhythmus zur Aktualisierung des Wärmeatlas festgelegt werden. Dabei müssen die neuen Verbrauchs-, Schornsteinfeger- und ALKIS-Daten eingepflegt werden sowie die Wärmebedarfe aus Neubau- oder Nachverdichtungsgebieten berücksichtigt werden. Daraus wird die Wärmebedarfsentwicklung abgeleitet. Es wird empfohlen, diese Aktualisierung alle zwei bis drei Jahre vorzunehmen. Ziel ist eine regelmäßige Grobprüfung, ob sich die für die Einteilung der Stadt Haiger in Wärmeversorgungsgebiete relevanten Rahmenbedingungen wesentlich verändert haben. Sollte dies der Fall sein, ist zu prüfen, ob eine vorgezogene Fortschreibung

der Wärmeplanung oder eine Anpassung einzelner Maßnahmen der Umsetzungsstrategie zügiger erforderlich ist.

Darüber hinaus sollte kontinuierlich erfasst werden, ob nach Abschluss des Wärmeplanungsprojekts neue Potenziale für erneuerbare Wärmequellen (erneuerbare Energien oder Abwärme) bekannt werden.

Neben der Gesamtkoordination sind auch die Zuständigkeiten für die Umsetzung der Einzelmaßnahmen eindeutig festzulegen. Im Rahmen eines strukturierten Projektmanagements sollten für jede Maßnahme Ziele, Meilensteine und Zeitpläne sowie Teilschritte definiert und festgehalten werden. Erste Hinweise hierzu sind in den Projektskizzen in Kapitel 9 enthalten.

Zusätzlich zu den verwaltungsinternen Strukturen empfehlen wir, ein begleitendes Gremium zu etablieren, in dem sich die für die Umsetzung der Maßnahmen relevanten Akteure regelmäßig abstimmen. Zentrale Inhalte dieses Austauschs sind:

- der Umsetzungsstand der definierten Maßnahmen,
- die Erreichung von Zielen und Zwischenzielen,
- die Entwicklung zusätzlicher Maßnahmen sowie
- die Planung und Durchführung der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung.

Dieser Austausch kann beispielsweise in einem noch zu gründenden Klimaschutzbeirat erfolgen. Alternativ ist auch ein regelmäßiges Format mit den wichtigsten Stakeholdern (Energieversorger, Leitungsträger, Straßenbaulastträger o. a.) denkbar. Dadurch kann sichergestellt werden, dass alle relevanten Akteure frühzeitig eingebunden sind und koordiniert am Wärmenetzausbau und an der effizienten Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen mitwirken.

11 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept umfasst folgende zentrale Schwerpunkte:

- Erfolgskontrolle über die Zielerreichung (inhaltlich, zeitlich und wirtschaftlich),
- Monitoring der Maßnahmenplanung und -umsetzung aus der Umsetzungsstrategie und
- Koordination der Entwicklung gegensteuernder Maßnahmen, sofern die Einzelmaßnahmen nicht, nicht vollständig oder nicht zeitgerecht umgesetzt werden oder die damit angestrebten Ziele absehbar nicht erreicht werden.

Aufgrund der Größe der Stadt Haiger wird empfohlen, die Verantwortung für das Controllingkonzept bei derselben Verwaltungseinheit zu verankern wie die Zuständigkeit für die Gesamtkoordination der Maßnahmenumsetzung und die Verstetigungsstrategie.

Die Erfolgskontrolle der übergeordneten inhaltlichen Ziele, insbesondere der Reduzierung der Treibhausgasemissionen über die Betrachtungszeitpunkte bis zur Klimaneutralität im Jahr 2045, kann im Rahmen der regelmäßigen Aktualisierung des Wärmeatlas sowie bei der turnusmäßigen Aktualisierung der Wärmeplanung nach fünf Jahren erfolgen.

Das Controlling des Maßnahmenplans und der Maßnahmenumsetzung (inhaltlich, zeitlich und hinsichtlich der Einhaltung wirtschaftlicher Vorgaben bzw. vereinbarter Budgets) sollte im Rahmen der jeweiligen Projektsteuerung etabliert werden. Zudem sollte ein übergreifendes Berichtswesen zum Stand aller Maßnahmen der Umsetzungsstrategie etabliert werden. Dieses sollte einen strukturierten Überblick über den Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmen sowie über die jeweilige Zielerreichung geben. Als Grundlage können die in Kapitel 9 dargestellten Projektskizzen dienen. Es wird empfohlen, diesen Bericht einmal jährlich zu erstellen.

12 Zusammenfassung

Die Wärmeplanung für Haiger wurde im Zeitraum Januar 2025 bis November 2026 erarbeitet.

Mit der Eignungsprüfung wurden zunächst Gebiete identifiziert, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch Wärme- oder Wasserstoffnetze geeignet sind. Obwohl Wärmenetze für einige Teile der Stadt Haiger eher nicht infrage kommen, wurde auf eine vereinfachte Wärmeplanung für diese Gebiete verzichtet. Alle Gebiete wurden in den weiteren Projektschritten umfassend berücksichtigt. Für die Versorgung mit Wasserstoff kann demgegenüber davon ausgegangen werden, dass das gesamte Planungsgebiet mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine flächenhafte Versorgung durch ein Wasserstoffnetz geeignet ist.

Das wichtigste Ergebnis der Bestandsanalyse ist ein gebäudescharfer Wärmeatlas für die Stadt Haiger. Dieser basiert auf den Zählerdaten für Gas, Wärme und Strom des Jahres 2024. Zusätzlich wurden die Schornsteinfegerdaten, Daten aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster und Infrastrukturdaten etwa zu Gas-, Wärme-, Strom- und Abwassernetzen einbezogen.

Auf Basis der zugrundeliegenden Daten wurde die aktuelle Beheizungsstruktur abgebildet und eine Treibhausgasbilanz erstellt. Die bestehenden Wärmeversorgungsinfrastrukturen wurden ebenfalls im GIS-Format erfasst und abgebildet. Die Bestandsanalyse zeigt, dass der Wärmebedarf der Stadt Haiger überwiegend fossil gedeckt wird. Daraus resultieren THG-Emissionen von rund 47 150 t CO_2-Äquivalente pro Jahr. Die Abnehmerstruktur ist, bezogen auf den Endenergieverbrauch, durch rund 67 % Haushalte, 17 % Industrie, 13 % GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und 3 % öffentliche Gebäude geprägt.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst eine Wärmebedarfsentwicklung berechnet. Hierbei wurde zwischen Haushalten, öffentlichen Gebäuden, Industrie und dem Bereich GHD unterschieden. Insgesamt wird ein Wärmebedarfsrückgang von rund 17 % bis 2045 prognostiziert.

Weiterhin wurde das Potenzial erneuerbarer Energien für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung ermittelt. Es konnte aufgezeigt werden, dass ein erhebliches Potenzial zur Nutzung der Wärme im gereinigten Abwasser aus der städtischen Kläranlage mittels Großwärmepumpe besteht. Weitere wichtige Wärmequellen für ein Wärmenetz können Biomasse, Groß-Luftwärmepumpen, Erdwärmesondenfelder und Solarthermie sein.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgte im nächsten Schritt die Bewertung der Eignung für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten. Im Vordergrund der Studie stand dabei eine wirtschaftliche Bewertung. Hier spielt insbesondere

die Konkurrenzfähigkeit des erzielbaren Wärmeversorgungspreises in €/MWh eine zentrale Rolle.

Es wurden mehrere Ausbauvarianten für Wärmenetze untersucht. In der Kernstadt Haiger wurde das Ausbauszenario mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1 250 kWh/(m·a) präferiert. Auch in den Stadtteilen wurden Ausbauvarianten für Wärmenetze betrachtet. Im Gewerbegebiet Kalteiche führt dies zur Ausweisung eines Prüfgebietes.

Für dieses Ausbauszenario wurden verschiedene Erzeugerkonzepte entwickelt und miteinander verglichen. Im Detail technisch ausgelegt und kalkuliert wurden vier Varianten. Für diese wurden die Netzvarianten einmal mit und einmal ohne Großkunden betrachtet. Die Erzeugerszenarien basieren auf einer Großwärmepumpe am Ablauf der Kläranlage Haiger. In der zweiten Variante wurde diese um einen Biomassekessel in der Mittellast ergänzt. In den Variantenbetrachtungen wurden zudem Gaskessel als Spitzenlasterzeuger und Redundanz für den Ausfall der Haupterzeuger ergänzt. Die Wärmeerzeugerportfolios wurden zunächst hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der zentralen Wärmenetzsysteme miteinander verglichen.

Es zeigte sich, dass die Variante 2 (Grundlast: Abwasser-Wärmepumpe, Mittellast: Biomassekessel und Spitzenlast: Gaskessel) die wirtschaftlichsten Wärmegestehungskosten im Vergleich zu dezentralen Wärmeversorgungslösungen erzielt. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der weiteren gemäß § 18 WPG vorgegebenen Bewertungskriterien (Versorgungssicherheit, Realisierungsrisiko und kumulierte THG-Emissionen) wurde die Kombination aus Abwasser-Wärmepumpe mit Gas-Spitzenlastkessel ohne Biomassekessel als Vorzugsvariante definiert.

Das so entwickelte Wärmenetzausbauszenario führt dazu, dass der Gesamt-Wärmebedarf des Stadtgebiets zu zirka 14 % durch ein Wärmenetz gedeckt werden kann. Weitere Potenziale für Wärmenetze bestehen in den Prüfgebieten, die allerdings vertiefender Untersuchungen bedürfen.

Die weiteren Stadtteile von Haiger werden eher als dezentral zu versorgende Gebiete gesehen. Allerdings bestehen auch dort teilweise Wärmebedarfsdichten, die für kleinere Wärmenetze oder sogenannte Gebäudenetze geeignet sein könnten. Hier bietet es sich aber eher an, diese entweder durch Energiegenossenschaften oder gegebenenfalls durch Wohnungsbaugesellschaften beziehungsweise Eigentümergemeinschaften aufzubauen. Die Kleinteiligkeit und die individuellen Besonderheiten lassen sich durch die eher standardisierten Vorgehensweisen und benötigten Renditen der etablierten Netzbetreiber in der Regel nur schwer umsetzen.

Im Rahmen der Analysen zu dezentralen Wärmeversorgungslösungen wurden Luftwärmepumpen und Sole-Wasser-Wärmepumpen als die zukünftigen Haupttechnologien zur Wärmeversorgung detailliert untersucht. Es konnte dabei gezeigt werden, dass ohne energetische Sanierung rund 66 % und mit Sanierung 83 % des Wärmebedarfs durch Luftwärmepumpen versorgt werden können (ohne den Sektor Industrie). Dieses Potenzial wurde kartografisch auf Gebäude- und Baublockebene erfasst.

Auch das Potenzial zur dezentralen Nutzung oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe von 100 m und S/W-Wärmepumpe ist untersucht worden. Ohne

energetische Sanierung können 30 % und mit Sanierung 50 % aller Gebäude mit dieser Technologie versorgt werden (ohne den Sektor Industrie).

Alle erschließbaren Anteile basieren auf dem Wärmebedarf des Jahres 2024. Hinsichtlich der Wärmegestehungskosten von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen stellt sich die L/W-Wärmepumpe am wirtschaftlichsten dar.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Detailanalysen zu zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsoptionen wurde das Zielszenario anhand von Kennzahlen beschrieben. Hierzu gehören die Darstellung der Anteile der Wärmeversorgungsarten, der eingesetzten Energieträger und der Verlauf der Treibhausgasmissionen bis zur Klimaneutralität. Wird ein solches Zielszenario verfolgt, werden die Treibhausgasemissionen bis 2045 um etwa 94 % reduziert.

Aufbauend auf dem Zielszenario wurde eine Wärmewendestrategie abgeleitet. Hier wurden ein Maßnahmenkatalog entwickelt und für alle Maßnahmen Projektskizzen erarbeitet. Schwerpunkte liegen in den Handlungsfeldern der energetischen Gebäudesanierung und Heizungsmodernisierung sowie im Wärmenetzausbau.

Abschließend wurden eine Verstetigungsstrategie und das Controllingkonzept entworfen. Die Verstetigungsstrategie soll sicherstellen, dass die entwickelten Maßnahmen als kontinuierliche Aufgabe in der Stadtverwaltung verankert werden. Das Controllingkonzept dient der kontinuierlichen Prüfung, ob der eingeschlagene Weg zum Erreichen der Klimaneutralität in der Wärmeversorgung weiterhin zielführend ist. Es hilft, fundierte Entscheidungen zu treffen, um korrigierende Maßnahmen einleiten zu können, mit denen das Ziel effizienter oder schneller erreicht werden kann.

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung zeigt, dass eine zielkonforme Wärmeversorgung für Haiger bis zum Jahr 2045 technisch realisierbar und wirtschaftlich darstellbar ist – sofern die identifizierten Maßnahmen konsequent umgesetzt werden.

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem
AWP	Abwasserwärmepumpe
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BM	Biomasse
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
Bwp	Bundesverband Wärmepumpe e. V.
COP	Coefficient of Performance / Leistungskennzahl der Wärmepumpe
EFH	Einfamilienhaus
EnEfG	Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes (Energieeffizienzgesetz – EnEfG)
EWS	Erdwärmesonden
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GeotIS	Geothermisches Informationssystem
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Grafisches Informationssystem
GModG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Modernisierung der Wärmeversorgung in Gebäuden (Gebäudemodernisierungsgesetz)
GrwV	Grundwasserverordnung
GV	Großverbraucher

HAST	Hausanschlussstationen
HBO	Hessische Bauordnung
HH	Haushalte
HEG	Hessisches Energiegesetz
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW(h)el	Kilowatt(stunden) elektrisch
kW(h)th	Kilowatt(stunden) thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
L/W (WP)	Luft-Wasser-Wärmepumpe
LCoH	Levelized Cost of Heat, Deutsch: Wärmegestehungskosten
LEA Hessen	LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
LOD	Level of Detail
MFH	Mehrfamilienhaus
MW(h)el	Megawatt(stunden) elektrisch
MW(h)th	Megawatt(stunden) thermisch
OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer
PV	Photovoltaik
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance / Leistungskennzahl der Wärmepumpe über eine gesamte Heizperiode
SRm	Schüttraummeter
S/W (WP)	Sole-Wasser-Wärmepumpe

TA-Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)
THG	Treibhausgase
TWW	Trinkwarmwasserunterstützung
UVP-V Bergbau	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wärmepumpe
WPG-E	Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)
WRG	Wärmerückgewinnung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZFH	Zweifamilienhaus

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilgebiete mit sehr geringen Wärmedichten unter 175 MWh/(ha·a) (blaue und grüne Einfärbungen) 9

Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 15

Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 15

Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 16

Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 16

Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 17

Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 17

Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 18

Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel) 20

Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel) 20

Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizölkessel) 21

Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt) 21

Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt) 22

Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomassekessel) 22

Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (unbekannt) .. 23

Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger 23

Abbildung 17: Baublockbezogene Darstellung des Gebäudetyps 24

Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude 25

Abbildung 19: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG)..... 26

Abbildung 20: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)..... 27

Abbildung 21: Abwasserleitungen (größer DN 800) in der Kernstadt und Standort der Kläranlage Haiger..... 28

Abbildung 22: Baublockbezogene Darstellung der Wärmebedarfsdichten in MWh/(ha·a)..... 31

Abbildung 23: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniendichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr 32

Abbildung 24: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe – Handel – Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts) .. 33

Abbildung 25: Wärmebedarfsreduktion von 2024 bis 2045 differenziert nach Sektoren..... 35

Abbildung 26: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das beplante Gebiet (HLNUG, 2025) 36

Abbildung 27: Positivauswahl (links) und Ausschlussgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Haiger..... 38

Abbildung 28: Links: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten. Rechts: Flächen für Sondenfelder nach Verschneidung ... 39

Abbildung 29: Potenzialflächen für Sondenfelder nach Verschneidung..... 40

Abbildung 30: Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Haiger nach Art der Fläche 40

Abbildung 31: Gesamtgröße der Flächen nach Art in Hektar 41

Abbildung 32: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken (HLNUG, 2010)..... 42

Abbildung 33: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie mit Temperaturen in einer Tiefe von 3 000 m (LIAG, 2026) .. 43

Abbildung 34: Hydrothermisches und petrothermisches Potenzial in Hessen (LIAG, 2026)..... 43

Abbildung 35: Überlaufvolumenstrom der Grube Hachelbach der Jahre 2020–2025 (wöchentlich erfasste Momentanwerte)..... 45

Abbildung 36: Mögliche Aufstellgebiete in Haiger für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel..... 48

Abbildung 37: Temperaturen des Abwassers (im Belebungsbecken) und Abflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2024 der Kläranlage..... 49

Abbildung 38: Angenommene Fahrweise des Fernwärmenetzes in Haiger 49

Abbildung 39: Technisches Potenzial Abwasserwärmepumpe bei Auslegung auf 3,0 MW_{th} 50

Abbildung 40: Positivauswahl (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Haiger 53

Abbildung 41: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Haiger. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten. 53

Abbildung 42: Flächen für Solarthermieanlagen nach Verschneidung 54

Abbildung 43: Stromerzeugende Anlagen aus Marktstammdatenregister nach thermischer Nutzleistung 61

Abbildung 44: Kostenannahmen für Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite 68

Abbildung 45: Kostenannahmen für Transportleitungen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Wärmeliniendichte 69

Abbildung 46: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung 69

Abbildung 47: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80€/MWh Erzeugungskosten ohne Großverbraucher 71

Abbildung 48: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80 €/MWh Erzeugungskosten mit Großverbrauchern 71

Abbildung 49: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse 75

Abbildung 50: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoH (netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus 76

Abbildung 51: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoH (netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus 77

Abbildung 52: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Einfamilienhaus 78

Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Mehrfamilienhaus 79

Abbildung 54: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept ohne Großverbraucher 81

Abbildung 55: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept mit Großverbrauchern 81

Abbildung 56: Anteile der Wärmeerzeuger an der Wärmeerzeugung aller Varianten im Jahr 2034. Abkürzung „GV" für Großverbraucher. 82

Abbildung 57: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP + Gas) ohne Großverbraucher 83

Abbildung 58: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP + Gas) mit Großverbrauchern 84

Abbildung 59: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP + BM + Gas) ohne Großverbraucher 84

Abbildung 60: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP + BM + Gas) mit Großverbrauchern 85

Abbildung 61: Wärmegestehungspreise der verschiedenen Varianten 87

Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG 93

Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schallleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023). 94

Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe 95

Abbildung 65: Links: Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; rechts: Ausschnitt aus dem Wärmeatlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün) 96

Abbildung 66: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann 97

Abbildung 67: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene bei heutigem Wärmebedarf 97

Abbildung 68: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude 98

Abbildung 69: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte) 99

Abbildung 70: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten (rechts in W/(m·K), berechnet mit GEO-HANDlight für die lokalen Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid 100

Abbildung 71: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann 101

Abbildung 72: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf 101

Abbildung 73: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG 103

Abbildung 74: Spezifische Treibhausgasemissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung 106

Abbildung 75: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG 109

Abbildung 76: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das beplante Gebiet bis 2045 110

Abbildung 77: Verlauf der THG-Emissionen für das beplante Gebiet bis 2045 111

Abbildung 78: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial 115

Abbildung 79: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken 116

Abbildung 80: Entwicklung elektrischer Lastgänge (Tagesmittelwerte) zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045 117

Abbildung 81: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung vom 20.10.2026 (links: Bürgermeister Christian Helfert begrüßt die Teilnehmer, rechts: Reges Interesse an den Informationsständen) 119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 WPG (zu § 15) 11

Tabelle 2: Aktueller jährlicher Wärmebedarf nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a) 13

Tabelle 3: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren 13

Tabelle 4: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme 14

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Energieträger (inkl. Vorkette) für die Wärmeerzeugung im Jahr 2024 19

Tabelle 6: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger einschließlich Hausübergabestationen (Wärmenetz) im Bestandsjahr 2024 19

Tabelle 7: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Haiger 27

Tabelle 8: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019) 31

Tabelle 9: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019) 32

Tabelle 10: Grundlagen für Wärmebedarfsentwicklung bezüglich der Sanierungsrate 34

Tabelle 11: Wärmebedarfsreduktion bis zu den Betrachtungszeitpunkten nach Sektoren in Prozent 35

Tabelle 12: Zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien 37

Tabelle 13: Abschätzung des Wärmeentzugspotenzials aus dem Überlauf der Grube Hachelbach..... 46

Tabelle 14: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schallleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), 2025) sowie Immissionsgrenzen Nacht 47

Tabelle 15: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlage Haiger..... 50

Tabelle 16: Freiflächenfindung für Solarthermie und Photovoltaik: Zuordnung der Flächenkategorien 51

Tabelle 17: Theoretisches Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlage..... 55

Tabelle 18: Theoretisches Potenzial Photovoltaik 56

Tabelle 19: Biomassepotenziale des Landkreises Lahn-Dill nach (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen, 2022)..... 57

Tabelle 20: Liste möglicher Einspeiser von unvermeidbarer Abwärme aus der Plattform für Abwärme..... 59

Tabelle 21: Übersicht der weiteren KWK-Anlagen im Stadtgebiet..... 61

Tabelle 22: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher..... 63

Tabelle 23: Kenngrößen für Netzausbauvarianten ohne Großverbraucher 66

Tabelle 24: Kenngrößen für Netzausbauvarianten mit Großverbrauchern..... 67

Tabelle 25: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten 68

Tabelle 26: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien ohne Großverbraucher..... 70

Tabelle 27: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien mit Großverbrauchern..... 70

Tabelle 28: Förderhöhe beim Heizungstausch nach BEG, Stand 21.7.2026 73

Tabelle 29: Indikatoren der für die Erzeugerbetrachtung ausgewählten Wärmenetzszenarien 80

Tabelle 30: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten 82

Tabelle 31: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten 86

Tabelle 32: Über 20 Jahre kumulierte Treibhausgasemissionen und mittlere Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugungsvarianten..... 88

Tabelle 33: Potenziale für Wärmenetze in den weiteren Stadtteilen 90

Tabelle 34: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG in der Kernstadt Haiger 92

Tabelle 35: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben 95

Tabelle 36: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG 103

Tabelle 37: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das beplante Gebiet bis 2045 110

Tabelle 38: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren für die Energieträger im Zielszenario 111

Tabelle 39: Verlauf der THG-Emissionen für das beplante Gebiet bis 2045 112

Tabelle 40: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040 113

Tabelle 41: Indikatoren Wärmenetz vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario 114

Tabelle 42: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz; Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045 117

Literaturverzeichnis

Abfallwirtschaft Lahn-Dill. (2026). *Bioabfall*. (A. L.-D. Lahn-Dill-Kreises., Herausgeber) Abgerufen am 22.05.2026 von https://www.awld.de/de/Abfalltrennung/Bioabfall/

Ariadne, K.-P. (2021). *Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich.*

BASt. (2025). *Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt), Daten Bundesfernstraßennetz*. Abgerufen am 01.09.2025 von https://www.bast.de/SharedDocs/Daten-TB/Daten-BISStra.html

BDEW/VKU/GEODE. (2025). *Leitfaden. Abwicklung von Standardlastprofilen Gas.* Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU), GEODE – Groupement Européen des entreprises et Organismes de Distribution d'Énergie, EWIV.

BdI e. V. (21. 10 2021). Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. Bundesverband der deutschen Industrie e.V.

BfG. (2025). *Geoportal der BfG Wasserschutzgebiete-DE. Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)*. Abgerufen am 01.09.2025 von https://geoportal.bafg.de/inspire/download/AM/waterProtectionArea/datasetfeed.xml

BfN (1). (2025). Bedeutsame Landschaften. Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn. Abgerufen am 01.09.2025 von https://geodienste.bfn.de/ogc/wfs/bedeutsameLandschaften

BfN (2). (2025). Schutzgebiete in Deutschland (WFS). Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn. Abgerufen am 01.09.2025 von https://geodienste.bfn.de/ogc/wfs/bedeutsameLandschaften

Bundesnetzagentur. (Oktober 2024). Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes.

Bundesstelle für Energieeffizienz beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2026). *Plattform für Abwärme*. Abgerufen am 27.02.2026 von https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html

Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP). (2025). *Leitfaden Schall.* Berlin.

Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. (2023). *Freiflächen-Photovoltaikanlagen.* Straubing.

dena, D. E.-A. (2021). *dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität*.

DWD. (6. 6 2024). *Deutscher Wetter Dienst*. Abgerufen am 02.09.2025 von https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/mapview

Greif, S. (2023). Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland. München: TUM. Abgerufen am 29.10.2025 von https://mediatum.ub.tum.de/node?id=1702065

Hessisches Statistisches Landesamt. (2025). *Statistischer Bericht.Haushaltsabfälle in Hessen 2024.Kennziffer: QII7 - j/24.* Wiesbaden.

HLNUG. (2010). Geologische Strukturräume mit nachgewiesenem und vermutetem tiefengeothermischem Potenzial in Hessen.Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). Wiesbaden. Von https://www.hlnug.de/fileadmin/img_content/geologie/erdwaerme/tiefe_geothermie/tiefegeothermie_potenziale.pdf abgerufen

HLNUG. (2025). Geodienste Boden. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Abgerufen am 01.09.2025 von https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden

HLNUG. (2025). *Geologie Viewer - Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie*. Von https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie abgerufen

HMWVW. (2020). Landesentwicklungsplan. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWVW). Wiesbaden. Abgerufen am 01.09.2025 von https://landesplanung.hessen.de/geodaten/landesentwicklungsplan

Hochschule Biberach. (2022). *Auslegung von Erdwärmesondenanlagen - GEO-HANDlight V5.0.* Abgerufen am 17.01.2025 von https://innosued.de/energie/geothermie-software-2/

HVBG. (01. 09 2025). ATKIS® Basis-DLM. Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation. Von https://hvbg.hessen.de/landesvermessung/geotopographie/digitales-basis-landschaftsmodell abgerufen

Institut Wohnen und Umwelt GmbH – IWU. (Februar 2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden*. Abgerufen am 24.09.2025 von https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf.

IWU. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden.* Darmstadt.

Kläranlage Haiger. (2025). Kläranlage Haiger. Betriebsbericht 2024. Haiger.

LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.). (2025). *Leitfaden zur Planung und Errichtung von Wärmenetze. Perspektiven für die Wärmewende.* Wiesbaden.

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH; Ernst & Young Real Estate GmbH. (2025). Technische Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones in Nord- und Mittelhessen. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländliche Räume.

Leßmann & Riedmüller. (2025). *Grundlagen und Leitlinien für eine ökologisch verträgliche Nutzung von Gewässern zur Wärmegewinnung, Empfehlungen zu ökologischen Anforderungen für Fließgewässer und Seen für den behördlichen Vollzug.* Cottbus / Titisee-Neustadt: Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) & LAWA O 5.23 Gewässerthermie-Studie, Empfehlungen für den behördlichen Vollzug 2.

LIAG. (2026). *Geothermisches Informationssystem. Institut für Angewandte Geophysik (LIAG).* Abgerufen am 30.04.2026 von https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). (31.03.2025). Abgerufen am 11.09.2025 von https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm

statistik.hessen.de. (2023). Von https://statistik.hessen.de/presse/79-prozent-der-hessischen-haushalte-heizen-mit-gas-oder-oel abgerufen

Umweltbundesamt. (2019). *BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem.* Dessau-Roßlau.

UNESCO. (2025). *World Heritage Interactive Map. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).* Abgerufen am 01.09.2025 von https://whc.unesco.org/en/interactive-map/

Universität Kassel. (2022). *Impulspapier Solarthermie - Solare Nahwärme.* LEA Hessen Landesenergieagentur.

Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen. (2022). *Vom Bioenergiedorf zum Energiewendedorf. Projekt Innovative Konzepte und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Bioenergiedörfer.* Kassel.

VDI. (2019). *VDI 4640 Blatt 2 - Thermische Nutzung des Untergrunds - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.* Düsseldorf.

VNBdigital. (2025). *VNBdigital*. Von VNBdigital: https://www.vnbdigital.de/ abgerufen

QONCEPT ENERGY

Wärmeplan
für die Stadt Haiger
Abschlussbericht

Bearbeitet von:

Qoncept Energy GmbH
Universitätsplatz 12
34127 Kassel
www.qoncept-energy.de
info@qoncept-energy.de

Im Auftrag von:

Stadt Haiger
Magistrat
Marktplatz 7
35708 Haiger

Kassel, November 2026