

Stadt Wolfhagen

Wärmeplan

Abschlussbericht

Kommunale Wärmeplanung für die
Stadt Wolfhagen

Auftraggeberin

Stadt Wolfhagen
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

Autoren:

Hagen Braas, M. Sc.
Joachim Sieglar, M. Sc.
Weena Bergsträßer, M. Sc.
Niklas Hoffmann, M. Sc.
Dr. Thorsten Ebert

Im Auftrag von:

Stadt Wolfhagen
Magistrat
Burgstraße 33–35
34466 Wolfhagen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kassel, im März 2026

Inhalt

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 Wärmebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger	12
	3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch	12
	3.5 Treibhausgasemissionen	18
	3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen.....	19
	3.7 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen	25
	3.7.1 Überwiegender Gebäudetyp.....	25
	3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen	26
	3.7.3 Großverbraucher	26
	3.7.4 Wärmenetze.....	27
	3.7.5 Gasnetze.....	28
	3.7.6 Abwassernetze	29
	3.7.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz.....	30
	3.7.8 Wärme- und Gasspeicher	31
	3.7.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen	31
	3.7.10 Stromnetze	31
	3.7.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen	32
4	Potenzialanalyse	36
	4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion	36
	4.2 Oberflächennahe Geothermie	38

4.3	Tiefe Geothermie.....	42
4.4	Grundwasser	44
4.5	Oberflächengewässer	45
4.6	Umgebungsluft.....	45
4.7	Abwasser	47
4.8	Solarthermie und Photovoltaik	50
4.9	Biomasse	55
4.10	Unvermeidbare Abwärme.....	57
4.10.1	Industrielle Abwärme	57
4.10.2	Klärschlammverbrennung	57
4.10.3	Sperrmüll	58
4.10.4	Restabfall.....	58
4.11	Weitere Potenziale	58
4.11.1	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	58
4.11.2	Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase.....	58
4.11.3	Großwärmespeicher	59
4.12	Fazit der Potenzialanalyse	60
5	Eignung für Wärmenetze.....	61
5.1	Entwicklung von Netzausbauszenarien.....	62
5.2	Kernstadt Wolfhagen	63
5.2.1	Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten.....	64
5.2.2	Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung	67
5.2.3	Wärmeerzeugungsvarianten	75
5.2.4	Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten	83
5.3	Wärmenetz Biogasanlage der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG	85
5.4	Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen.....	86
5.5	Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG	88

6	Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung	90
6.1	Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung	90
6.1.1	Datengrundlage und Vorgehen.....	90
6.1.2	Ergebnisse	93
6.2	Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung	95
6.2.1	Datengrundlage und Vorgehen.....	95
6.2.2	Ergebnisse	97
6.3	Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen	98
6.4	Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG.....	99
6.5	Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG.....	101
7	Zielszenario	103
7.1	Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	104
7.2	Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen	105
7.3	Kennzahlen für das Zielszenario	107
7.4	Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	109
7.5	Auswirkungen auf das Stromnetz	112
8	Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung	113
9	Umsetzungsstrategie	114
9.1	Informationskampagnen zu niedrigschwelligen Energieberatungsangeboten.....	116
9.2	Prüfung der Umsetzungsmöglichkeiten eines zusätzlichen oder erweiterten Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen.....	118
9.3	Fortführung der Kooperationsgespräche mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG 120	
9.4	Prüfung eines vorgezogenen Aufbaus des Wärmenetzes in der Schützeberger Straße 123	
9.5	Vertiefte Prüfung der Kläranlage als Wärmequelle für den Aufbau eines Wärmenetzes in Wolfhagen	126
9.6	Prüfung der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung	128

9.7 Prüfung einer Direktbelieferung von Großwärmepumpen mit Strom aus einem Windpark auf der Gemarkung Wolfhagen.....	130
9.8 Nutzung weiterer Informationsangebote für den Tausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen	133
9.9 Synchronisieren der Infrastrukturprojekte	135
9.10 Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wolfhagen	137
9.11 Regelmäßige Aktualisierung Wärmetlas und Wärmebedarfsentwicklung	139
9.12 Informationskampagne zu den Möglichkeiten für genossenschaftlich betriebene Wärmenetze oder Gebäudenetze in Prüfgebieten	141
9.13 Entwicklung eines Quartierskonzeptes für das Gebiet Liemeckestraße / Ofenbergstraße	143
10 Verstetigungsstrategie	145
11 Controllingkonzept	147
12 Zusammenfassung	147
Abkürzungsverzeichnis.....	151
Abbildungsverzeichnis	154
Tabellenverzeichnis	159
Literaturverzeichnis.....	161
Anhang: Kartendarstellungen gesamtes Stadtgebiet.....	164

1 Einleitung

Die Stadt Wolfhagen hat die Qconcept Energy GmbH am 15.10.2024 mit der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung beauftragt.

Die kommunale Wärmeplanung bildet die Grundlage für eine Strategie zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Wolfhagen 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:

1. Eignungsprüfung
2. Bestandsanalyse
3. Potenzialanalyse
4. Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2045
5. Festlegung der Umsetzungsstrategie und des Maßnahmenkatalogs

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

Hinweis zu Kartendarstellungen:

Zur Sicherung eines guten Leseflusses und zur besseren Übersichtlichkeit verwendet der Bericht Übersichtskarten, die den Großteil, aber nicht alle Stadtteile zeigen. Die vollständigen Karten des gesamten bebauten Stadtgebiets werden im Anhang dargestellt.

2 Eignungsprüfung

Im Rahmen der Eignungsprüfung gemäß § 14 WPG wurde das geplante 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 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.“

Diese drei 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.

Um dennoch eine erste Grobbewertung vorzunehmen, wurde auf die wirtschaftliche Erschließbarkeit des Gebiets fokussiert. Die Eignungsprüfung lieferte dazu die nötigen Erkenntnisse über die Wärmebedarfsdichte. Als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für Wärmenetze geeignet“ wurden daraufhin Gebiete eingestuft, die laut Wärmeatlas einen Wärmebedarf von

- weniger als 175 MWh/(ha-a) in Bestandsgebieten oder
- weniger als 70 MWh/(ha-a) in Neubaugebieten aufweisen.

Die folgende Abbildung stellt diese Gebiete dar. Die Wärmeplanung wurde dennoch für das gesamte Gebiet vollumfänglich durchgeführt.

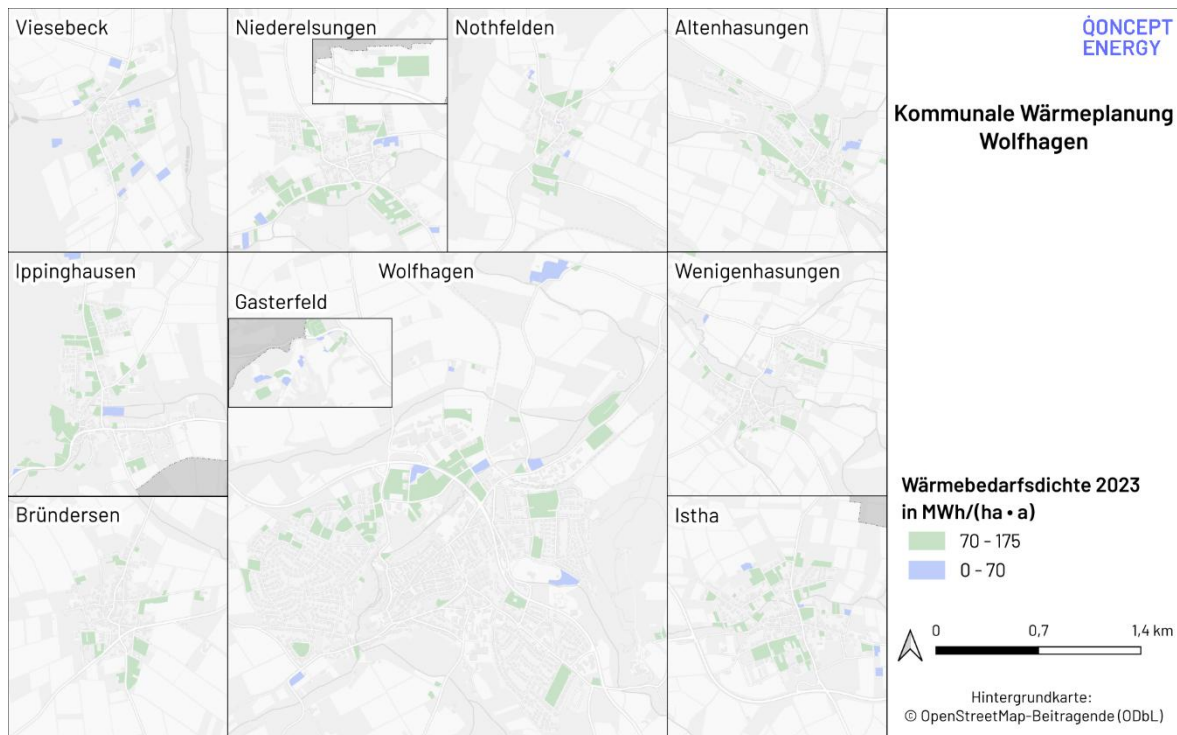


Abbildung 1: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen)

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 im Sinne des § 71k Abs. 3 Nr. 1 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 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 Gemeindegebiet/Stadtgebiet vorliegen
- eine Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes durch übergeordnete/darüberliegende Netzebenen möglich ist (z. B. Anschluss der Gemeinde 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. Zu beachten ist dabei, dass der Betreiber eines Gasverteilnetzes, an das eine Gasheizung nach dem 30.6.2028 angeschlossen werden soll, die zukünftig auf Wasserstoff umgestellt werden kann, nach § 71k Abs. 1 Nr. 2 GEG verpflichtet ist, sein Vorhaben zur Umstellung auf Wasserstoff bis zum 30.06.2028 mit der zuständigen Landesbehörde detailliert abgestimmt und veröffentlicht zu haben. Das Gasnetz in Wolfhagen wird von der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) betrieben. Die EWF hat auf Anfrage zurückgemeldet, dass aktuell nicht geplant ist, gemäß § 71k GEG einen Fahrplan für die Umstellung der Netzinfrastruktur auf die vollständige Versorgung mit Wasserstoff zu erstellen. Liegt ein solcher Plan nicht vor, kann die entsprechende Gasheizung nicht angeschlossen werden.

Das geplante und genehmigte Wasserstoffkernnetz sieht eine Transportleitung Werne–Eisenach vor. Für den Anschluss von Wolfhagen an das Wasserstoffkernnetz wurde mit dem vorläufigen Projektträger Thyssengas H2 GmbH eine Absichtserklärung vereinbart. Im nächsten Schritt soll eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, um mögliche Trassenverläufe zu identifizieren. Der Anschluss einzelner Großkunden oder die Einspeisung von Wasserstoff, der in Wolfhagen erzeugt würde, wären damit grundsätzlich möglich.

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

3 Bestandsanalyse

Bei der Bestandsanalyse erfolgte eine systematische, qualifizierte und raumbezogene Datenerhebung zum aktuellen Stand der Wärmeversorgung im Stadtgebiet von Wolfhagen.

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

- des derzeitigen Wärmebedarfs oder Wärmeverbrauchs innerhalb des beplanten Gebiets einschließlich der hierfür eingesetzten Energieträger
- der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen
- der für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen und
- der Treibhausgasemissionen zur Wärmeversorgung.

Damit wurde eine verlässliche Daten- und Planungsgrundlage für die Wärmeplanung und deren Fortschreibung angelegt.

3.1 Datenerhebung

Das Wärmeplanungsgesetz gibt die Anforderungen, den Umfang und die Befugnisse zur Datenerhebung detailliert vor. Auf dieser Grundlage wurden die Daten von Qconcept Energy bei den Akteuren angefragt und so weit wie möglich ermittelt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die erhobenen Daten und deren Datenquellen.

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

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

3.2 Methodik der Datenaufbereitung

Ein zentraler Bestandteil der Datenauswertung ist die Witterungsbereinigung. Die Bereinigung der gemessenen Energieverbräuche um witterungsbedingte Schwankungen ermöglicht eine vergleichbare Bewertung über verschiedene Jahre hinweg und stellt sicher, dass jahresbezogene Temperatureinflüsse keinen Verzerrungseffekt auf die Analyse haben.

Für die Umrechnung von Endenergieverbräuchen in den tatsächlichen Wärmebedarf werden geeignete Umrechnungsfaktoren angewendet. Diese berücksichtigen den Brennwert bzw. Heizwert der eingesetzten Energieträger sowie die Wirkungsgrade der jeweiligen Heizsysteme. Auf diese Weise kann der Endenergieverbrauch in nutzbare Wärmeenergie überführt werden, die dem Gebäudebestand tatsächlich zur Verfügung steht.

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 THG-Minderung identifiziert werden.

3.3 Aktueller Wärmebedarf 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 zeigt den Wärmebedarf pro Jahr und der spezifische Wert den Wärmebedarf pro m² beheizter Fläche. Die Ergebnisdarstellung folgt der Anlage 2 WPG (zu § 23). Sie liefert 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.

3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch

Die Wärmeversorgung in der Stadt Wolfhagen ist bisher – wie in den meisten Städten Deutschlands – überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Wie sich der Endenergieverbrauch für Wärme in den einzelnen Sektoren aktuell darstellt und welche Energieträger dafür eingesetzt werden, zeigt die folgende Tabelle.

Es wurden Gasverbrauchsdaten der Jahre 2021–2023 eingeholt. Für die Darstellung in den folgenden Tabellen wurde das Jahr 2023 als Basisjahr gewählt. Das Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG wurde im Jahr 2024 ausgebaut. Zur Zeit der Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung lagen noch keine Verbrauchsdaten für ein ganzes Jahr vor. Daher wurden für die im Ausbau angeschlossenen Gebäude die Verbrauchsdaten aus anderen Quellen (Gasverbrauch, Schornsteinfegerdaten) dem Wärmenetz zugeschrieben. Dabei wurden sie um die Unterschiede im Nutzungsgrad bereinigt.

Tabelle 2: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren

Energieträger (in GWh/a)	HH	GHD	Öffentliche Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas	31,3	6,0	5,2	9,6	52,1	37,3
Heizöl	37,9	1,0	5,2	0,0	44,0	31,6
Biomasse	19,1	0,1	1,7	0,0	20,9	15,0
Wärmenetze	1,3	8,3	0,4	0,0	10,0	7,2
Erdgas (BHKW)	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2
Flüssiggas	2,0	0,1	0,4	0,0	2,5	1,8
Strom (direkt)	0,8	0,0	0,3	0,0	1,1	0,8
Strom (Wärmepumpen)	0,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,7
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Unbekannt	7,4	0,0	0,2	0,0	7,5	5,4
Summe	100,8	15,6	13,4	9,6	139,4	100,0
Anteil in %	72,3	11,2	9,6	6,9	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 3: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, aufgeschlüsselt nach Energieträgern und der Wärmeversorgungsart in dezentraler oder netzgebundener Versorgung

Wärmebereitstellung (in GWh/a)	Erneuerbare Energie und unvermeidbare Abwärme	Fossil	Unbekannt	Gesamt
Dezentrale Versorgung	22,1	99,8	7,5	129,4
Wärmenetz	5,0	5,0	0	10,0
Summe	27,1	104,8	7,5	139,4
Anteil in %	19,4	75,2	5,4	

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

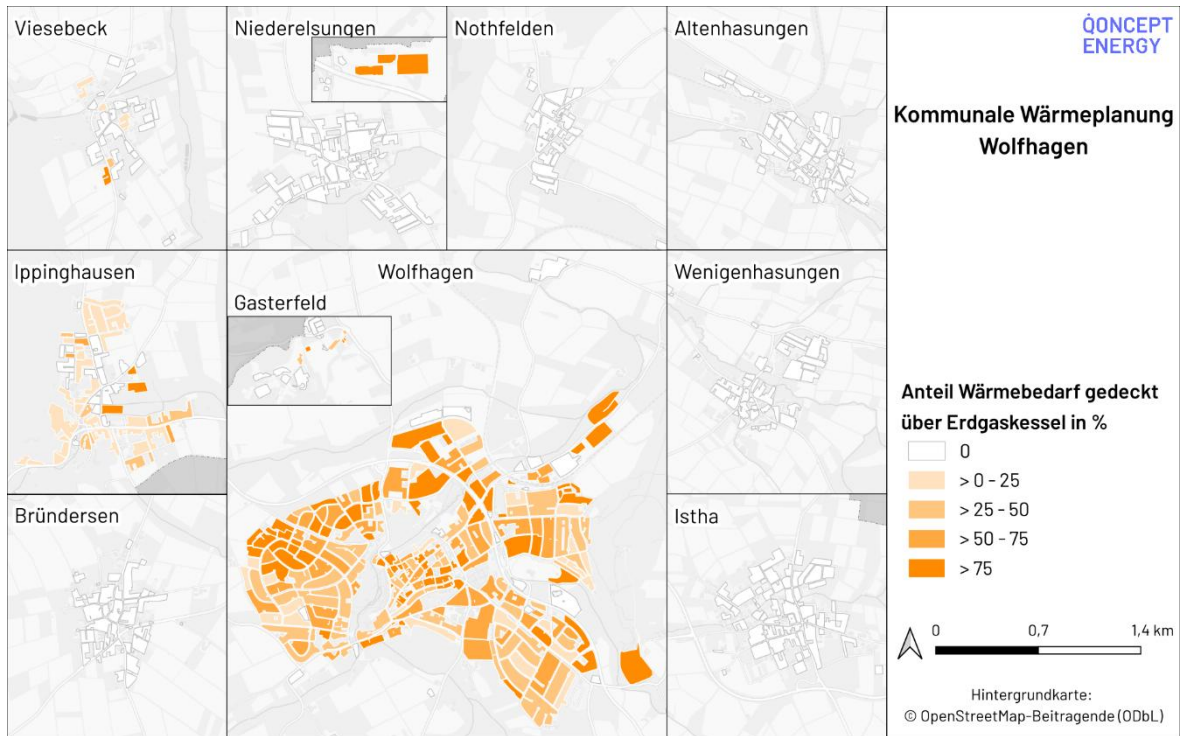


Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Wärmebedarf

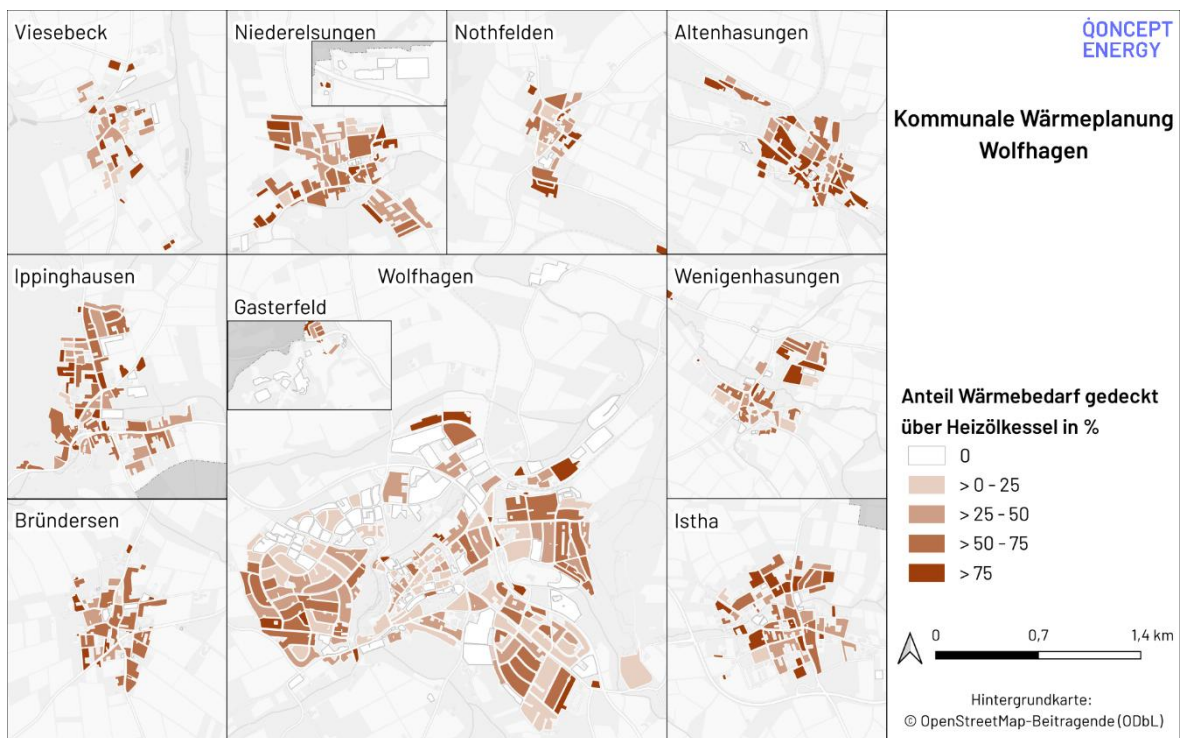


Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Öl am jährlichen Wärmebedarf

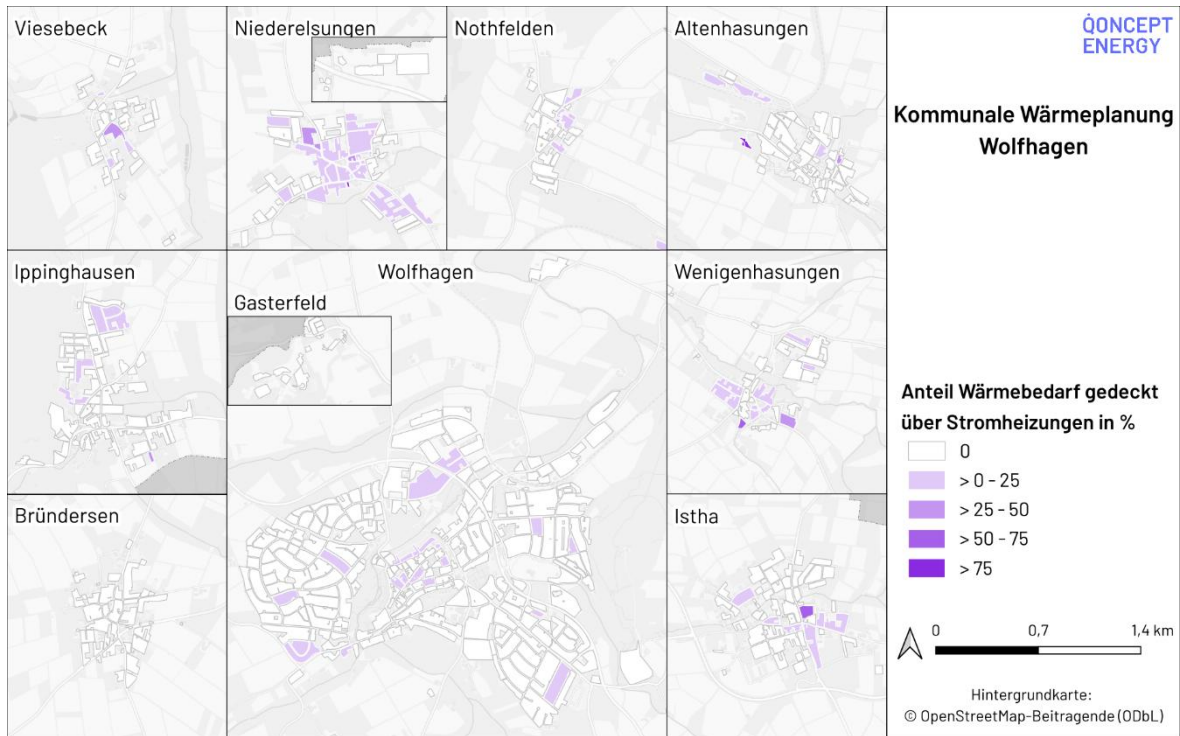


Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Wärmebedarf

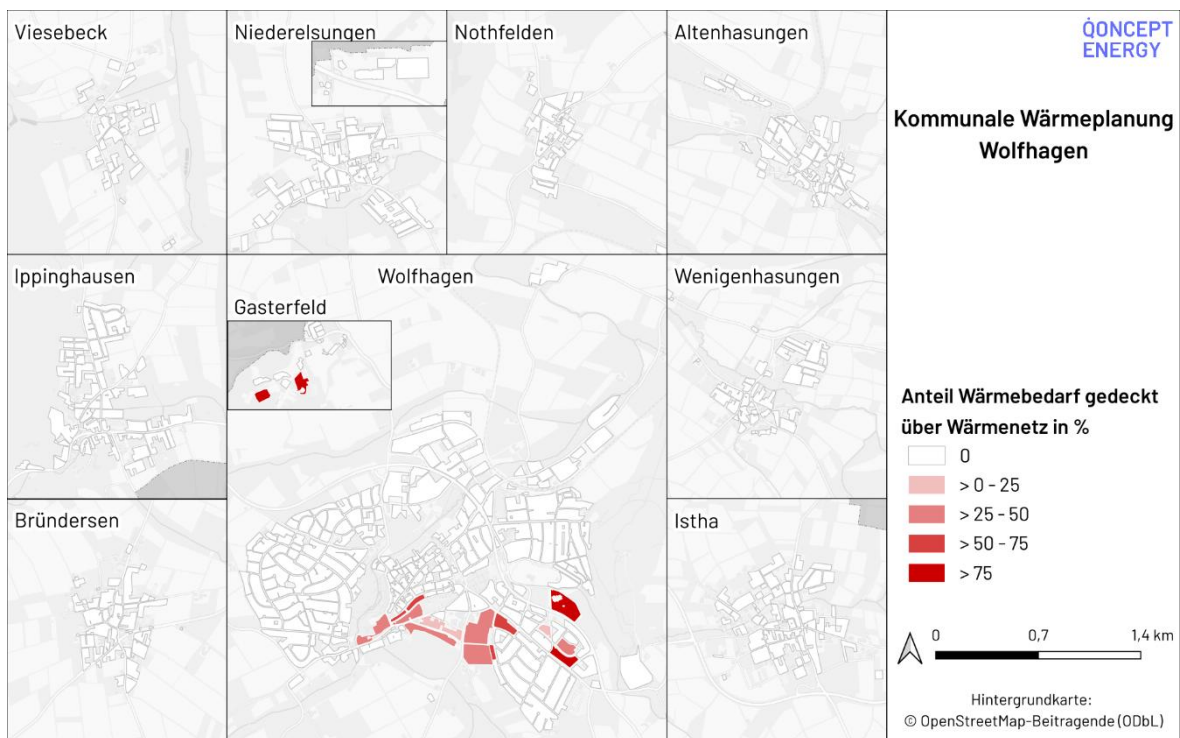


Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Wärmebedarf

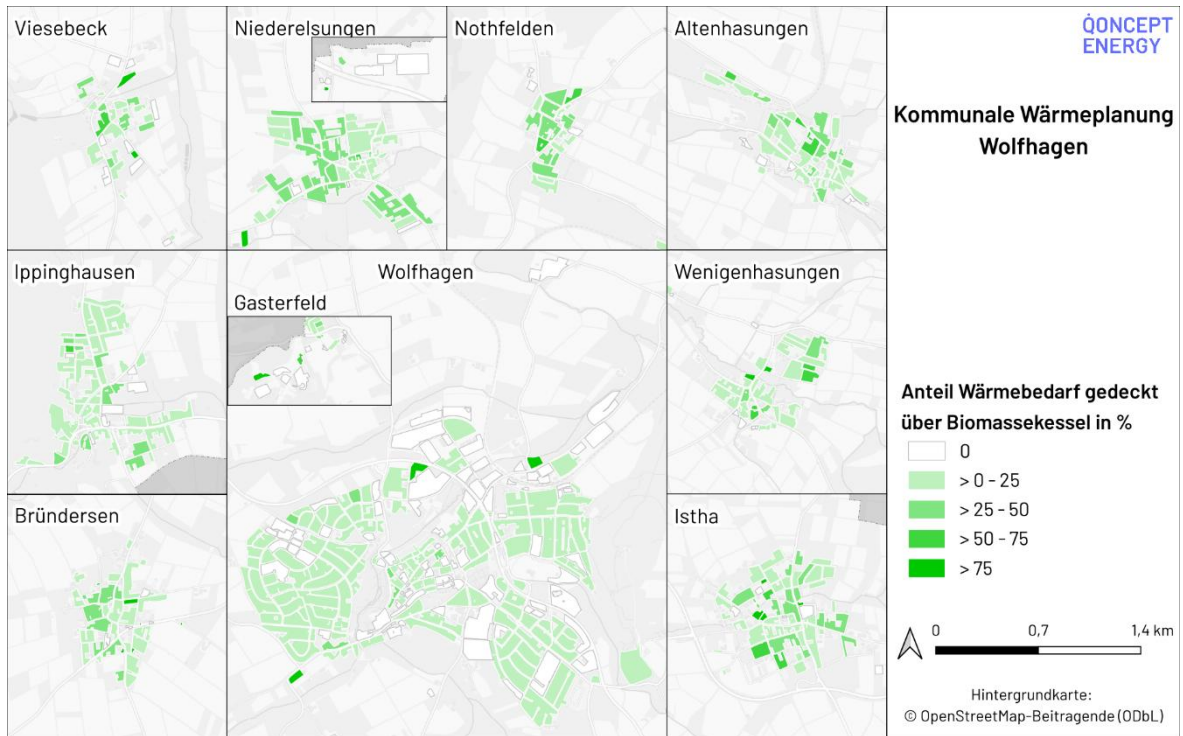


Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Biomasse am jährlichen Wärmebedarf

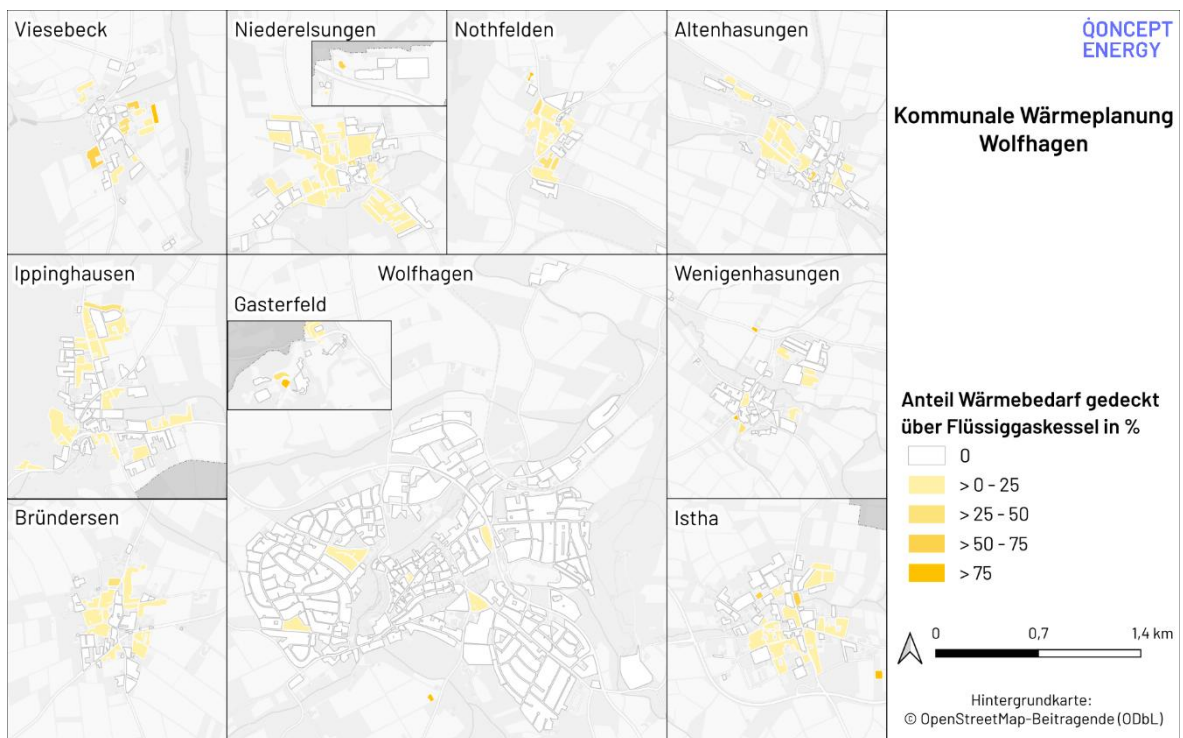


Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Wärmebedarf

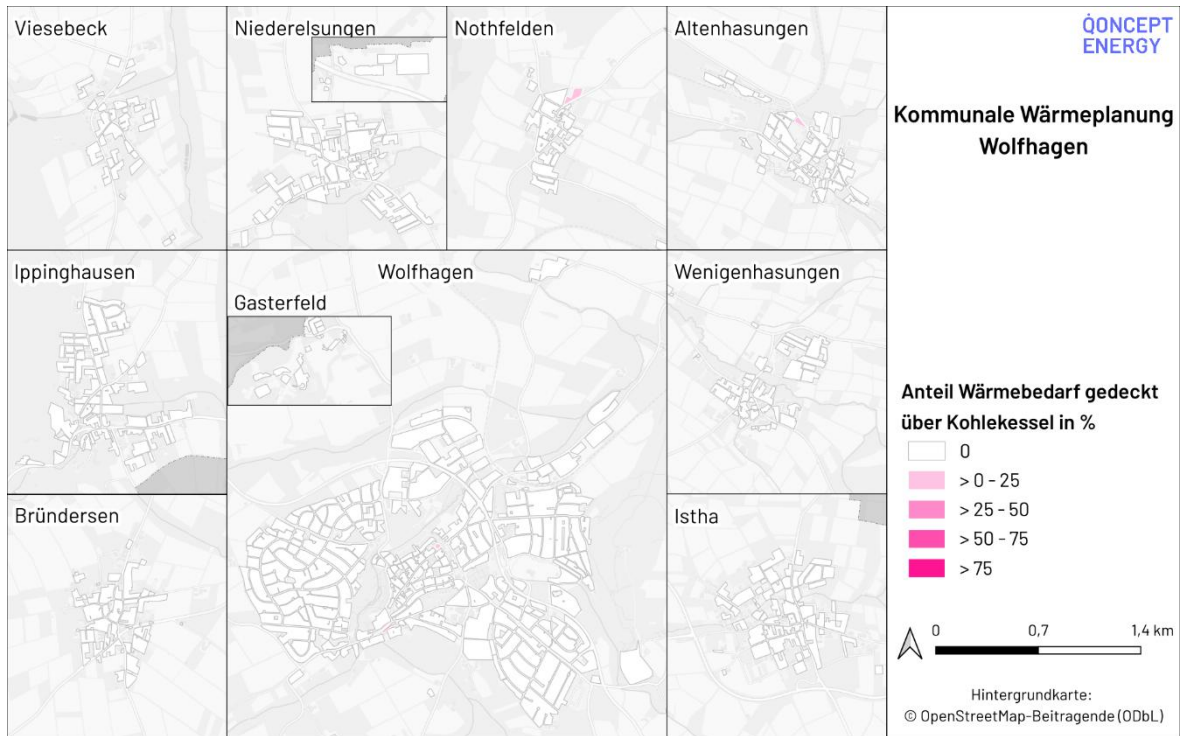


Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Kohle am jährlichen Wärmebedarf

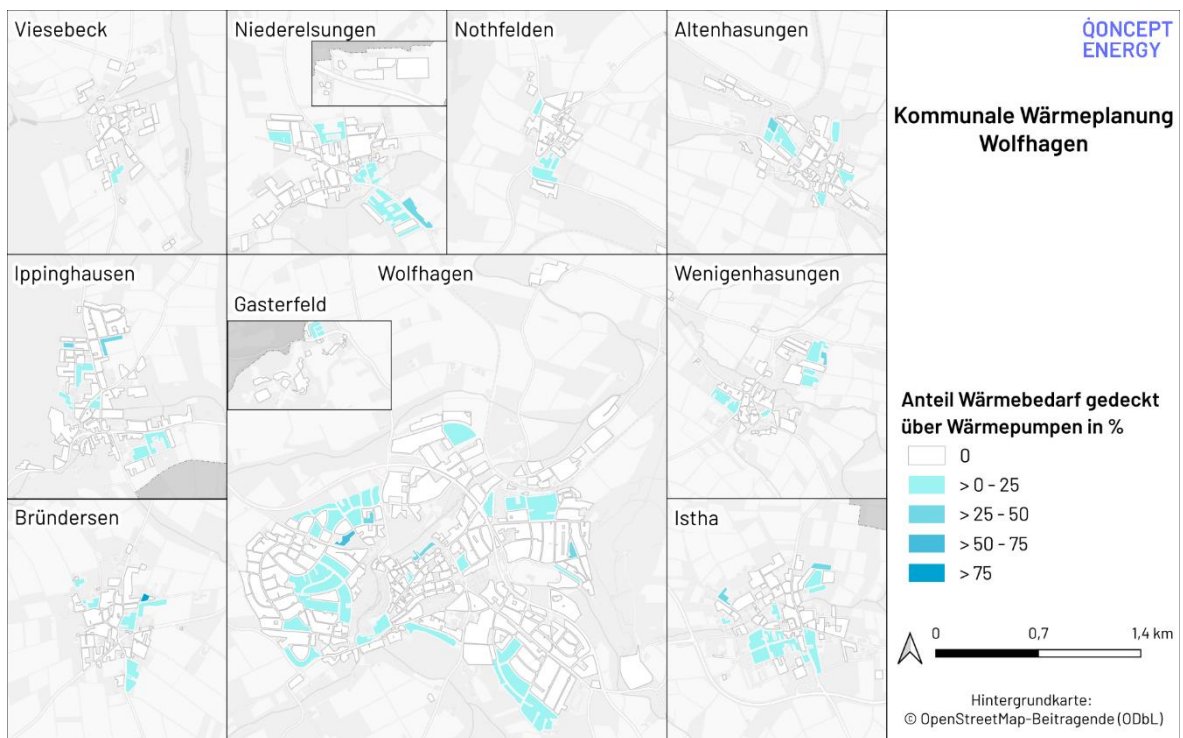


Abbildung 9: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Wärmebedarf

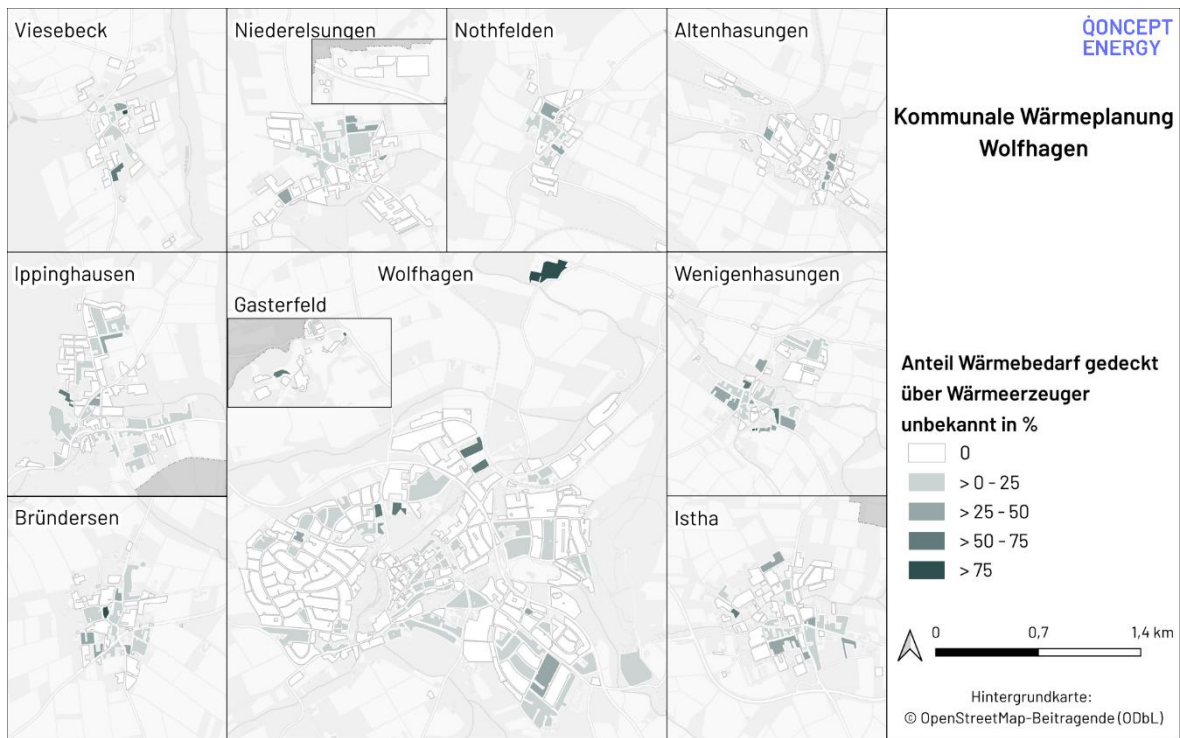


Abbildung 10: Baublockbezogener Anteil unbekannter Energieträger am jährlichen Wärmebedarf

3.5 Treibhausgasemissionen

Zur Erstellung der Treibhausgasbilanz wurden die Treibhausgasemissionswerte (CO₂-Äquivalente) für die Endenergieträger einschließlich ihrer Vorketten (Emissionen aus der Energiebereitstellung) berechnet. Dies erfolgte auf Grundlage der aktuellen Fassung des Technik-katalogs zum WPG.

Beim Jahreswärmeverbrauch entfielen rund 5,4 % auf unbekannte Energieträger (vgl. Tabelle 3). Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde für diese Verbraucher der Emissionsfaktor von Gas angesetzt.

Daraus ergaben sich für die Stadt Wolfhagen im Jahr 2023 Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung von rund 31 Tsd. Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen der Energieträger (inkl. Vorkette) für die Wärmeerzeugung im Jahr 2023

Energieträger	Emissionsfaktor in g/kWh CO _{2eq}	THG-Emissionen in t CO _{2eq}	Anteil Emissionen in %
Erdgas	240	12.497	40,3
Heizöl	310	13.652	44,0
Biomasse	20	418	1,3
Wärmenetze	100	1.004	3,2
Erdgas (BHKW)	240	65	0,2
Flüssiggas	270	667	2,2

Strom (direkt)	380	434	1,4
Strom (Wärmepumpen)	380	318	1,0
Kohle	400	31	0,1
Unbekannt	240	1.938	6,2
Summe		31.025	

3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

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

Tabelle 5: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger einschließlich Hausübergabestationen (Wärmenetze) im Bestandsjahr 2023

Wärmeerzeuger (Anzahl)	HH	GHD	Öffentl. Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas	1.179	49	136	63	1.427	21,6
Heizöl	1.763	11	180	0	1.954	29,6
Biomasse	2.077	5	200	0	2.282	34,6
Wärmenetze	29	29	8	0	66	1,0
Erdgas (BHKW)	4	2	0	0	6	0,1
Flüssiggas	200	5	30	0	235	3,6
Strom (direkt)	113	4	36	0	153	2,3
Strom (Wärmepumpen)	130	2	5	0	137	2,1
Kohle	16	0	0	0	16	0,2
Unbekannt	323	0	4	0	327	5,0
Summe	5.834	107	599	63	6.603	100,0
Anteil	88	2	9	1	100	

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

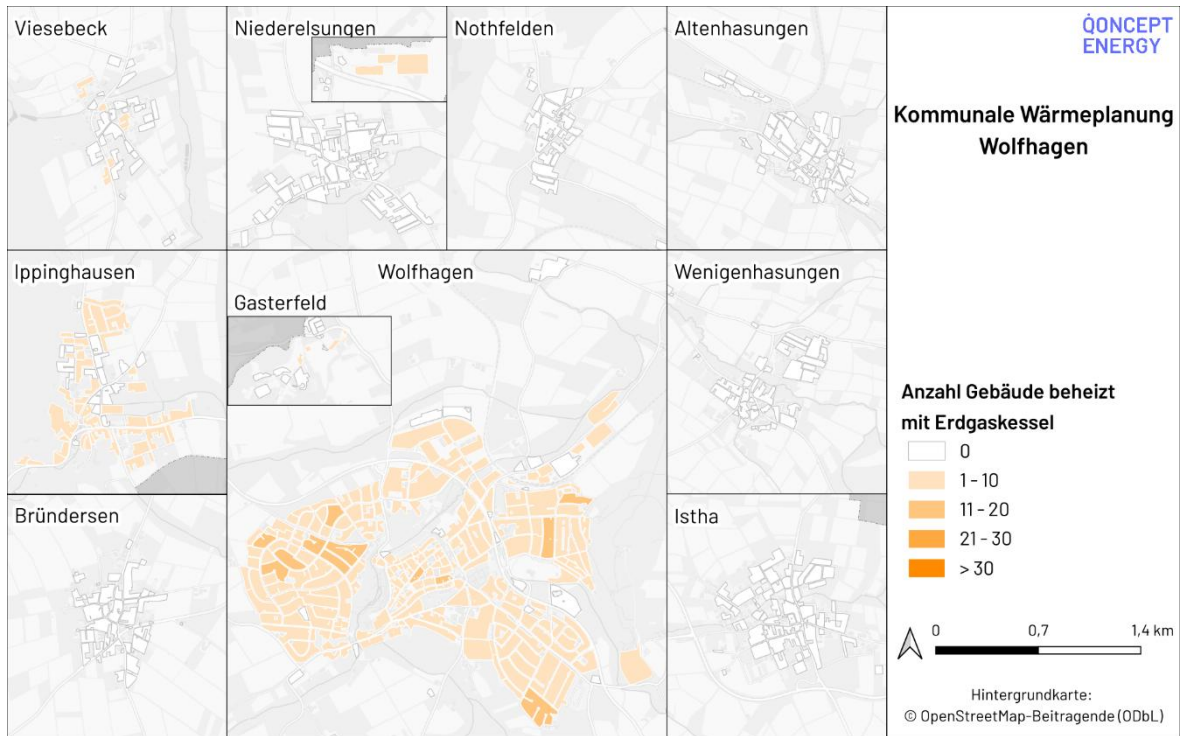


Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Erdgaskessel)

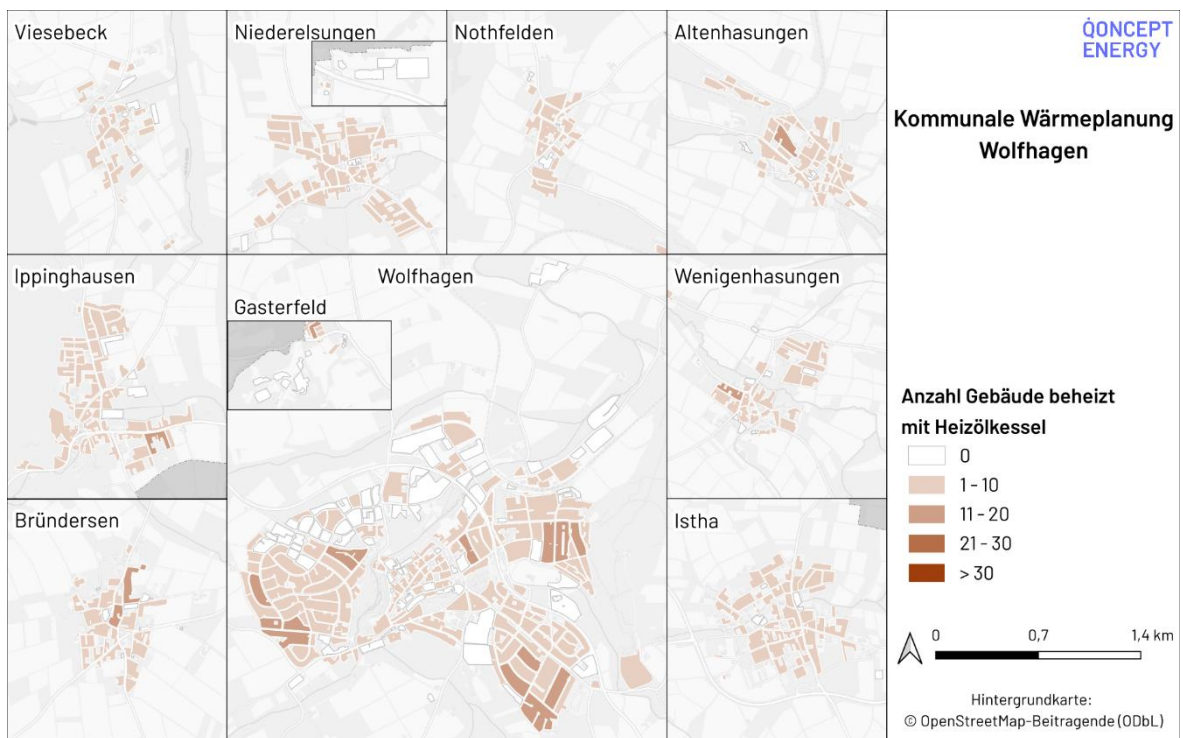


Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Ölkessel)

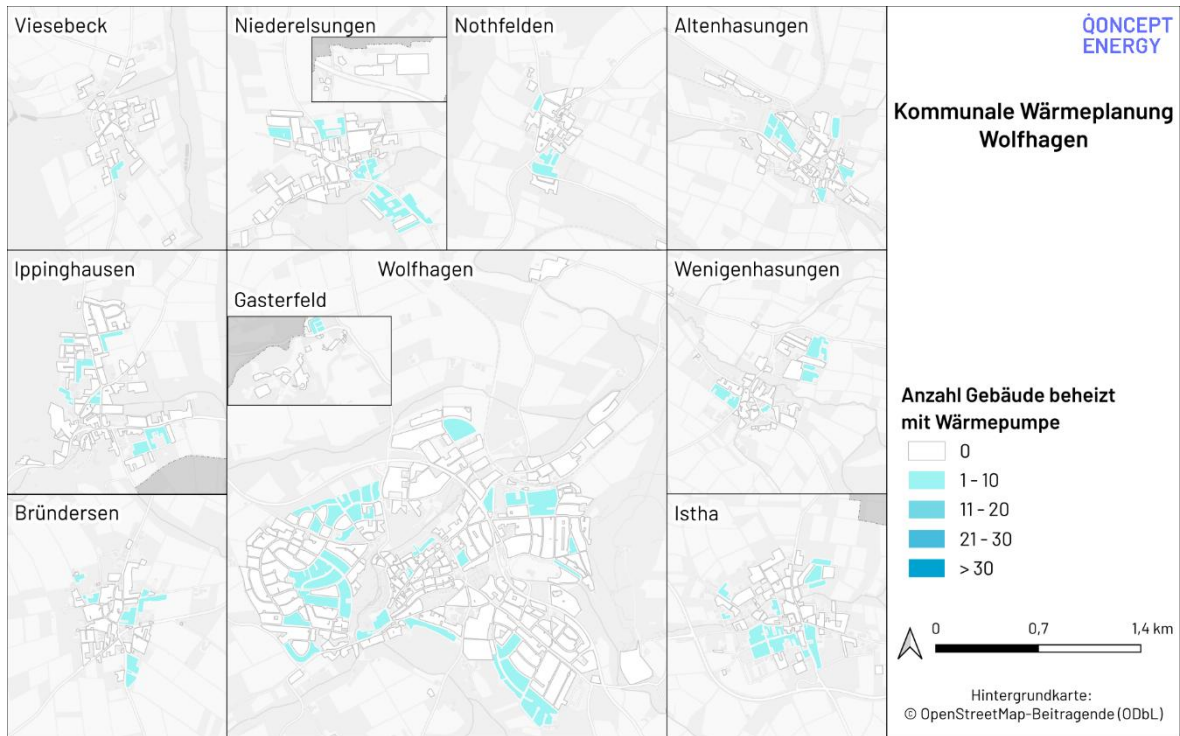


Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt)

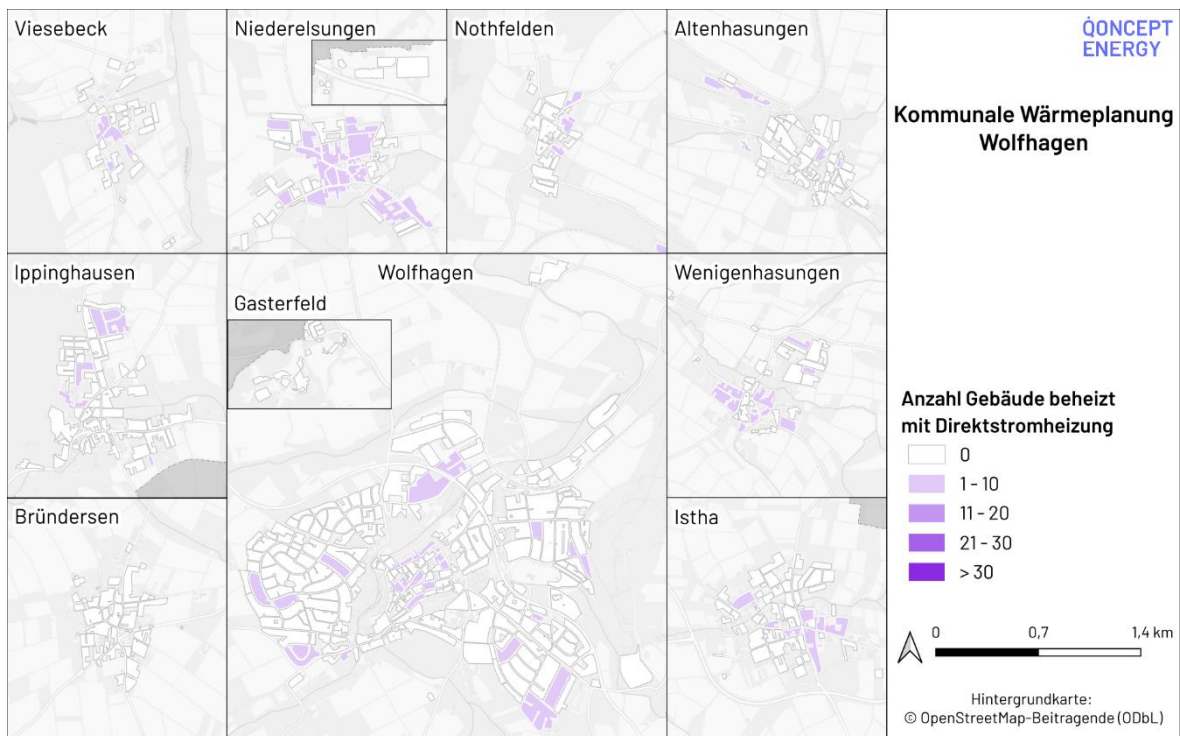


Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt)

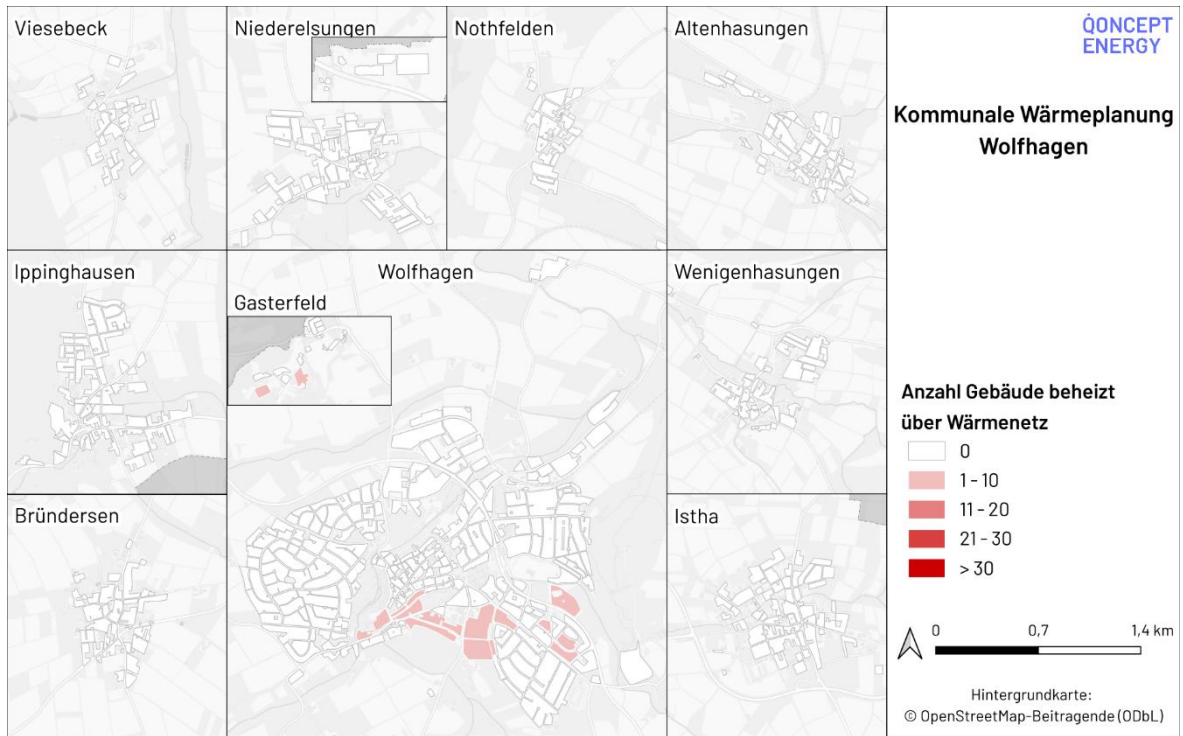


Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen)

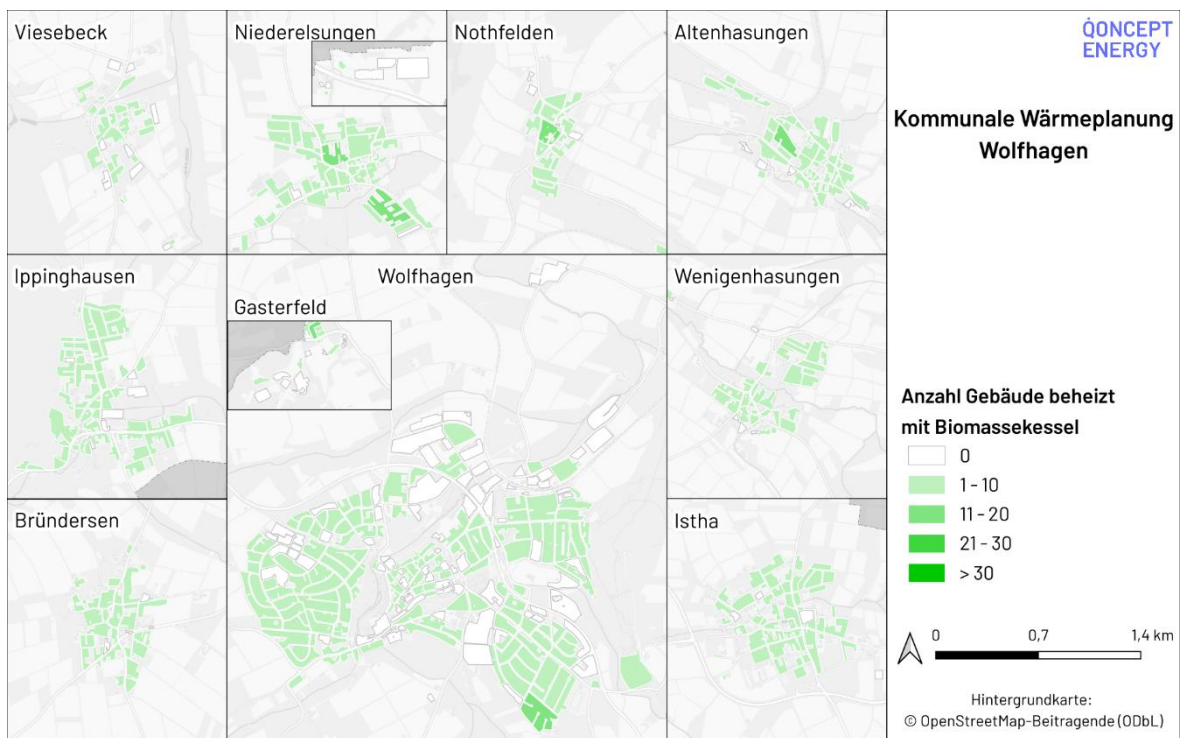


Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Biomassekessel)

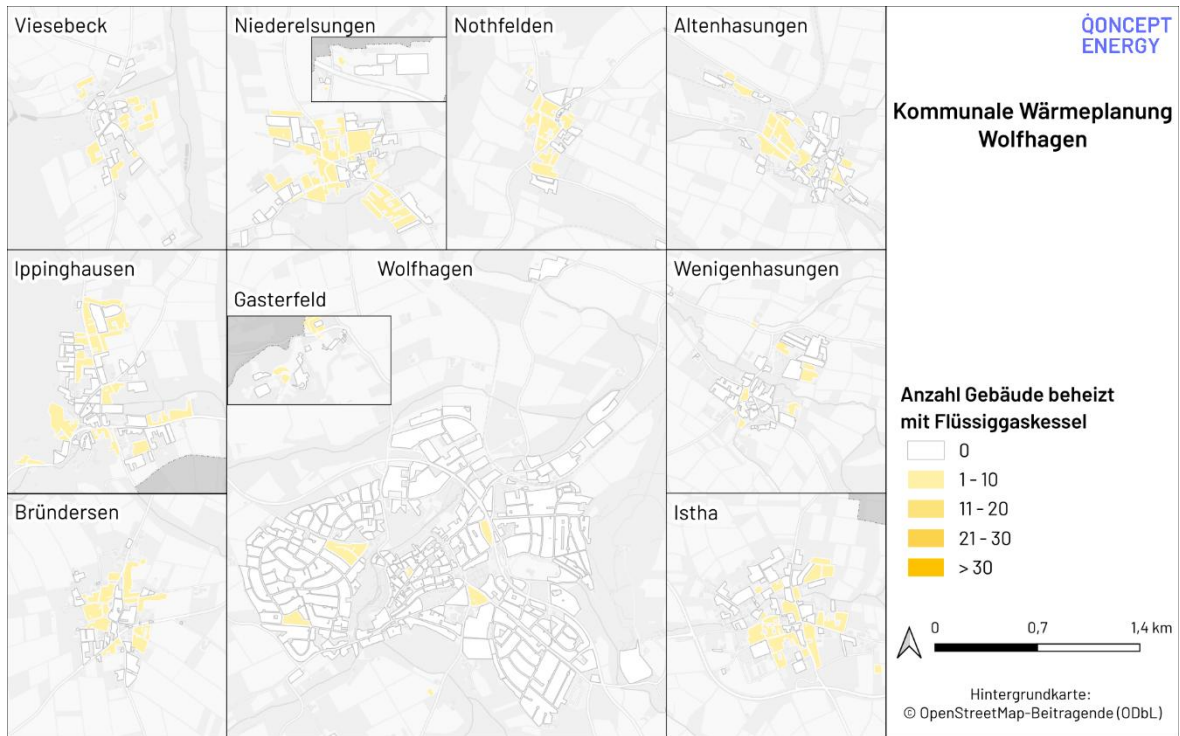


Abbildung 17: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Flüssiggaskessel)

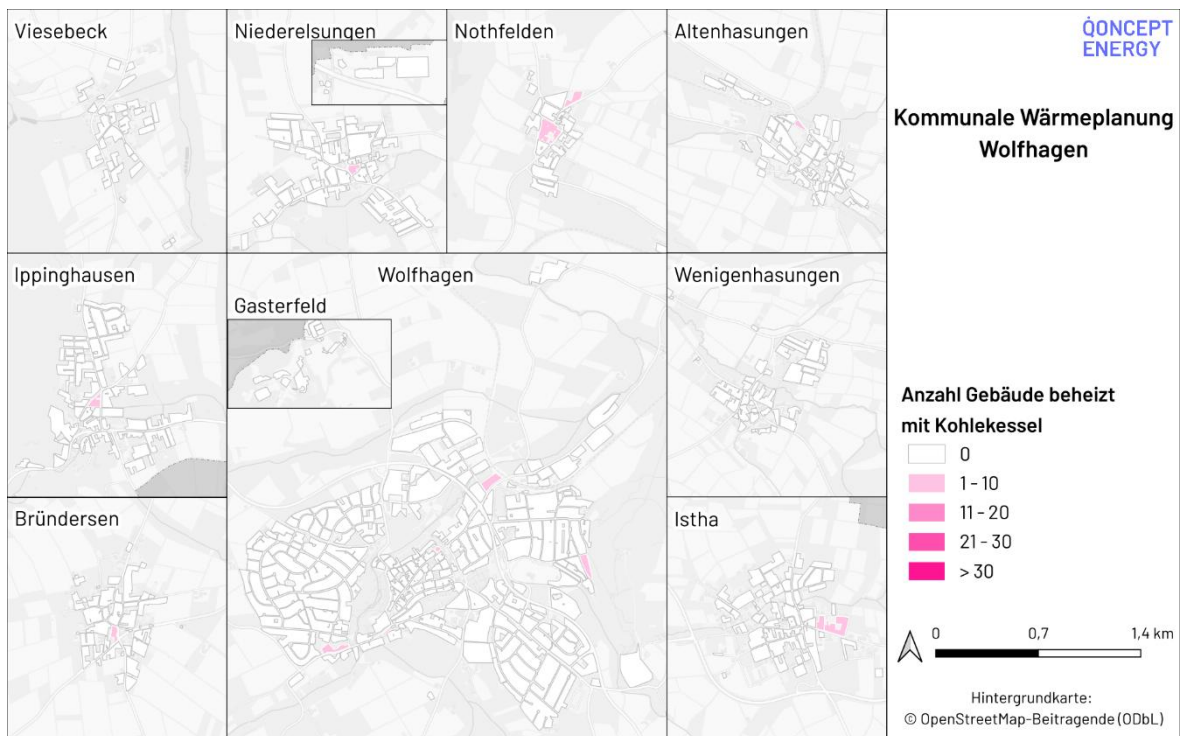


Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Kohlekessel)

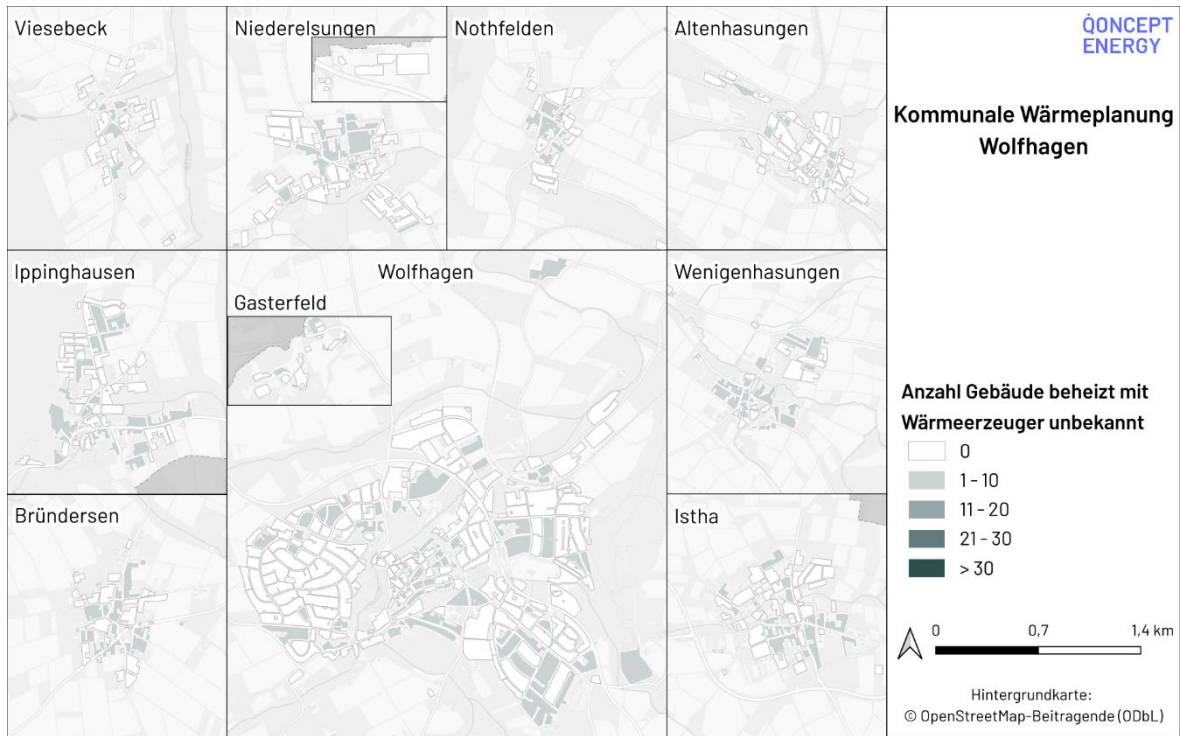


Abbildung 19: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt unbekannt)

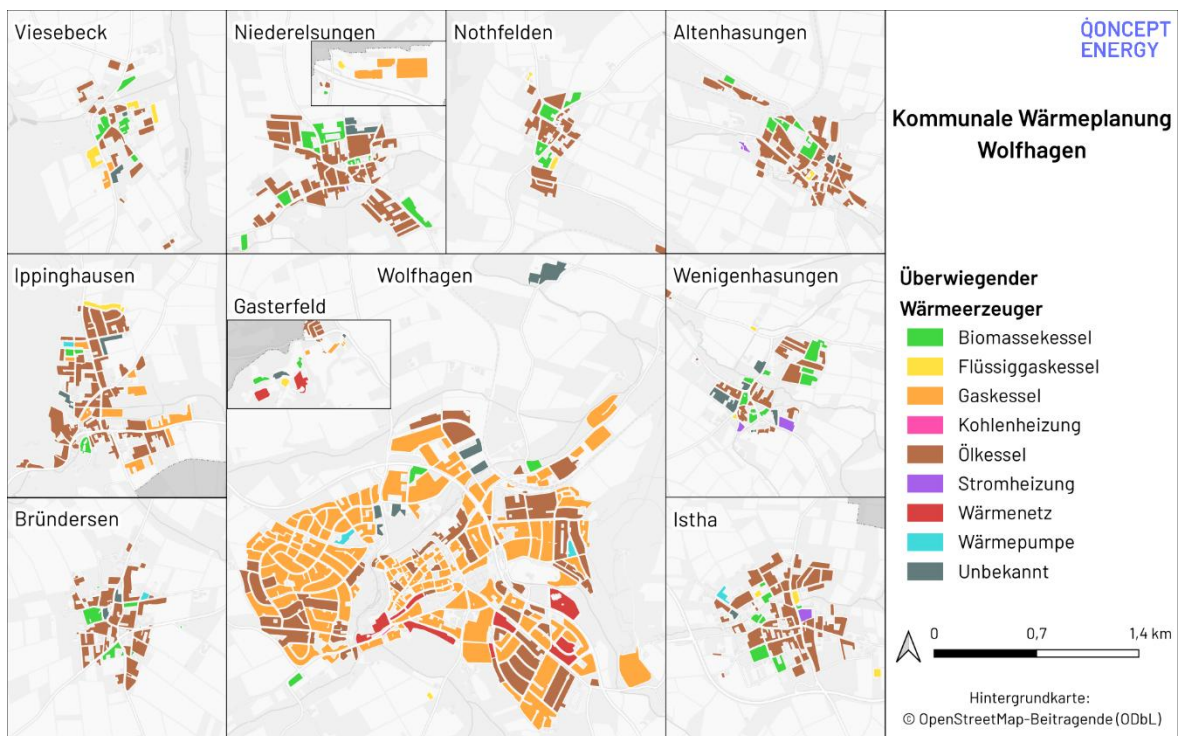


Abbildung 20: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger nach Anteil des versorgten Wärmebedarfs

Die Karten verdeutlichen, dass in der Kernstadt Wolfhagen Gas die dominierende Versorgungsart ist. In den übrigen Stadtteilen überwiegt Öl als dominierender Energieträger. Dies gilt auch in den durch das Gasnetz erschlossenen Stadtteilen Ippinghausen und Viesebeck. Zu erwähnen ist außerdem eine nicht zu veranlässigende Anzahl an Biomassekesseln, die

über das gesamte Stadtgebiet verteilt liegen, aber vor allem in den außenliegenden Ortsteilen höhere Anteile aufweisen.

3.7 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 in den Kapiteln orientieren sich an Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 5 bis 11.

Für die folgenden kartografischen Abbildungen wurden Auszüge aus dem Wärmeetlas verwendet sowie ergänzend die von der Auftragnehmerin angefertigten digitalen Karten zu den Infrastrukturanlagen der Wärmeversorgung. Beide Instrumente liegen auf Basis eines Geoinformationssystems in digital nutzbaren Formaten in der Stadtverwaltung vor.

3.7.1 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 100x100 m Raster und ist auf Wohngebäude beschränkt. Datengrundlage waren die Daten des Zensus 2022. Die überwiegenden Gebäudetypen der Wohngebäude in Wolfhagen sind freistehende Einfamilienhäuser (55 %) und freistehende Zweifamilienhäuser (20 %). Nur knapp 12 % der Wohngebäude sind Mehrfamilienhäuser. Diese liegen überwiegend in der Kernstadt Wolfhagen.

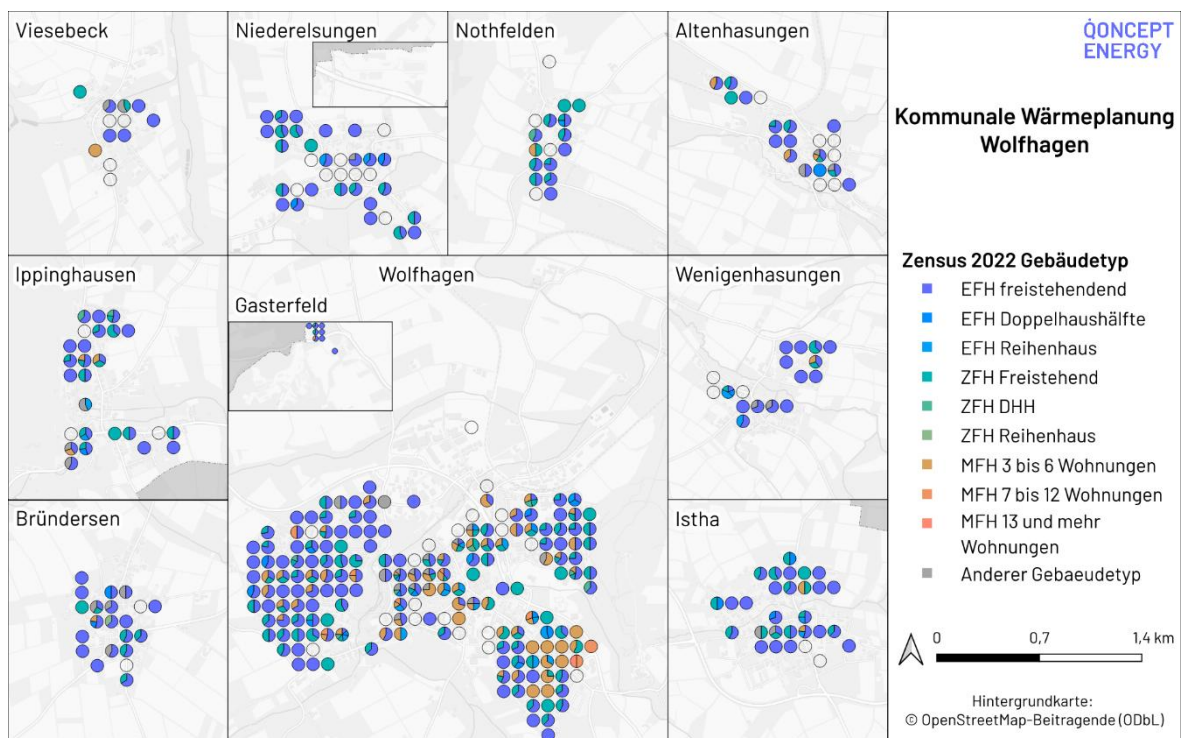


Abbildung 21: Darstellung der Gebäudetypen der Wohngebäude basierend auf Daten des Zensus 2022

3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen

Die folgende Abbildung macht die überwiegenden Baualtersklassen von Wohngebäuden in der Stadt Wolfhagen sichtbar. Die Darstellung erfolgt im 100x100 m Raster. Datengrundlage waren die Daten des Zensus 2022.

In Wolfhagen stammt ein Fünftel der Wohngebäude aus der Zeit vor 1919 (20 %). Sie befinden sich überwiegend in den Stadtteilkernen, was sich aus der historischen Stadtentwicklung ableitet. Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass in diesen Bereichen auch langfristig ein überdurchschnittlicher Wärmebedarf existieren könnte. Mit knapp 40 % wurde der größte Anteil der Wohngebäude zwischen 1949 und 1978 errichtet. Jeweils ca. 9,5 % der Wohngebäude wurde in den Zeiträumen 1919–1948 und 1979–1990 errichtet. Nach 1990 wurden knapp 22 % der Wohngebäude errichtet, überwiegend im Nordwesten der Kernstadt Wolfhagen. Insbesondere in Gebäuden, die ab 2001 errichtet wurden, kann grundsätzlich von einem bereits vergleichsweise hohen energetischen Standard beziehungsweise spezifisch niedrigen Energiebedarf ausgegangen werden.

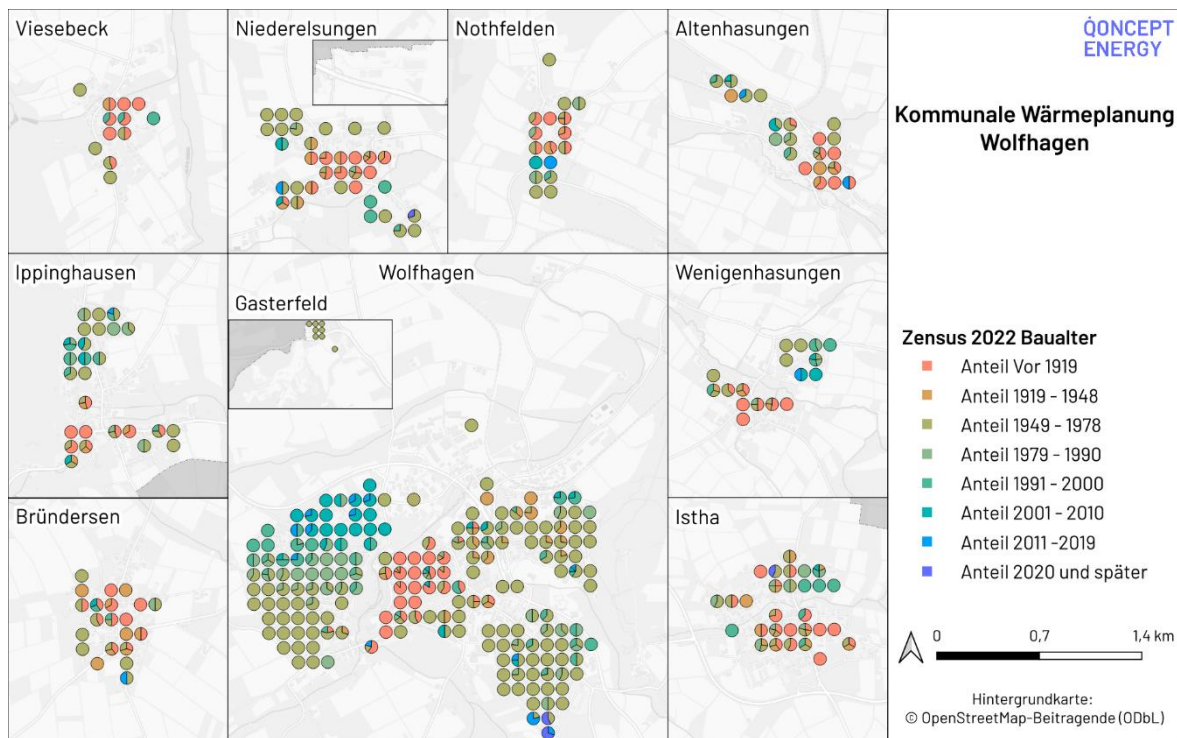


Abbildung 22: Darstellung der Baualtersklassen der Wohngebäude basierend auf Daten des Zensus 2022

3.7.3 Großverbraucher

Für die Entwicklung von Wärmenetzen ist die Identifizierung von Großverbrauchern und deren Standorten ein wichtiger Schritt. Großverbraucher gelten als besonders vielversprechend für eine Erschließung durch Wärmenetze. Es sei denn, sie befinden sich sehr weit entfernt von anderen Erschließungsbereichen von Wärmenetzen. Dann könnte eine Anbindung an ein Wärmenetz unwirtschaftlich sein. Ebenso entscheidend ist, ob es sich bei dem Großverbraucher um einen Erzeuger von Strom oder Prozesswärme mit hohen Temperaturen handelt.

Spätestens bei einem benötigten Temperaturniveau von 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 5.1) berücksichtigt, soweit sie bekannt waren.

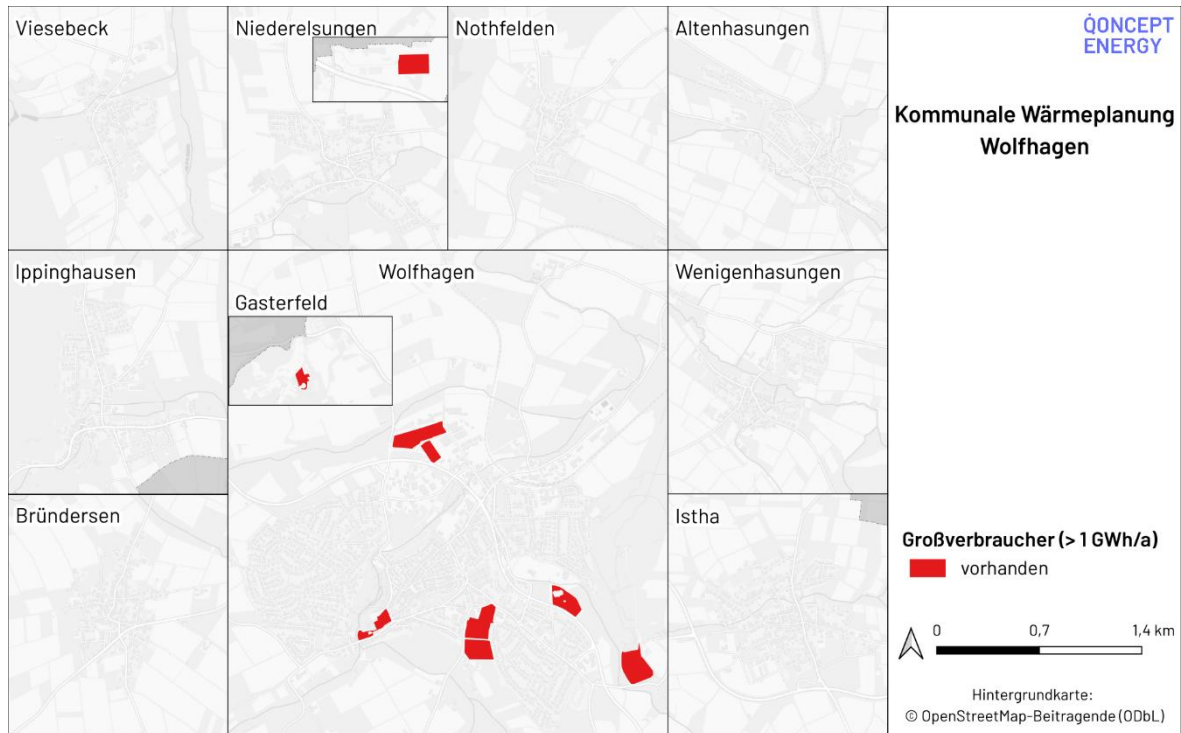


Abbildung 23: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG)

3.7.4 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. Im Stadtgebiet Wolfhagen werden zwei Wärmenetze betrieben. Beim Wärmenetz der Regionalwerke Wolfhager Land GmbH handelt es sich formal um ein Gebäudenetz. Dieses wurde dennoch in die weiteren Darstellungen in diesem Kapitel mit aufgenommen. Folgende Tabelle listet Informationen zum Wärmenetz auf.

Tabelle 6: Bestehende Wärmenetze in Wolfhagen

Betreiber	Inbetriebnahme (Jahr)	Medium	Maximale Temperatur Vor-/Rücklauf in °C	Trassenlänge in km	Anzahl Hausanschlüsse
Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG	2012–2025	Wasser	k. A.	3,7	55
Regionalwerke Wolfhager Land GmbH	2008 (Übernahme von Bundeswehr)	Wasser	k. A.	0,9	12

Folgende Abbildung enthält eine kartografische Darstellung bestehender Wärmenetze. Baublöcke gelten darin als durch ein Wärmenetz erschlossen, wenn der Wärmebedarf in diesem Baublock mindestens zu 25 % über Wärmenetze gedeckt wird. Das Wärmenetz der Regionalwerke Wolfhager Land ist in Gasterfeld zu erkennen.

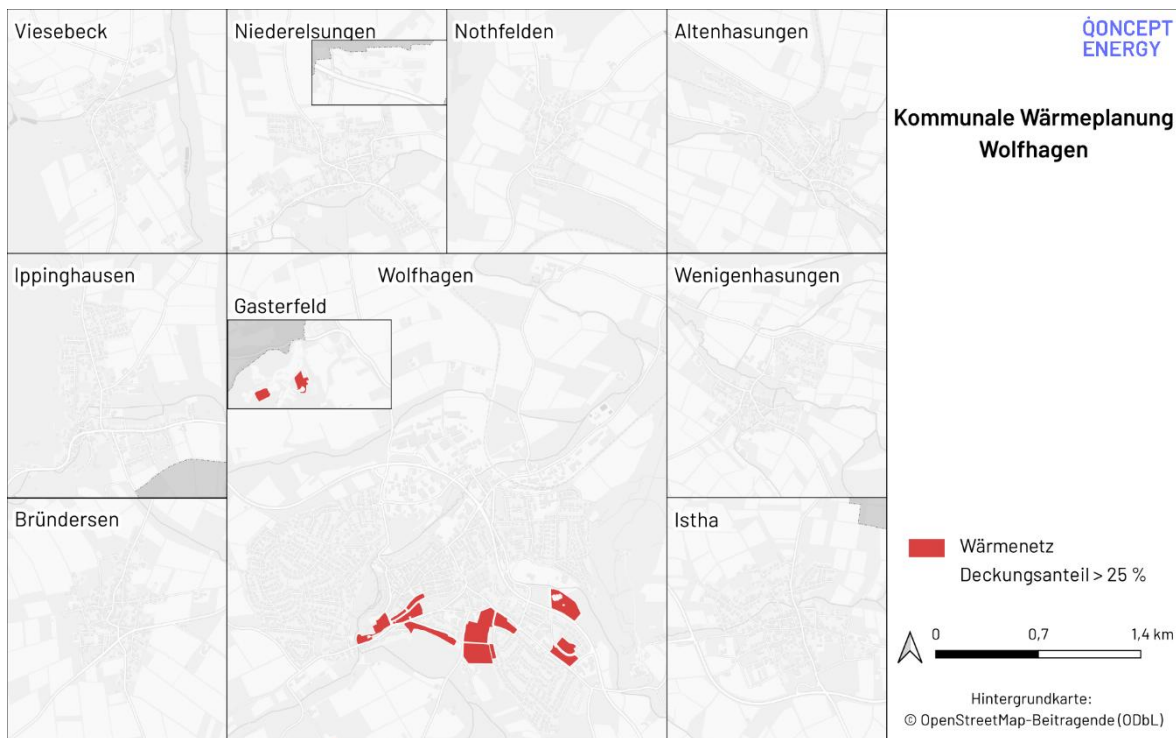


Abbildung 24: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung

3.7.5 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 der Stadt Wolfhagen durch das Gasnetz anschaulich. Baublöcke gelten darin als durch Gasnetz

erschlossen, wenn der Wärmebedarf in diesem Baublock mindestens zu 25 % durch Gas gedeckt wird.

Das Gasnetz in Wolfhagen wird durch die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) mit methanhaltigem Erdgas in den Stadtteilen Wolfhagen mit Gasterfeld, Ippinghausen, Viesebeck und Niederelsungen (nur im Gewerbegebiet) betrieben. Die Verteilnetze auf Mitteldruckstufe umfassen eine Gesamt-Trassenlänge von ca. 70 km und ca. 1280 Hausanschlüsse. Das Netz wurde überwiegend seit 1980 bis Anfang der 2020er Jahre in Betrieb genommen.

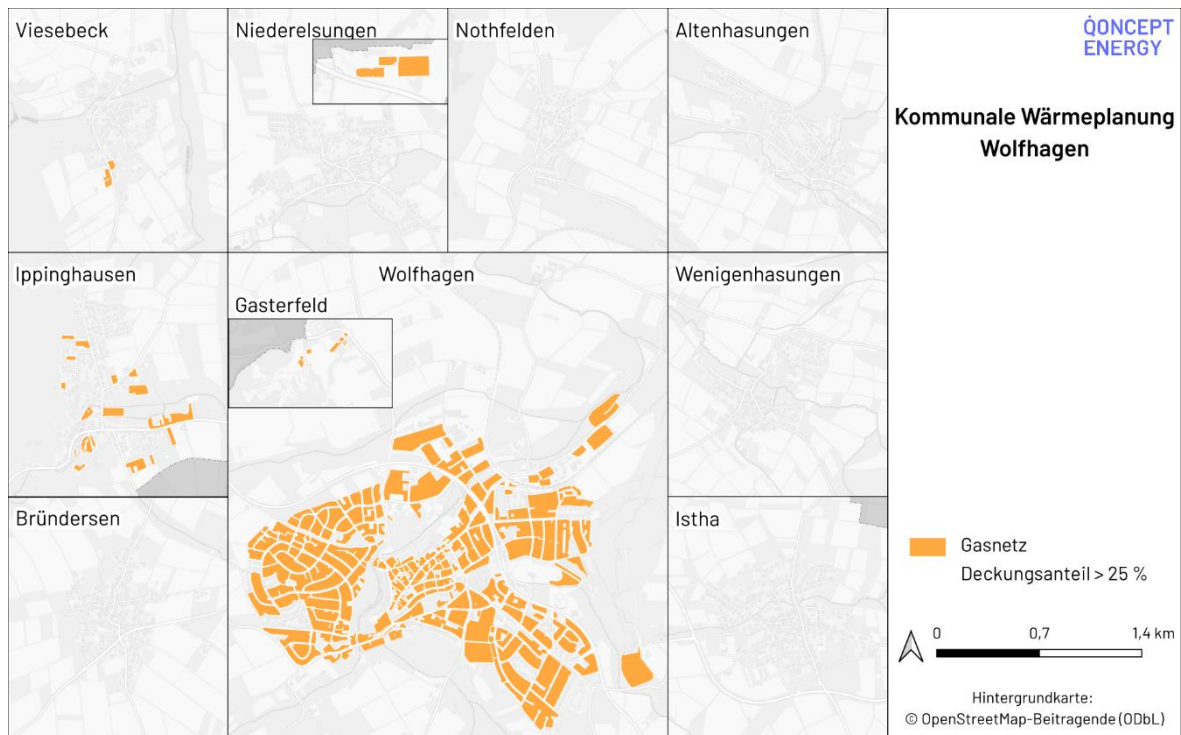


Abbildung 25: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)

3.7.6 Abwassernetze

Abwasserleitungen mit einem Durchmesser ab DN 800 werden in der Wärmeplanung als Infrastrukturanlagen zur potenziellen Abwasserwärmenutzung durch Großwärmepumpen erfasst. Auch Kläranlagen sind von besonderem Interesse. Dazu werden die Temperaturen und Abwassermengen am Auslauf der Kläranlagen ermittelt. Die Bewertung dieser beiden Wärmequellen erfolgt in der Potenzialanalyse in Kapitel 4.7.

In diesem Kapitel geht es zunächst nur um die Darstellung der Infrastrukturanlagen im Abwassernetz. In Wolfhagen gibt es keine Leitungen ab DN 800. Die zentrale Kläranlage Wolfhagen befindet sich im Nordosten der Kernstadt. Eine weitere, deutlich kleinere Kläranlage befindet sich in Wolfhagen-Gasterfeld, wie auf der folgenden Karte dargestellt.

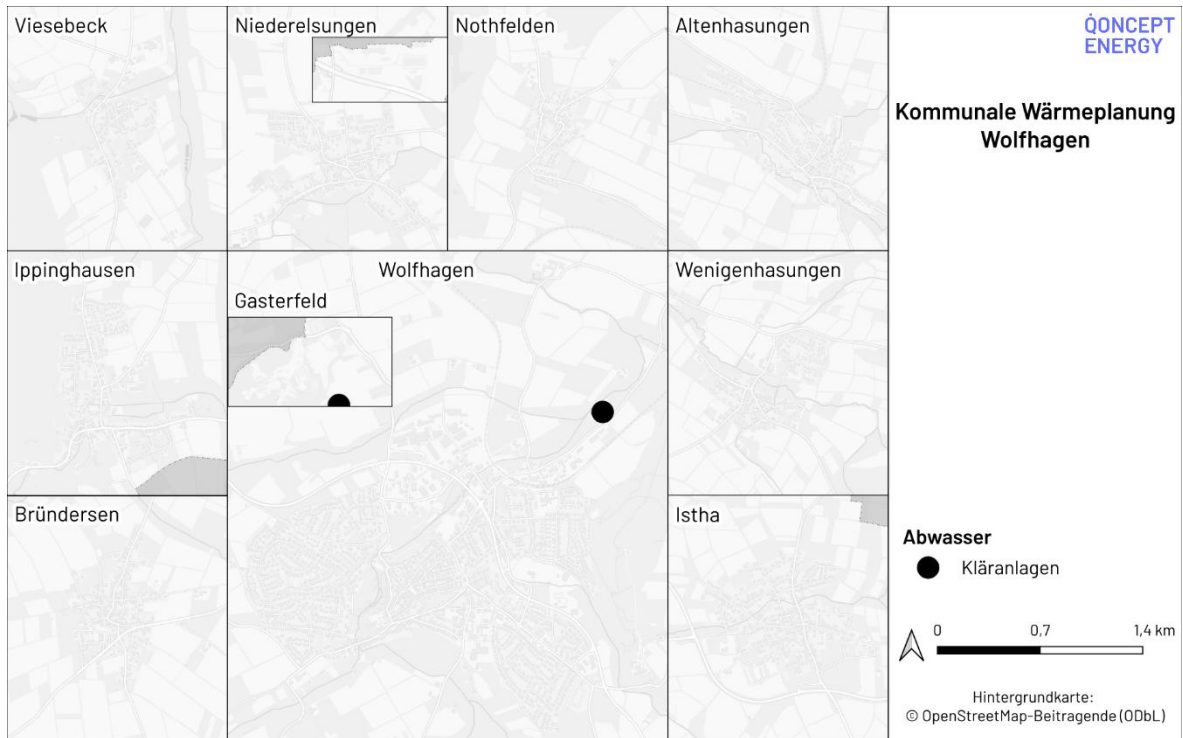


Abbildung 26: Kläranlage Wolfhagen

3.7.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz

Die Standorte der Wärmeerzeuger mit Einspeisung in ein Wärmenetz werden unten in Kartenform dargestellt. Ergänzend gibt die darauf folgende Tabelle einen kompakten Überblick über Betreiber, Erzeugertyp, Energieträger und Leistung der jeweiligen Anlage.

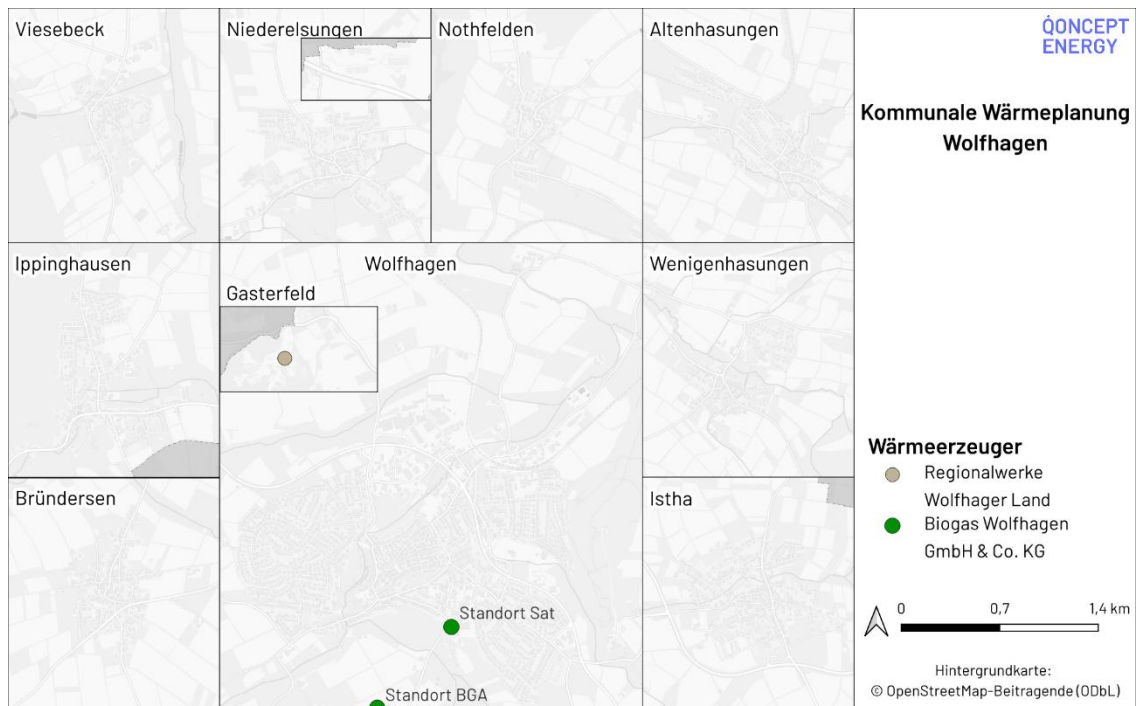


Abbildung 27: Standorte der Wärmeerzeuger, die in ein Wärmenetz einspeisen (Quelle: Angaben der Netzbetreiber)

Tabelle 7: Wärmeerzeuger mit Einspeisung in ein Wärmenetz (Quelle: Angaben der Netzbetreiber)

Betreiber	Erzeuger	Inbetriebnahme (Jahr)	Energieträger	Leistung in kW _{th}
Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG	BHKW 1 (Standort BGA)	2011	Biogas	208
	BHKW 4 (Standort BGA)	2014	Biogas	207
	BHKW 5 (Standort BGA)	2018	Biogas	226
	BHKW 6 (Standort BGA)	2018	Biogas	226
	Hackschnitzelkessel (Standort BGA)	2025	Biomasse	850
	BHKW 2 (Standort Sat)	2011	Biogas	218
	BHKW 3 (Standort Sat)	2011	Biogas	192
	BHKW 7 (Standort Sat)	2021	Biogas	526
Regionalwerke Wolfhager Land	BHKW 1	2016	Erdgas	424
	BHKW 2			

3.7.8 Wärme- und Gasspeicher

Die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG betreibt Wärmespeicher am Standort Sat (vgl. Abbildung 27) mit einem Gesamt-Volumen von ca. 500 m³.

3.7.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Erzeugungsanlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes Anlage 2 WPG (zu § 23) sind derzeit in der Stadt Wolfhagen nicht vorhanden oder konkret geplant. Die Firma BLG Project GmbH verfolgt die Vision eines „Hydrogen Valley“, die die Umwandlung lokal erzeugten erneuerbaren Stroms in Wasserstoff beinhaltet. Aktuell liegt der Fokus jedoch auf der Errichtung von Stromerzeugungsanlagen. Konkrete Vorhaben zur Errichtung von Elektrolyseuren gibt es noch nicht. Als möglicher Standort für Elektrolyse wird das Gewerbegebiet in Niederelsungen in Erwägung gezogen.

3.7.10 Stromnetze

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

Die Konzessionärin für das Stromnetz in Wolfhagen ist die Regionalwerke Wolfhager Land GmbH. Sämtliche Netzausbaupläne können über die Plattform VNBdigital (VNBdigital, 2025) abgerufen werden. Die Stadt Wolfhagen und dort tätige Verteilnetzbetreiber gehören zur Planungsregion Mitte.

Die Regionalwerke Wolfhager Land GmbH sehen davon ab, die GIS-Daten zum Stromnetz als kompletten Datensatz weiterzugeben, sagen allerdings der Kommune zu, jederzeit objekt- bzw. straßenbezogen schnellstmöglich Auskunft zu geben. Dies gewährleiste auch den stetigen Zugriff auf aktuell gehaltene Daten.

3.7.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen

Mit der Erstellung eines Wärmeatlas die Stadt Wolfhagen durch Qconcept Energy liegt ein wichtiges Planungsinstrument vor, das räumlich aufgelöste Analysen des Wärmebedarfs ermöglicht.

Als Grundlage dienen die Zählerdaten für 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/m² 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 benachbarte bebaute Flurstücke zu Baublöcken zusammengefasst. Die Baublöcke sind durch Straßen oder unbebaute Flurstücke voneinander getrennt. 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 überprüft, ob alle Verbrauchsdaten den Gebäuden zugeordnet werden konnten. Fehler resultieren oft aus unkorrekten Adressangaben in den Datensätzen. Diese wurden manuell behoben.

Weiterhin wurden die flächenspezifischen Verbräuche aller Gebäude überprüft und angepasst. Hier lag der Fokus auf den auffälligsten Werten. Dazu zählen sehr geringe Werte, wie < 20 kWh/(m²·a), und sehr hohe Werte, wie > 400 kWh/(m²·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. Dann wird über eine Verbrauchsadresse abgerechnet, jedoch werden gleichzeitig mehrere Gebäude mit abweichender Adresse mitversorgt, zum Beispiel ein Reihenhausblock mit fünf Einheiten und einem Gasanschluss. Oder mehrere Verwaltungsgebäude auf einem oder mehreren Flurstücken mit einem einzigen Wärmeerzeuger. Mit Hilfe verschiedener mathematischer Algorithmen wurden solche Situationen automatisiert erkannt und mehrere Gebäude zu Versorgungsverbänden zusammengefasst. Somit mussten für die mitversorgten Gebäude keine getrennten Wärmebedarfsabschätzungen gemacht werden.

Im nächsten Schritt wurde der Wärmebedarf für jene Gebäude ohne bekannte Verbrauchsdaten ermittelt. Dazu wurden für Wohngebäude vorliegende Zählerdaten benachbarter Gebäude verwendet, um damit den flächenspezifischen Wärmebedarf des untersuchten Gebäudes abzuschätzen. Es wurde unterstellt, dass der Sanierungsstand und die Nutzung den umliegenden Gebäuden ungefähr entsprechen. Direkt angrenzende, ähnlich große Wohngebäude wurden dabei stärker gewichtet. In Einzelfällen, in denen es keine solche Vergleichsdaten gab, wurden der Median der flächenspezifischen Wärmebedarfe aller Wohngebäude im Stadtgebiet zur Schätzung angesetzt.

Für Nichtwohngebäude wurden darüber hinaus anhand der aus den Schornsteinfegerdaten bekannten Wärmeerzeugerleistungen die jährlichen Wärmebedarfe abgeschätzt. Hierfür wurden Annahmen für die Vollbenutzungsstunden getroffen. Da diese zwischen einzelnen Gebäuden sehr unterschiedlich sein können, wurden vergleichsweise geringe Vollbenutzungsstunden angesetzt, um eine Überschätzung zu vermeiden.

Zur weiteren Prüfung und Auslegung von Wärmeversorgungssystemen sollten spätestens bei einer Machbarkeitsstudie die fehlenden Daten beschafft und im Wärmeatlas nachgetragen werden. Das könnte über eine Fragebogenabfrage geschehen. In diesem Zuge könnten weitere Informationen über zusätzliche Wärmeerzeuger und deren installierte Leistung eingeholt werden.

Für Baublöcke mit drei oder weniger Gebäuden erfolgt aus Gründen des Datenschutzes keine Darstellung des Wärmebedarfs im Wärmeatlas. Die jeweiligen Wärmebedarfswerte der Gebäude wurden aber in alle Kalkulationen dieses Berichts miteinbezogen.

Im Ergebnis liegt ein gebäudescharfer Wärmeatlas mit Informationen zu den Gebäuden (Gebäudetyp, Nutzungsart, Größe, beheizte Fläche etc.) und Energieträgern sowie zum Wärmebedarf mit Hochrechnung auf die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 vor (vgl. Kapitel 4.1). Alle Kartendarstellungen stehen der Stadt Wolfhagen auch in digital nutzbaren Formaten zur Verfügung.

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

Aktuelle Wärmedichte (Basisjahr 2023)

Als Wärmedichte wird die Relation zwischen Wärmebedarf und einer definierten Fläche beschrieben. Die Wärmedichte liefert eine Indikation für die Wärmenetzplanung von Gebieten. Der Leitfaden zum WPG verwendet dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 8: Wärmenetzplanung 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 Wärmenetzplanung

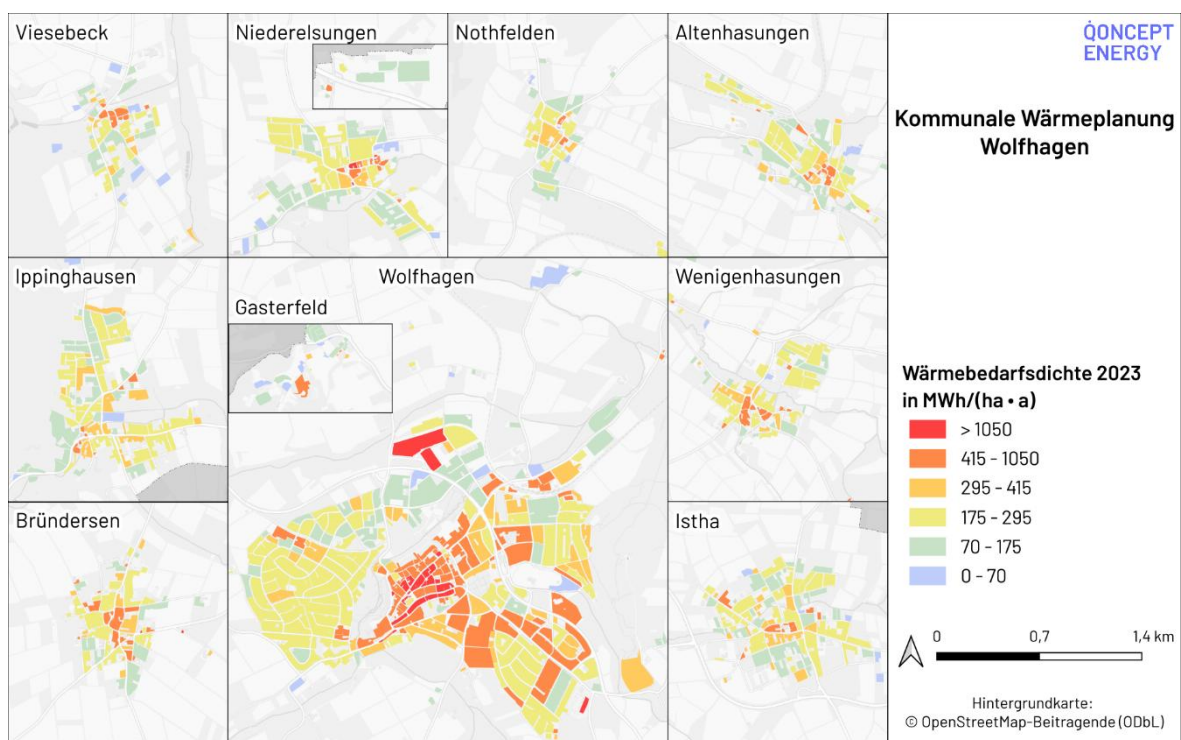


Abbildung 28: Baublockbezogene Darstellung der Wärmebedarfsdichten in MWh/(ha·a)

Die Auswertung zeigt, dass gerade die Zentren der Stadtteile, insbesondere die Altstadt in der Kernstadt Wolfhagen, mittlere bis hohe Wärmedichten aufweisen.

Aktuelle Wärmeliniendichte (Basisjahr 2023)

Die Wärmeliniendichte beschreibt die transportierte Wärmemenge in einem Wärmenetz pro Jahr im Verhältnis zu dessen Trassenlänge. Sie liefert einen Hinweis auf die 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/(ha·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)

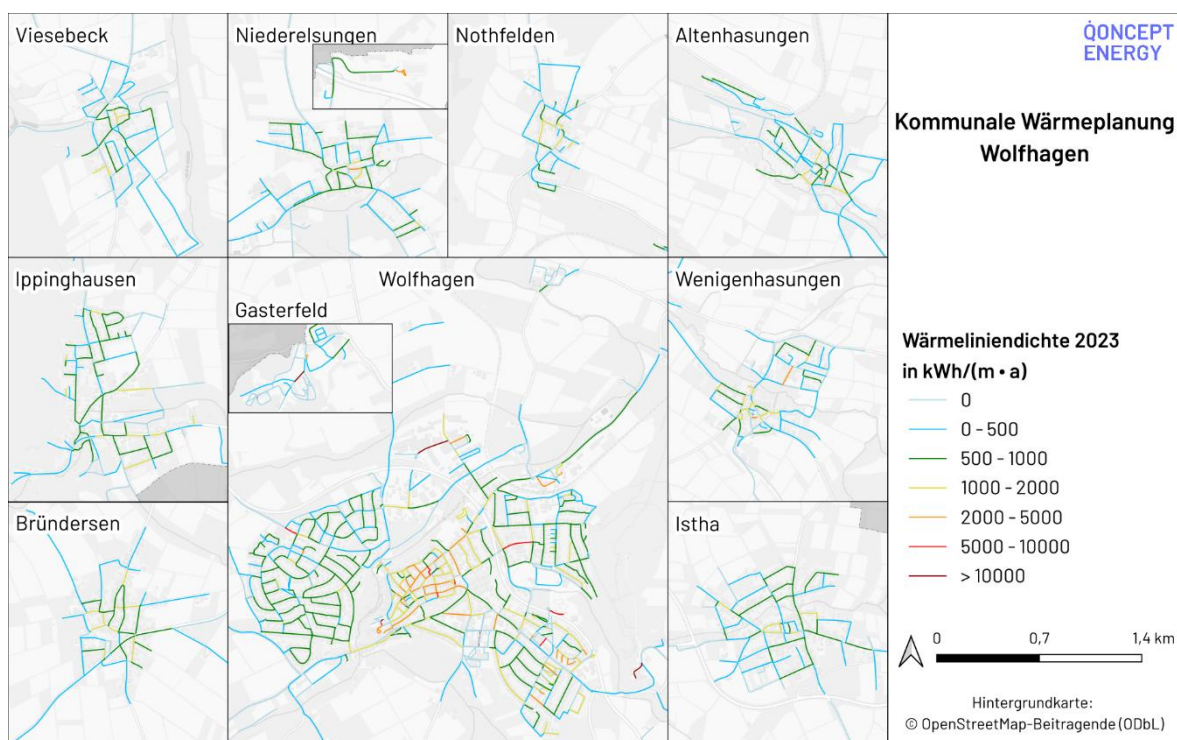


Abbildung 29: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniendichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr

Die Auswertung zeigt, dass insbesondere die Altstadt in der Kernstadt Wolfhagen mittlere bis hohe Wärmeliniendichten aufweist.

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 Wasserschutz- oder Heilquellengebiete sind darin ebenso verzeichnet.

4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion

Die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs ist von vielen Faktoren abhängig. Als Beispiel wird in der folgenden Abbildung ein Treibermodell für Wohngebäude schematisch dargestellt.

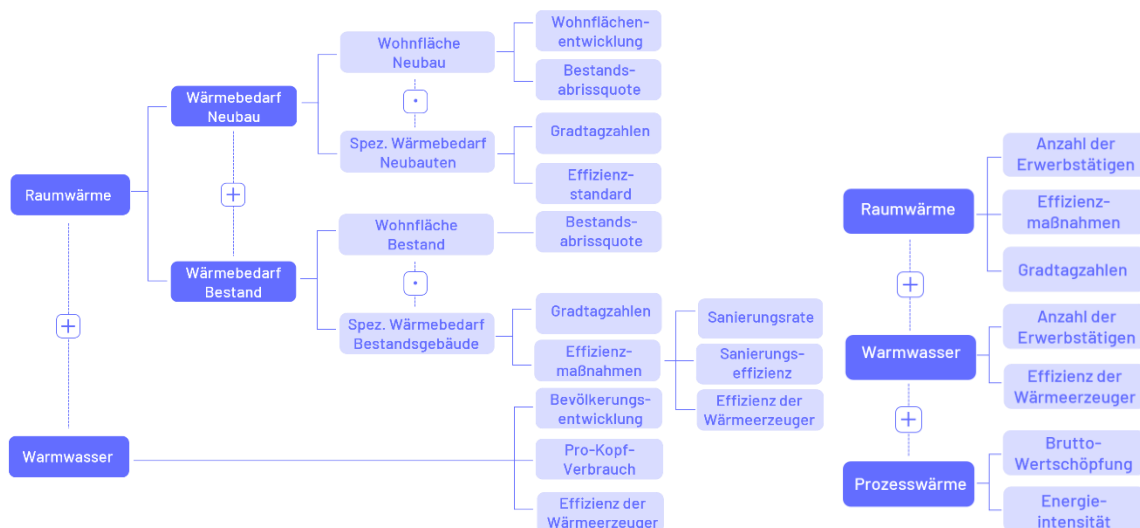


Abbildung 30: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts)

Für die Entwicklung von Szenarien für die Wärmebedarfsentwicklung in Wolfhagen wurden die Annahmen mehrerer Studien verglichen, in denen Szenarien für Deutschland entwickelt wurden ((Bdl e. V., 2021), (Ariadne, 2021), (dena, 2021)). Die wichtigsten Parameter sind die

Entwicklung der Sanierungsrate und Annahmen zur Sanierungseffizienz. Die folgende Tabelle zeigt je nach Sektor, welches Szenario aus welcher Studie für die Entwicklung der Sanierungsrate zugrundegelegt 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

Die Sanierungseffizienz wurde konstant mit 50 % angenommen. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf eines Gebäudes bei einer energetischen Sanierung durchschnittlich um 50 % reduziert wird.

Da die Temperaturen aufgrund des Klimawandels steigen, ist eine Wärmebedarfsreduktion zu erwarten. Es wurde angenommen, dass dadurch der Raumwärmebedarf pro Jahr um 0,2 % sinkt.

Für Wohngebäude, die nach 2001 oder vor 1919 gebaut wurden, sind davon abweichende Annahmen getroffen worden. Die Baualter wurden aus den Zensusdaten (vgl. Kapitel 3.7.2) im 100x100 m Raster auf die Gebäude heruntergebrochen. Für Gebäude, die vor 1919 errichtet wurden, wird davon ausgegangen, dass aufgrund des hohen Anteils von Fachwerkhäusern geringere Sanierungsraten und -effizienzen zu erwarten sind. Für Gebäude, die nach 2001 errichtet wurden, ist zu erwarten, dass diese bereits nach einem vergleichsweise hohen Energieeffizienzstandard gebaut wurden und das 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 keine Wärmebedarfsreduktion angenommen. Zwar sind auch in diesem Bereich spezifische Bedarfsreduktionen durch Effizienzmaßnahmen zu erwarten. Andererseits sind Prozesswärmebedarfe stark von anderen Einflussfaktoren wie zum Beispiel Produktionskapazitäten abhängig.

Durchschnittlich ergeben sich im entwickelten Szenario Wärmebedarfsreduktionen von ca. 0,9 % pro Jahr. Daraus ergibt sich für die Stadt Wolfhagen, dass der Wärmebedarf von 131 GWh/a im Jahr 2023 bis 2030 auf 122 GWh/a und bis 2045 auf 106 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: Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren

Reduktion Wärmebedarf in %	2030	2035	2040	2045
Haushalte	- 7 %	- 11 %	- 15 %	- 20 %
Öffentliche Gebäude	- 7 %	- 13 %	- 18 %	- 22 %
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	- 7 %	- 13 %	- 18 %	- 22 %
Industrie	- 0 %	- 0 %	- 0 %	- 0 %
Summe	- 6 %	- 11 %	- 15 %	- 19 %

Die daraus resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs ist in folgender Abbildung dargestellt:

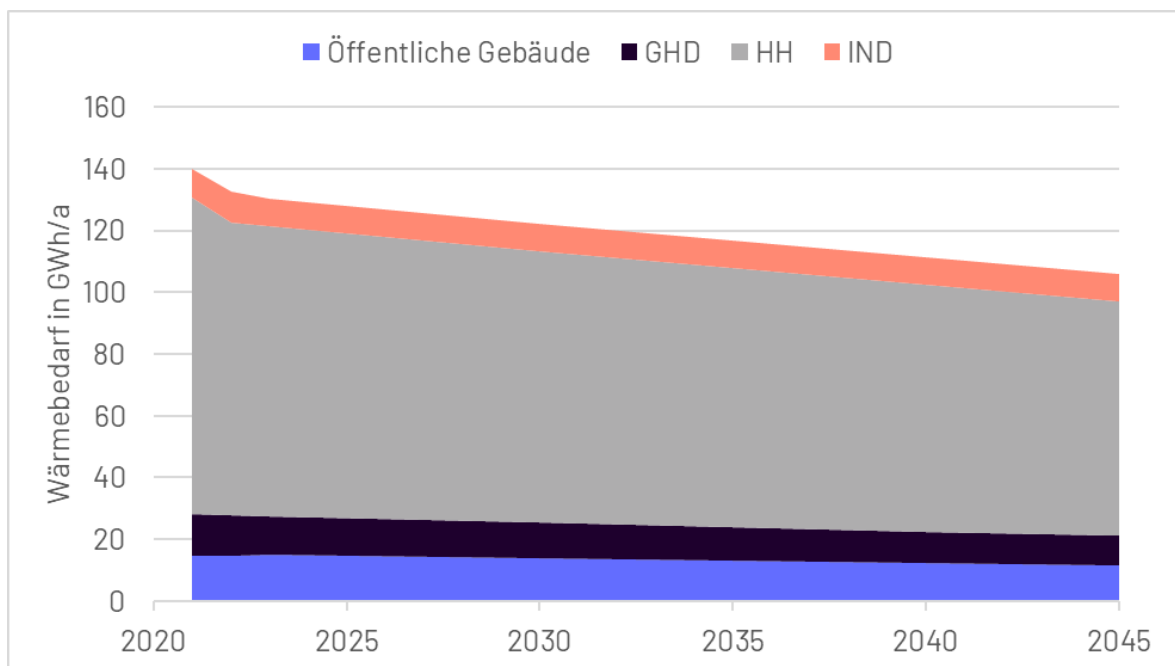


Abbildung 31: Wärmebedarfsentwicklung bis 2045 differenziert nach Sektoren

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. Auf die Möglichkeiten der dezentralen Versorgung durch oberflächennahe Geothermie wird in Kapitel 6.2 eingegangen.

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“ des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) nach geeigneten Flächen gesucht und das Potenzial für die Stadt Wolfhagen berechnet.

Aus dem linken Kartenausschnitt des „Geothermie-Viewers“ in Abbildung 32 geht hervor, dass das gesamte Gebiet der Stadt Wolfhagen als hydrogeologisch ungünstig beurteilt wird. Dementsprechend wären Einzelfallprüfungen notwendig, sofern diese Quelle genutzt werden soll.

Für große Teile des Gebiets der Stadt Wolfhagen gilt die Standortbeurteilung „wasserwirtschaftlich unzulässig“ (Abbildung 32 rechts); hier sind keine Erdwärmesondenanlagen erlaubt. Weitere Bereiche, vor allem im Osten Wolfhagens, gelten als „wasserwirtschaftlich ungünstig“ und unterliegen einer Einzelfallprüfung. Zentral und im Norden gibt es Gebiete, die diesen Einschränkungen nicht unterliegen.

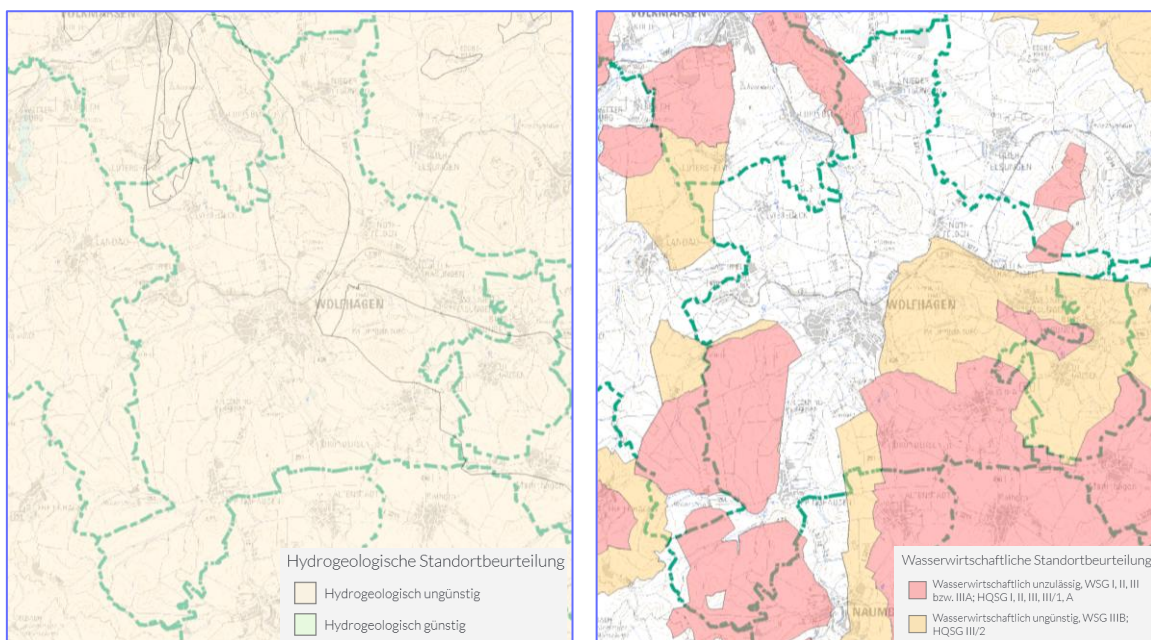


Abbildung 32: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das geplante Gebiet

Um potenziell geeignete Flächen für die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern für Nahwärmenetze zu identifizieren, wurden die verfügbaren Geodaten systematisch ausgewertet. Im Ergebnis steht nun eine Auswahl von Flächenkategorien fest, bei denen eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder grundsätzlich denkbar ist. In der Regel stehen die Flächen nach der Errichtung des Sondenfelds wieder für die ursprüngliche Nutzung zur Verfügung.

Landwirtschaftliche Ackerflächen wurden in der Positivauswahl berücksichtigt, wenn sie eine Ackerzahl < 55 aufweisen, da die oberflächennahen Einbauten der Geothermie keine uneingeschränkte landwirtschaftliche Flächennutzung ermöglichen. In die Kategorie „Eignung mit Einschränkung“ wurden Flächen aufgenommen, bei denen die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen zwar grundsätzlich möglich wäre, aber aufgrund von Interessenskonflikten eingeschränkt sein könnte.

Darüber hinaus wurde eine Liste mit Ausschlussgebieten erstellt, deren Flächenkategorien eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. In folgender Tabelle findet sich die Zuordnung der Flächenkategorien.

Tabelle 12: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien. Quellen: (HLNUG, 2024), (HLNUG, 2024a), (HLNUG, 2024b), (HLNUG, 2023)

Gunstgebiete	Einschränkungsgebiete	Ausschlussgebiete
<p>ATKIS: Unland: vegetationslose Fläche Unland: Naturnahe Fläche Grünland Spielfeld Grünanlage Parkplatz Festplatz</p> <p>Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl < 55</p>	<p>Schutzgebiete: Naturparks Landschaftsschutzgebiete Nationale Naturmonumente Vogelschutzgebiete Trinkwasserschutzgebiete, Zone III Bedeutsame Landschaften Seltene Böden Biosphärenreservate, Entwicklungszone UNESCO Weltkulturerbe, Pufferzone</p> <p>Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl > 55</p>	<p>ATKIS: Friedhöfe, Kleingartenanlagen Wald, Gehölz, Baumbestand (soweit erfasst) Gewässer, Sumpf, Moor Überschwemmungsgebiete Ortslage, Straßen, Wege</p> <p>Schutzgebiete: Naturschutzgebiete FFH-Gebiete Biosphärenreservate, Kern- & Pflegezone Trinkwasserschutzgebiete, Zone I & II geschützte Biotop, Nationalparks; UNESCO Weltkulturerbe, Kernzone</p>

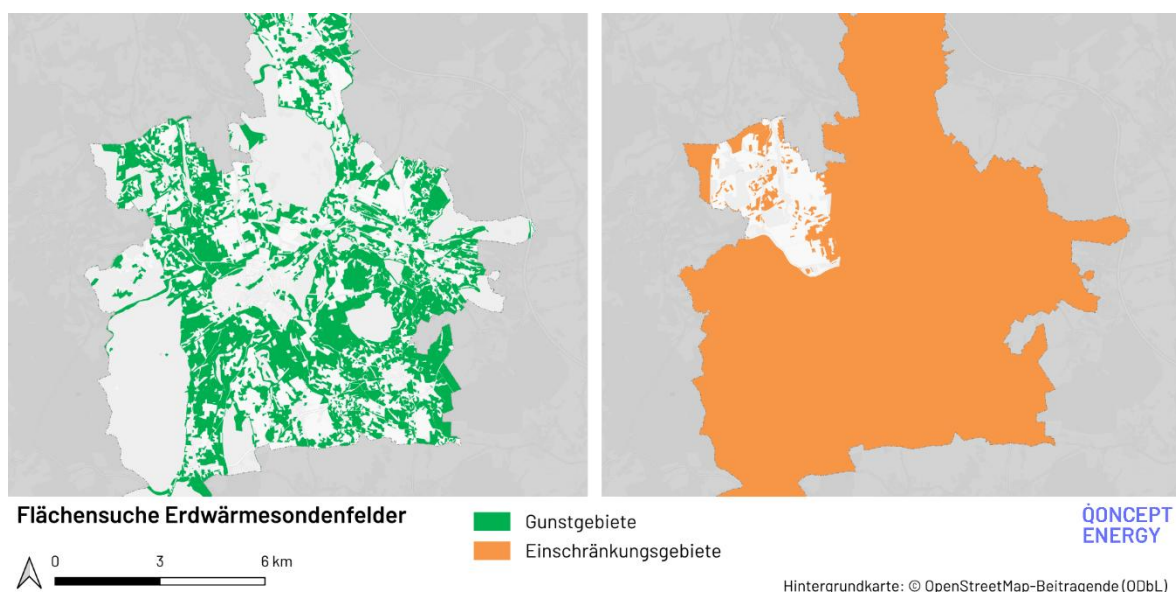


Abbildung 33: Gunstgebiete (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wolfhagen

Aus der Flächenzuordnung ergaben sich die in Abbildung 33 und Abbildung 34 links dargestellten Gebiete. Anschließend wurden die Flächen der Ausschlussgebiete von den Flächen der Gunstgebiete abgezogen und diese mit den Einschränkungsgeländen überlagert. 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 < 1 000 m² aus der Auswahl herausgenommen.

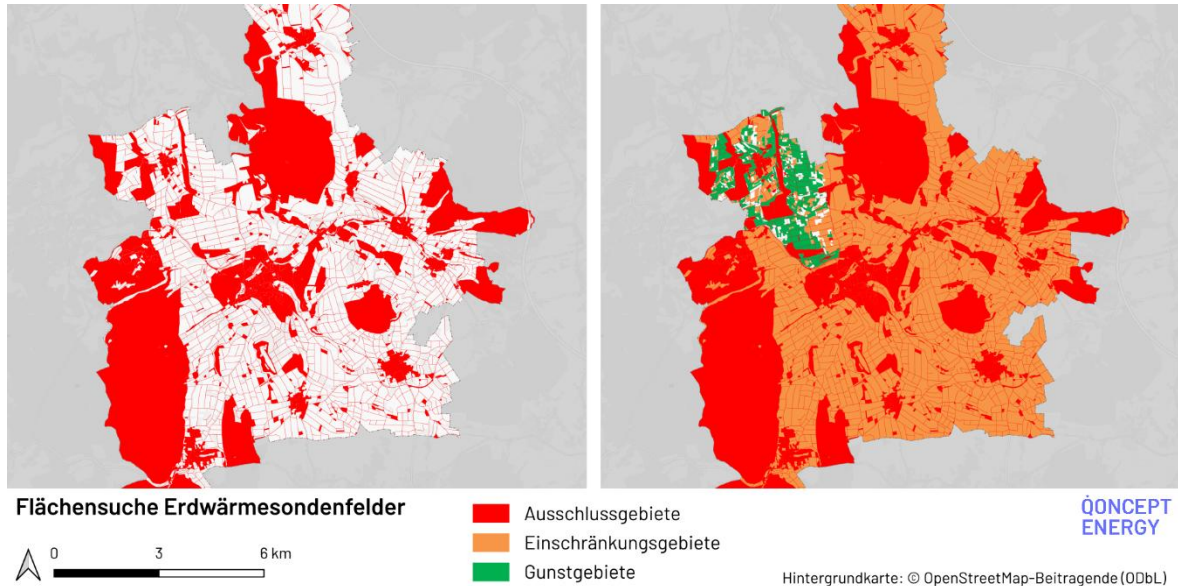


Abbildung 34: (links) Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wolfhagen; (rechts) Überlagerung von Gunstgebieten, Einschränkungsgeländen und Ausschlussgebieten

Abbildung 34 zeigt rechts das Resultat, aufgeschlüsselt nach Art der Fläche. Die Gesamtfläche (Gunstgebiete mit und ohne Einschränkungen) beträgt etwa 3 350 Hektar. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen ist dabei nicht berücksichtigt. Die Flächenauswahl kann als Anhaltspunkt bei der Planung neuer Nahwärmenetze dienen. Im Einzelfall müssen weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse, Fehlerfassungen oder Hindernisse auf den Flächen überprüft werden.

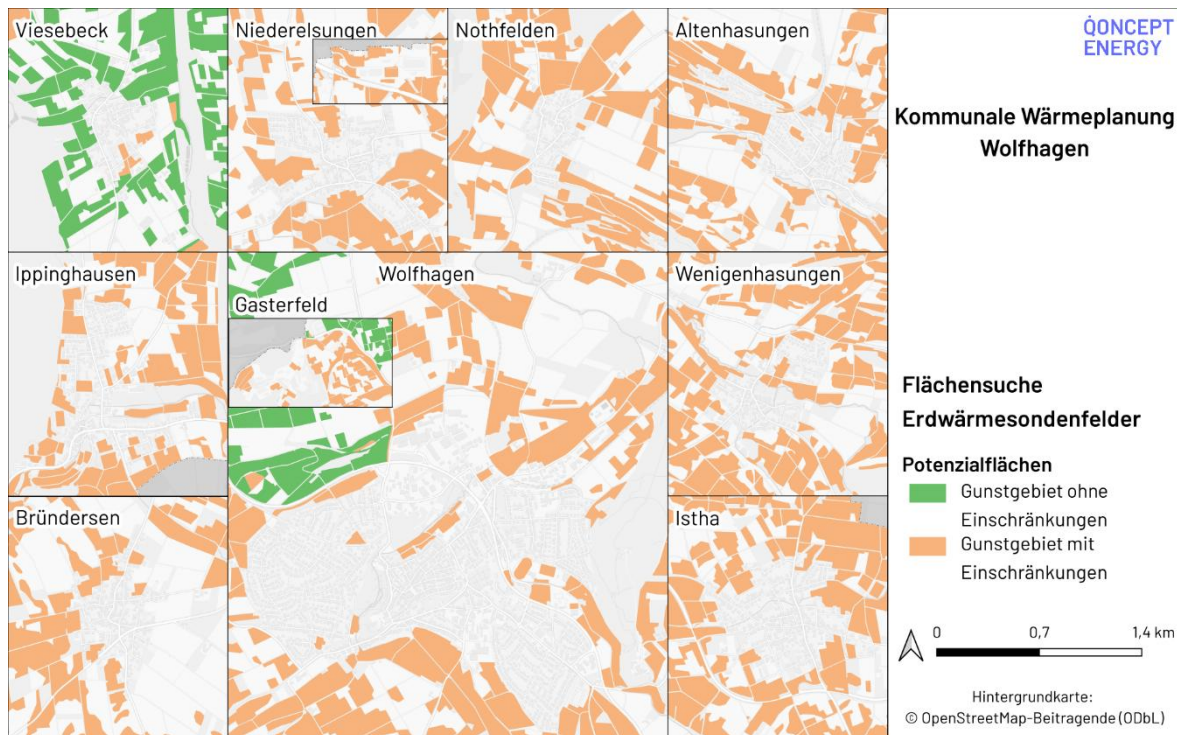


Abbildung 35: Potenzialflächen für Sondenfelder nach Verschneidung

Den überwiegenden Anteil (84 %) der Potenzialflächen machen Flächen mit geringer Bodenfunktion (Ackerzahl < 55) aus. Ein weiterer großer Anteil sind Grünlandflächen (14 %). Die übrigen Potenzialflächen sind Unland, Spielfelder, Freizeitanlagen, Festplätze und Grünanlagen.

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.

Bei der Potenzialermittlung 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) und des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG).

Die Planungskarte des HLNUG zeigt, dass die Stadt Wolfhagen in einem Bereich mit einem normalen geothermischen Gradienten liegt. Die roten Linien stellen Hauptstörungen dar, also großräumige, meist lange und tief reichende Bruchzonen. Störungen können durch mögliche Veränderungen der Wasserwegsamkeit einen entscheidenden Einfluss auf das Potenzial von hydro- und vor allem petrothermalen Systemen haben. Abhängig vom Störungstyp kann das Potenzial sowohl erhöht als auch reduziert sein, je nachdem, ob die Strukturen im Bereich der Störung gut oder nicht durchlässig sind. Durch derzeit wenig Erfahrung in der Nutzung von Störungszonen bestehen hohe Unsicherheiten in Bezug auf das tatsächlich vorhandene Potenzial.

Bei einem normalen geothermischen Gradienten entsprechen die erwartbaren Temperaturen bei der Nutzung der Tiefengeothermie (Tiefe 1 bis 3 km) einem normalen Temperaturgradienten von 3 °C Temperaturzunahme pro 100 m Tiefe. In einer Tiefe von 3 000 m sind dies etwa 90 bis 100 °C. Die Temperatur steigt mit der Tiefe und liegt bei 4 000 m in einem Bereich von 121 °C bis 141 °C und bei einer Tiefe von 5 000 m bei 150 °C bis 168 °C.

Das Potenzial zur Nutzung der Tiefengeothermie ist gegeben, seine Erschließung wäre aber mit hohen und risikoreichen Investitionen verbunden.

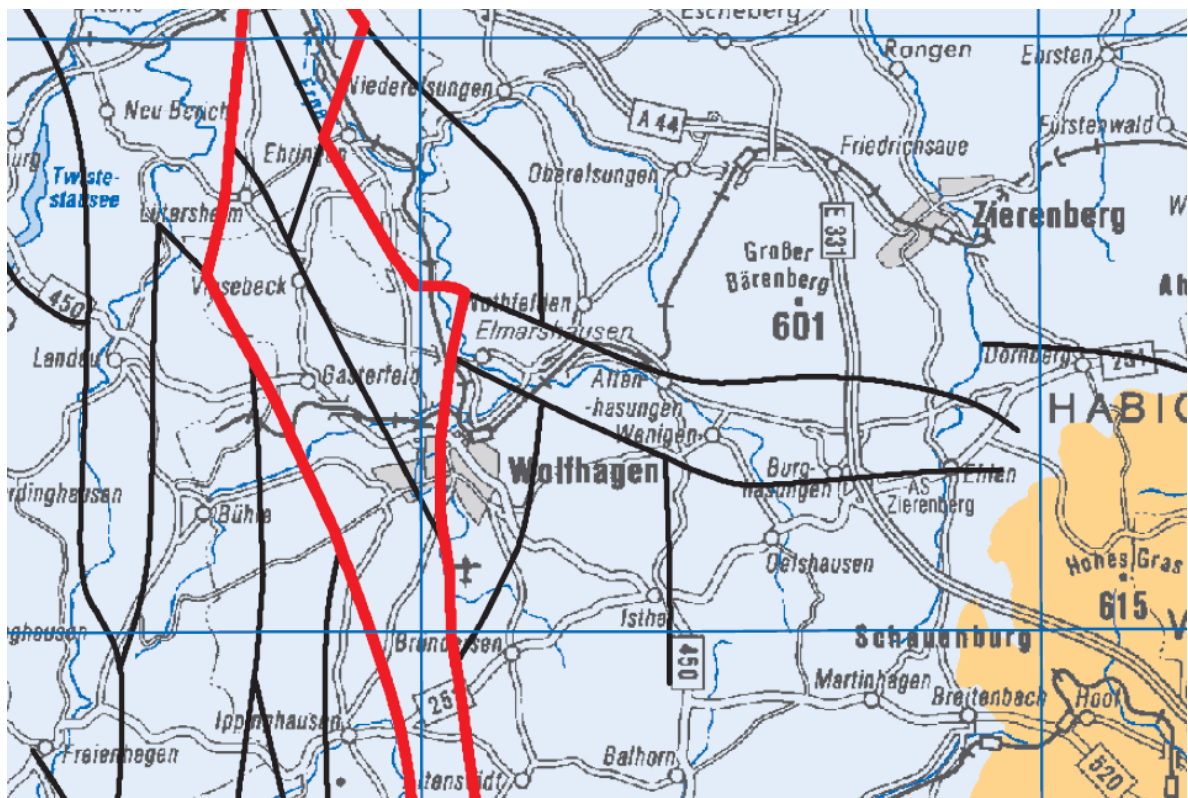


Abbildung 36: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken

Der Auszug aus dem GeotIS zeigt, dass für die Stadt Wolfhagen kein bekanntes hydrothermales oder petrothermales Potenzial vorliegt. Gleichwohl liegt Wolfhagen teilweise in einem untersuchungswürdigen Gebiet für die Geothermie.

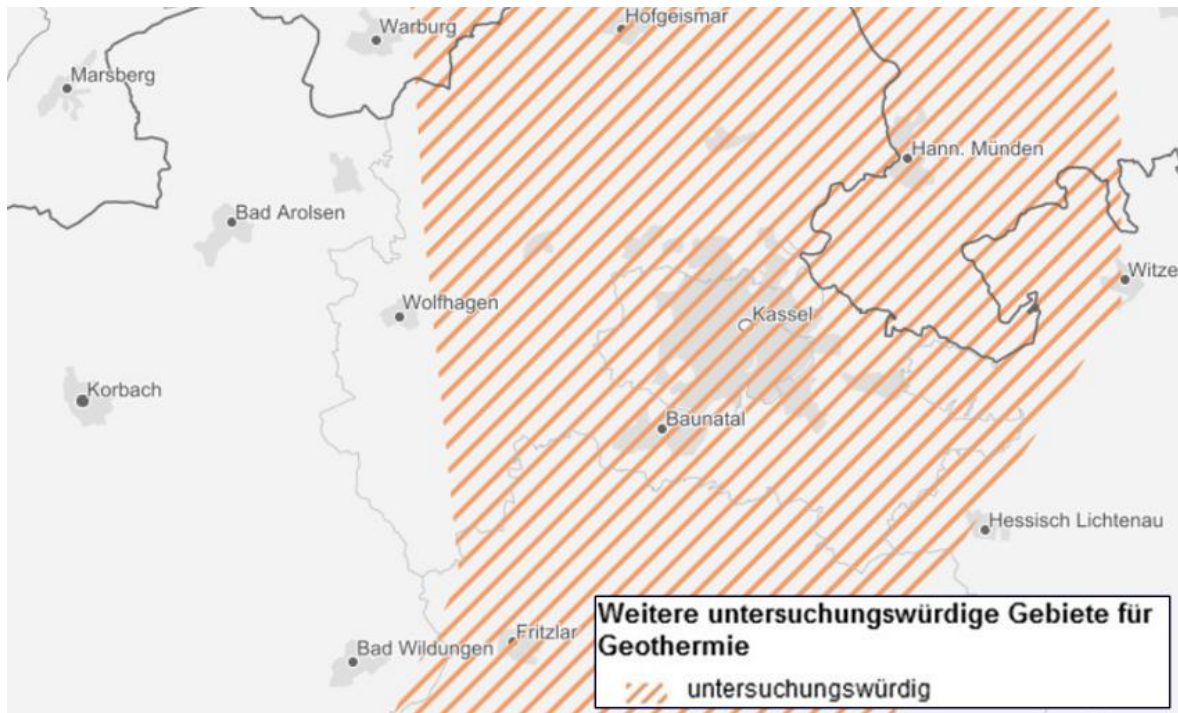


Abbildung 37: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie

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, 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.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die wasserwirtschaftliche Nutzung des Grundwassers in großen Teilen Wolfhagens grundsätzlich zulässig ist (vgl. Abbildung 32).

4.5 Oberflächengewässer

Im Planungsgebiet der Stadt Wolfhagen gibt es kein Oberflächengewässer (Fluss, See, Meer), das als Wärmequelle im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden kann. Die Erpe, die durch Wolfhager Stadtgebiet fließt, weist an der Messstelle in Ehringen (flussabwärts gelegen) einen mittleren Niedrigwasserabfluss von $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ aus; dieser ist zu gering für die Nutzung des Flusswassers als Quelle für eine Wärmepumpe. Hierfür wird mindestens ein Niedrigwasserabfluss von $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ empfohlen (Leßmann & Riedmüller, 2025).

4.6 Umgebungsluft

Die Umgebungsluft kann mit Hilfe von Wärmepumpen als Wärmequelle genutzt werden und steht theoretisch nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Mögliche Einschränkungen bei Luftwärmepumpen sind Lärmschutzverordnungen, die Flächenverfügbarkeit sowie ökonomische Gesichtspunkte, wie beispielsweise der Abstand zu bestehenden Wärmenetzen. Generell kann festgehalten werden, dass Luft-Wasser(L/W)-Wärmepumpen eine große Rolle bei der Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung spielen. Das Potenzial für die dezentrale Wärmeversorgung wird in Kapitel 6.1 dargestellt.

Das technische Potenzial von L/W-Großwärmepumpen für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze ist groß. Eine Hürde bei der Standortsuche sind die Geräuschemissionen der L/W-Wärmepumpe. Daher wurden die aktuellen Vorgaben zur Schallimmission und zu Schutzflächen geprüft. Die folgende Tabelle enthält die berechneten Immissionsgrenzen nach (TA-Lärm, 2025) sowie die erforderlichen Abstände zu Schutzobjekten in Abhängigkeit vom jeweiligen Schalleistungspegel (80, 85, 90 dB(A)) der Wärmepumpe nach Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp), 2023). Die vorausgewählten Schalleistungspegel entsprechen etwa den Angaben vieler Hersteller aus den Datenblättern. Mit entsprechenden Schallschutzmaßnahmen, bspw. der Flächenvergrößerung der Luftkollektoren und der daraus resultierenden Reduktion der Ventilator Drehzahl können geringere Schallemissionen erreicht werden. Die Karte in Abbildung 38 dient somit nur einer groben Indikation von möglichen

Flächen. Es sollte im Rahmen einer Machbarkeitsstudie vertiefend untersucht werden, an welchen möglichen Standorten große Luftwärmepumpen technisch und ökonomisch sinnvoll errichtet werden können und welche Schallschutzmaßnahmen gegebenenfalls möglich wären.

Tabelle 13: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schallleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp), 2023) sowie Immissionsgrenzen Nacht (TA-Lärm, 2025)

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
Industrie-Gebäude	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 $DI = 0$ 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 L/W-Großwärmepumpen werden außerdem die folgenden Flächentypen ausgeschlossen: Gehölz, Sumpf, Moor, Stadien, Spielfelder, Gewässer, Wald und Naturschutzgebiete.

Welche Aufstellgebiete im Planungsgebiet geeignet sind, macht die folgende Abbildung deutlich. Dabei wurden die vorgeschriebenen Mindestabstände des Schallschutzes berücksichtigt. Grundsätzlich sind in Wolfhagen geeignete Standorte für L/W-Großwärmepumpen vorhanden.

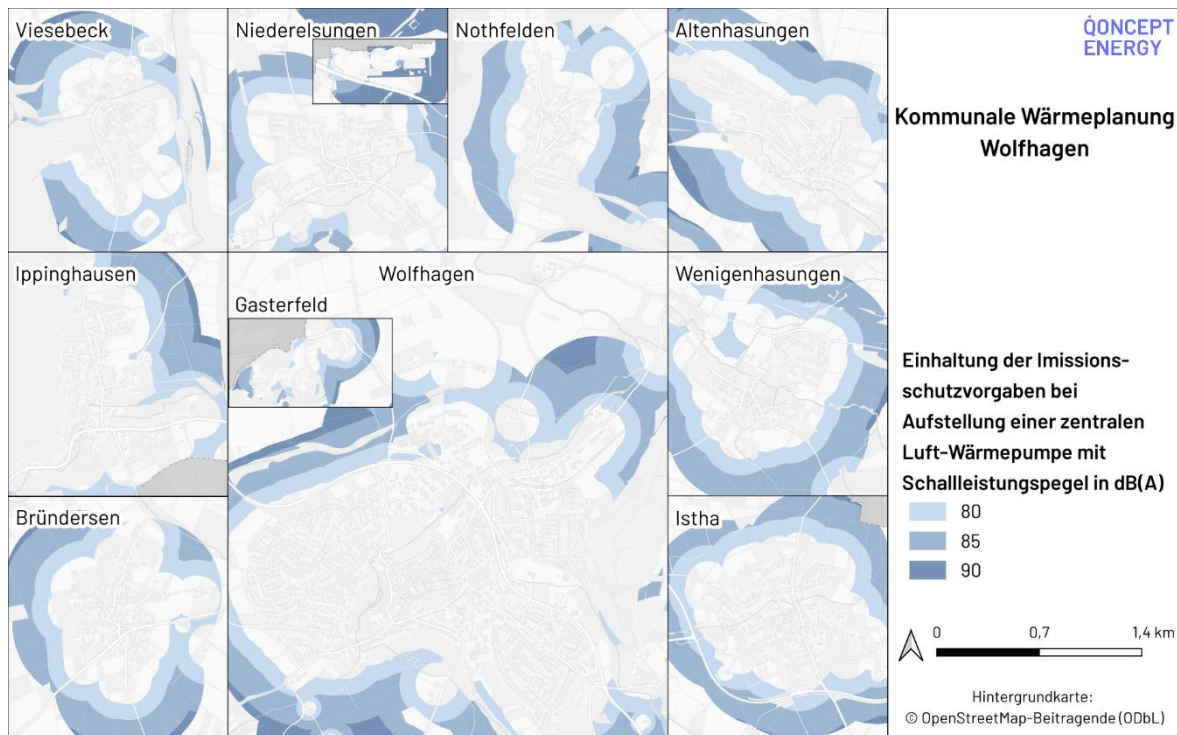


Abbildung 38: Mögliche Aufstellgebiete in Wolfhagen für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel

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 Wolfhagen wird eine Kläranlage von der Stadt betrieben, diese befindet sich im Norden der Kernstadt in der Schützeberger Str. (vgl. Abbildung 26). Durch die Stadtverwaltung wurden Messdaten der Abwassertemperatur und des Abflusses als Tageswerte bereitgestellt (vgl. Kapitel 3.1).

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 WP-Anlage 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 meistens über 8 °C erreicht. Das ermöglicht einen kontinuierlichen Betrieb einer Wärmepumpe. Zur Ermittlung des Potenzials wurden die Daten der Kläranlage in Wolfhagen analysiert. Aktuell ist die Kläranlage auf 22 000 Einwohnerwerte (EW) ausgelegt. Nach der aktuell geplanten Modernisierung und Erweiterung soll die Kläranlage auf ca. 30 000 EW ausgelegt sein und Abwasser aus den nördlich gelegenen Stadtteilen Niederelsungen und Viesebeck aufnehmen. Die erhaltenen Messdaten wurden daher um einen entsprechenden

Faktor hochgerechnet, um das Wärmepotenzial nach Erweiterung zu bestimmen. Der Abfluss hat im Winter die erforderlichen Temperaturen über 8 °C und ausreichende Volumenströme.

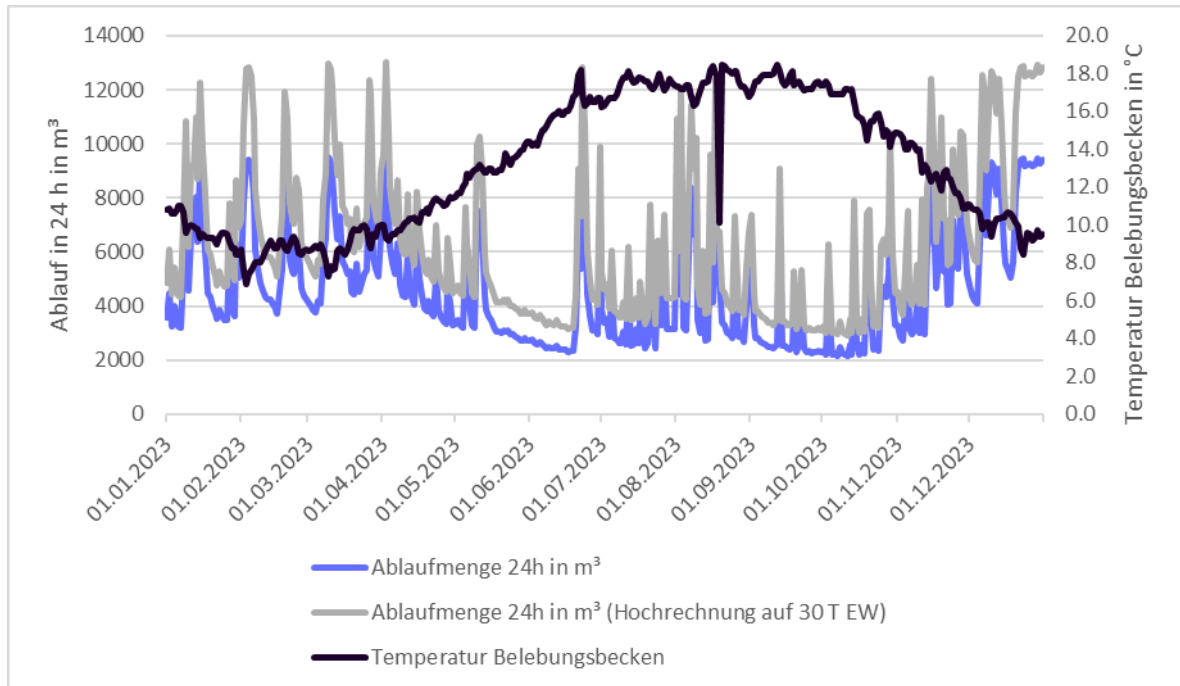


Abbildung 39: Temperaturen des Abwassers (im Belebungsbecken) und Abflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2023 der Kläranlage

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, um so höher ist der Strombedarf und damit die Wärmegestehungskosten. In folgender Abbildung ist darum die angenommene Fahrweise eines potenziellen Wärmenetzes in Wolfhagen veranschaulicht.

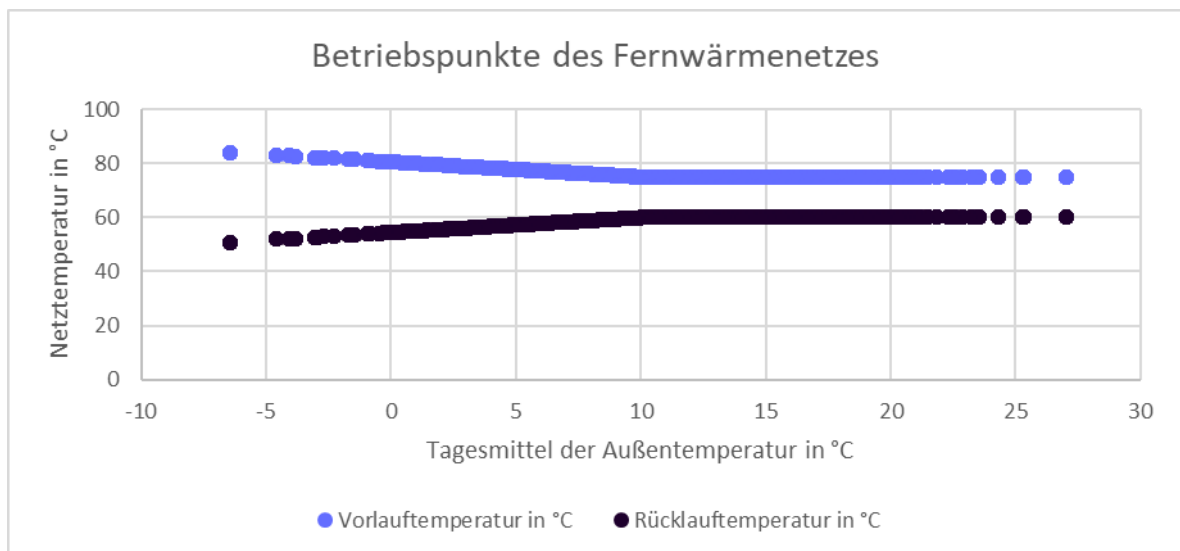


Abbildung 40: Angenommene Fahrweise des Fernwärmenetzes in Wolfhagen

Es ist möglich, die Auslegungsleistung einer Wärmepumpe zu variieren, um die gleiche Wärmequelle zu erschließen. Bei kleinerer Auslegung (auf den Trockenwetterabfluss) kann die Wärmepumpe relativ konstant über das Jahr betrieben werden. Bei einer größeren Auslegung kommt es hingegen aufgrund der Schwankungen im Abfluss häufiger zu Betrieb in Teillast. Daher wurde die thermische Leistung zwischen 1-3 MW_{th} variiert. Beispielhaft wird in der folgenden Abbildung eine Auslegung auf 2,0 MW_{th} dargestellt. Insbesondere im Sommer und Herbst könnte die Wärmepumpe häufig nur in Teillast betrieben werden, da die mögliche Wärmeentnahme aus der Quelle ($Q_{\text{aus,theo}}$) aufgrund geringerer Abflüsse die thermische Leistung der Wärmepumpe begrenzt.

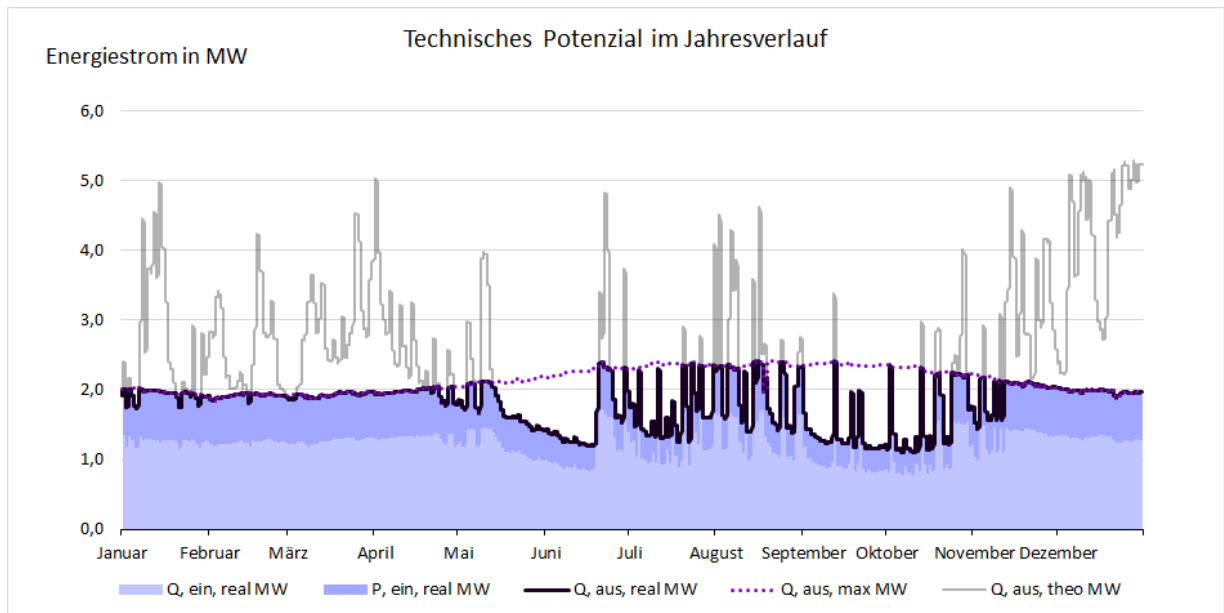


Abbildung 41: Technisches Potenzial Abwasser-Wärmepumpe (2 MW_{th})

Aus der Simulation mit variabler thermischer Leistung ergaben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Werte. Für die Kläranlage ergibt sich daraus ein Potenzial zur Einbindung in ein potenzielles Wärmenetz. Ein sinnvoller Auslegungsbereich liegt in etwa zwischen 1,5 und 2 MW_{th}, da dort noch hohe Vollbenutzungsstunden erreicht und gleichzeitig eine erhöhte Wärmemenge bereitgestellt werden können. Die tatsächlichen Vollbenutzungsstunden sind sehr stark abhängig von dem Lastprofil des potenziellen Wärmenetzes.

Tabelle 14: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlage in Wolfhagen

Leistung in MW _{th}	Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe	Potenzial Wärmeoutput in GWh/a	JAZ
1,0	7.733	9,4	3,17
1,5	7.248	13,1	3,16
2,0	6.588	15,9	3,14
2,5	5.921	17,8	3,13
3,0	5.305	19,1	3,12

4.8 Solarthermie und Photovoltaik

Große solarthermische Anlagen sind eine bewährte Technologie, die bei geringem Energiebedarf hocheffizient Wärme für Wärmenetze zur Verfügung stellen kann. Hierfür werden überwiegend Flachkollektoren 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 ebenfalls für die Installation von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, deren erzeugter Strom vor Ort zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden kann. Photovoltaik bietet eine gute Möglichkeit, Großwärmepumpen zu unterstützen und den Wärmepreis zu senken. Sie hat zusätzlich den Vorteil, dass Überschüsse ins Stromnetz abgegeben werden können.

In der Potenzialanalyse geht es vorrangig um die Ermittlung geeigneter Flächen. Zur Identifikation potenziell geeigneter Flächen für die Errichtung großer Solarthermieanlagen für Nahwärmenetze 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 15 unter Gunstkriterien). In der Kategorie „Eignung mit Einschränkung“ wurden Flächentypen aufgenommen, bei denen die Errichtung großer Solarthermieanlagen zwar grundsätzlich möglich wäre, aber aufgrund von Interessenkonflikten eingeschränkt sein könnte (siehe Tabelle 15: Einschränkungskriterien). Darüber hinaus wurde eine Liste mit Ausschlussgebieten erstellt (siehe Tabelle 15: Ausschlusskriterien), deren Flächenkategorien eine Nutzung für große Solarthermieanlagen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. In Tabelle 15 findet sich die Zuordnung der Flächenkategorien. Die räumliche Verteilung im Planungsgebiet ist in Abbildung 42 und Abbildung 43 dargestellt.

Tabelle 15: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
Intensiv genutzte Ackerflächen mittlerer und geringer Bodengüte (Bodenfunktionsbewertung) ¹	Vorranggebiete Wohnen/ Siedlungsentwicklung ³	Naturschutzgebiete ¹
Intensiv genutztes Grünland ²	Vorranggebiete Industrie und Gewerbe ³	Nationalpark, FFH-Gebiete ¹
Landwirtschaftlich benachteiligte Flächen ³	Bodendenkmale ⁴ , Kulturdenkmale, Denkmalschutz ⁵	Wasserschutzgebiete (Zone I und II) ¹
Technisch überprägte Flächen (250 m zu Oberleitungen, Umspannstation oder Kläranlagen) ²	Bundes- und landesweit bedeutsame Landschaften (Naturlandschaften, historische gewachsene Kulturlandschaften etc.) ⁶	Hochwasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete ¹
Deponien, Halden ²	Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete ¹	Vorranggebiete Natur und Landschaft ³
Seitenflächen von regionalbedeutsamen Verkehrsinfrastrukturen (bis 500 m) ²	Vorrang- & Vorbehaltsgebiete, Rohstoffgewinnung, Rohstoffsicherung ³	Vorranggebiete Forstwirtschaft ³
Nähe zu Siedlungsgebiet (bis 1000 m) ²	Geschützte Biotope & Biotopkomplexe ¹	Regionale Grünzüge/Grünzäsuren ³
	Naturdenkmale, Naturmonumente (Umgebung) ⁴	Vorranggebiete Hochwasserschutz ³
	Wasserschutzgebiete Zone III ¹	Waldflächen (+ 50 m Puffer) ²
	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft ³	Natürliche Seen/Stillgewässer ²
	Entwicklungszonen Biosphärenreservate (Zone III) ¹	Bestehende Freiflächenanlagen ²
	Naturpark ⁴	Fließgewässer (+ Gewässerbegleitflächen) ²
	Moorböden ²	Siedlungsgebiete ²

¹ Quellen: Geodienste Boden, HLNUG, Stand Juli 2024, <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden> & Schutzgebiete in Deutschland, BfN, Stand Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

² Quelle: Schutzgebiete in Deutschland, BfN, Stand Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

³ Regionalpläne Hessen, HMWVW, Stand Juli 2024, <https://landesplanung.hessen.de/geodaten/regionalplaene>

⁴ Schutzgebiete in Deutschland, BfN, Stand Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

⁵ Denkmalschutz Hessen, LfDH, Stand Juli 2024, <https://www.geoportal.hessen.de/spatial-objects/342>

⁶ Bedeutsame Landschaften Deutschlands, BfN, Stand Oktober 2025, <https://www.govdata.de/suche/daten/bedeutsame-landschaften-deutschlands>

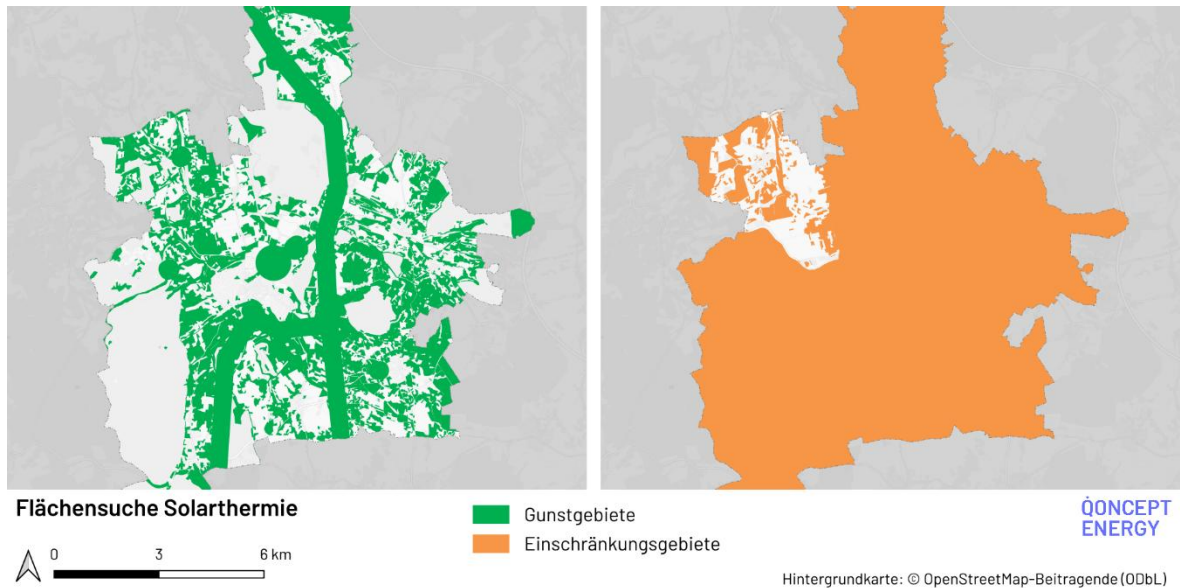


Abbildung 42: Positivauswahl (links) und Einschränkunggebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Gemeinde Wolfhagen

Zunächst werden die Einschränkunggebiete auf die Gunstgebiete für Solarthermie überlagert. Zur Bestimmung der Flächen zur Aufstellung von Solarthermie wurden die Flächen der Ausschlussgebiete (Abbildung 43 links) von den Flächen der Positivauswahl (Abbildung 42 links) abgezogen und diese mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten (Abbildung 42 rechts) überlagert. Zusammenhängende Flächen < 2000 m² werden aus der Auswahl entfernt, da der Erschließungsaufwand erst ab einer entsprechenden Mindestgröße sinnvoll ist. Das Ergebnis der Überlagerung ist rechts in Abbildung 43 dargestellt. Es verdeutlicht, wo Gunstgebiete und Einschränkunggebiete in Wolfhagen zu finden sind.

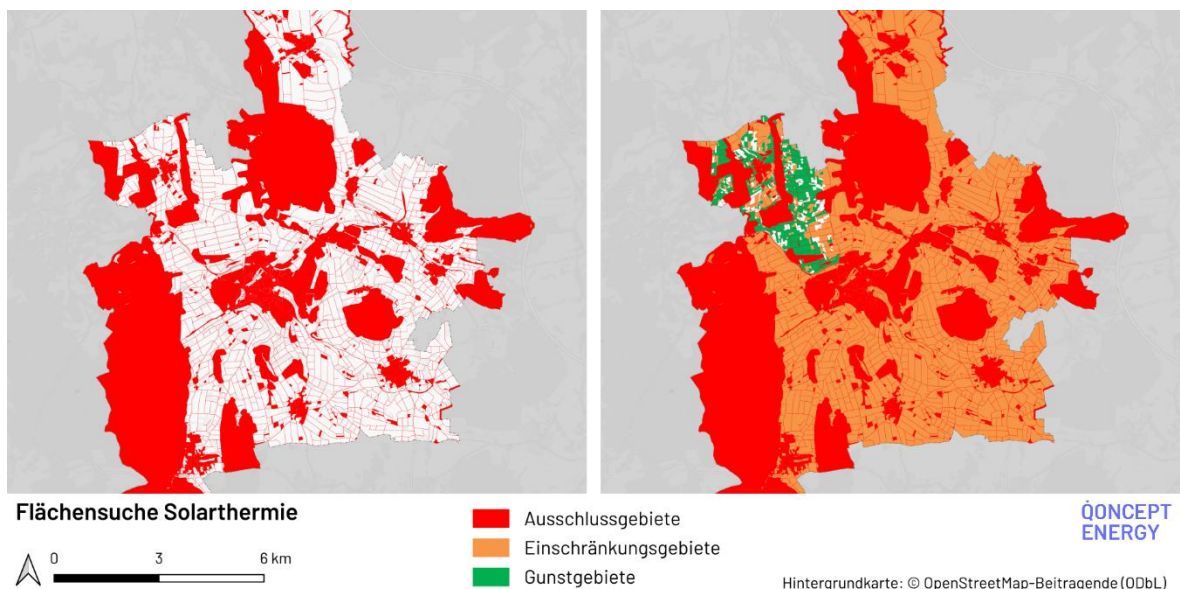


Abbildung 43: (links) Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Wolfhagen; (rechts) Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten

Das Flächenpotenzial für Wolfhagen ist in Abbildung 44 dargestellt. Es enthält nur die Gunstgebiete für große Solarthermieanlagen, gegenfalls mit Einschränkungen. Die Gesamtfläche

beträgt etwa 11 216 ha, davon entfallen 346 ha auf die Kategorie „Gunstgebiete ohne Einschränkungen“ und 3 039 ha auf die Kategorie „Gunstgebiete mit Einschränkungen“. Dabei ist die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen noch nicht berücksichtigt. Die Flächenauswahl kann als Anhaltspunkt bei der Planung neuer Wärmenetze dienen. Im Einzelfall müssen weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse oder Hindernisse auf den Flächen überprüft werden.

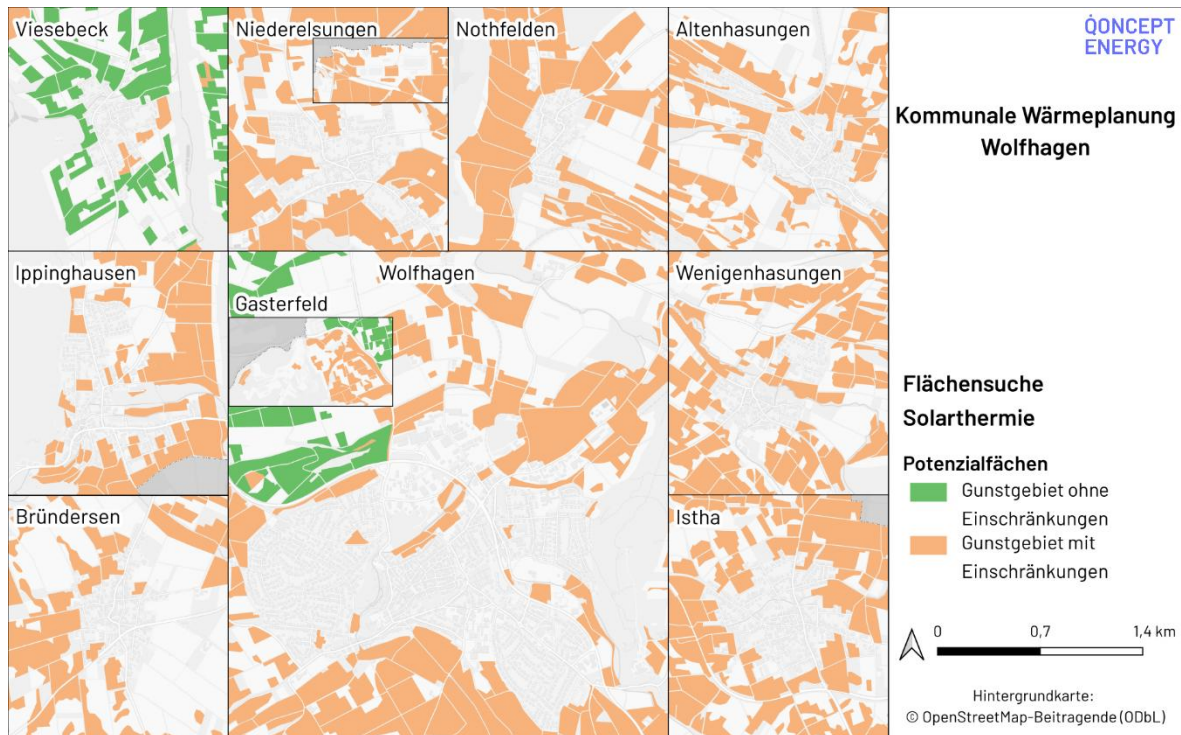


Abbildung 44: Flächen für Solarthermieanlagen nach Verschneidung

Auf der Fläche kann theoretisch ein sehr hohes solarthermisches Potenzial erschlossen werden, dessen gesamter Ertrag den Wärmebedarf der Stadt Wolfhagen weit übersteigt. Die Auswertung des Potenzials findet sich in Tabelle 16.

Grundsätzlich sollte die Installationsfläche das 1,5- bis 3-Fache der Kollektorfläche betragen. So können größere Abstände zwischen den Kollektorreihen die tolerierte Verschattung reduzieren und die Effizienz erhöhen. Die Verfügbarkeit von Flächen hängt zudem von konkurrierenden Nutzungsarten wie Wohnraum oder Landwirtschaft ab.

Wenn eine Solarthermieanlage auf die Sommerlast ausgelegt wird, sollte sie so dimensioniert werden, dass Wärmeüberschüsse an einstrahlungsreichen Tagen im Sommer gering gehalten oder vermieden werden.

Damit die Wärme der Sonne auch in der Nacht zur Verfügung steht, sind 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 etwa 15 % begrenzt, sodass der größte Teil der Wärme von weiteren Wärmeerzeugern bereitgestellt werden muss. Die konkreten Vorteile der Nutzung von Tagesspeichern hängen somit stark von den Bedingungen des Einzelfalls ab.

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 Freiflächenanlage geringer ausfallen. Das theoretische Potenzial ist in den folgenden Tabellen dargestellt:

Tabelle 16: Theoretisches Potenzial Solarthermie

Gebiet	Flächengröße in ha	Kollektorfläche brutto auf Frei- fläche 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 Ein- schränkungen	346	1,73	606	952
Gunstgebiet mit Einschrän- kungen	3.039	15,20	5.318	8.357

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/(m²·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/(m²·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 zu 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 ca. 1 000 MWh/a erwartet (Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V., 2023).

Tabelle 17: Theoretisches Potenzial Photovoltaik

Gebiet	Flächengröße in ha	Potenzial Installierte Leistung in MW _{peak}	Potenzial Ertrag in GWh/a
Gunstgebiet ohne Einschränkungen	346	346	346
Gunstgebiet mit Ein- schränkungen	3.039	3.039	3.039

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 sowie tierische), die zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt werden können. Bei der Potenzialanalyse wurden die lokalen Biomasseangebote auf dem beplanten Gebiet fokussiert.

Für die Erhebung des lokalen Biomassepotenzials wird die Studie „Innovative Konzepte und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Bioenergiedörfer – klimafreundlich, demokratisch, bürgernah“ (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen, 2022) herangezogen. In dieser Studie wurden verschiedenste Potenziale der Biomasse unter anderem für den gesamten Landkreis Kassel erhoben. Diese sind in folgender Tabelle in der Einheit tausend Tonnen Frischmasse (t FM) und Tonnen Trockenmasse (t TM) bzw. Kubikmeter Biogas (m³ Biogas) aufgeführt.

Tabelle 18: Biomassepotenziale des Landkreises Kassel

Biomasse	Potenziale
Rapsstroh	21.686 t FM/a
Körnermaisstroh	440 t FM/a
Gras aus Dauergrünlandflächen	160.557 t TM/a
Garten-/Parkabfälle	12.026.752 t FM/a
Biotonne	8.672 t FM/a

Waldrestholz unter stärkerer Berücksichtigung des Naturschutzes (WEHAM-Szenario)	42.462 t TM/a
Waldrestholz mit Holznutzungsmaximierung im Vordergrund (WEHAM-Szenario)	46.326 t TM/a
Großvieheinheiten umgerechnet in Biogas	61.573 m ³ Biogas/a

Einige der in obiger Tabelle aufgeführten Potenziale wurden zusätzlich in für die Energieerzeugung nutzbare Wärmemengen umgerechnet:

Biotonne

Über den Anteil der Einwohner der Stadt Wolfhagen an den Einwohnern des gesamten Landkreises (5,2 %) wird ein Teil des Gesamtpotenzials der Stadt Wolfhagen zugeordnet.

Nach dem Bericht „BioRest“ des Umweltbundesamtes 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 Nm³/t FM, wobei tendenziell eher 80–120 Nm³/t erzeugt werden. Das Biogas hat einen Brennwert von 5,0–7,5 kWh/Nm³. Demzufolge liegt das Potenzial der Erzeugung von Biogas aus Biogut und der anschließenden energetischen Nutzung bei 0,9 bis 2,0 GWh pro Jahr.

Aktuell wird ein Großteil der im Landkreis Kassel gesammelten Bioabfallmengen auf den Biokompostierungsanlagen in Hofgeismar und Fuldata bzw. in der Vergärungs- und Kompostierungsanlage in Lohfelden verarbeitet (Abfallentsorgung Kreis Kassel, 2021). Wolfhagen liegt im Einzugsbereich der Bioabfallvergärungs- und Kompostierungsanlage Lohfelden.

Garten- und Parkabfälle

Über den Anteil der Fläche der Stadt Wolfhagen an der Fläche des Landkreises (8,7 %) wird ein Teil des Gesamtpotenzials der Stadt Wolfhagen zugeordnet. Nach dem Bericht „BioRest“ liegt der Gasertrag bei krautigem Grüngut bei 60 bis 120 Nm³/t FM, wobei der Methananteil bei ca. 55 % und der Wassergehalt bei 50 % liegt (Umweltbundesamt, 2019). Bezogen auf den Methananteil (Brennwert Methan 11,06 kWh/Nm³) liegt der Brennwert bei 365 bis 730 kWh/t FM. Bei einer energetischen Nutzung über den Gasertragspfad entspricht das 0,3 bis 0,6 GWh pro Jahr.

Waldrestholz

Über den Anteil der Fläche der Stadt Wolfhagen an der Fläche des Landkreises (8,7 %) wird ein Teil des Gesamtpotenzials der Stadt Wolfhagen zugeordnet. Für beide Restholz-Potenziale („stärkere Berücksichtigung des Naturschutzes“ und „Holznutzungsmaximierung“) wird mit einem Brennwert von 5,2 MWh/(t TM) eine maximale Wärmemenge von 20,9 bzw. 27,7 GWh pro Jahr ermittelt.

Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG

Die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG betreibt eine Biogasanlage; das Biogas wird in sieben BHKWs verbrannt und die Wärme in verschiedene Nahwärmenetze eingespeist. Details werden in den Kapiteln 3.7.4 und 3.7.7 beschrieben. Für die Gewinnung des Biogases werden

folgende Substrate eingesetzt (Stand 2024): Gülle, Mais- /GPS- /Gras-Silagen, Getreide Zuckerrüben, Kartoffeln und Pferdemist. Der Anteil von Gülle und Mist beträgt ca. 55 %. Maissilage macht ca. 43 % der eingesetzten Substrate aus.

Landschaftspflegeholz

Im Rahmen des Projektes „Klimaresiliente Stadt-Umland-Kooperation. Kooperative Lösungen für eine lokale Wärmewende“ (Kuhrau & Stobbe, 2025) wurde die Bereitstellung von kommunaler holziger Biomasse (Landschaftspflegematerial) untersucht. Es wurden vertragliche Vereinbarungen über die Lieferung und die Nutzung des in der Kommune anfallenden Landschaftspflegeholzes mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG geschlossen. Über die Verfeuerung des aus der städtischen Landschaftspflege stammenden Brennstoffes in einer Kesselanlage soll gemäß der geschlossenen Kooperationsvereinbarungen eine Wärmeerzeugung von bis zu ca. 2,5 GWh pro Jahr ermöglicht werden. Die Wärme wird in das Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG eingespeist.

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, Stromerzeugung oder um Wärmepotenziale aus der Abfall- und Klärschlammverbrennung.

4.10.1 Industrielle Abwärme

Im ersten Schritt wurde die Plattform für Abwärme (§ 17 EnEfG) nach Einträgen von Unternehmen aus Wolfhagen durchsucht. Es sind keine Einträge vorhanden.

Eine darüber hinaus gehende direkte Ansprache einzelner Unternehmen durch das Klimaschutzmanagement hat ergeben, dass kein relevantes industrielles Abwärmepotenzial im Gebiet der Stadt Wolfhagen vorliegt.

4.10.2 Klärschlammverbrennung

Die thermische Behandlung 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 weiterhin betrachtet werden. Mit der Modernisierung der Kläranlage in Wolfhagen wird auch die Verarbeitung des anfallenden Klärschlammes neu organisiert. Wie die Umsetzung der Vorgabe zur Phosphorrückgewinnung in Wolfhagen konkret erfolgen wird, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abschließend festgelegt. Somit ist auch unklar, wie sich das auf die Nutzbarkeit des anfallenden Klärschlammes auswirkt.

4.10.3 Sperrmüll

Aus dem Abfallwirtschaftskonzept des Landkreises Kassel (Abfallentsorgung Kreis Kassel, 2021) geht hervor, dass die Erfassung von Sperrmüll differenziert durch Hol- und Bringsysteme erfolgt. Einrichtungsgegenstände (z. B. Möbel, Matratzen, Teppiche) werden im Holsystem auf Anforderung eingesammelt. Sperrmüll kann auch direkt zu den beiden Entsorgungszentren angeliefert werden.

Der mit Fahrzeugen eingesammelte Sperrmüll wird von einem privaten Entsorgungsunternehmen in Kassel sortiert und der Verwertung zugeführt. Das entzogene Holz wird in einem Kraftwerk in Kassel energetisch verwertet.

Die Sortierung des Sperrmülls könnte nach dem Abfallwirtschaftskonzept am Standort Hofgeismar durchgeführt werden. Dort könnte Holz aussortiert und vermarktet werden.

4.10.4 Restabfall

Aus dem Abfallwirtschaftskonzept des Landkreises Kassel (Abfallentsorgung Kreis Kassel, 2021) geht hervor, dass die Restabfälle je zur Hälfte in den Entsorgungszentren in Hofgeismar und Lohfelden umgeladen und zur Aufbereitungsanlage der Umweltdienste Bohn GmbH in Meißner-Weidenhausen (Werra-Meißner-Kreis) gebracht werden. Dort werden die Restabfälle vorbehandelt und dann zum überwiegenden Teil (87 %) im Heizkraftwerk der Papierfabrik bei Witzenhausen als Ersatz-brennstoff (EBS) verwertet.

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 Wolfhagen betrachtet. Dazu wurde das Marktstammdatenregister mit Stand vom 8.4.2025 herangezogen. Es wurden nur KWK-Anlagen mit Leistungen ab 50 kW betrachtet, für die der Standort veröffentlicht ist.

Die KWK-Anlagen zur Einspeisung in die Wärmenetze der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG und der Regionalwerke Wolfhager Land GmbH sind im Kapitel 3.7.7 beschrieben. Darüber hinaus gibt es eine mit Erdgas betriebene KWK-Anlage mit einer thermischen Leistung von 122 kW am Seniorenzentrum Wolfhagen in der Karlsstraße. Die Anlage wurde 2015 in Betrieb genommen und wird durch die Stadtwerke Wolfhagen GmbH betrieben.

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 eine Transportleitung Werne–Eisenach vor. Für den Anschluss von Wolfhagen an das Wasserstoffkernnetz wurde von der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) mit dem vorläufigen Projektträger Thyssengas H2 GmbH

eine Absichtserklärung vereinbart. Im nächsten Schritt soll eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, um mögliche Trassenverläufe zu identifizieren.

Die Firma BLG Project GmbH verfolgt die Vision eines „Hydrogen Valley“, die die Umwandlung lokal erzeugten erneuerbaren Stroms in Wasserstoff beinhaltet. Aktuell liegt der Fokus jedoch auf der Errichtung von Stromerzeugungsanlagen. Konkrete Vorhaben zur Errichtung von Elektrolyseuren gibt es noch nicht. Als möglicher Standort für Elektrolyse wird das Gewerbegebiet in Niederelsungen in Erwägung gezogen.

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 m³. 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:** Entweder große abgedeckte Erdbecken mit geringer Bautiefe oder flächensparende Stahl-Beton-Tanks 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:** 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 eher für Netze mit niedriger Vorlauf-temperatur.

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 die Wärmebedarfsentwicklung der Stadt Wolfhagen bis zum Zieljahr 2045 geschätzt. Dabei wurde auch das Potenzial der Wärmebedarfsreduktion bis zum Zieljahr ermittelt. 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 Wolfhagen von einer Wärmebedarfsreduktion von 19 % ausgegangen.

Schwerpunkte für die Wärmeerzeugung, die später auch im Ausbauszenario für die Wärmenetze eine besondere Rolle spielen, werden in der Verbrennung von Biomasse (Biogas, Holz-Hackschnitzel) und Großwärmepumpen gesehen. Insbesondere der Abfluss der Kläranlage, die Umgebungsluft 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 19: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher

Wärmequelle	Einschätzung/Potenzial in GWh/a
Oberflächennahe Geothermie	Flächenscreening zeigt Potenzialflächen
Tiefe Geothermie	Vorhanden; gegebenenfalls vertiefende Studien notwendig
Grundwasser	Vorhanden; gegebenenfalls vertiefende Studien notwendig
Oberflächengewässer	Kein Potenzial
Umgebungsluft	Flächenscreening zeigt Indikationen für Potenzialflächen
Abwasser	Kläranlage Wolfhagen: 9,4-19,1 GWh/a
Solarthermie	Flächenscreening zeigt Potenzialflächen

Biomasse	Potenziale für Biogas und feste Biomasse (primär Landschaftspflegeholz und Waldrestholz). Zum Teil bereits im Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG eingesetzt.
Unvermeidbare Abwärme	Kein Potenzial
Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase	Ggf. Anschluss an überregionale Transportleitung. Pläne für lokale Elektrolyse, Potenzial zurzeit nicht quantifizierbar.

5 Eignung für Wärmenetze

Das Planungsgebiet wurde nach § 18 und § 19 WPG auf die Eignung für Wärmenetze im Zieljahr geprüft. Hierbei wurde in den Ortsteilen unterschiedlich vorgegangen. In der Kernstadt Wolfhagen gibt es bereits das bestehende Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG. Für dieses wurde ein Bereich für einen potenziellen Ausbau definiert. Davon abgegrenzt wurde ein Gebiet für den potenziellen Neubau eines Wärmenetzes mit Versorgung aus der Kläranlage Wolfhagen.

In den weiteren Stadtteilen wurden ebenfalls Gebiete für den potenziellen Neubau von Wärmenetzen identifiziert. Die Zuschneidung der Gebiete ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Dabei handelt es sich, insbesondere in der Kernstadt Wolfhagen, um zunächst fiktive Begrenzungen der Netzgebiete, die vorgenommen wurden, um eine technische und ökonomische Bewertung von Wärmenetzscenarien vorzunehmen. Eine weitere Detaillierung von potenziellen Wärmenetzgebieten in der Kernstadt Wolfhagen sollte unmittelbar im Anschluss an die Wärmeplanung erfolgen (vgl. Kapitel 9.2 und 9.3).

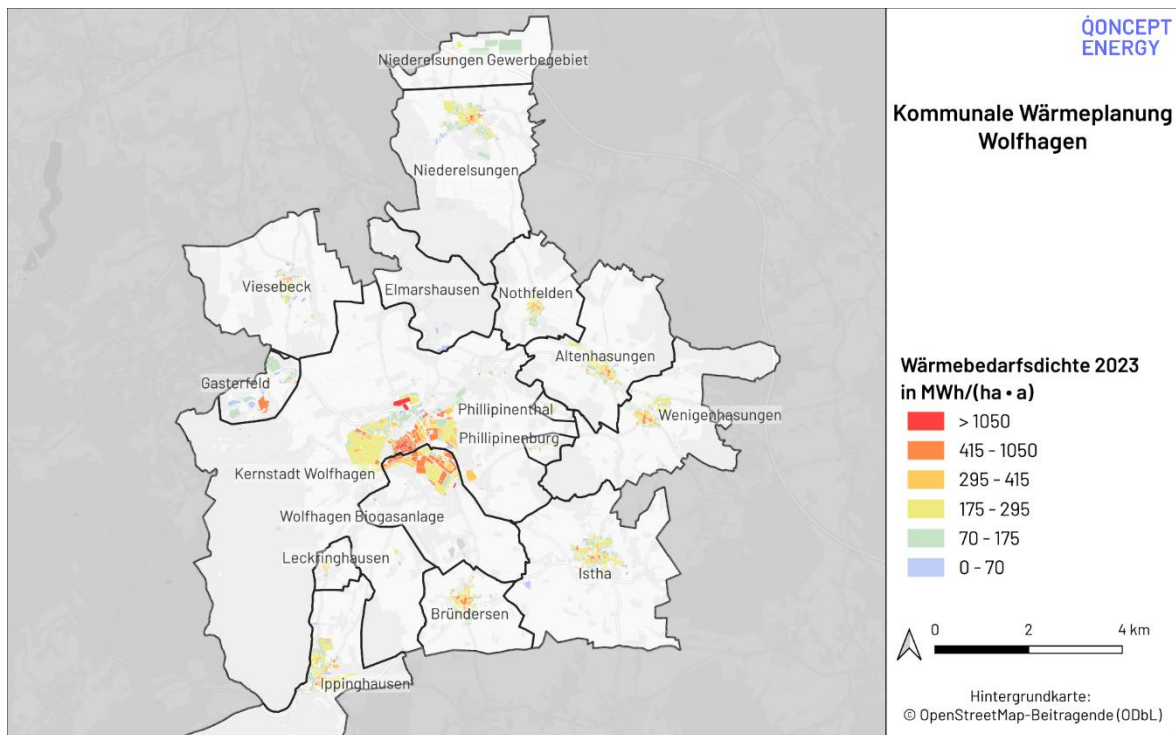


Abbildung 45: Geografische Einteilung für potenzielle separate Wärmenetzgebiete

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 Wärmenetzscenarien zunächst das Kriterium wettbewerbsfähiger Wärmegestehungskosten geprüft wird.

Im Folgenden wird zunächst die allgemeine Vorgehensweise zur Identifikation von Netzgebieten beschrieben (Kapitel 5.1). Für das Netzgebiet „Kernstadt Wolfhagen“ werden im Anschluss die Kalkulation vorläufiger Wärmegestehungskosten, die darauf aufbauende Auslegung von Erzeugungsvarianten und eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dargestellt (Kapitel 5.2). In diesem Zusammenhang wird das bereits bestehende Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG separat betrachtet (Kapitel 5.3). Für die weiteren Stadtteile wurden vereinfachte, auf Indikatoren basierende Bewertungen der Wärmenetzscenarien vorgenommen (Kapitel 5.4). Schließlich werden die Ergebnisse in eine kartografische Darstellung der Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG überführt (Kapitel 5.5).

5.1 Entwicklung von Netzausbauszenarien

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

- **Öffentliche Gebäude:** 100 % Anschlussquote. Für Gebäude im Eigentum der Stadt wird ein besonderes Anschlussinteresse vermutet, 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 wird unterstellt, dass Eigentümer von Gebäuden mit geringem Wärmebedarf häufiger alternative Einzelversorgungslösungen (z. B. Wärmepumpen) wählen und daraus niedrigere Anschlussraten resultieren.
- **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 Wärmelinienlängen auf Straßenzugebene wurden die Wärmebedarfe und Hausanschlussleitungslängen mit der Anschlussrate 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 Wärmelinienlänge (Grenzwärmelinienlänge) und maximiert den potenziellen Wärmeabsatz bei möglichst minimalen Leitungslängen. Die Straßenzüge werden dazu nicht einfach über die Grenzwärmelinienlänge ausgewählt, sondern der Algorithmus ermittelt direkt ein zusammenhängendes Wärmenetz.

5.2 Kernstadt Wolfhagen

In Wolfhagen existiert bereits das durch die Biogasanlage versorgte Wärmenetz. Wie zuvor beschrieben, wurde für dieses ein eigenes Ausbaugelände definiert (vgl. Kapitel 5.3). Davon abgegrenzt wird hier ein potenzielles neues Wärmenetz betrachtet. Als fester Startpunkt für das potenzielle neue Netz wurde die Kläranlage angenommen, da hier ein erhebliches Potenzial für die Einspeisung erneuerbarer Wärme vorliegt (vgl. Kapitel 4.7). Es wurden sechs Wärmenetzvarianten mit Variation der Grenzwärmelinienlänge von 1 000 bis 1 750 kWh/(m·a) erstellt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 20: Kenngrößen für Netzausbauplanvarianten

Wärmenetzscenario Grenzwärmelinienlänge in kWh/(m·a)	1.750	1.600	1.500	1.300	1.100	1.000
Trassenlänge (Transport u. Hausanschlüsse) in km	4,4	4,6	5,1	5,5	6,1	6,2
Wärmebedarf 2025 in MWh/a	8,7	9,1	9,7	10,4	11,0	11,1
Wärmebedarf 2045 in MWh/a	7,3	7,6	8,2	8,7	9,2	9,4

Durchschnittliche Wärmeliniendichte 2045 in kWh/(m-a)	1.656	1.633	1.600	1.560	1.510	1.491
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	103	112	134	152	174	180

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 47 ablesbar ist. Für Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen wurden die Kostenfunktion aus Abbildung 46 bzw. Abbildung 48 herangezogen. Angenommen wurde weiterhin eine BEW-Förderung, Modul 2, des Ausbauprojekts in Höhe von 40 %. Weitere Annahmen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 21: 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

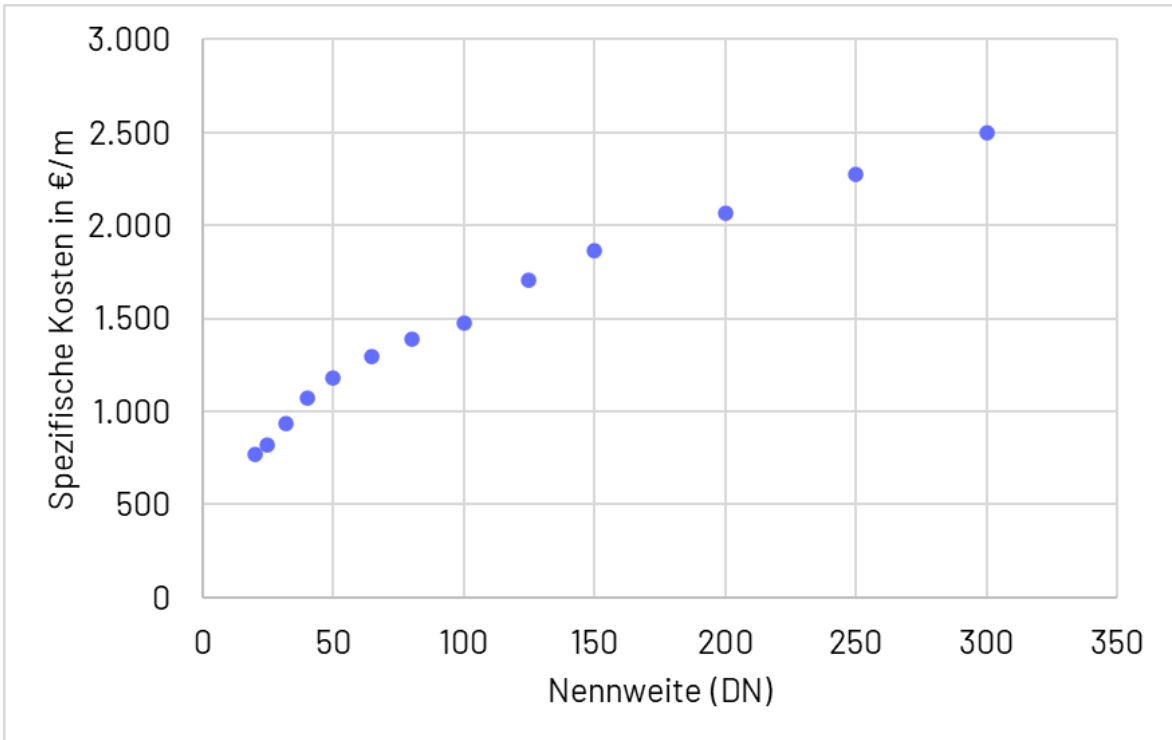


Abbildung 46: Kostenannahmen für Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite

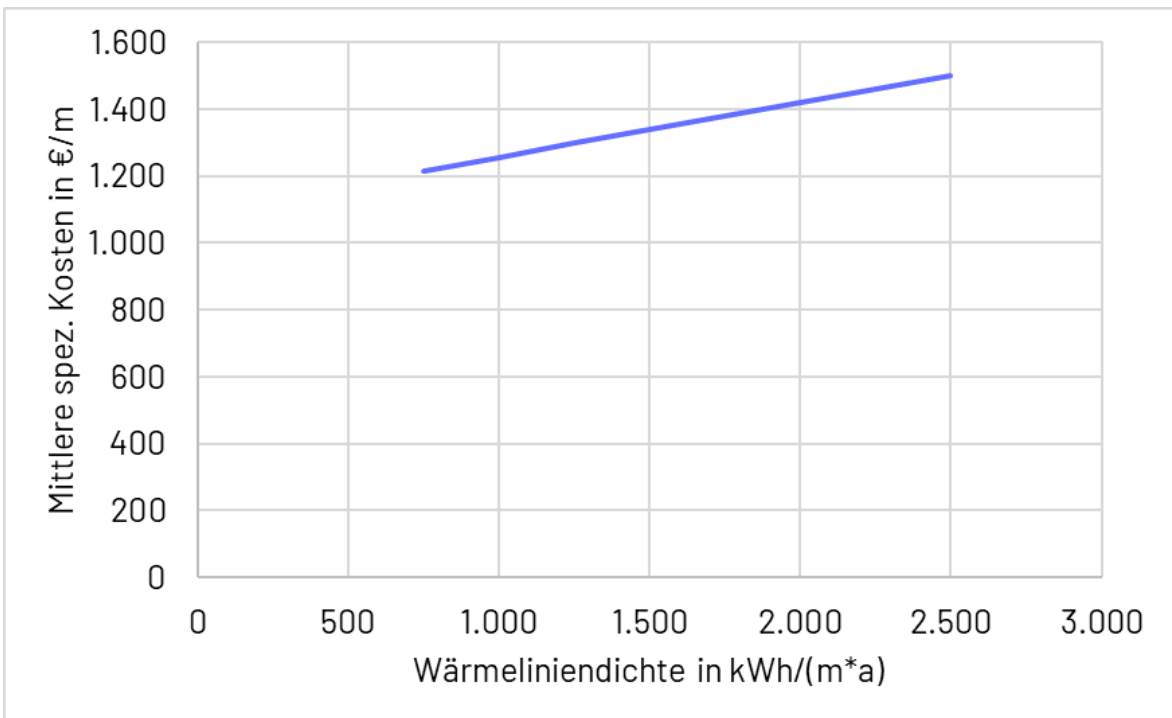


Abbildung 47: Kostenannahmen für Transportleitungen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Wärmeliniedichte

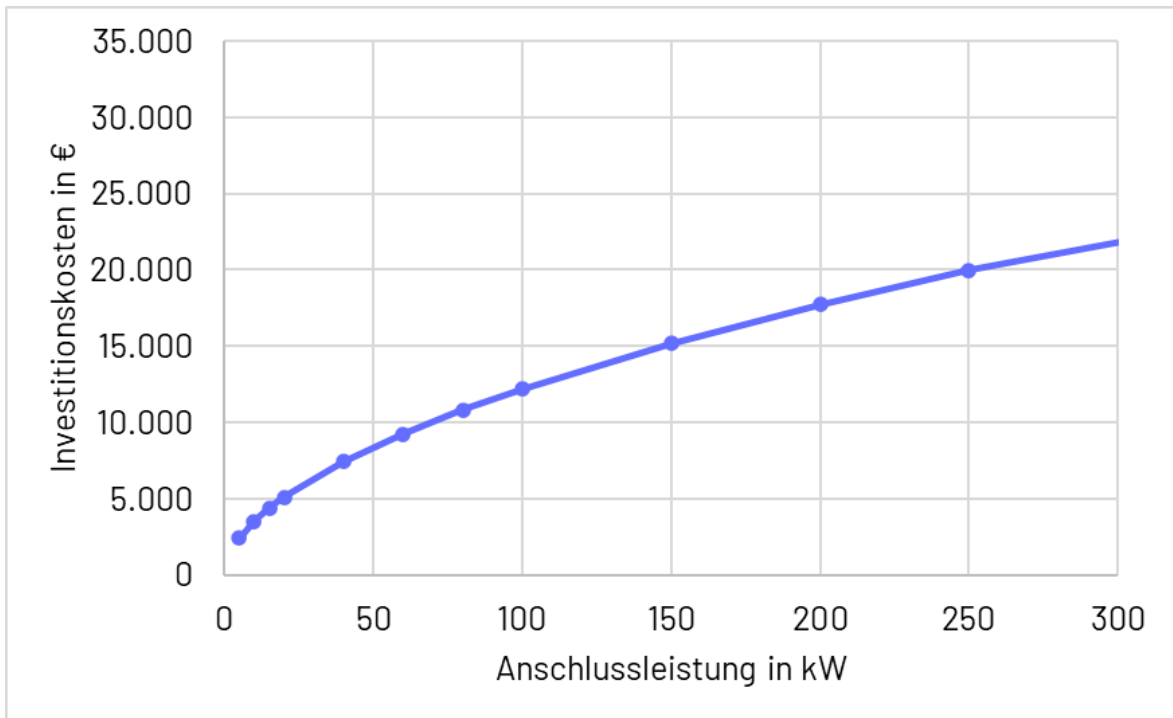


Abbildung 48: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung

Die ermittelten Kosten für die Wärmenetzzenarien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Diese umfassen nur das Wärmenetz und die Übergabestationen. Die Investitionskosten für die Wärmeerzeugung sind an dieser Stelle noch nicht kalkuliert. Zusätzlich zu den in den Diagrammen angegebenen Kostenannahmen wurden jeweils Aufschläge für Planung und Unvorhergesehenes in Höhe von insgesamt 15 % angesetzt.

Tabelle 22: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien

Netto-Investitionskosten in Mio. €	1.750	1.600	1.500	1.300	1.100	1.000
Transportleitungen	5,8	6,1	6,6	7,2	7,8	8,0
Hausanschlussleitungen	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2
Hausanschlussstationen	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
Summe	7,5	7,9	8,6	9,4	10,2	10,4
Förderung BEW (40 %)	-2,9	-3,0	-3,3	-3,6	-3,9	-4,0
Summe nach Förderung	4,6	4,9	5,3	5,8	6,3	6,4

Mit der LCOH-Methode (Levelized Cost of Heat) wurden über einen Zeitraum von 20 Jahren die Wärmegestehungskosten für alle Netzvarianten berechnet. Dabei wurden zunächst, wie oben beschrieben, für alle Varianten die gleichen Wärmeerzeugungskosten von 80 €₂₀₂₅/MWh angesetzt. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung dargestellt. In dieser ist ein höherer Wert für die Bedarfskosten dargestellt. Das liegt daran, dass die Gesamtkosten in der Abbildung nominal dargestellt sind und zudem auch die Wärmeverteilverluste berücksichtigt sind.

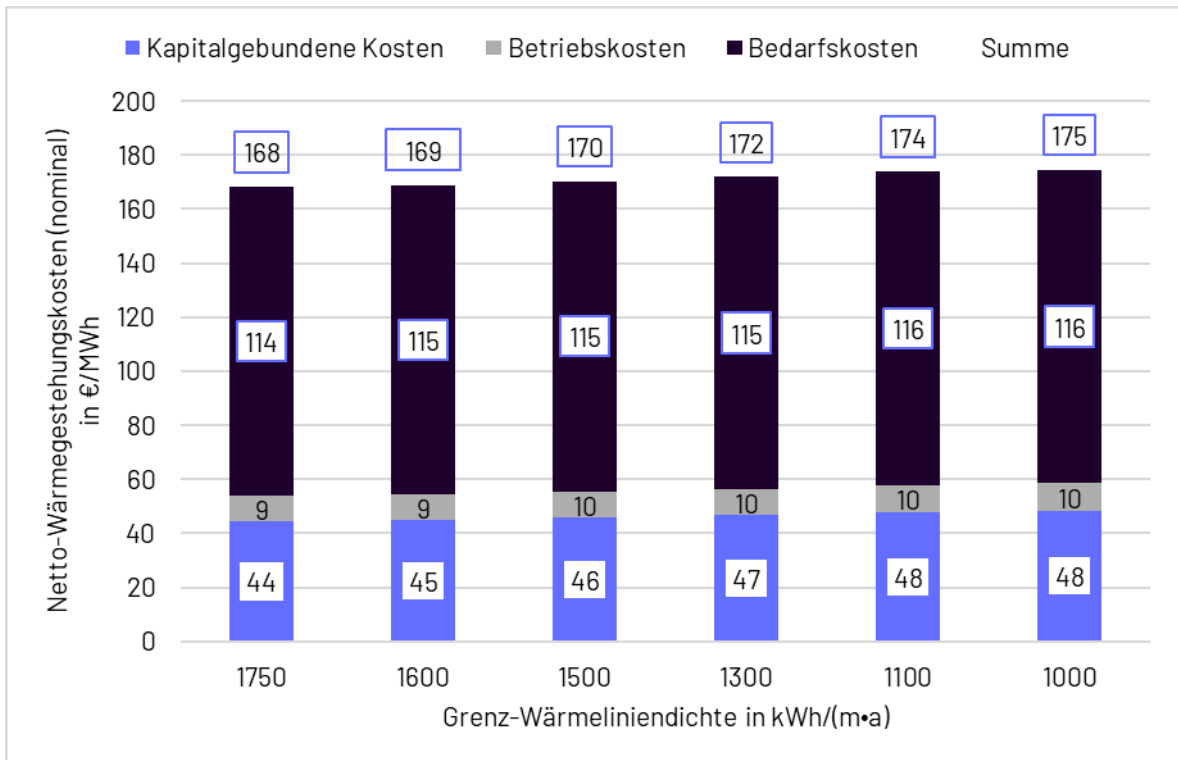


Abbildung 49: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80 €/MWh Erzeugungskosten

Im Ergebnis zeigt sich, dass alle Netzausbauszenarien im Bereich zwischen 16,8 und 17,5 ct/kWh liegen. Erwartungsgemäß nehmen die Wärmegestehungskosten mit abnehmender Wärmelinienendichte zu. Ein Wärmenetz ist für potenzielle Kunden vor allem dann attraktiv, wenn die Wärmepreise des Netzes nicht höher sind als die Wärmeversorgungskosten einer dezentralen Wärmeherzeugungslösung durch den Kunden. Daher werden im nächsten Kapitel als Vergleich Wärmegestehungskosten für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen kalkuliert.

5.2.2 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung

Bevor im weiteren Verlauf die Möglichkeiten für dezentrale Wärmeherzeugung dargestellt werden, sollen zunächst einige grundlegende Aspekte und Rahmenbedingungen erläutert werden.

Der Anreiz für einen Netzanschluss ergibt sich 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 und eine höhere Versorgungssicherheit durch das Wärmenetz.

Für die dezentrale Wärmeversorgung stehen in Kommunen mit bis zu 100 000 Einwohnern gemäß § 71 GEG ab 1.7.2028 nur noch bestimmte Optionen zur Verfügung. Nach dem Gesetz dürfen Heizungsanlagen in Gebäuden „zum Zweck der Inbetriebnahme“ nur dann eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. Diese Vorgabe gilt

gleichermaßen für Heizungsanlagen, die Wärme in ein sogenanntes Gebäudenetz einspeisen. Die maßgeblichen 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 Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen betrieben. Das zentrale Förderinstrument für deren Einbau ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Die aktuell geltenden Förderbedingungen und Förderbestandteile sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 23: Annahmen für Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand 1.12.2025

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	
Grundförderung	30 % Investitionskostenzuschuss
Klimageschwindigkeitsbonus	Nur bei selbstgenutzten Gebäuden bzw. Wohneinheiten und bei Austausch einer bestehenden Öl-, Kohle-, Gas-Etagen-, oder Nachtspeicherheizung oder einer mindestens 20 Jahre alten Gasheizung
	Bis Ende 2028 = 20 %
	2029–2030 = 17 %
	2031–2032 = 14 %
	2033–2034 = 11 %
	2035–2036 = 8 %
Wärmepumpen-Effizienzbonus	5 % bei S/W-Wärmepumpen, W/W-Wärmepumpen sowie Wärmepumpen mit natürlichem Kältemittel
Einkommensbonus	30 % nur bei selbstgenutzten Wohneinheiten und einem Haushaltsjahreseinkommen von maximal 40.000 €
Emissionsminderungs-Zuschlag	2.500 € pauschal für besonders effiziente Biomasseheizungen (Staubemissionsgrenzwert: 2,5 mg/m ³)
Maximal förderfähige Kosten	30.000 € für die 1. Wohneinheit
	15.000 € für die 2. bis 6. Wohneinheit
	8.000 € ab der 7. Wohneinheit

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 Wolfhagen 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 Technik-katalog Wärmeplanung (Ortner, Paar, Johannsen, & Mellwig, 2024) 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:

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

Dabei gilt:

- LCoH = Levelized Cost of Heat in €/kWh
- CapExt = Investitionskosten im Jahr t in €
- SEt = Investitionskostenförderung im Jahr t in €
- T = Betrachtungszeitraum in Jahren (a)
- OpExt = Wartungs- und Betriebskosten im Jahr t in €
- Heatt = Erzeugte Wärme im Jahr t in kWh
- r = Diskontierungssatz in %

Für die Referenzszenarien wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- 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:
 - Wärmepumpen: 2 500 Vollbenutzungsstunden; 8 kW (Einfamilienhaus); 64 kW (Mehrfamilienhaus)
 - Andere Wärmeerzeuger: 1 600 Vollbenutzungsstunden; 12,5 kW (Einfamilienhaus); 100 kW (Mehrfamilienhaus)

Die Investitionskosten wurden aus dem Technikcatalog zur 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 30.000 € und im Mehrfamilienhaus (12 Wohneinheiten) auf maximal 153.000 € förderfähige Kosten begrenzt ist.

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

- Wärmepumpen: 18 Jahre Lebensdauer und 2,5 %/a Betriebskosten
- Gas-Brennwertgeräte: 20 Jahre Lebensdauer und 3,0 %/a Betriebskosten
- Heizökessel: 20 Jahre Lebensdauer und 3,5 %/a Betriebskosten
- Pelletkessel: 15 Jahre Lebensdauer und 6,0 %/a Betriebskosten

Die Jahresnutzungsgrade der Wärmeerzeuger wurden wie folgt angesetzt:

- Wärmepumpen: 3,0 im Einfamilienhaus; 2,5 im Mehrfamilienhaus
- Gas-Brennwertgeräte: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Heizökessel: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pelletkessel: 90 %

Der Jahresnutzungsgrad der Wärmeerzeuger wurde wie folgt angesetzt:

- Wärmepumpen: 3,0 im Einfamilienhaus; 2,5 im Mehrfamilienhaus
- Gas-Brennwertgeräte: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Heizökessel: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pelletkessel: 90 %

Die Energiepreise und ihre zukünftige Entwicklung sowie die CO₂-Preisannahmen wurden anhand der Ariadne-Analyse festgelegt. Zwischen den dort aufgeführten Bezugsjahren erfolgte eine lineare Interpolation. Für die Berechnung der Wärmepumpen wurde der reguläre Haushaltsstromtarif und somit kein spezieller Wärmepumpenstromtarif verwendet. Die CO₂-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.

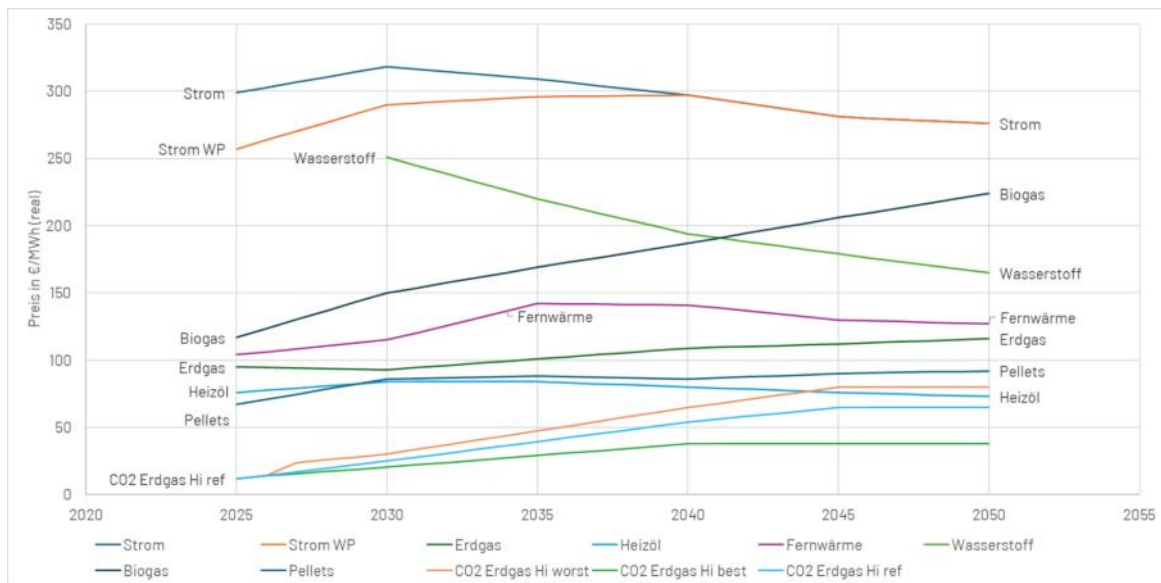


Abbildung 50: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse

Die in der Abbildung dargestellten Werte beziehen sich auf reale Preisniveaus des Jahres 2024. Für die Berechnung der zukünftigen jährlichen Kosten erfolgte anschließend eine Anpassung anhand der unterstellten Inflationsrate.

Die zuvor dargestellten Randbedingungen bilden die Grundlage der Referenzszenarien. Die daraus abgeleiteten Wärmegegestehungskosten (LCoH) der untersuchten Wärmeerzeuger sind in Abbildung 51 für Einfamilienhäuser und in Abbildung 52 für Mehrfamilienhäuser dargestellt.

Im Einfamilienhaus weist die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit etwa 217 €/MWh die günstigsten Wärmegegestehungskosten (LCoH) auf. Der Pelletkessel stellt mit etwa 285 €/MWh die kostenintensivste Variante dar. Öl- und Gasheizungen zeichnen sich zwar durch vergleichsweise geringe Investitions- und Betriebskosten aus, weisen jedoch deutlich höhere Energieträgerkosten auf als Wärmepumpen oder Pelletanlagen. Beim Pelletkessel sind die variablen Brennstoffkosten zwar relativ niedrig, dem stehen jedoch hohe Investitionskosten sowie erhöhte laufende Betriebskosten gegenüber.

Im Mehrfamilienhaus bleibt die Wärmepumpe ebenfalls die wirtschaftlichste Option mit Wärmegegestehungskosten (LCoH) von etwa 186 €/MWh. Die übrigen Heizsysteme bewegen sich mit etwa 190 bis 200 €/MWh in einem ähnlichen Kostenbereich. Der im Vergleich zum Einfamilienhaus geringere Kostennachteil des Pelletkessels ist vor allem auf die zugrunde gelegten Kostenfunktionen zurückzuführen: Bei kleineren Anlagen steigen die spezifischen Investitionskosten für Pelletkessel überproportional zu anderen Wärmeerzeugern an, wodurch sich ihre Kostenposition im Einfamilienhaus relativ zum Mehrfamilienhaus verschlechtert.

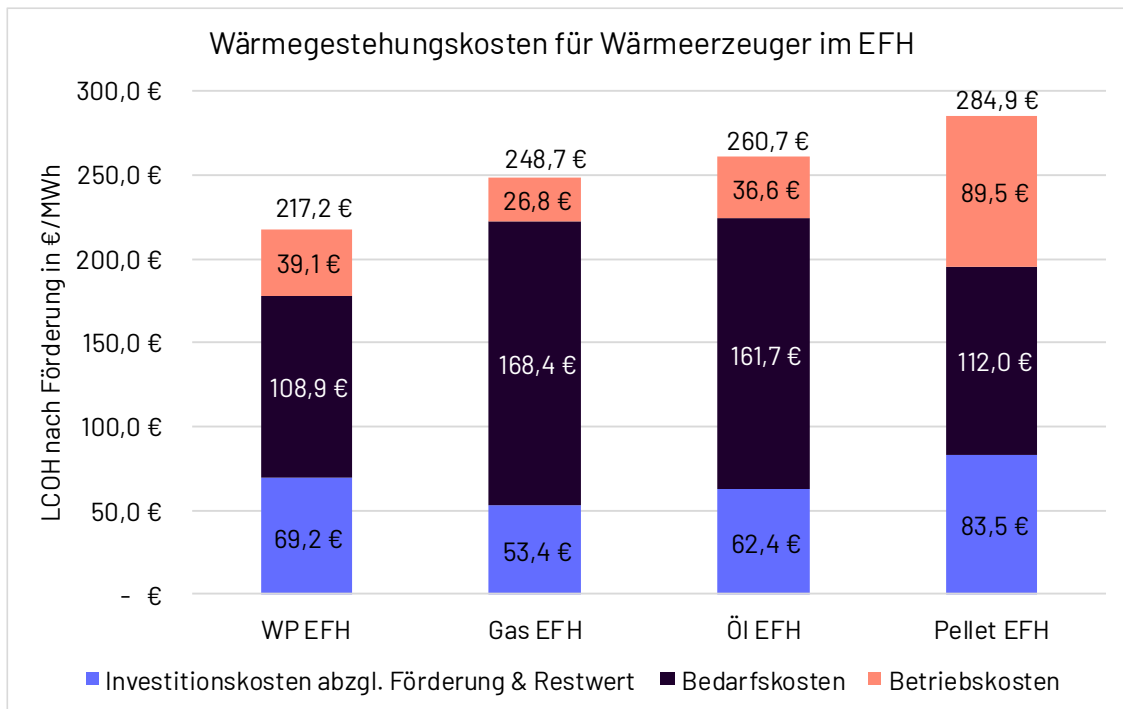


Abbildung 51: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für unterschiedliche Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

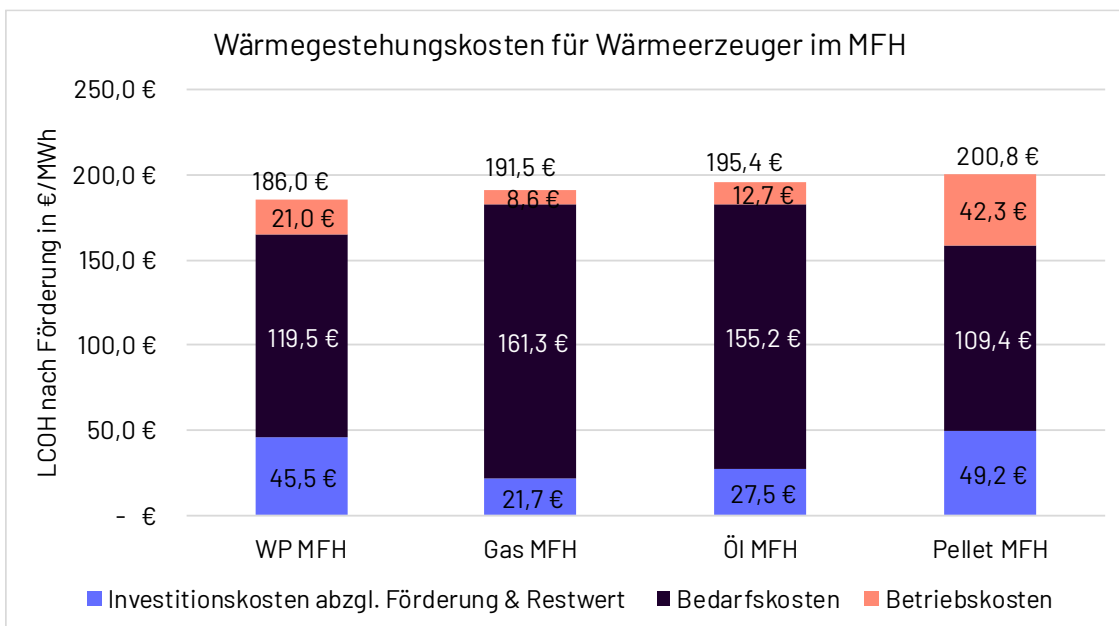


Abbildung 52: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus

Aufgrund der Vielzahl der in der Kalkulation berücksichtigten Parameter ist in der Praxis von einer größeren Bandbreite tatsächlicher Wärmegestehungskosten auszugehen. Wesentliche Einflussgrößen sind die anbieterspezifischen Preisunterschiede bei den Investitionskosten sowie die zukünftige Entwicklung der Strompreise. Entsprechend können sich je nach Gebäude und Rahmenbedingungen sowohl niedrigere als auch höhere Versorgungskosten ergeben. Der hier dargestellte Kostenvergleich der Referenzszenarien dient daher als erste wirtschaftliche Einordnung.

Vor diesem Hintergrund wurde eine tiefere Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der zentrale Einflussparameter gegenüber dem Referenzszenario variiert wurden:

- Diskontierungsfaktor: 3 %/a bis 6 %/a
- Investitionskosten: 90 % bis 120 % der Referenzwerte
- Förderung der Investition:
 - 30 % bis 35 % Wärmepumpen im Mehrfamilienhaus (Deckelung: 12 Wohneinheiten)
 - 30 % bis 55 % Wärmepumpen im Einfamilienhaus (Deckelung: 1 Wohneinheit)
 - 0 % bis 30 % Pelletkessel
- Lebensdauer: 16 bis 20 Jahre
- Nutzungsgrad bzw. Jahresarbeitszahl (JAZ): 85 % bis 95 % für Gas und Heizöl; 80 % bis 90 % für Pellets; 2,5 bis 3,5 bei Wärmepumpen im Einfamilienhaus; 2,0 bis 3,5 bei Wärmepumpen im Mehrfamilienhaus
- Betriebskosten: 2,0 %/a bis 3,0 %/a für Wärmepumpen; 2,5 % bis 3,5 % für Gas und Heizöl; 4 %/a bis 8 %/a für Pellets
- Energiepreisentwicklung gemäß Ariadne-Analyse mit Variation des Ausgangswertes 2025 sowie anschließender Skalierung mit konstantem Faktor:
 - Strom: 250 €/MWh bis 350 €/MWh (Skalierung 99 % bis 101 %)
 - Gas: 90 €/MWh bis 110 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)
 - Öl: 70 €/MWh bis 90 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)
 - Pellets: 60 €/MWh bis 80 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)

Für jede variierte Einflussgröße wurden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zehn Berechnungen durchgeführt. 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 werden im Folgenden anhand von Kastendiagrammen dargestellt.

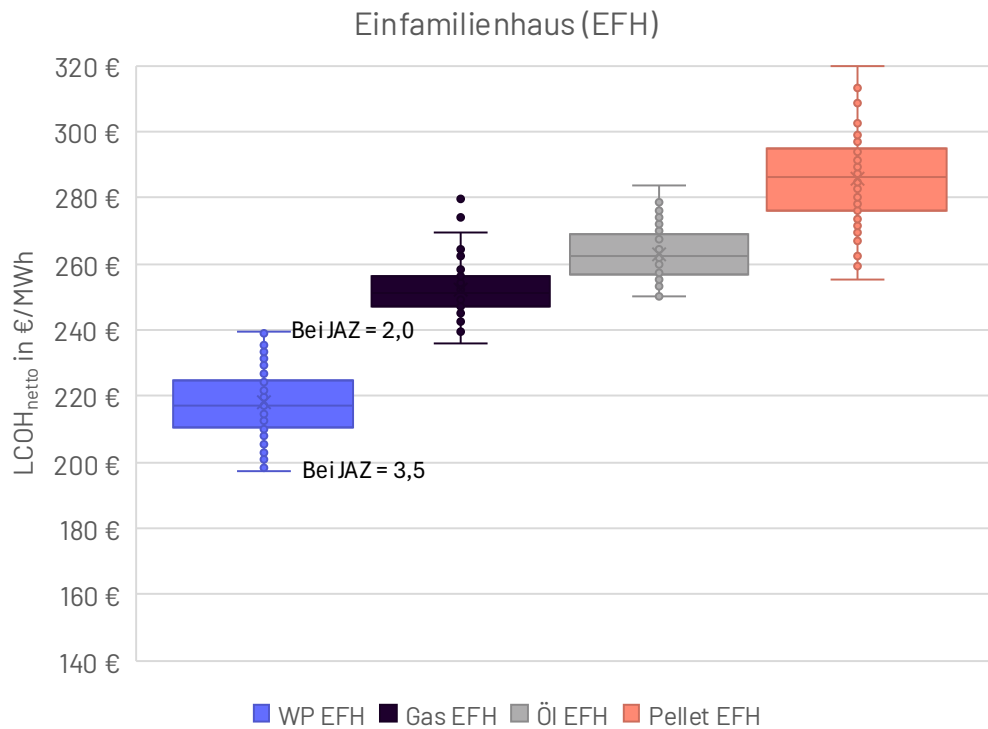


Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

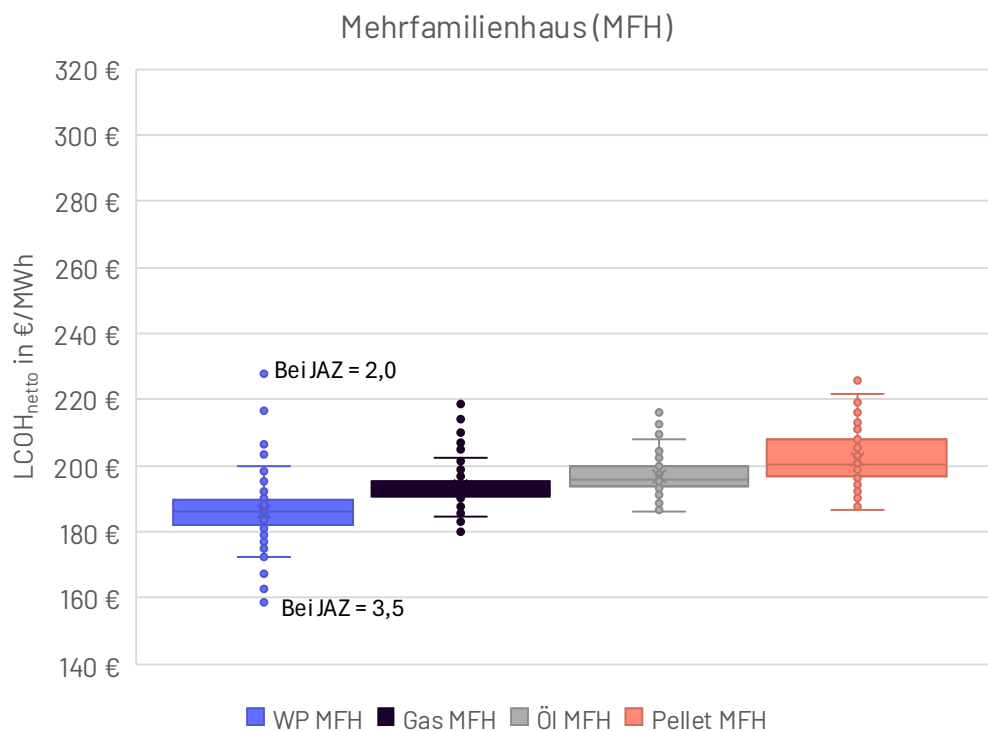


Abbildung 54: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus

In den Ergebnissen ist eine Bandbreite zu erkennen, innerhalb derer sich die Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Varianten voraussichtlich bewegen. Gleichzeitig

zeigen sich in Einzelfällen signifikante Abweichungen. Besonders sensitiv wirkt sich die Entwicklung der Energiepreise aus, die bei Gas- und Ölheizungen maßgeblich zu den oberen Ausreißern führt. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zudem die Jahresarbeitszahl (JAZ) ein entscheidender Einflussfaktor.

Der niedrigste ermittelte Medianwert von etwa 19 ct/kWh (netto) kann als Orientierungswert für einen wettbewerbsfähigen Wärmenetzpreis herangezogen werden. Die Wärmegegostehungskosten des priorisierten Wärmenetzes sollten folglich unter diesem Wert oder zumindest nicht wesentlich darüber liegen.

Da die Wärmegegostehungskosten dezentraler Wärmeversorgungssysteme aufgrund der Vielzahl relevanter Einflussfaktoren mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet sind, sollten die konkreten lokalen Rahmenbedingungen vor einer endgültigen Investitionsentscheidung für einen Wärmenetzausbau ortsspezifisch 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 verschiedene Varianten für die Wärmeerzeugung in netzgebundenen Systemen unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse ermittelt. Aus den in Kapitel 5.2.1 dargestellten Wärmenetzscenarien wurde das Szenario mit einer Grenz-Wärmeliniendichte von 1750 kWh/(m·a) ausgewählt. Das Ergebnis der voraussichtlichen Wärmegegostehungskosten für dieses Szenario deutet auf eine sehr gute Konkurrenzfähigkeit zu dezentralen Wärmeversorgungsalternativen hin. Das Wärmenetz weist folgende Indikatoren auf:

Tabelle 24: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung der Ausbauvarianten

Wärmenetzscenario Grenz-Wärmeliniendichte in kWh/(m·a)	Wert	Einheit
Trassenlänge (Transportleitung und Hausanschlüsse)	4,4	km
Wärmebedarf 2025	8,7	GWh/a
Wärmebedarf 2045	7,2	GWh/a
Durchschnittliche Wärmeliniendichte 2045	1.656	kWh/(m·a)
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	103	Stück
Anteil am Gesamtwärmebedarf 2045	6,8	%
Investitionskosten Wärmenetz	7,5	Mio. €
Investitionskosten Wärmenetz nach Förderung	4,6	Mio. €

Für dieses Wärmenetzkonzept wurden im dritten Schritt mehrere Erzeugerkonzepte entwickelt und im Detail ausgelegt, simuliert und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet.

Die Erzeugervarianten wurden anhand der Bewertungskriterien aus § 18 Absatz 1 WPG miteinander verglichen. Als Ergebnis lag ein priorisiertes Erzeugerkonzept für das Ziel-Wärmenetz vor.

Das weitere Verfahren zum Erzeugerportfolio wird in den folgenden Kapiteln detailliert erläutert.

1. Erzeugerauslegung

Aufbauend auf der Potenzialanalyse wurden vier verschiedene Erzeugerkonzepte für das Wärmenetzkonzept im Detail betrachtet. Zwei Konzepte basieren zentral auf einer Großwärmepumpe an der städtischen Kläranlage. In der ersten Variante wird die Kläranlagen-Wärmepumpe für Grund- und Mittellast eingesetzt. In der zweiten Variante wird die Mittellast durch einen Biomasse-Kessel substituiert. Auch in den Varianten drei und vier kommt Biomasse zum Einsatz, jeweils ergänzt durch eine Luft-Wärmepumpe (Variante 3) und eine solarthermische Anlage (Variante 4). In allen Varianten wird zur Deckung der Spitzenlast ein Gaskessel vorgesehen (< 10 % der Gesamt-Wärmeeinspeisung). Die Varianten sind hier kurz zusammengefasst.

- Variante 1 (AWP+Gas):
 - Grund- und Mittellast: Abwasser-Wärmepumpe Kläranlage
 - Spitzenlast: Gaskessel
- Variante 2 (AWP+BM+Gas):
 - Grundlast: Abwasser-Wärmepumpe Kläranlage
 - Mittellast: Biomasse-Kessel
 - Spitzenlast: Gaskessel
- Variante 3 (LWP+BM+Gas):
 - Grundlast: Luft-Wärmepumpe
 - Mittellast: Biomasse-Kessel
 - Spitzenlast: Gaskessel
- Variante 4 (ST+BM+Gas):
 - Sommerlicher Wärmebedarf: Solarthermie
 - Grund- und Mittellast: Biomasse-Kessel
 - Spitzenlast: Gaskessel

Für die Berechnung der Szenarien wurde angenommen, dass das Wärmenetz ab dem Jahr 2030 bis zum Jahr 2034 errichtet wird. Die folgende Abbildung stellt den angenommenen Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge dar.

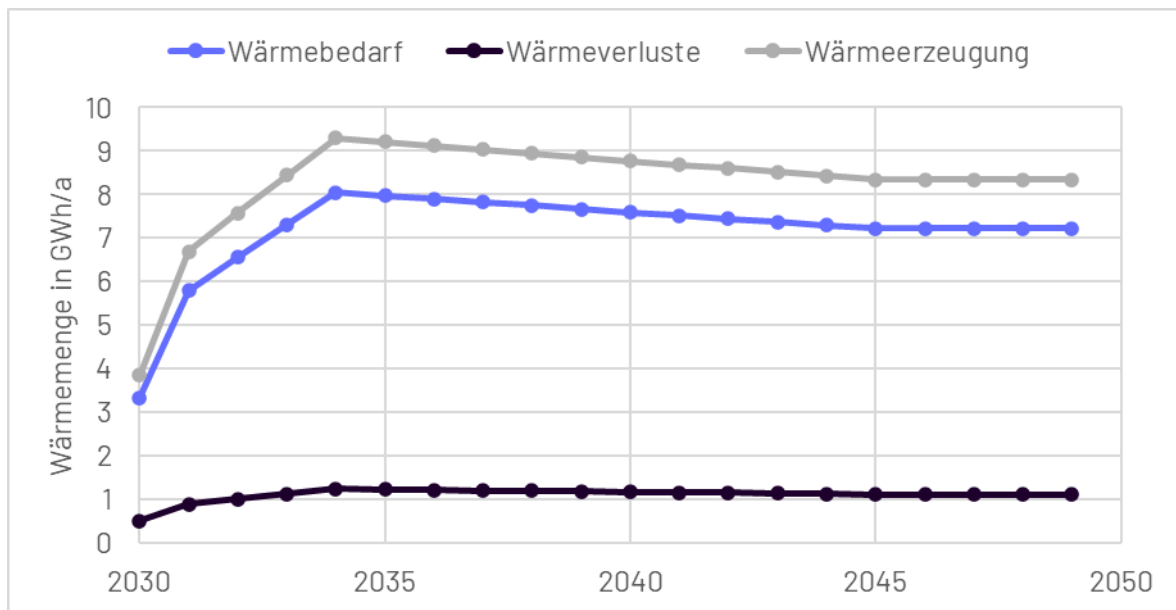


Abbildung 55: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept

Die Auslegung der Wärmeerzeuger wird für das Jahr 2034 vorgenommen. Hierfür wurden Lastprofile nach dem Standardlastprofilverfahren (BDEW/VKU/GEODE, 2025) erzeugt. 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 ca. 90 % des Wärmebedarfs decken können. Insbesondere für die Variante 3 mit Luft-Wärmepumpe ist zudem die Anforderung der BEW-Förderung relevant, dass die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe mindestens 2,5 betragen muss, damit für diese nach Modul 4 BEW eine Betriebskostenförderung beantragt werden kann. Die Luft-Wärmepumpe ist daher verhältnismäßig klein ausgelegt, um die Jahresarbeitszahl von 2,5 gewährleisten zu können. Bei der Variante mit Solarthermie wurde diese auf einen Anteil von ca. 10 % ausgelegt. Dies führt zu hohen spezifischen Erträgen und stellt die wirtschaftlichste Auslegung einer solarthermischen Anlage dar. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der Erzeugerauslegung.

Tabelle 25: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten

Leistung	Variante 1 AWP	Variante 2 AWP+BM	Variante 3 LWP+BM	Variante 4 BM+ST
Gaskessel in MW _{th}	3,3	3,3	3,3	3,3
Biomassekessel in MW _{th}	-	0,6	1,2	1,7
Luft-Wärmepumpe in MW _{th}	-	-	0,4	-
Abwasser-Wärmepumpe in MW _{th}	1,8	1,0	-	-
Solarthermie in m ²	-	-	-	2.400
Speicher in m ³	150	150	150	250

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 7 und 9 %. In Variante 1 wird die übrige Wärme aus der Abwasser-Kläranlage bereitgestellt. In Variante 2 ist der Anteil der Abwasser-Kläranlage etwas kleiner (69 %). Zusätzlich stellt der Biomasse-Kessel ca. 23 % der Wärme bereit. In Variante 3 werden ca. 40 % der Wärme aus der Luft-Wärmepumpe und rund die Hälfte der Wärme aus dem Biomasse-Kessel bereitgestellt. In Variante 4 stellt die solarthermische Anlage 10 % der Wärme bereit, der Biomasse-Kessel 83 %.

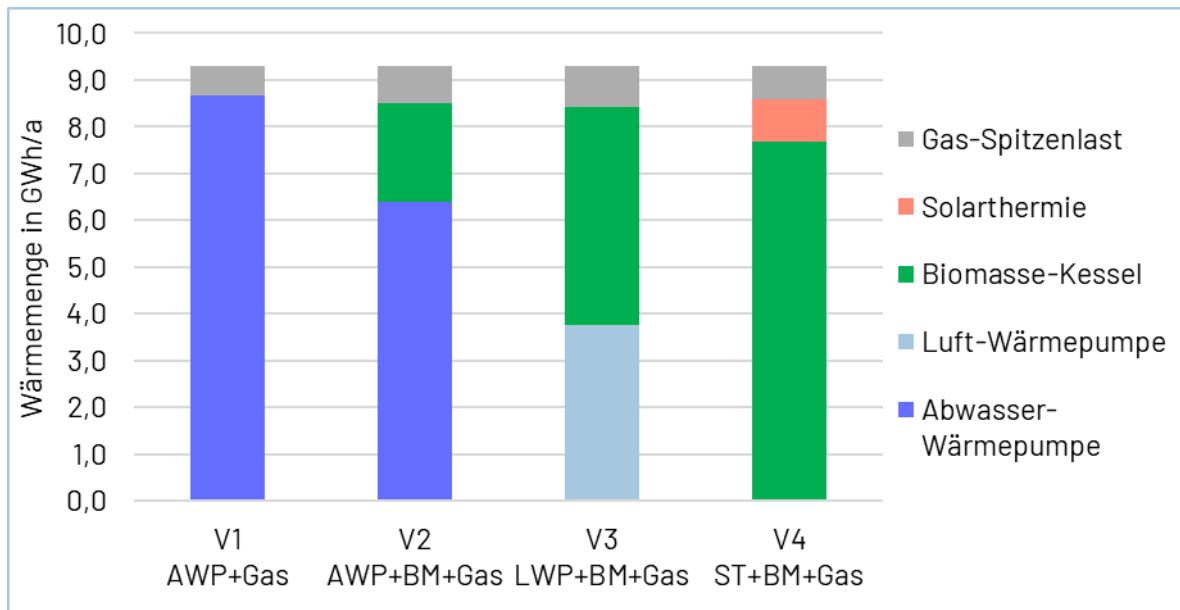


Abbildung 56: Anteile der Wärmeerzeuger an der Wärmeerzeugung aller Varianten im Jahr 2034

2. Simulation der Lastgänge

Für alle Erzeugervarianten wurden für die Bezugsjahre 2034 und 2045 Jahressimulationen durchgeführt. Hierfür wurden Lastprofile mit dem Standardlastprofilverfahren erzeugt. 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 einer Außentemperaturen -8 °C wird die Vorlauftemperatur linear auf 80 °C angehoben. Darunter ist sie konstant.

Variante 1 (AWP+Gas):

Das Ergebnis der Jahressimulation für Variante 1 ist in der folgenden Abbildung 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 angedacht. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe der Kläranlage liegt bei 3,1. Das Wärmeerzeugungspotenzial und die Quelltemperatur basieren auf der in Kapitel 4.7 beschriebenen Datenbasis.

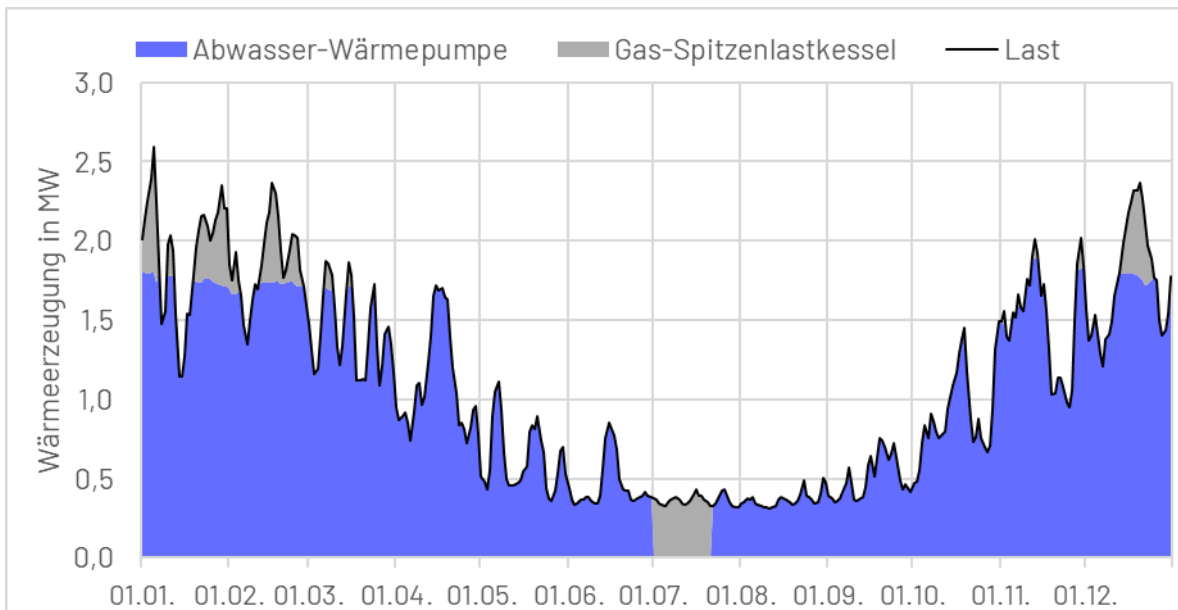


Abbildung 57: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP+Gas)

Variante 2 (AWP+BM+Gas):

Das Ergebnis der Jahressimulation für Variante 2 ist in der folgenden Abbildung auf Tagesmittelwertbasis verdichtet dargestellt. Im Unterschied zu Variante 1 ist die Größe der Abwasser-Wärmepumpe auf 1 MW begrenzt. In der Heizperiode wird zusätzlich der Biomasse-Kessel eingesetzt. Die Jahresarbeitszahl der Abwasser-Wärmepumpe liegt, wie in Variante 1, bei 3,1.

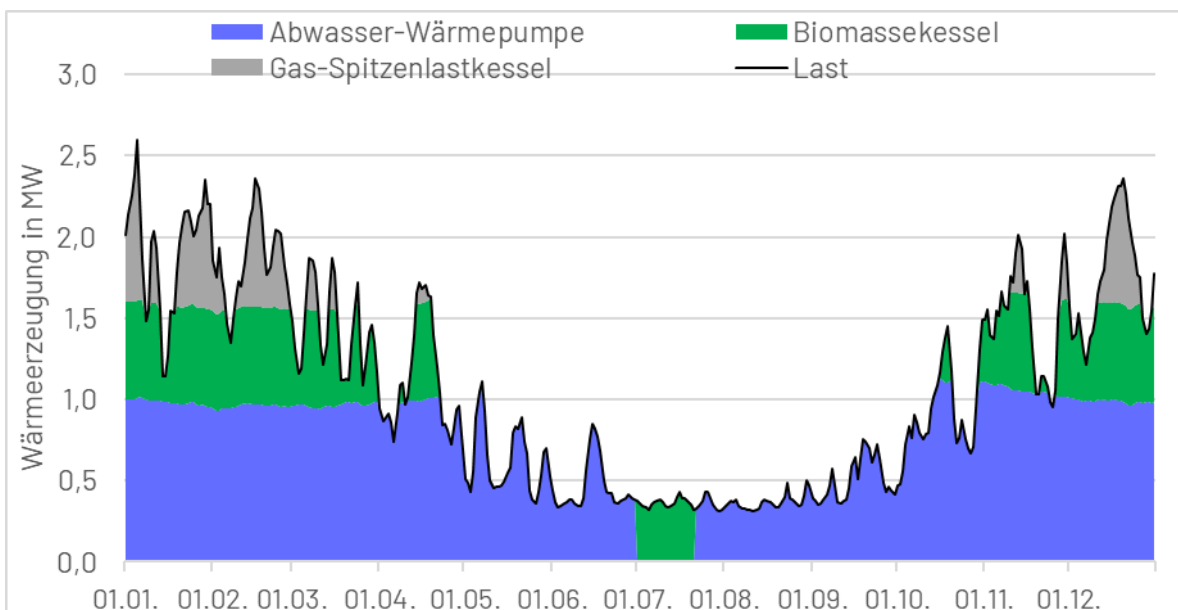


Abbildung 58: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP+BM+Gas)

Variante 3 (LWP+BM+Gas):

Das Ergebnis der Jahressimulation für Variante 3 ist in der folgenden Abbildung auf Tagesmittelwertbasis verdichtet dargestellt. Die Luft-Wärmepumpe ist kleiner ausgelegt als die Abwasser-Wärmepumpe in Variante 2. Damit wird sichergestellt, dass die vom BEW vorgegebene Mindestjahresarbeitszahl von 2,5 erreicht wird. Im Gegenzug ist der Biomassekessel größer ausgelegt.

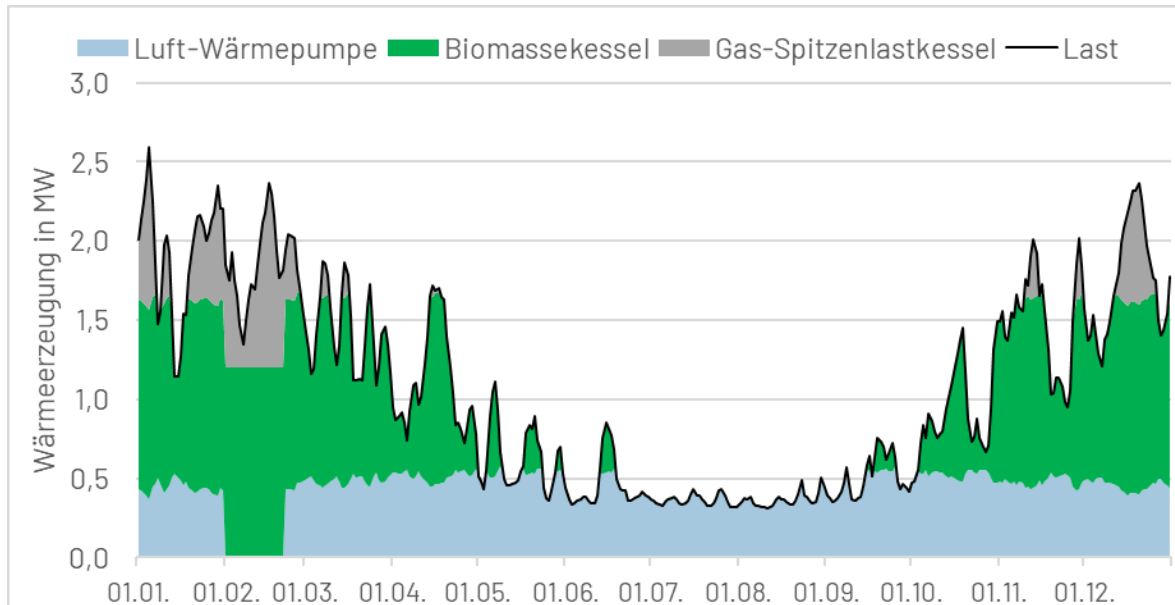


Abbildung 59: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte der Variante 3 (LWP+BM+Gas)

Variante 4 (ST+BM+Gas):

Das Ergebnis der Jahressimulation für Variante 4 ist in der folgenden Abbildung auf Tagesmittelwertbasis verdichtet dargestellt. In dieser Variante ist der Biomassekessel am größten ausgelegt. Die solarthermische Anlage ist so ausgelegt, dass es keine sommerlichen Überschüsse gibt. So wird ein spezifischer Solarertrag von $375 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ erreicht.

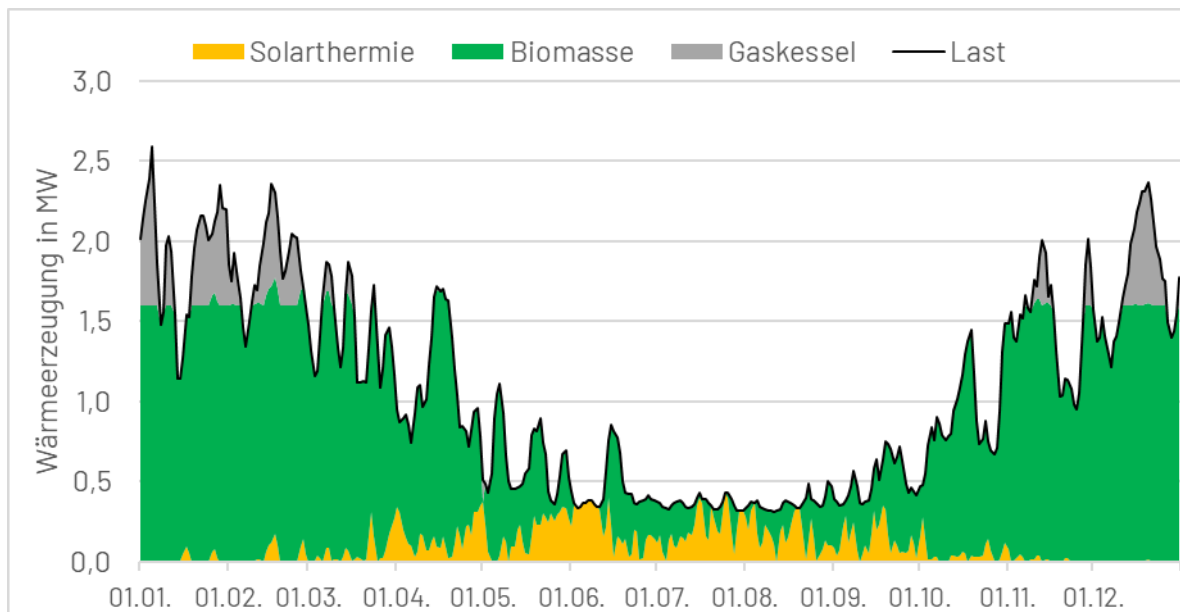


Abbildung 60: Jahresverlauf der Wärmeerzeugung als Tagesmittelwerte der Variante 4 (ST+BM+Gas)

3. 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 26 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). Für solarthermische Anlagen beträgt die Förderung 1 ct/kWh_{th} (Wärmeoutput). 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. Als Sensitivität wurde für Variante 1 auch eine Zusatzvariante mit Annahmen zur Wirtschaftlichkeitslückenberechnung kalkuliert. Eine vertiefte Darstellung zu diesem Punkt ist in Kapitel 5.2.4 dargestellt.

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

Tabelle 26: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten

Investitionskosten in Mio. €	V1 AWP+Gas	V2 AWP+BM+Gas	V3 LWP+BM+Gas	V4 ST+BM+Gas
Abwasser-Wärmepumpe	2,2	1,3	-	-
Luft-Wärmepumpe	-	-	0,5	-
Biomasse-Kessel	-	0,5	1,0	1,4
Solarthermie	-	-	-	1,6
Gas-Spitzenlastkessel	0,3	0,3	0,3	0,3
Speicher	0,1	0,1	0,1	0,2
Heizzentrale	1,0	1,0	1,0	1,0
Transportleitungen	5,1	5,1	5,1	5,1
Hausanschlussleitungen	0,7	0,7	0,7	0,7
Hausanschlussstationen	0,8	0,8	0,8	0,8
Planung	1,0	1,0	0,9	1,1
Unvorhergesehenes	0,5	0,5	0,5	0,5
Summe	11,7	11,1	10,9	12,5
BEW-Förderung	-4,3	-4,1	-4,0	-4,7
Summe nach Förderung	7,3	7,0	6,8	7,9

Die Investitionskosten liegen vor Förderung zwischen 11,7 und 12,5 Mio. €. Mit Berücksichtigung der BEW-Förderung liegen die Investitionskosten zwischen 7,3 und 7,9 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 105 €/MWh_{th} angesetzt. Bei den Gaskosten wurde zusätzlich zur Inflation nur die CO₂-Bepreisung als Preissteigerung eingerechnet. Für Biomasse (Holzhackschnitzel) wurde im ersten Jahr ein Preis von 38 €/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.

4. Ergebnisse hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit

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

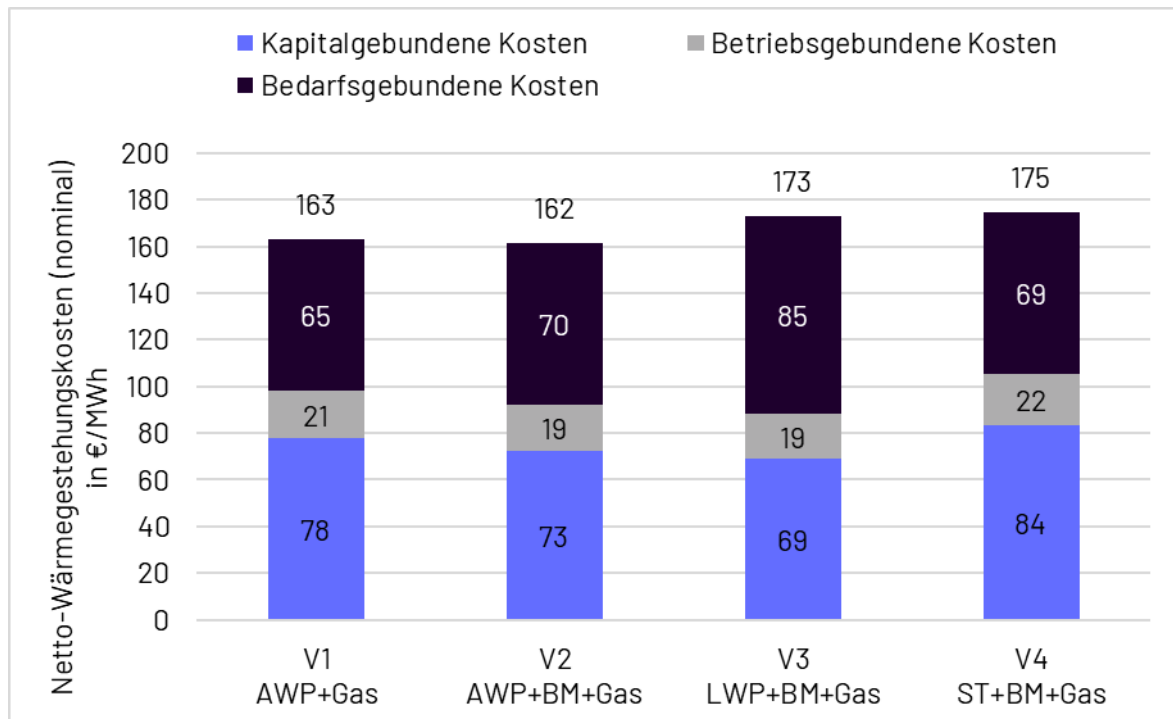


Abbildung 61: Wärmegestehungspreise der verschiedenen Varianten

Zunächst ist festzustellen, dass die Wärmegestehungskosten aller Varianten unterhalb von 180 €/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. Wie oben beschrieben, wurde für Variante 1 eine Alternative unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeitslückenberechnung gemäß BEW kalkuliert. Dabei wurde die Betriebskostenförderung anstatt für 10 Jahre nur für 6 Jahre berücksichtigt. Dadurch steigen die Wärmegestehungskosten von 163 auf 175 €/MWh und sind damit immer noch konkurrenzfähig zu dezentralen Wärmeerzeugungsoptionen.

Die Varianten mit den geringsten Wärmegestehungskosten sind die Varianten mit Abwasser-Wärmepumpe (AWP). Durch die Kombination von Abwasser-Wärmepumpe und Biomasse (Variante 2) werden etwas geringere Wärmegestehungskosten erreicht. Die Kombination von Biomasse und Luft-Wärmepumpe (Variante 3) ergibt die geringsten kapitalgebundenen Kosten, hat jedoch aufgrund des hohen Strombedarfs die höchsten bedarfsgebundenen Kosten. Die geringsten bedarfsgebundenen Kosten weist Variante 1 mit Abwasser-Wärmepumpe auf. Weitere Einsparpotenziale in dieser Variante könnten sich ggf. durch die Nutzung lokal erzeugten erneuerbaren Stroms aus den geplanten Windkraft- oder PV-Anlagen ergeben.

5.2.4 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 Wärmeherzeugungsoptionen. Das gewählte Wärmenetzscenario kann somit 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+BM) nicht signifikant unterscheiden.

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. Das im Stadtgebiet anfallende Landschaftspflegeholz ist als Potenzial bereits erschlossen und wird im Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co KG eingesetzt. 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 Wärmeherzeugungsvarianten können redundant ausgelegt werden, sodass der Ausfall eines Wärmeherzeugers kurzfristig kompensiert werden kann, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Kumulierte Treibhausgasemissionen für die Wärmenetzeignungsgebiete

Die über einen Zeitraum von 20 Jahren kumulierten Treibhausgasemissionen für das Wärmenetzkonzept sind für die vier Erzeugervarianten in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 27: 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	4.711	33
V2: AWP+BM+Gas	5.596	39
V3: LWP+BM+Gas	6.323	44
V4: ST+BM+Gas	6.760	47

Alle Erzeugervarianten weisen vergleichsweise geringe Emissionsfaktoren aus. Aufgrund des abnehmenden Emissionsfaktors für Strom verursacht Variante 1 die geringsten kumulierten Treibhausgasemissionen. Variante 3 weist die höchsten Treibhausgasemissionen auf.

Festlegung des Zielszenarios für die zentrale Wärmeversorgung

In den Kapiteln 5.1 und 5.2 wurden zunächst mehrere Wärmenetzzenarien und anschließend 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 gewählte Variante mit einer Grenz-Wärmelinien-dichte von 1 750 kWh/(m•a), zu konkurrenzfähigen Preisen führen könnte. Aufgrund verschiedener Unsicherheiten, wie zum Beispiel der bereits erwähnten Erwägungen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke gemäß BEW, wird dieses Wärmenetzzenario dennoch als Basis für das Zielszenario ausgewählt. Darüber hinaus werden Prüfgebiete ausgewiesen, da ein weitergehender Ausbau durchaus möglich erscheint.

Auf der Grundlage der im vorangegangenen Kapitel erläuterten Bewertung der vier Erzeugervarianten wird für das Zielszenario 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. Andererseits stehen gegebenenfalls Potenziale zur möglichen lokalen Stromerzeugung für eine Groß-Wärmepumpe zur Verfügung.

5.3 Wärmenetz Biogasanlage der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG

Für das Wärmenetz der Biogas-Wolfhagen GmbH & Co KG wurden Szenarien für Verdichtung und einen Ausbau erstellt. Für die Potenziale zur Verdichtung wurden alle Gebäude innerhalb von 40 m der aktuellen Trassen unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.1 beschriebenen Anschlussquoten einbezogen. Für den Ausbau wurden zusätzlich mehrere Szenarien mit unterschiedlichen Grenz-Wärmelinien-dichten entwickelt.

In der folgenden Tabelle sind die Kennwerte für das Bestandsnetz sowie für das Verdichtungsszenario und die Ausbauszenarien dargestellt. Die Werte sind dabei nicht kumuliert, sondern nur auf das jeweilige Szenario bezogen. Der aktuelle Wärmebedarf der über das Wärmenetz versorgten Gebäude (Anzahl: 55) liegt bei 4,9 GWh/a (2023). Durch Verdichtung entlang der bestehenden Trasse könnten zusätzlich weitere 55 Gebäude und ein Wärmebedarf

von 1,8 GWh/a (2023) angeschlossen werden. Hierfür wäre eine Trassenlänge von 700 m (vor allem Hausanschlussleitungen) nötig.

Darüber hinaus sind fünf Ausbauszenarien mit Grenz-Wärmelinien dichten zwischen 800 und 1 600 kWh/(m•a) dargestellt. Im weitestgehenden Szenario könnten knapp 90 zusätzliche Gebäude mit einem Wärmebedarf von 5,8 GWh/a (2023) angeschlossen werden. Die Wärmelinien dichte dieses Ausbaus würde ungefähr der aktuellen Wärmelinien dichte entsprechen. Allerdings hätte der Ausbau mehr als eine Verdopplung des Wärmebedarfs zur Folge.

Tabelle 28: Kennzahlen für das Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH

Netzscenario	Be-stand	Ver-dich-tung	1.600	1.500	1.300	1.000	800
Wärmebedarf 2023 in GWh/a	4,9	1,8	2,7	2,9	2,9	5,0	5,8
Wärmebedarf 2045 in GWh/a	3,8	1,5	2,0	2,2	2,2	3,9	4,5
Trassenlänge in km	3,7	0,7	1,1	1,2	1,3	3,2	4,2
Wärmelinien dichte 2023 in kWh/(m•a)	1.325	2.456	2.350	2.310	2.281	1.559	1.407
Wärmelinien dichte 2045 in kWh/(m•a)	1.035	1.961	1.783	1.755	1.733	1.205	1.091
Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)	55	55	16	19	20	68	87

Im persönlichen Austausch haben die Vertreter der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG signalisiert, dass Ausbaumöglichkeiten für das bestehende Netz sowohl hinsichtlich der verfügbaren Netzkapazitäten als auch hinsichtlich der erschließbaren Biomassepotenziale vorhanden sind. Nach Abstimmung wurde zusätzlich zur Verdichtung des Wärmenetzes das Ausbauszenario mit einer Grenz-Wärmelinien dichte von 1 500 kWh/(m•a) als maßgebliches Zielszenario festgelegt.

5.4 Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen

Für die außenliegenden Stadtteile können kleinere leitungsgebundene Wärmeversorgungssysteme, hier als Inselwärmenetze bezeichnet, in Betracht gezogen werden. Unter Inselnetzen werden in diesem Gutachten neben kleineren Wärmenetzen außerhalb der Kernstadt Wolfhagen auch Gebäudenetze verstanden. Dieser Begriff bezeichnet Wärmenetze, die maximal 16 Gebäude und maximal 100 Wohneinheiten versorgen. Dabei wurden nur Wärmenetze mit einem Wärmebedarf von mindestens 1 GWh/a betrachtet.

Für einen Großteil der Stadtteile ist anzumerken, dass aufgrund der geringen Versorgungsdichte des Gasnetzes nur für einen Teil der Gebäude der Wärmebedarf tatsächlich bekannt ist. Dort wurde der Wärmebedarf überwiegend anhand der Schornsteinfegerdaten und der Gebäudegeometrie (Berechnung der beheizten Fläche aus Gebäudevolumen) geschätzt.

Für die ausgewählten Wärmenetzzenarien wurde anhand der Wärmelinien-dichte als wichtigem Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzsystems die Einstufung der Eignung abgeleitet. Dabei werden andere Maßstäbe angesetzt als für die zuvor beschriebenen Wärmenetze in der Kernstadt Wolfhagen. Es wird davon ausgegangen, dass Wärmenetze aufgrund der geringeren Wärmelinien-dichten in den Ortsteilen über die typischen Organisations- und Kostenstrukturen von Energieversorgungsunternehmen eher nicht wirtschaftlich umsetzbar wären. Eine Alternative kann die Entwicklung über Energiegenossenschaften sein. Mit dieser Organisationsstruktur muss kein Gewinn erzielt werden, d.h. es kann von einer geringeren Kapitalverzinsung ausgegangen werden. 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 Wärmenetzzenarien mit Grenz-Wärmelinien-dichte ab 400 kWh/(m-a) erstellt. Dabei galt als Nebenbedingung, dass das jeweilige Wärmenetzzenario mindestens 17 Gebäude mit einem Wärmebedarf von mindestens 1 GWh/a (im Jahr 2045) versorgen muss. Daraus resultieren für die verschiedenen Stadtteile folgende potenziellen Wärmenetze:

Tabelle 29: Potenziale für Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen

Stadtteil	Wärmebedarf 2045 in GWh/a	Trassenlänge in km	Wärmelinien-dichte in kWh/(m-a)	Anzahl Anschlüsse (Anschlussquote berücksichtigt)
Altenhasungen	1,1	1,8	599	42
Bründerssen	1,1	1,4	826	39
Elmarshausen	-	-	-	-
Gasterfeld	-	-	-	-
Ippinghausen	1,6	2,5	632	60
Istha	2,0	3,5	553	84
Leckringhausen	-	-	-	-
Niederelsungen	1,1	1,5	740	45
Niederelsungen Gewerbegebiet	-	-	-	-
Nothfelden	-	-	-	-
Philippinenburg	-	-	-	-
Philippinenthal	-	-	-	-
Viesebeck	1,1	2,0	545	42
Wenigenhasungen	1,2	1,6	763	38

Es zeigt sich, dass die für die Stadtteile berechneten Wärmelinien-dichten für das Zieljahr 2045 vergleichsweise gering ausfallen. Dies deutet darauf hin, dass der wirtschaftliche Betrieb

eines Wärmenetzes zwar möglich sein könnte, aber näher geprüft werden muss. Hierzu empfiehlt es sich, zunächst die Datenbasis hinsichtlich der Wärmebedarfe durch den Einsatz von Fragebögen zu verbessern. Diese Fragebögen können auch dazu dienen, die Bereitschaft zum Anschluss an ein potenzielles Wärmenetz zu erfragen, um so bessere Annahmen für die Anschlussrate treffen zu können.

In den Stadtteilen Elmarshausen, Leckringhausen, Niederelsungen Gewerbegebiet, Nothfelden und Gasterfeld wurden keine Wärmenetzscenarien entwickelt, die den oben beschriebenen Kriterien entsprechen.

In den Stadtteilen Altenhasungen, Elmarshausen, Isthä und Viesebeck wurden Wärmenetzscenarien entwickelt, die zwar den oben beschriebenen Kriterien entsprechen, jedoch eine vergleichsweise geringe Wärmeliniendichte von weniger als 600 kWh/(m•a) aufweisen.

In den Stadtteilen Ippinghausen, Niederelsungen und Wenigenhasungen wurden Wärmenetzscenarien entwickelt, die den oben beschriebenen Kriterien entsprechen und eine Wärmeliniendichte zwischen 600 und 800 kWh/(m•a) aufweisen.

Im Stadtteil Bründersen wurden ein Wärmenetzscenario entwickelt, das den oben beschriebenen Kriterien entspricht und eine Wärmeliniendichte zwischen 800 und 1000kWh/(m•a) aufweist.

Die Übertragung der Ergebnisse in die Eignungsstufen für Wärmenetze wird im folgenden Kapitel beschrieben.

5.5 Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Grundlage der Festlegung von Eignungsstufen für Wärmenetze sind die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Hintergründe. Im Folgenden wird die verwendete Systematik beschrieben.

Die Festlegung wird auf der Ebene von Baublöcken vorgenommen. In diesen basiert sie auf den Anteilen des Wärmebedarfs von Gebäuden, die in den jeweiligen Netzscenarien an potenzielle Netze angeschlossen sind. Die Vorgehensweise wird für die Netzgebiete „Kernstadt Wolfhagen“ und „Wolfhagen Biogasanlage“ (vgl. Abbildung 45) einerseits und den übrigen Netzgebieten andererseits unterschieden.

Für die Netzgebiete „Kernstadt Wolfhagen“ und „Wolfhagen Biogasanlage“ gelten die Kategorien „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für die Wärmeversorgung mit einem Wärmenetz für Baublöcke, deren Wärmebedarf zu mindestens 25 % über das festgelegte Wärmenetzscenario im Zieljahr versorgt wird. Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zieljahr zu weniger als 25 % über das geplante Wärmenetz versorgt wird, werden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert.

Eine Besonderheit ergibt sich für Baublöcke, die zu weniger als 25 % mit einem Wärmenetz versorgt werden, deren Wärmebedarfsdichte aber gleichzeitig mindestens 415 MWh/(ha•a) beträgt. Diese werden als wahrscheinlich geeignet für die Versorgung mit einem Wärmenetz kategorisiert. Der Hintergrund ist, dass bei einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 415 MWh/ha•a gemäß Leitfaden zum WPG von einer grundsätzlichen Wärmenetzeignung im

Bestand ausgegangen wird. Gleichzeitig sehen aber die in dieser Wärmeplanung entwickelten Ausbauszenarien entweder keinen Wärmenetzausbau vor oder dieser führt lediglich zu einem Wärmebedarfsanteil mit Wärmenetzen von weniger als 25 %. Sollten zukünftig veränderte Rahmenbedingungen (insbesondere wirtschaftliche) dazu führen, dass sich dort ein stärkerer Wärmenetzausbau ergibt, kann es sein, dass der Wärmebedarfsanteil (auch schon bei leichten Änderungen der Rahmenbedingungen) auf 25 % oder mehr steigt. Dementsprechend erschien es nicht sinnvoll, diese Baublöcke mit als „für ein Wärmenetz wahrscheinlich ungeeignet“ zu klassifizieren. Erst, wenn der Wärmenetzanteil auf unter 25 % sinkt und auch die Wärmebedarfsdichte unterhalb von 415 MWh/(ha·a) liegt, erscheint es – auch bei leicht veränderten Rahmenbedingungen – als wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, dass keine Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz in hinreichendem Umfang erfolgen wird.

Die folgende Tabelle zeigt die Grenzwerte für die Netzgebiete „Kernstadt Wolfhagen“ und „Wolfhagen Biogasanlage“ und die daraus abgeleitete Zuordnung im Überblick.

Tabelle 30: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG in den Netzgebieten „Kernstadt Wolfhagen“ und „Wolfhagen Biogasanlage“

Baublöcke	Wärmenetzanteile nach Netzausbauszenario in %	Verknüpfung	Wärmebedarfsdichte (WBD) in MWh/(ha·a)
Sehr wahrscheinlich geeignet	> 75	-	-
Wahrscheinlich geeignet	≤ 75 und > 25	oder	≥ 415
Wahrscheinlich ungeeignet	≤ 25 und > 0	und	< 415
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	0	und	< 415

In den übrigen Netzgebieten wird die Einstufung nicht nur nach den Anteilen der Wärmenetz-szenarien in den Baublöcken definiert. Dazu wird auch die Wärmelinien-dichte (vgl. Tabelle 29) des jeweiligen Wärmenetz-szenarios wie folgt berücksichtigt:

- Wärmelinien-dichte < 600 kWh/(m·a):
„sehr wahrscheinlich ungeeignet“
- Wärmelinien-dichte zwischen 600 und 800 kWh/(m·a):
„wahrscheinlich ungeeignet“
- Wärmelinien-dichte zwischen 800 und 1 000 kWh/(m·a):
„wahrscheinlich geeignet“
- Wärmelinien-dichte ≥ 1 000 kWh/(m·a):
„sehr wahrscheinlich geeignet“

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

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

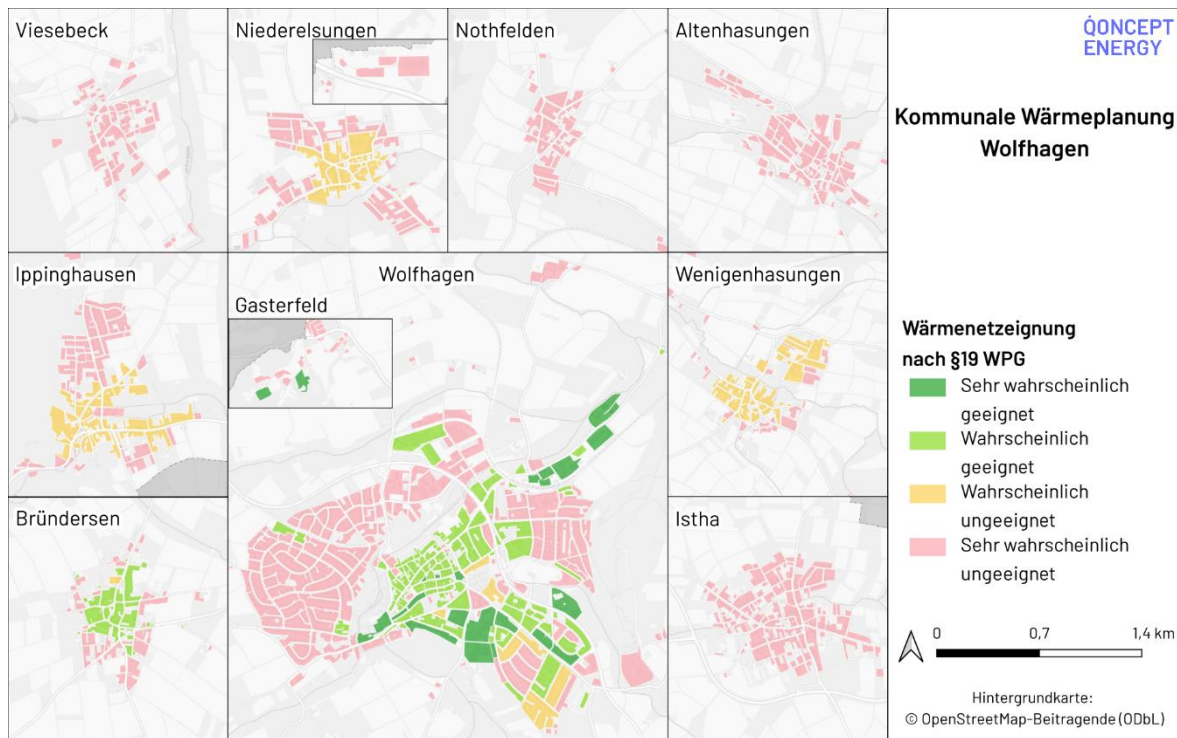


Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

6 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung

Um Gebiete zu ermitteln, 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 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 Wärmetlas angegebenen Wärmebedarfe über die typischen Volllaststunden des jeweiligen Gebäudetyps berechnet. Der Schalleistungspegel $L_{w,aeq}$ 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.

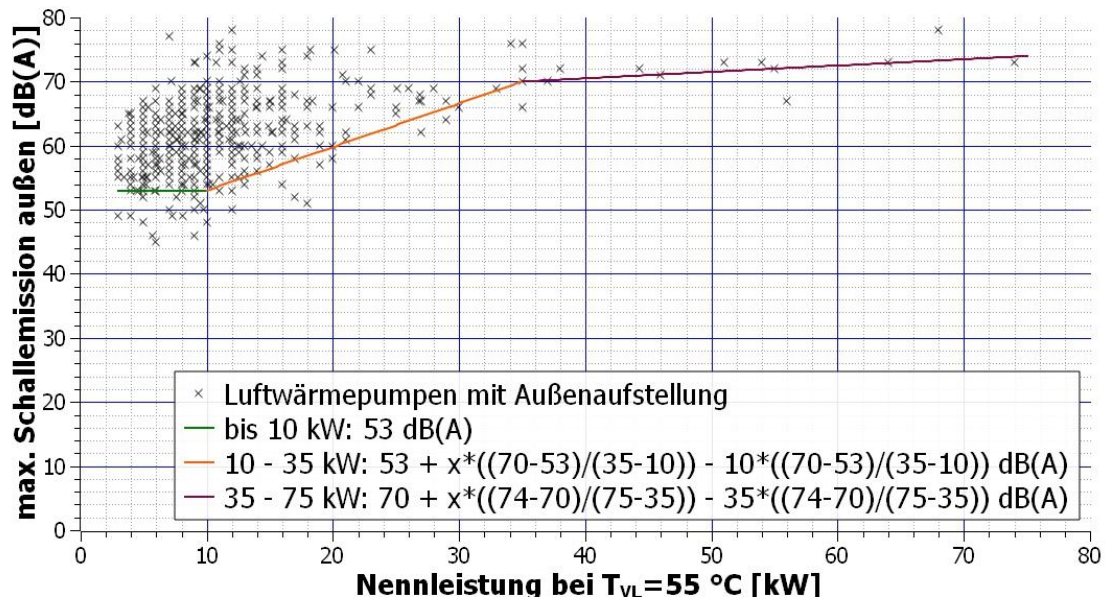


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023)

Nach dem Leitfaden Schall des BWP gilt für den Mindestabstand s_m zum Nachbargebäude unter Einhaltung der Schallimmissionsschutzvorgaben:

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

Die verwendeten Parameter sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 31: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben

Kennwert	Annahmen
$L_{w,aeq}$	Schalleistungspegel 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 vorher genannten Annahmen dargestellt.

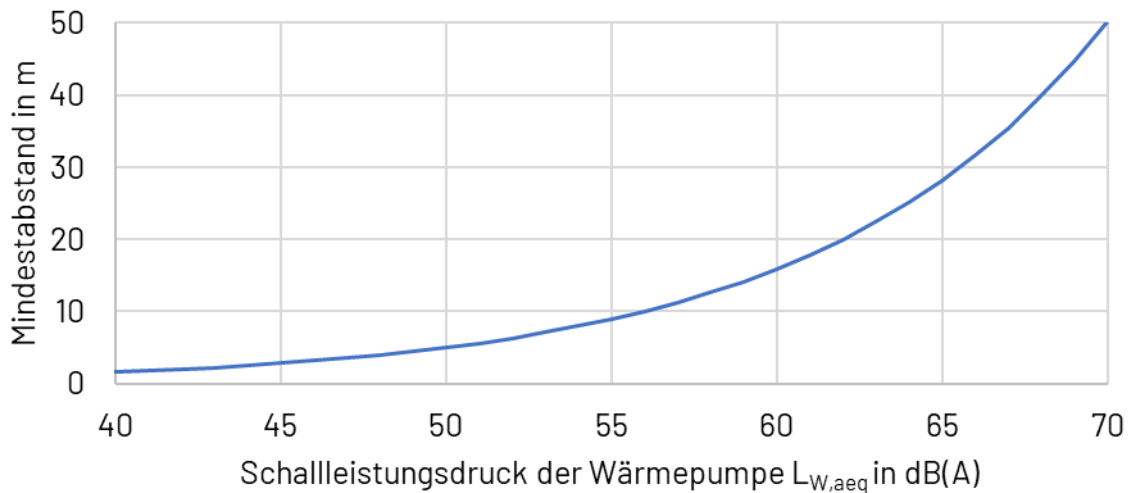


Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe

Als möglicher Aufstellbereich für 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. Sofern eine ausreichend große Fläche des Aufstellbereichs nach Abzug der Puffer zur Verfügung verbleibt, gilt das betreffende Gebäude als für die L/W-WP-Versorgung geeignet.

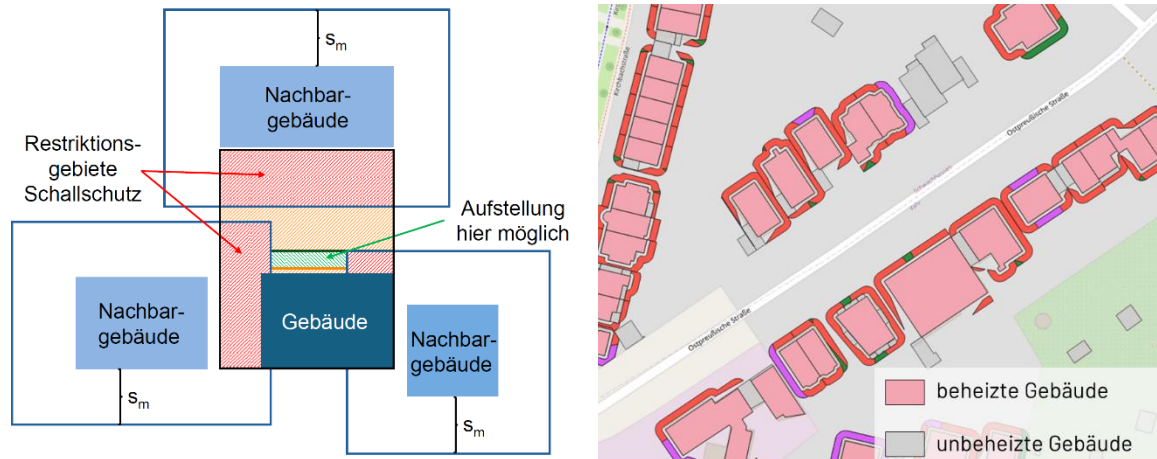


Abbildung 65: Links: Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; rechts: Ausschnitt aus dem Wärmetatlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (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 L/W-WP versorgbare Anteil des Wärmebedarfs in Wolfhagen dargestellt. Industriegebäude sind bei dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt, weil hier Prozesswärmebedarfe vermutet werden, die möglicherweise nicht mit Luftwärmepumpen bereitgestellt werden können. Ohne Sanierung können 74 % und mit Sanierung (Reduktion des jeweiligen Wärmebedarfs der Gebäude auf minimal 50 %) können 86 % des Wärmebedarfs gedeckt werden.

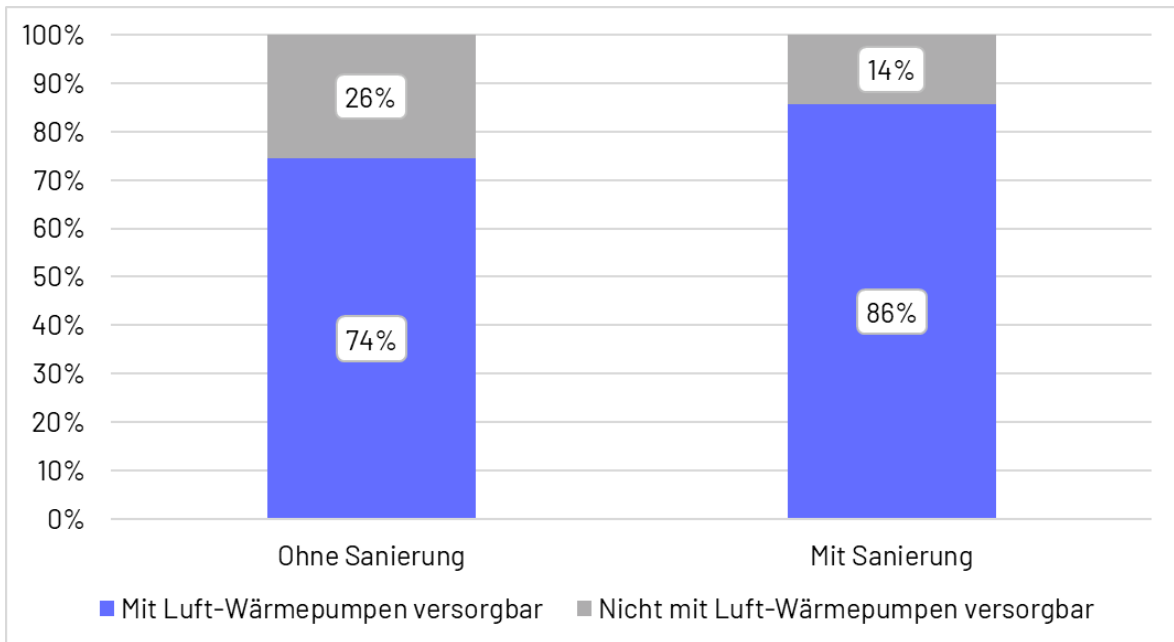


Abbildung 66: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann

Die mögliche Deckung des Wärmebedarfs über dezentrale L/W-WP in den Baublöcken Wolfhagens 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 dicht bebauten Baublöcken ist das Potenzial für dezentrale L/W-WP geringer (blaue und grüne Bereiche).

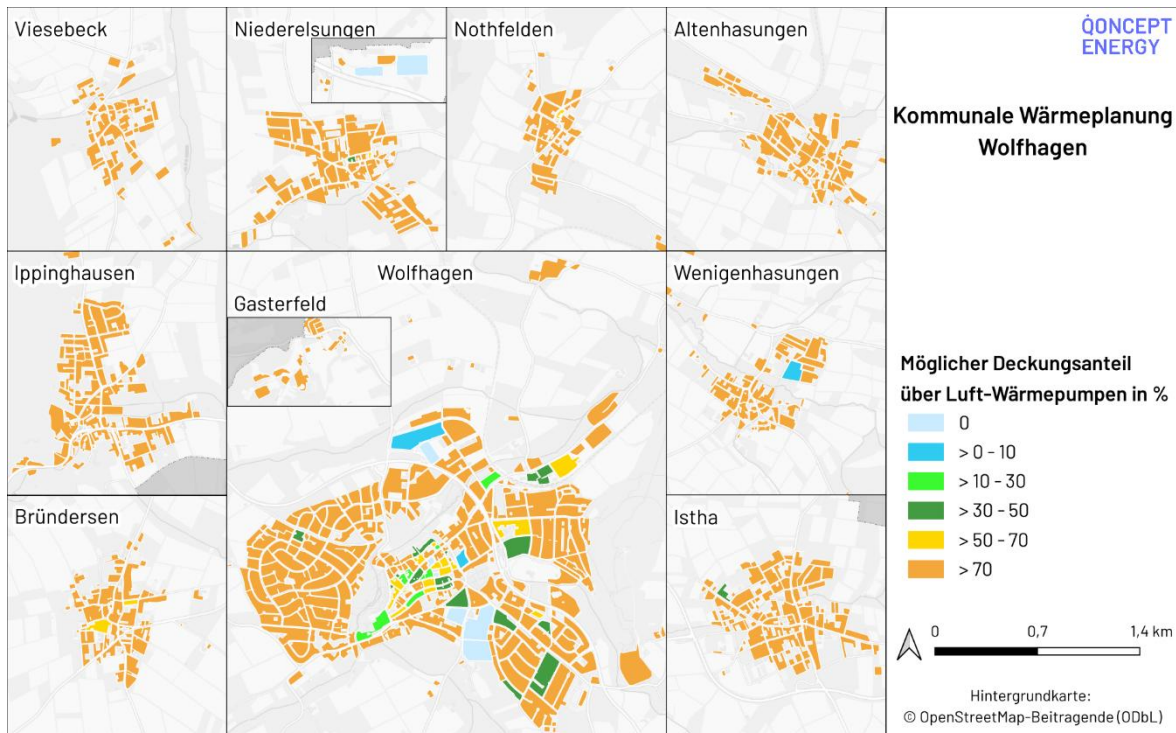


Abbildung 67: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene bei heutigem Wärmebedarf

6.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

Neben den L/W-WP wurden auch 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).

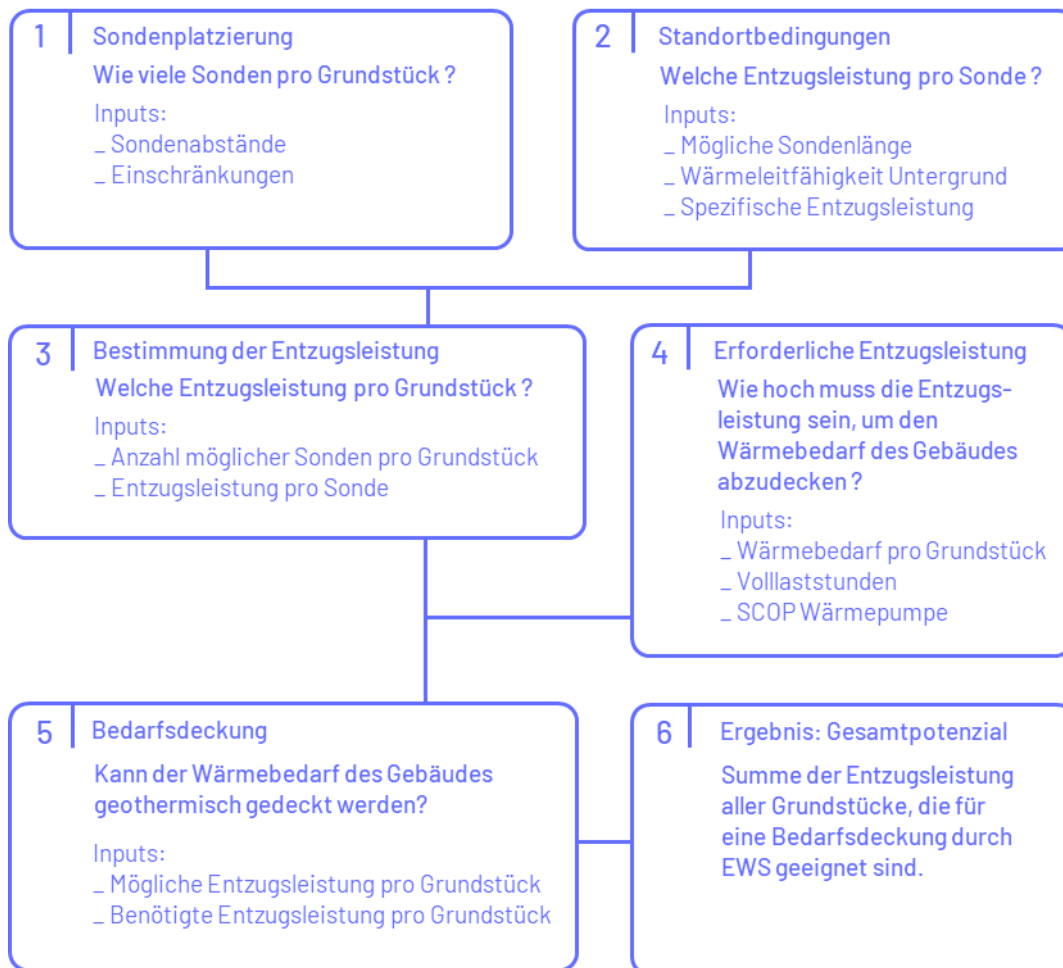


Abbildung 68: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude

Schritt 1: Anzahl möglicher Sonden pro Grundstück

Datengrundlage waren die Gebäude- und Grundstücksdaten aus dem Wärmetlas. 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-

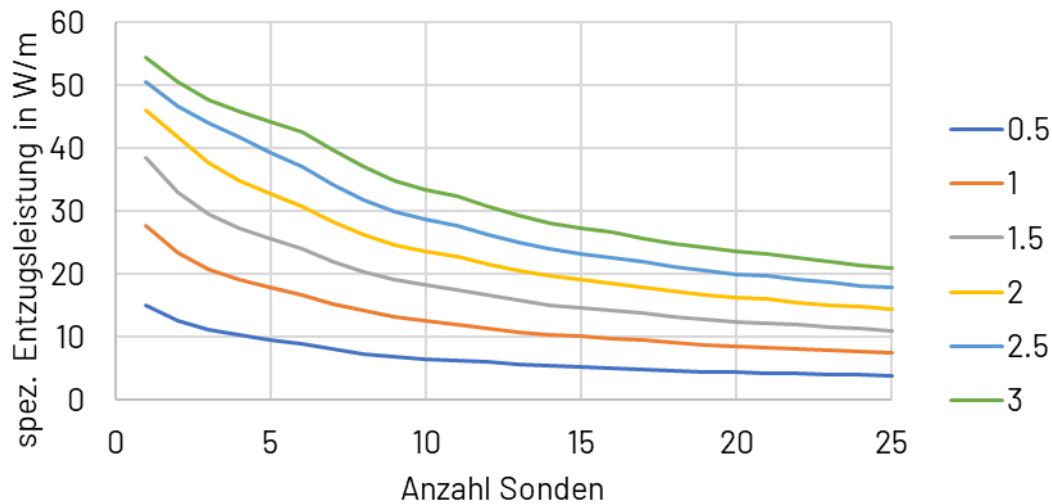


Abbildung 70: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten (rechts in $W/(m \cdot K)$), berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit über eine Bohrtiefe von 100 m wurde mit $2,0 W/(m \cdot K)$ 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 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 werden Prozesswärmebedarfe vermutet, die möglicherweise nicht durch Wärmepumpen gedeckt werden können. Von den Gebäuden können ohne Sanierung 42 % und mit Sanierung (bei Reduktion des Wärmebedarfs je Gebäude auf mindestens 50 %) 54 % des Wärmebedarfs gedeckt werden.

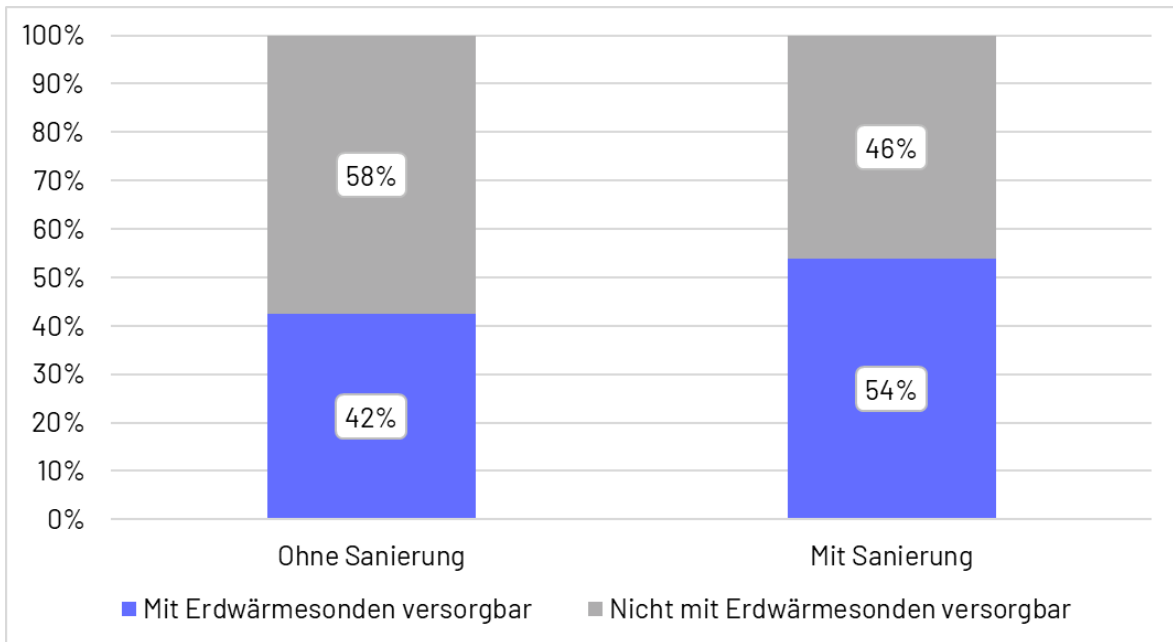


Abbildung 71: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann

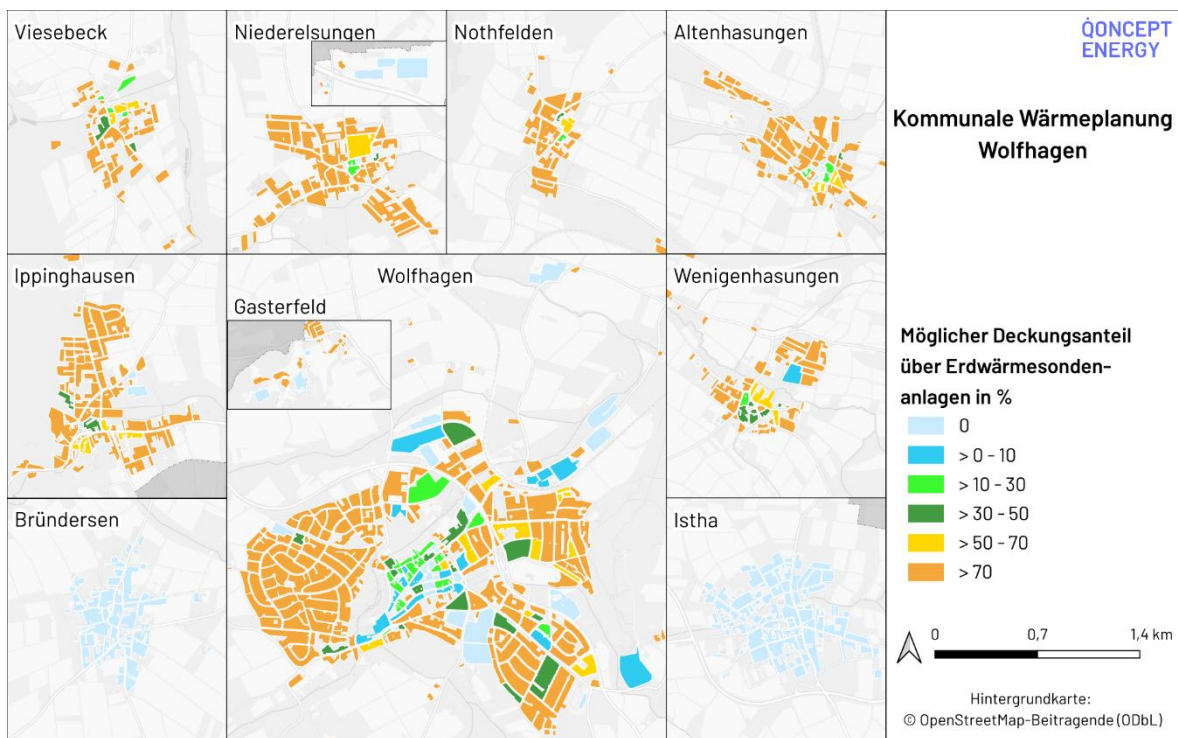


Abbildung 72: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf

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 Luft-Wärmepumpen 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 S/W-WP 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 Wolfhagen 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 EWS 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 32. 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 32: 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 L/W- oder auch S/W-Wärmepumpen.

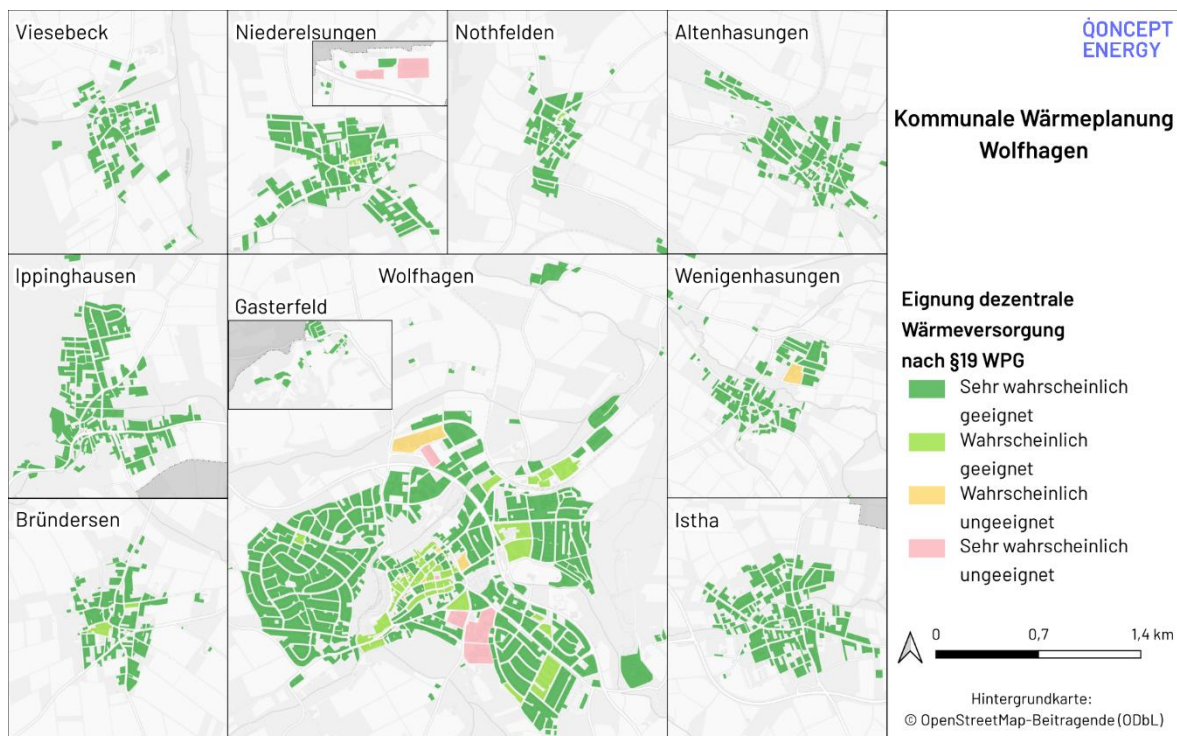


Abbildung 73: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

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. Wärmenetzscenarien 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 Wärmenetzscenarien 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 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. 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 L/W-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 weitere Zusatzkosten. 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 GEG-konforme Heizungen 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.

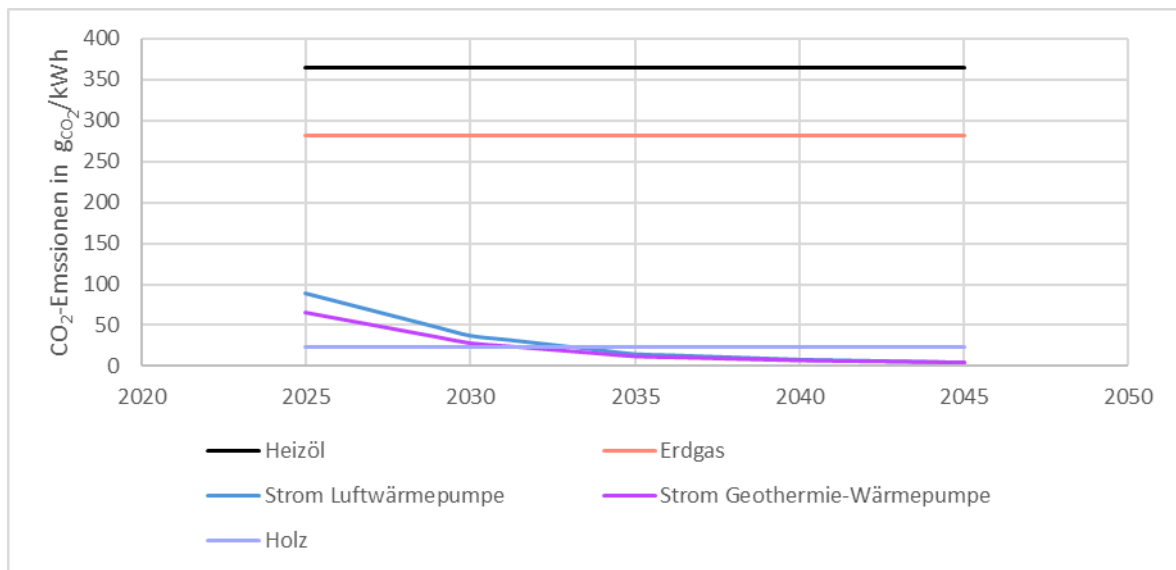


Abbildung 74: Spezifische Treibhausgasemissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung

7 Zielszenario

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

Die planungsverantwortliche Stelle legt dabei für jedes Teilgebiet eine priorisierte Wärmeversorgungsart fest. Grundlage sind die Bewertungen gemäß § 18 WPG sowie die zuvor ermittelten Potenziale, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Realisierungsbedingungen.

Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete können gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 14 WPG sein:

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

Die Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt dabei gemäß § 18 Absatz 3 WPG für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040.

Das Zielszenario umfasst insbesondere

- die Zuordnung aller Teilgebiete zu einer priorisierten Wärmeversorgungsart
- die Darstellung der erwarteten zeitlichen Entwicklung des Ausbaus der zentralen (leitungsgebundenen) Wärmeversorgung
- die Identifikation von Prüfgebieten, in denen aufgrund bestehender Unsicherheiten noch keine priorisierte Wärmeversorgungsart definiert wird und

- die Beschreibung des beplanten Gebiets 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. Diese Darstellung dient der strategischen Einordnung von Sanierungsmaßnahmen als ergänzendem Baustein der Wärmewendestrategie.

7.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Gemäß § 18 Abs. 1 Satz 2 stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Fokus einer möglichst kosteneffizienten und treibhausgasarmen Wärmeversorgung für jedes Teilgebiet und differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten 2030, 2035, 2040 und 2045 dar, welche Wärmeversorgungsart für das jeweilige Teilgebiet priorisiert wird. Eine Wärmeversorgungsart gilt dann als besonders geeignet, wenn sie im Vergleich zu alternativen Versorgungsoptionen unter Beachtung der Kriterien „geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr“ insgesamt positiv bewertet wird.

Die in Kapitel 5 beschriebenen Netzausbauszenarien (inkl. Erzeugungsportfolios) wurden zunächst maßgeblich aus einer wirtschaftlichen Bewertung entwickelt. Zentrales wirtschaftliches Beurteilungskriterium war, inwieweit der Netzausbau zu Wärmegestehungskosten (in ct/kWh) möglich ist, die unterhalb eines definierten anlegbaren Preises liegen. Als anlegbarer Preis wurde dabei 19 ct/kWh 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 (oder nur minimal über) 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 5.2.4 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 festgelegt, dass die als wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich für die Versorgung mit einem Wärmenetz klassifizierten Gebiete (vgl. Kapitel 5.5) als Wärmenetzgebiet definiert werden. Wärmenetze stellen dort die gemäß § 18 Abs. 1 WPG vorgegebene „möglichst kosteneffiziente Versorgung“ dar und sollten daher priorisiert werden. Eine Ausnahme ist das Wärmenetzgebiet im Stadtteil Bründersen. Hier wurde vereinfacht anhand der Wärmelinienichte als wichtigstem Indikator für die Wärmegestehungskosten und unter Annahme eines genossenschaftlich organisierten Baus und

Betriebs eines Wärmenetzes die Eignungsstufe „wahrscheinlich geeignet“ zugeordnet. Da es zurzeit keine konkreten Planungen für die Umsetzung eines Wärmenetzes in Bründerßen gibt, wird das Netzgebiet als Prüfgebiet ausgewiesen.

Als Prüfgebiete wurden zudem Gebiete nahe des Wärmenetzscenario in der Kernstadt Wolfhagen definiert, die im festgelegten Wärmenetzscenario zwar zu weniger als 25 % durch das Wärmenetz versorgt werden, deren Wärmebedarfsdichte aber gleichzeitig mindestens 415 MWh/ha-a beträgt. Der Hintergrund ist, dass die berechneten Wärmegestehungskosten für das Netzkonzept deutlich unter dem definierten Grenzwert von 19 ct/kWh lagen. In zukünftigen vertiefenden Planungen zum Wärmenetzausbau kann sich für diese Bereiche ergeben, dass auch hier eine Erschließung zu konkurrenzfähigen Wärmepreisen durchaus umsetzbar ist.

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

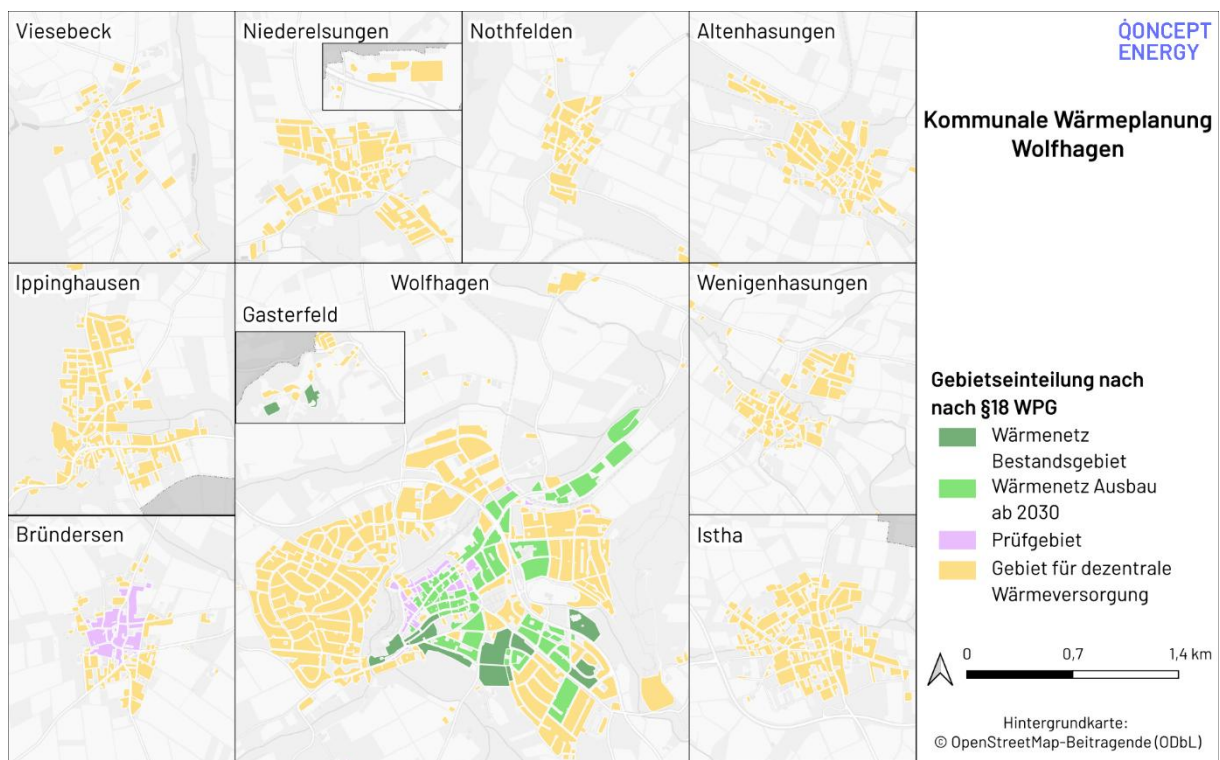


Abbildung 75: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG

7.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen

Für die Stadt Wolfhagen ist auf Basis des Zielszenarios eine klimaneutrale Wärmeversorgung möglich. Diese kann zu einem relevanten Anteil aus einer netzgebundenen Wärmeversorgung bestehen. Gleichzeitig wird der Anteil dezentraler Wärmepumpen an der Wärmeerzeugung als sehr hoch eingeschätzt, da die Eignung überwiegend gegeben ist.

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 ab dem Stützjahr 2035 berücksichtigt. Hierbei wurden 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 Luft-Wärmepumpen) zugeordnet. Gebäude ohne Eignung wurden dem Energieträger Biomasse zugeordnet. Die Umstellung erfolgt annahmegemäß kontinuierlich über den gesamten Betrachtungszeitraum.
- Der industrielle Wärmebedarf wurde dem Energieträger „Synthetische Gase / Elektrifizierung“ zugeordnet. Eine weitere Differenzierung wurde nicht vorgenommen.

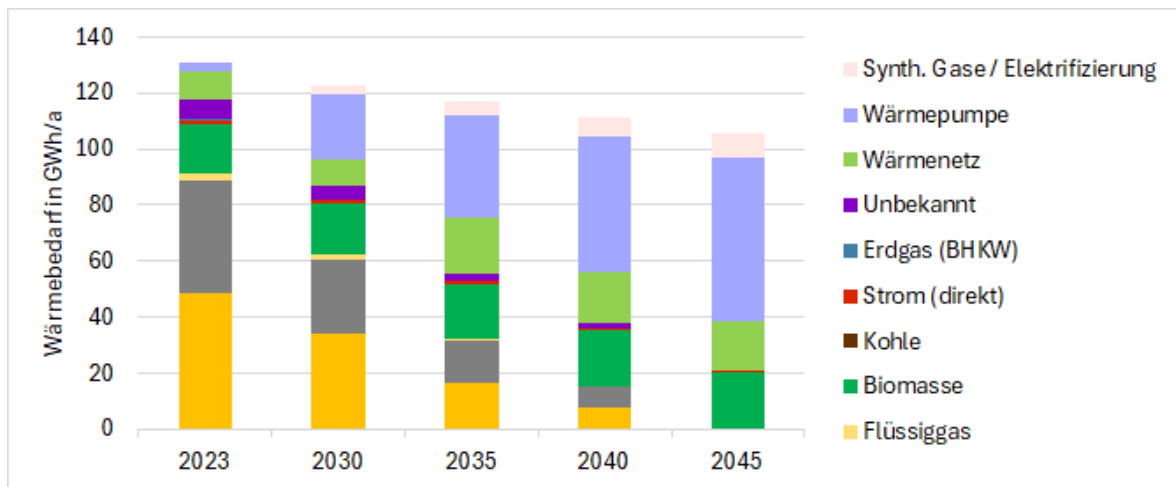


Abbildung 76: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das geplante Gebiet bis 2045

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 Technikkatalog für kommunale Wärmeplanung (Deutsche Energie-Agentur- dena(Hrsg.), 2025). Die Vorkette findet hierbei Berücksichtigung.

Tabelle 33: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren für die Energieträger im Zielszenario

Energieträger	Nutzungsgrad / JAZ	Emissionsfaktor in g/kWh				
		2024	2030	2035	2040	2045
Erdgas	93 %	240	240	240	240	240
Heizöl	92 %	310	310	310	310	310
Flüssiggas	93 %	270	270	270	270	270
Biomasse	85 %	20	20	20	20	20
Kohle	87 %	400	400	400	400	400
Unbekannt	93 %	240	240	240	240	240
Wärmenetz ¹	98 %	100	100	27	19	12
Wärmepumpe	330 %	380	110	45	25	15
Strom(direkt)	100 %	380	110	45	25	15

Erdgas (BHKW)	70 %	240	240	240	240	240
Synth. Gase / Elektrifizierung	93 %		43	35	28	20

Mittelwert aus allen Wärmenetzen

Parallel zur Umstellung auf andere Energieträger nimmt der gesamte Wärmebedarf durch die Wärmebedarfsreduktion (vgl. Kapitel 4.1) ab, sodass auch dadurch die Treibhausgasemissionen sinken.

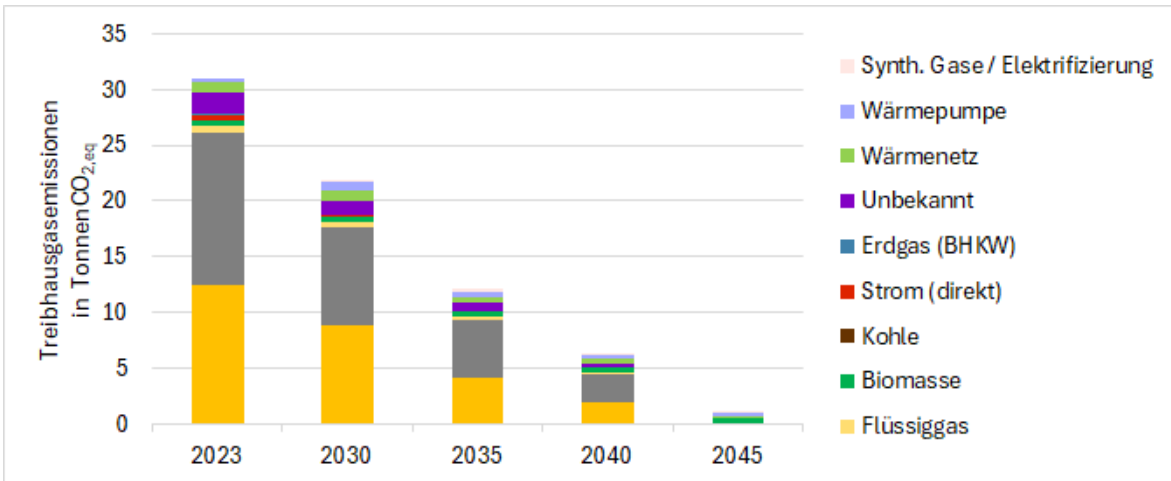


Abbildung 77: Verlauf der Treibhausgasemissionen für das geplante Gebiet bis 2045

7.3 Kennzahlen für das Zielszenario

Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle gemäß § 17 Abs. 1 WPG für das geplante 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 geplanten 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 geplante Gebiet für die Jahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 in der folgenden Tabelle ausgewiesen.

In Tabelle 34 sind zunächst die für Wärmenetze an den Hausübergabestationen abgegebenen Wärmemengen als Endenergie definiert. In

Tabelle 35 sind die Endenergieverbräuche dargestellt, die zur Wärmeerzeugung in den jeweiligen Wärmeerzeugungsanlagen der Wärmenetze eingesetzt werden.

Tabelle 34: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	2045
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor HH in GWh/a	101,4	80,8	67,0	54,8	43,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor GHD in GWh/a	13,4	10,6	8,7	7,1	5,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor öff. Gebäude in GWh/a	15,6	14,1	13,0	12,0	11,1
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor Industrie in GWh/a	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas in GWh/a	52,1	36,7	17,3	8,3	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom (für Wärmepumpen) in GWh/a	0,8	7,1	11,1	14,6	17,7
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Heizöl in GWh/a	44,0	28,7	16,6	7,9	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Biomasse in GWh/a	20,9	22,0	22,7	23,2	23,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger synthetische Gase / Elektrifizierung in GWh/a	0,0	3,1	5,2	7,4	9,6
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle in GWh/a	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom (direkt) in GWh/a	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas (BHKW) in GWh/a	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
Endenergieverbrauch Wärmenetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	10,0 (7 %)	9,3 (8 %)	20,2 (21 %)	19,1 (23 %)	18,1 (26 %)
Anzahl Wärmenetzanschlüsse (Anteil an der Gesamtzahl Wärmeerzeuger)	66 (1 %)	66 (1 %)	325 (5 %)	325 (5 %)	325 (5 %)
Endenergieverbrauch Gasnetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	52,4 (37 %)	36,8 (32 %)	17,4 (18 %)	8,4 (10 %)	0,0 (0 %)
Anzahl Gasnetzanschlüsse (Anteil an der Gesamtzahl Wärmeerzeuger)	1.433 (22 %)	1.034 (16 %)	569 (9 %)	285 (4 %)	0 (0 %)
Treibhausgasemissionen Wärmeversorgung in t _{CO2-eq} /a	31.025	21.874	12.078	6.365	31.025

Tabelle 35: Indikatoren Wärmenetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Ziel-szenario
Endenergiebedarf Wärmenetze in GWh/a	19,0	17,9	32,1	30,4	28,8
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Erdgas in GWh/a	8,9	8,3	8,5	7,9	0,0
Anteil Energieträger Erdgas an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	47 %	46 %	27 %	26 %	0 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Biogas in GWh/a	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Anteil Biogas an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	42 %	45 %	25 %	26 %	28 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Biomasse in GWh/a	2,1	1,6	12,7	11,7	17,7
Anteil Biomasse an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	11 %	9 %	39 %	38 %	61 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Strom in GWh/a	0,0	0,0	2,9	2,8	2,7
Anteil Strom an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0 %	0 %	9 %	9 %	9 %
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Wasserstoff in GWh/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Anteil Wasserstoff an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %

7.4 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß §18 Abs. 5 WPG hat die planungsverantwortliche Stelle geplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darzustellen. Ziel ist es, räumliche Schwerpunkte zu identifizieren, in denen Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs besonders wirksam zur Beschleunigung der Transformation hin zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beitragen können. Für diese Gebiete können im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG gezielt Projektskizzen erarbeitet werden.

Die Identifizierung dieser Gebiete erfolgte auf Grundlage der gebäudespezifischen und baublockbezogenen Wärmebedarfsdaten aus dem Wärmeetlas (vgl. Kapitel 3.7.11).

Die Bewertung basiert auf einer zweistufigen Betrachtung:

- Gebäudespezifisches Einsparpotenzial: Abschätzung der potenziellen Reduktion des Wärmebedarfs je Gebäude, beispielsweise durch energetische Sanierungsmaßnahmen

- Absoluter Wärmebedarf im Baublock: Betrachtung des gesamten Wärmebedarfs eines Baublocks bzw. Teilgebiets

Aus diesen Daten ergeben sich zunächst Indikationen zu den potenziellen gebäude-spezifischen Einsparpotenzialen beim Wärmebedarf. In Kombination mit dem absoluten baublockbezogenen Wärmebedarf im jeweiligen Gebiet lässt sich ableiten, ob dort ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial gegeben ist.

Nicht als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial wurden dagegen Bereiche eingestuft,

- in denen zwar hohe gebäudespezifische Einsparpotenziale bestehen, der absolute Wärmebedarf aufgrund geringer Bebauungsdichte jedoch niedrig ist, oder
- in denen ein hoher absoluter Wärmebedarf vorliegt, die gebäudespezifischen Einsparpotenziale jedoch gering sind, etwa weil bereits ein erheblicher Anteil der Gebäude energetisch saniert wurde.

Die zugrunde liegende Systematik ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.

Gebäudebezogenes Einsparpotenzial	Hoch	Keine Priorisierung	Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial
	Niedrig	Keine Priorisierung	
		Niedrig	Hoch
Absoluter Wärmebedarf im Baublock			

Abbildung 78: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Ein Teilgebiet wird als Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen, wenn sowohl

- das gebäudebezogene Einsparpotenzial als auch
- der absolute Wärmebedarf im Baublock als hoch eingestuft werden.

In allen anderen Kombinationen erfolgt keine Ausweisung als prioritäres Einspargebiet.

Das gebäudebezogene Einsparpotenzial wurde als relative Differenz zwischen dem aktuellen Wärmebedarf eines Gebäudes und einem angenommenen Wärmebedarf im energetisch sanierten Zustand ermittelt.

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. Dieses 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.

In Wolfhagen liegt keine Datengrundlage zur Kategorisierung von Gebäudetypen vor. Darum wurden die spezifischen Wärmebedarfe für sanierte Wohngebäudetypen des IWU gemittelt (51 kWh/(m²·a)).

Für jeden Baublock wurde das prozentuale Einsparpotenzial bezogen auf den gesamten Wärmebedarf des Baublocks berechnet. Dies ergab 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.

Gebäude mit einem Wärmebedarf unter dem gebäudespezifischen Wärmebedarf gemäß IWU-Maßnahmenpaket 2 wurden nicht berücksichtigt. Die Baublöcke wurden anschließend nach ihrem prozentualen Einsparpotenzial absteigend sortiert. Statistische Baublöcke mit sehr geringer Wärmebedarfsdichte von weniger als 1,5 MWh/(ha·a) wurden aus Gründen der geringen absoluten Relevanz im Ranking nachrangig behandelt und kartografisch nicht gesondert hervorgehoben. Damit wird ein Verzerrungseffekt in den Karten vermieden, der durch die großen Flächen dieser Baublöcke hätte entstehen können.

Zur Identifikation räumlicher Schwerpunkte wurden die statistischen Baublöcke anhand ihrer kumulierten absoluten Einsparpotenziale klassifiziert:

- 1%-Perzentil (dunkelrot): Baublöcke, die zusammen 1 % des gesamten absoluten Einsparpotenzials repräsentieren
- 5%-Perzentil (hellrot): Baublöcke, die zusammen 5 % des gesamten absoluten Einsparpotenzials repräsentieren

Diese Gebiete werden als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen.

Die in den Karten orange und gelb markierten Gebiete weisen ebenfalls überdurchschnittliche Einsparpotenziale auf, gehören jedoch nicht zu den prioritären Schwerpunktgebieten. Die Fokussierung auf das obere 5%-Perzentil folgt dem Grundsatz, zunächst dort anzusetzen, wo auf engem Raum besonders hohe absolute Einsparwirkungen durch entsprechende Maßnahmen erzielt werden können. Die definierten Perzentilklassen und die potenziellen Sanierungsgebiete sind in Abbildung 79 dargestellt.

In Wolfhagen entfallen nur wenige Baublöcke auf das 1%- oder 5%-Perzentil. Bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen kann daher eine Einbeziehung angrenzender, ebenfalls überdurchschnittlicher Bereiche sinnvoll sein. Orangefarbene Gebiete, die bezüglich energetischer Sanierung ebenfalls besonders betrachtet werden könnten, finden sich insbesondere in der Kernstadt Wolfhagen.

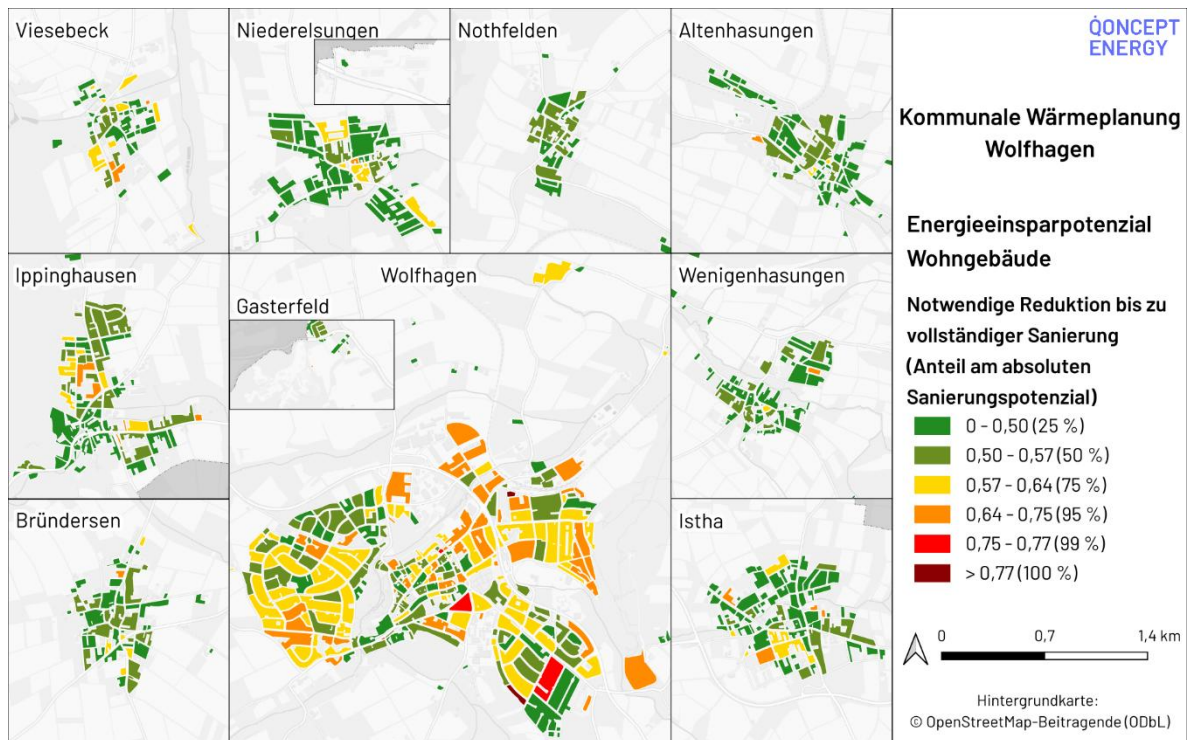


Abbildung 79: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken

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 ca. 20 GWh/a an. Die daraus resultierende zusätzliche Lastspitze der Wärmepumpen beträgt in Summe im Tagesmittel ca. 7,7 MW und im Stundenmittel ca. 9,5 MW.

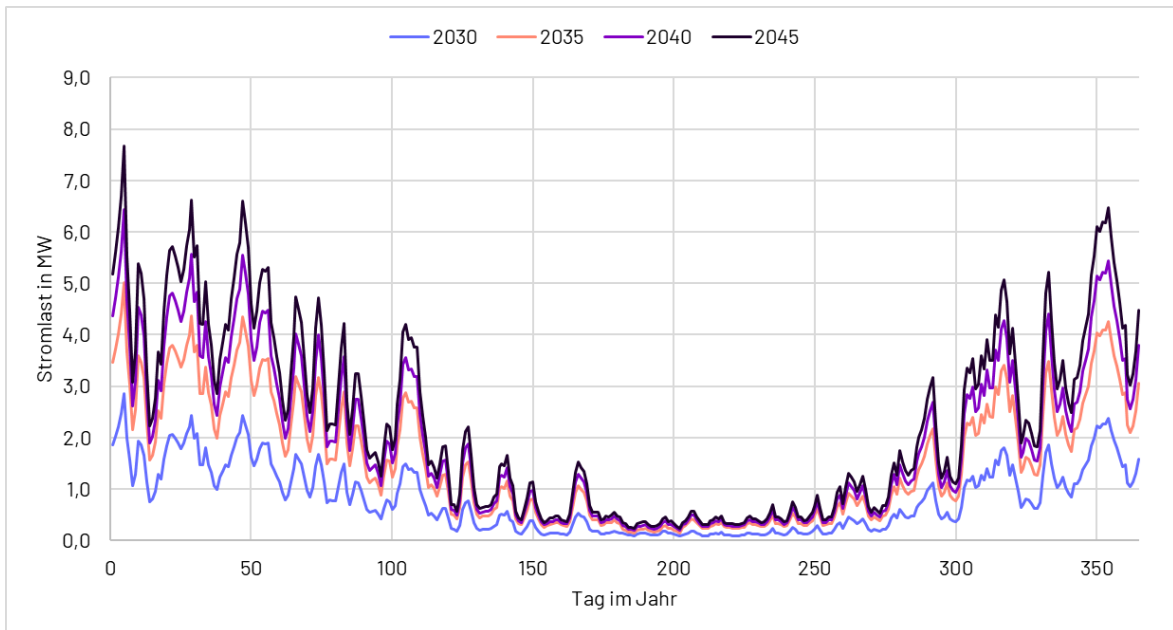


Abbildung 80: Entwicklung elektrischer Lastgänge (Tagesmittelwerte) zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Tabelle 36: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz; Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Jahr	2030	2035	2040	2045
Strombedarf in GWh/a	7,0	13,7	16,9	19,9
Lastspitze Tagesmittel in MW	2,9	5,0	6,4	7,7
Lastspitze Stundenmittel in MW	3,6	6,2	7,9	9,5

8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung

Während des Projektverlaufs fanden mehrere Veranstaltungen zur Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung statt. Am 3.11.2025 wurden die vorläufigen Ergebnisse in einer gemeinsamen Besprechung der Stadtwerke Wolfhagen GmbH, der Biogas Wolfhagen GmbH und der BLG Project GmbH vorgestellt. Ziel war es zu ermitteln, inwiefern Interesse dieser Institutionen am Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen in Wolfhagen besteht. Zusätzlich wurden Kooperationspotenziale diskutiert. Im Vorfeld dieses Termins fanden diverse Einzelgespräche mit diesen Institutionen statt.

Seitens der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG wurde signalisiert, dass sie sich einen weiteren Ausbau des von ihr betriebenen Wärmenetzes vorstellen kann. Zudem bestehen dort Potenziale für den Ausbau von Kapazitäten zur Wärmeerzeugung. Die BLG Project GmbH kann sich eine Direktbelieferung von Strom an zukünftig errichtete Großwärmepumpen vorstellen. Die möglichen Konditionen dazu wurden grob skizziert.

Am 11.12.2025 wurden die vorläufigen Ergebnisse der Wärmeplanung in einer Stadtverordnetensitzung vorgestellt. Ziel dieser Veranstaltung war es, über die geplanten Inhalte zu informieren und die Bedeutung des Beschlusses der Wärmeplanung zu erläutern.

Am 2.2.2026 wurde eine öffentliche Bürgerinformationsveranstaltung in der Stadthalle Wolfhagen 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 umfasste eine Kombination aus Kurzvorträgen, interaktiven Beteiligungsformaten an Infoständen verschiedener Energieakteure und einer Energieberatungsbörse. An der Veranstaltung nahmen rund 100 Bürgerinnen und Bürger teil.



Abbildung 81: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung in Wolfhagen vom 2.2.2026

Im Anschluss an die Vorträge hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich individuell mit den anwesenden Energieexperten auszutauschen und sich über energetische Gebäudesanierung, Förderungsmöglichkeiten sowie zu individuellen Optionen der Wärmeversorgung zu informieren. Die Informationsstände waren besetzt durch:

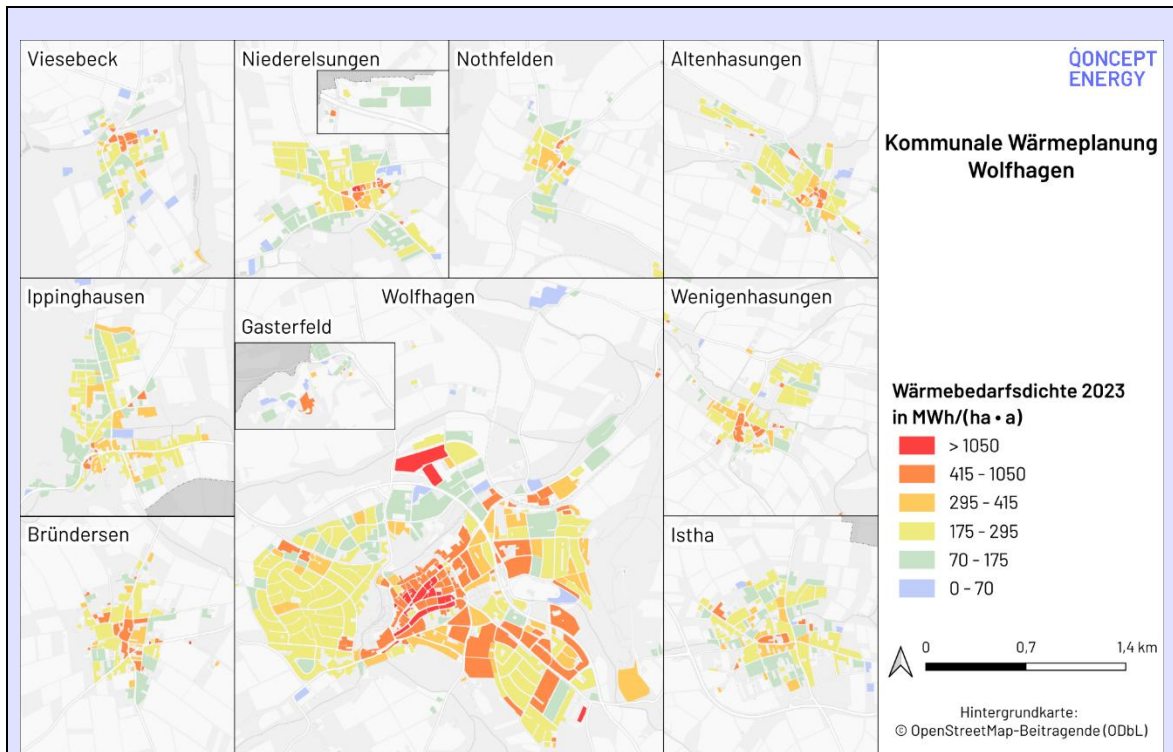
- Qoncept Energy GmbH (als Erstellerin der kommunalen Wärmeplanung)
- LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
- Stadt und Stadtwerke Wolfhagen GmbH
- BürgerEnergieGenossenschaft Wolfhagen eG
- Energie 2000 e. V.
- Max Weishaupt SE
- Firma Elektro Gante, Wolfhagen

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 Projektskizzen beschrieben werden:

1. Informationskampagnen zu niedrighschwelligem Energieberatungsangeboten
2. Prüfung der Umsetzungsmöglichkeiten eines zusätzlichen oder erweiterten Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen
3. Fortführung der Kooperationsgespräche mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG
4. Prüfung eines vorgezogenen Aufbaus des Wärmenetzes in der Schützeberger Straße
5. Vertiefte Prüfung der Kläranlage als Wärmequelle für den Aufbau eines Wärmenetzes in Wolfhagen
6. Prüfung der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung
7. Prüfung einer Direktbelieferung von Großwärmepumpen mit Strom aus einem Windpark auf der Gemarkung Wolfhagen
8. Nutzung weiterer Informationsangebote für den Tausch dezentraler Wärme-erzeugungsanlagen
9. Synchronisieren der Infrastrukturprojekte
10. Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wolfhagen
11. Regelmäßige Aktualisierung Wärmetlas und Wärmebedarfsentwicklung
12. Informationskampagne zu den Möglichkeiten für genossenschaftlich betriebene Wärmenetze oder Gebäudenetze in Prüfgebieten
13. Entwicklung eines Quartierskonzeptes für das Gebiet Liemeckestraße / Ofenbergstraße

9.1 Informationskampagnen zu niedrigschwelligen Energieberatungsangeboten

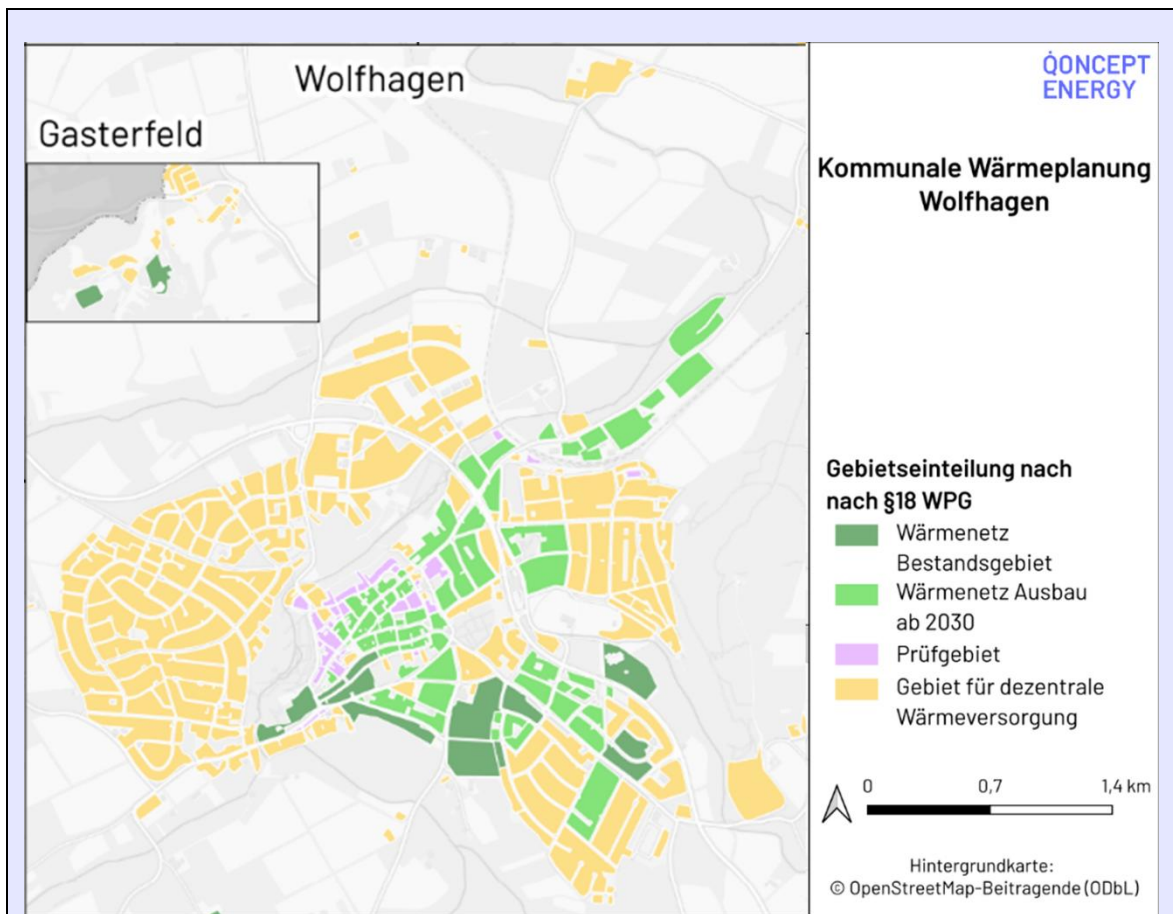


Wärmebedarfsdichten in Wolfhagen

<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmetlas erstellt. Zudem zeigt die Wärmeplanung, welche Gebiete besonders für die Erschließung mit einem Wärmenetz oder für eine dezentrale Versorgung geeignet sind. Neben der Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Technologien spielt vor allem die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz in Bestandsgebäuden und die Ablösung fossiler dezentraler Wärmeerzeuger durch GEG-konforme Technologien eine zentrale Rolle, um die Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<p>Gesamtes Stadtgebiet</p>
<p>Ziele / Planungen</p>	<p>Die in der Potenzialanalyse der Wärmeplanung ermittelte Wärmebedarfsreduktion insbesondere im Bereich der Haushalte sollen mindestens erreicht oder übertroffen werden.</p> <p>Dazu sollen niedrigschwellige Beratungsangebote insbesondere für Gebäudeeigentümer, zum Beispiel in Form einer aufsuchenden Energieberatung oder ähnlicher Konzepte geschaffen werden.</p>

Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfen, ob öffentliche Fördermittel für eine aufsuchende Energieberatung genutzt werden können. • Prüfen, welche weiteren öffentlichen Informationsangebote diesbezüglich infrage kommen (z. B. Angebote der Verbraucherzentrale Hessen e. V. oder der LandesEnergieAgentur Hessen GmbH). • Prüfen, ob Energieberatungsangebote mit Kooperationspartnern wie der Stadtwerke Wolfhagen GmbH, lokal ansässigen Energieberatern, der Handwerkskammer oder Heizungsinstallationsfirmen geschaffen werden können. • Maßnahmen ergreifen, um die Energieberatung insbesondere in den Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (vgl. Kapitel 7.4) anzubieten.
Treibhausgasminderung	<p>Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden aufgrund der Annahmen zu Sanierungsrate und Sanierungseffizienz Wärmebedarfsreduzierungen und damit verbundene Treibhausgasminderungen ermittelt. Es sollte angestrebt werden, diese mindestens zu erreichen oder zu übertreffen.</p>
Kosten und Finanzierung	<p>Es sollten zunächst kostenlose Beratungsangebote genutzt werden. Wenn diese nicht zur Verfügung stehen oder erkennbar ist, dass sie nicht in hinreichendem Maße zu den gewünschten Effekten führen, sollten ggf. weitergehende kostenpflichtige Maßnahmen geprüft werden.</p>
Nächste Schritte	<p>Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge</p>
Verantwortlich	<p>Stadt Wolfhagen, ggf. in Zusammenarbeit mit der Stadtwerke Wolfhagen GmbH</p>
Wichtige Akteure	<p>Stadtverwaltung, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, LandesEnergieAgentur Hessen GmbH, Energie 2000 e. V., Handwerkskammer, Verbraucherzentrale Hessen e. V., lokal tätige Energieberater und Heizungsinstallateure, Gebäudeeigentümer</p>
Priorität / Umsetzungsbeginn	<p>Die Priorität der Maßnahme ist hoch.</p> <p>Die Maßnahme könnte ab April 2026 starten.</p>

9.2 Prüfung der Umsetzungsmöglichkeiten eines zusätzlichen oder erweiterten Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen



Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen

Situation im Gebiet

In Wolfhagen wird aktuell ein Wärmenetz durch die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG betrieben. Im Zielszenario werden sowohl ein Ausbau dieses Wärmenetzes als auch der Aufbau eines weiteren Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen als Möglichkeiten aufgezeigt. Denkbar ist auch die Verknüpfung beider Wärmenetze.

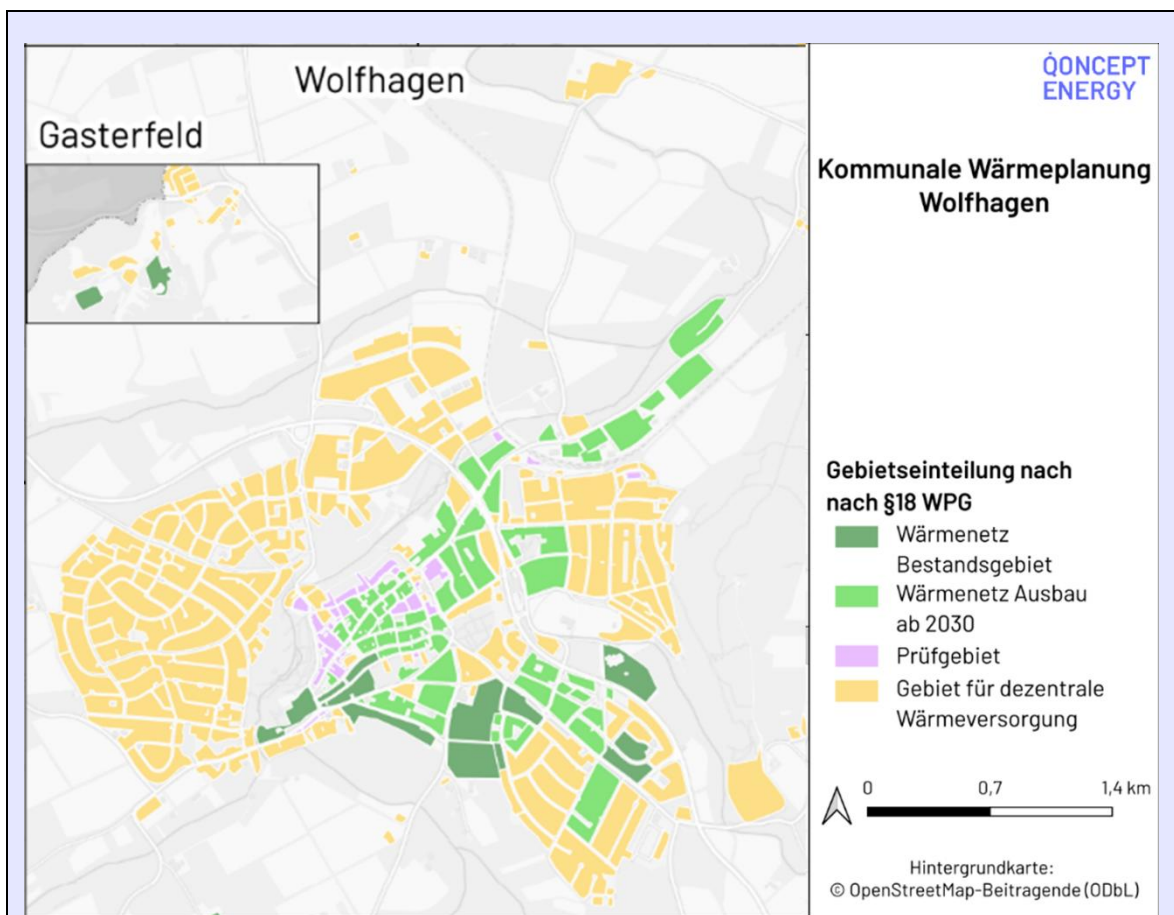
Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurden Gespräche sowohl mit der Stadtwerke Wolfhagen GmbH als auch mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG bezüglich der Potenziale dieser Wärmenetze geführt.

Das Geschäftsfeld Wärmeversorgung spielt derzeit in der Stadtwerke Wolfhagen GmbH nur eine untergeordnete Rolle, da sie weder ein Wärmenetz noch die Gasnetze in Wolfhagen betreibt.

	<p>Von besonderer Bedeutung ist des Weiteren, dass an der Stadtwerke Wolfhagen GmbH die Bürger-EnergieGenossenschaft Wolfhagen eG (BEG-W) mit 40 % beteiligt ist.</p>
Eignungsgebiete	<p>Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen</p>
Ziele / Planungen	<ul style="list-style-type: none"> • Finden eines oder mehrerer Umsetzungspartner für den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen in der Kernstadt von Wolfhagen. • Klären der strategischen Positionierung der Stadtwerke Wolfhagen GmbH beim Auf- bzw. Ausbau von Wärmenetzen in Wolfhagen.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der im Rahmen der Wärmeplanung mit der Stadtwerke Wolfhagen GmbH begonnenen Gespräche zur Beteiligung am Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen. • Entwickeln und Bewerten von Rollenmodellen für die Stadtwerke Wolfhagen GmbH beim Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen. • Ansprache möglicher Umsetzungspartner, wie zum Beispiel der BEG-W, der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG oder anderer potenzieller Betreiber (vgl. Kapitel 19.3).
Treibhausgasminderung	<p>Das Potenzial für die Treibhausgasminderung durch den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.</p>
Kosten und Finanzierung	<p>Gegebenenfalls Kosten für die externe Beratung zur Unterstützung beim Finden von Umsetzungspartnern für den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen und der Entwicklung einer strategischen Positionierung der Stadtwerke Wolfhagen GmbH.</p>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung von Bedarfen für externe Unterstützung beim Finden von Umsetzungspartnern für Wärmenetze und der strategischen Positionierung der Stadtwerke Wolfhagen GmbH. • Auswahl eines oder mehrerer Berater. • Durchführen weiterer Gespräche mit potenziellen Umsetzungspartnern beim Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen in Wolfhagen.

Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, BEG-W, Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG, mögliche weitere Umsetzungspartner
Priorität / Umsetzungsbeginn	<ul style="list-style-type: none"> Die Priorität der Maßnahmen ist sehr hoch. Die im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung geführten Gespräche sollten unmittelbar im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung im Jahr 2026 fortgeführt werden.

9.3 Fortführung der Kooperationsgespräche mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG



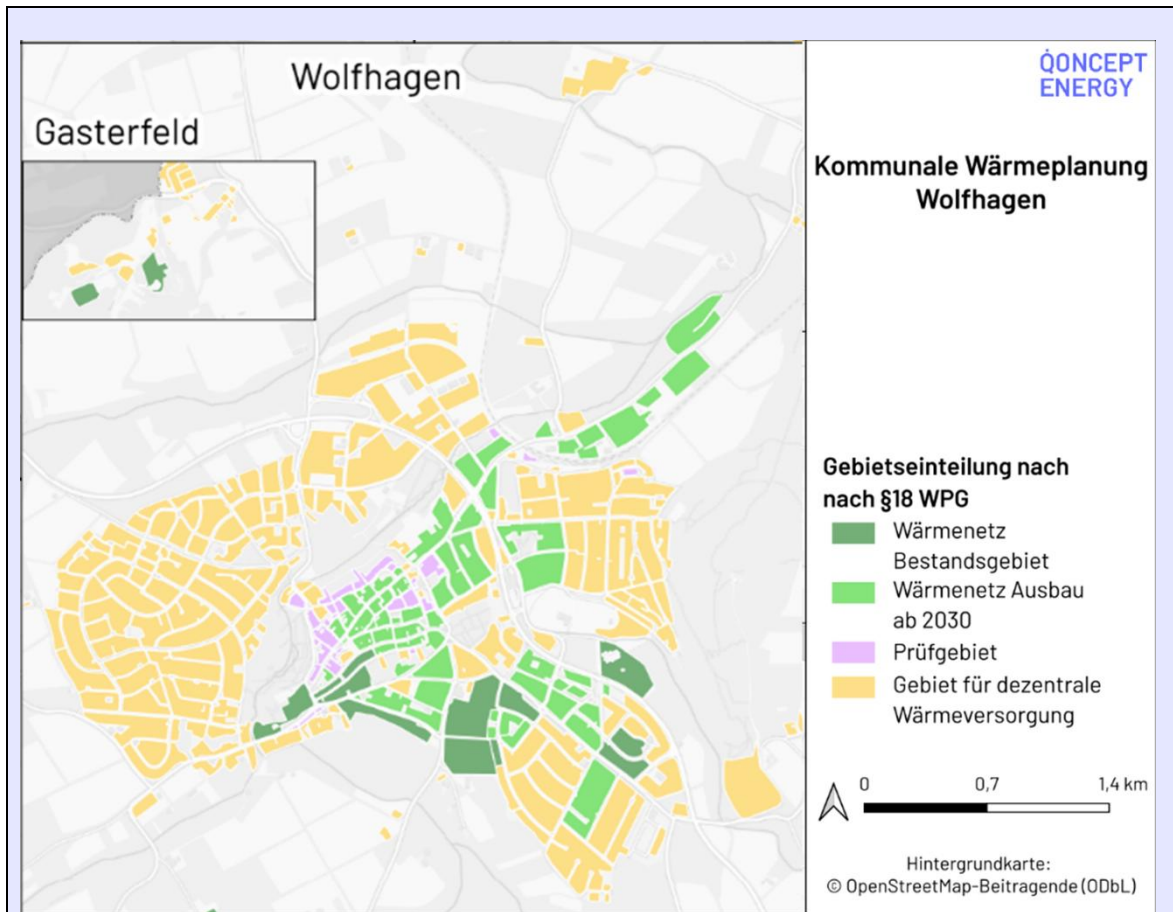
Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen

Situation im Gebiet	In Wolfhagen wird aktuell ein Wärmenetz durch die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG betrieben. Im Zielszenario werden sowohl ein Ausbau dieses Wärmenetzes als auch der Aufbau eines weiteren Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen als
---------------------	---

	<p>Möglichkeiten aufgezeigt. Denkbar ist auch die Verknüpfung beider Wärmenetze.</p> <p>Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurden Gespräche sowohl mit der Stadtwerke Wolfhagen GmbH als auch mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG bezüglich der Potenziale dieser Wärmenetze geführt.</p> <p>Die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG hat signalisiert, dass sie sich einen weiteren Ausbau des von ihr betriebenen Wärmenetzes und auch den deutlichen Ausbau ihrer Wärmeerkzeugungskapazitäten vorstellen kann.</p>
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen
Ziele / Planungen	<p>Klären der konkreten Handlungsoptionen hinsichtlich des Ausbaus des bestehenden Wärmnetzes der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG.</p> <p>Klären der Kooperationspotenziale zwischen der Biogas Wolfhagen GmbH, der Stadtwerke Wolfhagen GmbH und gegebenenfalls weiterer Umsetzungspartner beim Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen.</p>
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der im Rahmen der Wärmeplanung mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG begonnenen Gespräche zur Beteiligung am Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen. • Ansprache weiterer möglicher Umsetzungspartner, wie zum Beispiel der BEG-W und der Stadtwerke Wolfhagen GmbH hinsichtlich von Modellen für eine Zusammenarbeit mit der Biogas GmbH Wolfhagen (vgl. Kapitel 9.2).
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung durch den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.
Kosten und Finanzierung	Gegebenenfalls Kosten für die externe Beratung zur Entwicklung von Kooperationsmodellen zwischen den relevanten Partnern für den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Klären der technischen und ökonomischen Anforderungen der Biogas Wolfhagen GmbH & Co.

	<p>KG hinsichtlich des Aus- beziehungsweise Aufbaus von Wärmenetzen in Wolfhagen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung von Bedarfen für externe Unterstützung (z. B. juristisch, strategisch, kaufmännisch) bei der Entwicklung von Kooperationsmodellen mit der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG. • Auswahl eines oder mehrerer Berater.
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, BEG-W, mögliche weitere Kooperationspartner
Priorität / Umsetzungsbeginn	<ul style="list-style-type: none"> • Die Priorität der Maßnahmen ist sehr hoch. • Die im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung geführten Gespräche sollten unmittelbar im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung im Jahr 2026 fortgeführt werden.

9.4 Prüfung eines vorgezogenen Aufbaus des Wärmenetzes in der Schützeberger Straße



Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen

Situation im Gebiet

Im Zielszenario wird zusätzlich zum bereits bestehenden Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG der Aufbau eines weiteren Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen empfohlen. Denkbar ist auch eine Verknüpfung beider Wärmenetze.

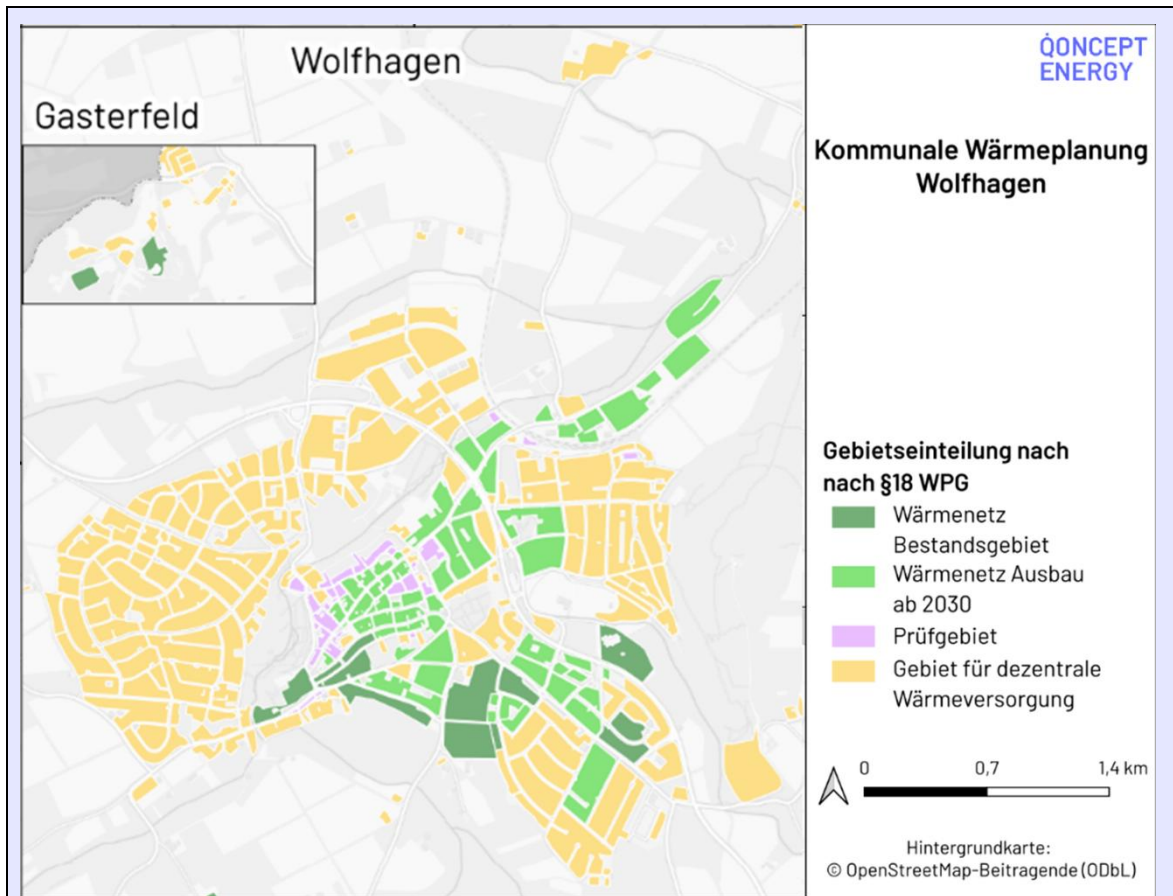
Eine zentrale Achse für den Aufbau des weiteren Wärmenetzes stellt die Schützeberger Straße dar. Diese soll inklusive der dort bisher verlegten Ver- und Entsorgungsleitungen in den Jahren 2027 und 2028 grundhaft saniert werden.

Der notwendige zeitliche Vorlauf für die Beantragung von Fördermitteln gemäß BEW und die vorbereitenden Planungen für den Aufbau eines weiteren Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen ermöglichen es voraussichtlich nicht, bereits in den Jahren 2027 oder 2028 den Bau des Wärmenetzes in der Schützeberger

	<p>Straße umzusetzen. Sollte diese ohne die Verlegung von Wärmeleitungen saniert werden, wäre dort voraussichtlich eine Verlegung von Wärmeleitungen auf viele Jahre hinaus nicht möglich. Da es sich um eine zentrale Achse für das Wärmenetz handelt, würde dadurch der Wärmenetzauf- beziehungsweise -ausbau in der Kernstadt von Wolfhagen weitgehend oder sogar komplett gefährdet.</p>
Eignungsgebiete	<p>Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen</p>
Ziele / Planungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung der Möglichkeit des Auf- bzw. Ausbaus von Wärmenetzen in der Kernstadt von Wolfhagen in dem im Zielszenario definierten Umfang und Zeitraum. • Nutzung der Synergiepotenziale für die gemeinsame Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen inklusive der neuen Wärmeleitungen in der Schützeberger Straße.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der potenziell geeigneten Förderprogramme für den Ausbau der beiden Wärmenetze. Dabei handelt es sich um die BEW (Beantragung beim BAFA) und die Förderung der Modernisierung und des Ausbaus von Wärmenetzen durch das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (Beantragung bei der HA Hessen Agentur GmbH). • Finden eines Umsetzungspartners für den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen in Wolfhagen und dessen Bereitschaft für einen vorgezogenen Ausbau des Wärmenetzes in der Schützeberger Straße. • Ansprache der potenziellen lokalen Umsetzungspartner (Stadtwerke Wolfhagen GmbH, Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG, BEG-W). • Ansprache potenzieller externer Umsetzungspartner.
Treibhausgasminderung	<p>Das Potenzial für die Treibhausgasminderung durch den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.</p>

Kosten und Finanzierung	<p>Gegebenenfalls Kosten für die externe Beratung zur Entwicklung von Kooperationsmodellen mit einem Umsetzungspartner. Eine Förderung dafür könnte durch das sogenannte Wärmewende-Coaching der LEA Hessen oder das Förderprogramm KFW 432 – Energetische Stadtsanierung möglich sein.</p>
Nächste Schritte	<p>Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge</p>
Verantwortlich	<p>Magistrat der Stadt Wolfhagen</p>
Wichtige Akteure	<p>Stadtverwaltung, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG, BEG-W, mögliche weitere Kooperationspartner, externe Berater</p>
Priorität / Umsetzungsbeginn	<ul style="list-style-type: none"> • Die Priorität der Maßnahmen ist sehr hoch. • Die im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung geführten Gespräche zum Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen sollten unmittelbar im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung im Jahr 2026 fortgeführt werden.

9.5 Vertiefte Prüfung der Kläranlage als Wärmequelle für den Aufbau eines Wärmenetzes in Wolfhagen

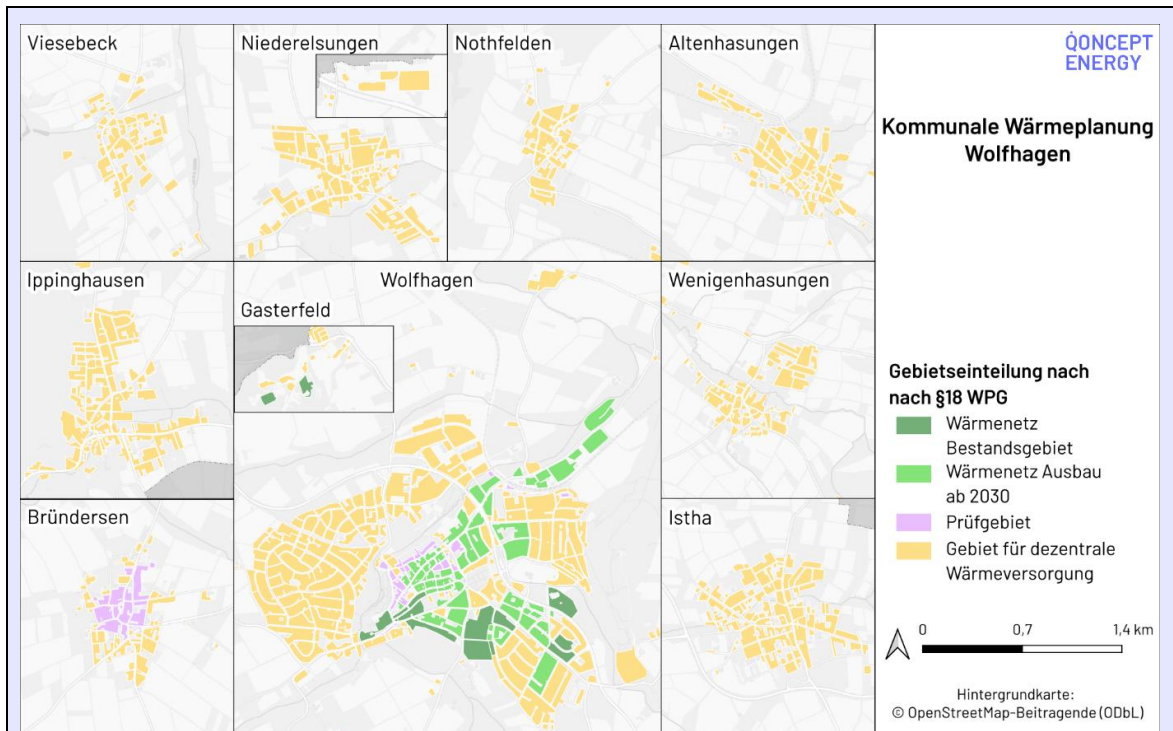


Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen

<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Der Auslauf von Kläranlagen stellt eine interessante Wärmequelle für Großwärmepumpen dar. Für die Kläranlage in Wolfhagen besteht bereits heute ein relevantes Wärmeerzeugungspotenzial. Mit dem geplanten Ausbau würde dies noch einmal deutlich steigen. Damit könnte diese Wärmequelle für die Grund- oder Mittellast genutzt werden (vgl. Kapitel 4.7).</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<p>Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt von Wolfhagen</p>
<p>Ziele / Planungen</p>	<p>Erschließen der Kläranlage als kostengünstige Wärmequelle für ein Wärmenetz in Wolfhagen.</p>
<p>Maßnahmenvorschläge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende technische und wirtschaftliche Prüfung einer Nutzung des Auslaufs der Kläranlage in Kombination mit einer Großwärmepumpe.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ansprache potenzieller Ankerkunden entlang der Trasse von der Kläranlage bis zur Innenstadt von Wolfhagen hinsichtlich ihrer Bereitschaft zum Anschluss an ein Wärmenetz.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung durch den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen wurde in Kapitel 7.2 auch unter Berücksichtigung der Kläranlage als Wärmequelle dargestellt.
Kosten und Finanzierung	<p>Für eine erste vertiefende, aber weiterhin grobe Analyse wird ein Volumen von 5–10 T€ geschätzt.</p> <p>Diese und weitere Analysen können aber auch unter Nutzung von Förderprogrammen wie der BEW oder der Förderung nach KFW 432 – Energetische Stadtsanierung durchgeführt werden. Dazu wären aber umfangreichere Maßnahmenkonzepte zu entwickeln, die über die ausschließliche Prüfung der Abwärmepotenziale der Kläranlage hinausgehen (vgl. Kapitel 9.6).</p>
Nächste Schritte	Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen als Betreiber der Kläranlage
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, potenzielle Umsetzungspartner für den Auf- beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen in Wolfhagen
Priorität / Umsetzungsbeginn	<p>Die Priorität der Maßnahme ist sehr hoch.</p> <p>Die Maßnahme setzt auf die Analysen aus der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte zu Beginn des Jahres 2026 gestartet werden.</p>

9.6 Prüfung der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung



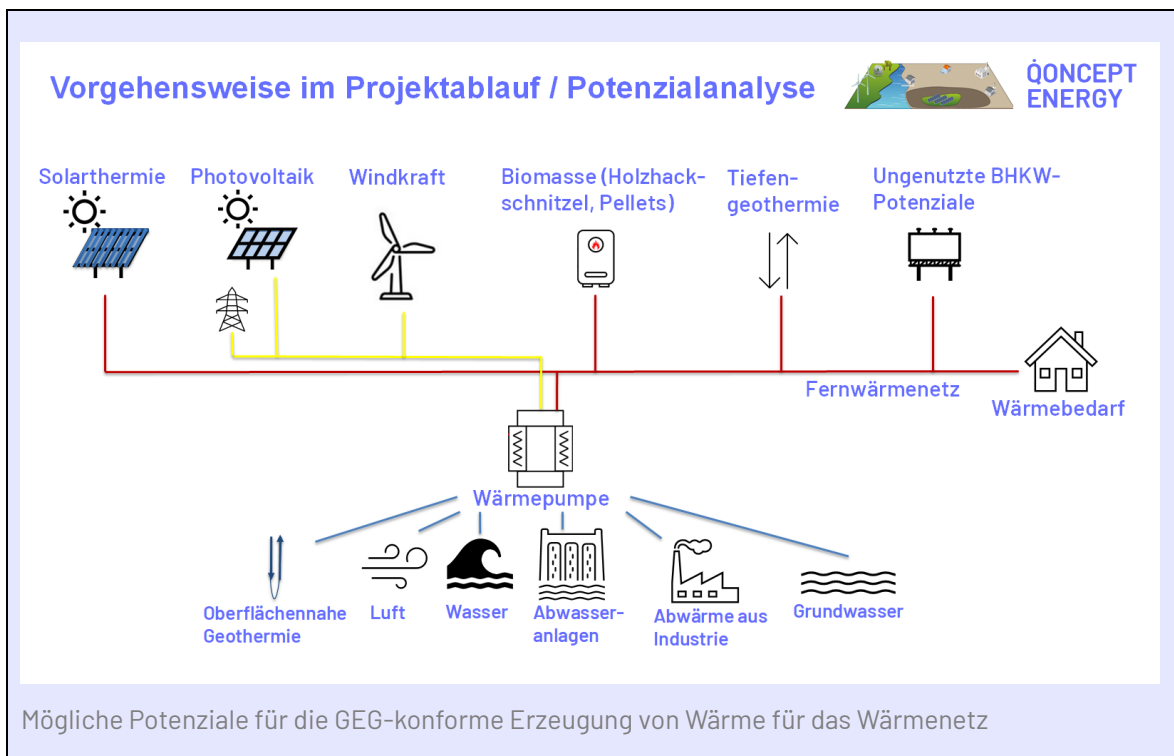
Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Wolfhagen

<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächen-deckender Wärmeatlas erstellt. Zudem zeigt die Wärme-planung auf, welche Gebiete sich besonders für die Erschließung mit einem Wärmenetz oder für eine dezentrale Versorgung eignen. Neben der Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Technologien spielt vor allem die Steigerung der Gebäudeenergie-effizienz in Bestandsgebäuden sowie die Ablösung fossiler dezentraler Wärmeerzeuger durch GEG-konforme Technologien eine zentrale Rolle, um die Klima-neutralität im Wärmesektor zu erreichen.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<p>Gesamtes Stadtgebiet Wolfhagen</p>
<p>Ziele / Planungen</p>	<p>Das Förderprogramm KfW 432 dient der finanziellen Förderung von Quartierskonzepten sowie eines lokalen Sanierungsmanagements. Neben der Erstellung integrierter Konzepte werden auch Personal- und Sachkosten für ein Sanierungsmanagement gefördert (75 % für alle Kommunen und 90 % für finanzschwache Kommunen). In Hessen wird das Fördervolumen zusätzlich durch hessische Mittel ergänzt.</p>

	<p>Ziel ist es, dieses Förderprogramm für die Umsetzung von Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie der kommunalen Wärmeplanung sowie für weitere Maßnahmen der Energiewende zu nutzen.</p> <p>Förderfähig sind zudem Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, zur Entwicklung grüner Infrastruktur und klimafreundlicher Mobilität.</p>
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung, für welche Quartiere das Förderprogramm sinnvoll sein kann. Quartiere können individuell festgelegt werden, müssen aber unterhalb der Ebene eines Stadtteils definiert sein. Es ist möglich, parallel mehrere Förderanträge für unterschiedliche Quartiere zu stellen. Diese Gebiete sollten sich strukturell unterscheiden. • Es sollte geprüft werden, inwieweit die Förderinhalte zu einem integrierten Gesamtkonzept für ausgewählte Quartiere kombiniert werden können. • Prüfung der förderrechtlichen Rahmenbedingungen des Programms KfW 432. • Vorbereitung und Einreichung eines entsprechenden Förderantrags, sofern dies inhaltlich und finanziell sinnvoll erscheint.
Treibhausgasminderung	<p>Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt von den ausgewählten Quartieren sowie von Art und Umfang der beantragten Maßnahmen ab. Das entsprechende Minderungspotenzial kann ermittelt werden, sobald die Maßnahmen konkret definiert sind.</p>
Kosten und Finanzierung	<p>Förderanträge können durch die Stadt Wolfhagen in Eigenleistung erstellt werden. Bei externer Unterstützung sind Kosten von etwa 5 T€ pro Antrag zu erwarten; bei mehreren parallelen Anträgen sind Synergieeffekte möglich. Die Kosten trägt die Stadt Wolfhagen als Antragstellerin.</p> <p>Bewilligte Fördermittel können an privatwirtschaftliche oder gemeinnützige Akteure weitergegeben werden (z. B. Stadtwerke, Wohnungsunternehmen, Eigentümergemeinschaften oder Bürgerenergiegenossenschaften).</p>
Nächste Schritte	<p>Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge</p>
Verantwortlich	<p>Magistrat der Stadt Wolfhagen</p>

<p>Wichtige Akteure</p>	<p>KfW, Stadtverwaltung, Umsetzungspartner für die Wärmenetze, Wohnungsunternehmen oder Eigentümergemeinschaften in Wolfhagen und ggf. weitere Stakeholder</p>
<p>Priorität / Umsetzungsbeginn</p>	<p>Die Priorität der Maßnahme ist sehr hoch, da die verfügbaren Fördermittel begrenzt sind und die Vergabe nach der Reihenfolge der Antragstellung erfolgt.</p> <p>Die Maßnahme baut auf den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte unmittelbar im Anschluss an deren Fertigstellung umgesetzt werden.</p>

9.7 Prüfung einer Direktbelieferung von Großwärmepumpen mit Strom aus einem Windpark auf der Gemarkung Wolfhagen

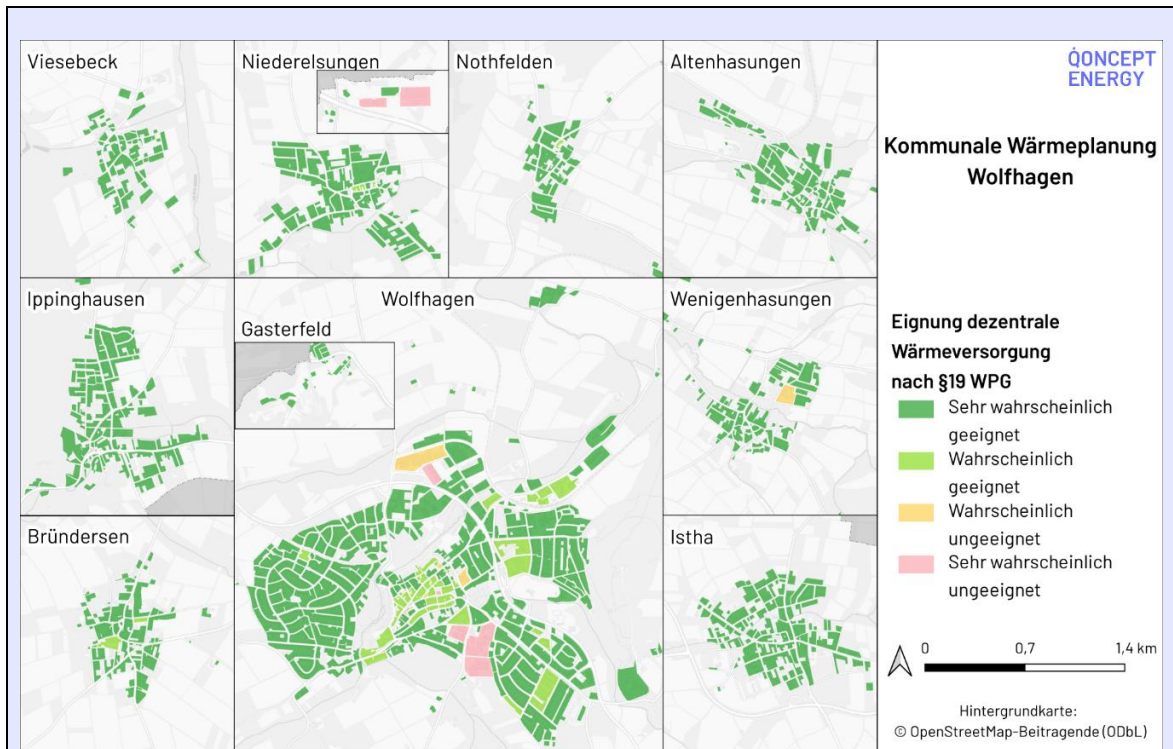


<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden unter anderem die Möglichkeiten für Großwärmepumpen untersucht. Technisch und wirtschaftlich besonders interessant erscheint die Nutzung der Abwärme am Auslauf der Kläranlage über eine Großwärmepumpe.</p> <p>Zudem können für die ausgewiesenen Prüfgebiete Wärmenetze insbesondere dann sinnvoll sein, wenn eine sehr günstige Wärmequelle gefunden wird. Dies könnten zum Beispiel Luft-Großwärmepumpen sein,</p>
----------------------------	---

	<p>die aus einem Windpark mit günstigem Strom beliefert werden.</p> <p>Auf dem Stadtgebiet bestehen bereits verschiedene Windparks und weitere befinden sich in Planung. Eine Direktbelieferung aus diesen Windparks kann die Wärmeerzeugungskosten einer Großwärmepumpe deutlich senken. Die Belieferung aus einem Windpark ist auch deshalb besonders attraktiv, da der größere Teil der Stromerzeugung im Winterhalbjahr erfolgt und damit der Erzeugungslastgang des Windparks gut zum Bedarfslastgang einer Großwärmepumpe passen könnte.</p> <p>Erste Gespräche dazu wurden im Rahmen der Wärmeplanung bereits mit der BLG Project GmbH und der Stadtwerke Wolfhagen GmbH geführt.</p>
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete und Prüfgebiete
Ziele / Planungen	Das wesentliche Ziel ist es, über eine Direktbelieferung einer Großwärmepumpe die Wärmeerzeugungskosten deutlich zu senken und damit den Anschluss an ein Wärmenetz für die Gebäudeeigentümer attraktiver zu machen.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der bereits begonnenen Gespräche mit der BLG Project GmbH und der Stadtwerke Wolfhagen GmbH. • Entwicklung von Kooperationsmodellen zwischen dem oder den Windparkbetreibern und dem oder den zukünftigen Wärmenetzbetreibern.
Treibhausgasminderung	Erhöhung der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer, sich aufgrund geringerer Wärmegestehungskosten an ein Wärmenetz anzuschließen und damit schnellere Umstellung auf GEG-konforme Heizungen.
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen weiterer Gespräche entsteht zunächst vorrangig interner Aufwand in der Stadt Wolfhagen. • Bei der Umsetzung eines entsprechenden Konzepts sollte externe rechtliche und wirtschaftliche Unterstützung eingeholt werden. Die Kosten

	<p>dafür dürften im niedrigen fünfstelligen Bereich liegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Kosten für notwendige Analysen und Gespräche könnten auch unter Nutzung von Förderprogrammen wie der BEW oder der Förderung nach KFW 432 – Energetische Stadtsanierung durchgeführt werden. Dazu wären aber umfangreichere Maßnahmenkonzepte zu entwickeln, die über die ausschließliche Prüfung der Nutzung der Windparks als günstige Stromquelle hinausgehen (vgl. Kapitel 9.6).
Nächste Schritte	Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, BLG Project GmbH, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG, potenzielle zukünftige Wärmenetzbetreiber
Priorität / Umsetzungsbeginn	<p>Die Priorität der Maßnahme ist hoch, da davon die endgültige Entscheidung für ein Erzeugungskonzept abhängt.</p> <p>Die Maßnahme könnte parallel oder geringfügig zeitversetzt zu den Gesprächen mit potenziellen Wärmenetzbetreibern (vgl. Kapitel 9.2 und 9.3) und der Prüfung der Abwärmepotenziale der Kläranlage (vgl. Kapitel 9.5) im 2. oder 3. Quartal 2026 umgesetzt werden.</p>

9.8 Nutzung weiterer Informationsangebote für den Tausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen

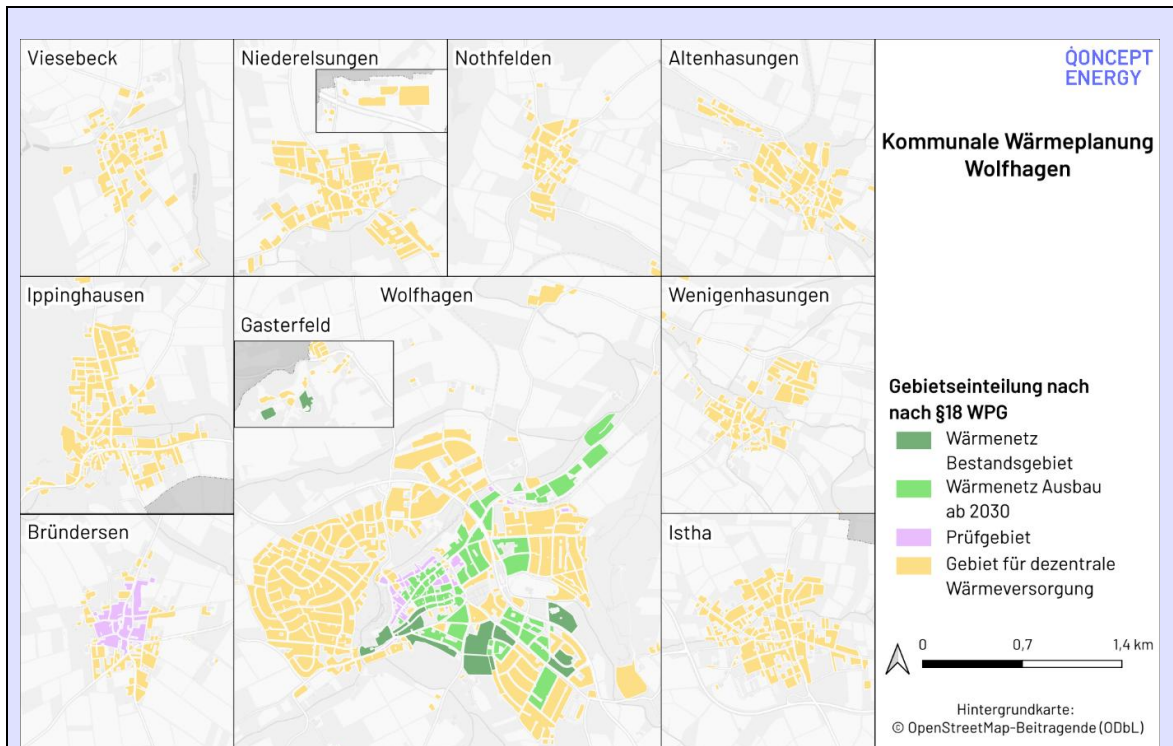


Analyse der Eignung für dezentrale Wärmeerzeuger

<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmeatlas erstellt. Zudem zeigt die Wärmeplanung, welche Gebiete besonders für den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen geeignet sind. Es kann angenommen werden, dass viele Gebäudeeigentümer noch relevanten Informationsbedarf zum Einsatz, der Wirtschaftlichkeit und der Verfügbarkeit dezentraler GEG-konformer Wärmeerzeuger haben. Dementsprechend bietet es sich an, hierzu eigene Informationskampagnen durchzuführen oder zu unterstützen.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<p>Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete, wobei gegebenenfalls der Schwerpunkt auf Gebieten liegen sollte, die nicht für ein Wärmenetz geeignet sind. In den Wärmenetzgebieten sollte demgegenüber eher über die Möglichkeiten und Chancen des Anschlusses an ein Wärmenetz informiert werden.</p>
<p>Ziele / Planungen</p>	<p>Die Gebäudeeigentümer sollen bei der Umstellung auf GEG-konforme Wärmeerzeugung unterstützt</p>

	und damit der Umstellungsprozess beschleunigt werden.
Maßnahmenvorschläge	Durchführung einer gemeinsamen Info-Veranstaltung zum Beispiel mit Heizungsherstellern, Innungen (Heizung und Sanitär, Schornsteinfeger), Handwerkskammer oder Sanitärfirmen zu Heizungsoptionen, zu lokaler / regionaler Wirtschaftsförderung, zur Angebotspalette und zu individuellen Beratungsangeboten der jeweiligen Firmen.
Treibhausgasminderung	Beitrag zu schnellerer Umstellung auf GEG-konforme Heizungen
Kosten und Finanzierung	Es entstehen lediglich Kosten für Raummiete und ggf. Catering
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Anfrage an verschiedene der o. g. Institutionen hinsichtlich der Bereitschaft zur Teilnahme an einer solchen Veranstaltung. • Konzeptionierung, Terminierung und Durchführung einer entsprechenden Veranstaltung.
Verantwortlich	Klimaschutzmanagement der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge
Priorität / Umsetzungsbeginn	<p>Die Priorität der Maßnahme ist hoch.</p> <p>Die Maßnahme könnte im Jahr 2026 erstmalig durchgeführt und in einem Abstand von zum Beispiel ein oder zwei Jahren wiederholt werden.</p>

9.9 Synchronisieren der Infrastrukturprojekte



Voraussichtlich Wärmeversorgungsgebiete in Wolfhagen

Situation im Gebiet

In Wolfhagen wird aktuell ein Wärmenetz durch die Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG betrieben. Im Zielszenario werden sowohl ein Ausbau dieses Wärmenetzes als auch der Aufbau eines weiteren Wärmenetzes in der Kernstadt von Wolfhagen als Möglichkeiten aufgezeigt. Denkbar ist auch die Verknüpfung beider Wärmenetze.

In diesem Zusammenhang sind verschiedene Infrastrukturmaßnahmen vorgesehen, für die neben Leitungsverlegungen auch der Aufbau von Wärmeerzeugungsleistungen notwendig sind.

Ohne abgestimmte Planung besteht das Risiko paralleler Baumaßnahmen und unnötiger Mehrkosten. Eine frühzeitige Synchronisierung der Infrastrukturmaßnahmen ist daher erforderlich. Dies gilt aktuell insbesondere – aber nicht nur – für die geplante Sanierung der Schützeberger Straße (vgl. separate Projektskizze in Kapitel 9.4).

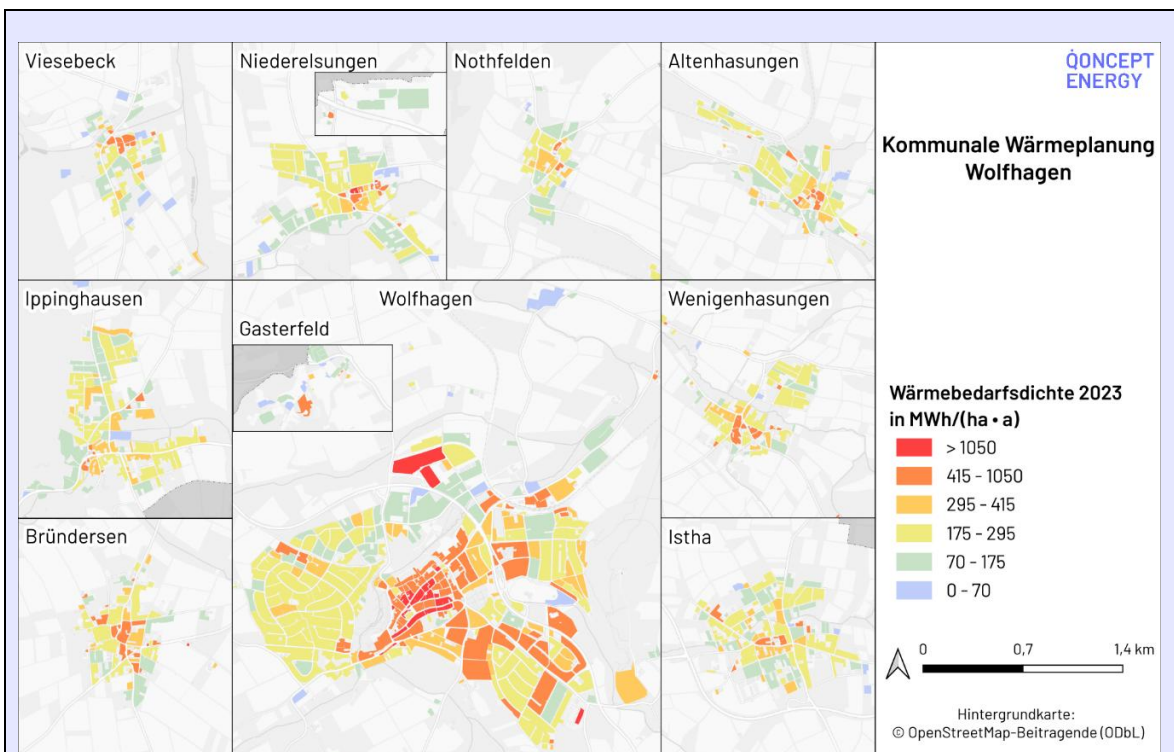
Eignungsgebiete

Zentrale Wärmeversorgungsgebiete und ggf. Prüfgebiete gemäß Zielszenario

Ziele / Planungen	<p>Ziel ist es, die Tiefbaumaßnahmen für den Aus- und Aufbau von Wärmenetzen sowie für neue zentrale Erzeugungsanlagen mit anderen Infrastrukturprojekten zu koordinieren.</p> <p>Durch diese Koordination sollen Kosten gesenkt und die Belastungen durch die Bauprojekte für Anlieger und andere Betroffene minimiert werden.</p>
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Ausbau von Wärmenetzen koordiniert werden können. • Zeitliche und fachliche Abstimmung mit den jeweils für die Baumaßnahmen verantwortlichen Stellen.
Treibhausgasminderung	<p>Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgas-minderung. Durch mögliche Kostensenkungen kann jedoch ein attraktiverer Wärmeversorgungspreis erreicht werden. Dies kann die Umstellung von Heizungssystemen auf GEG-konforme Varianten beschleunigen und mittelbar zu einer Reduzierung von Treibhausgasen führen.</p>
Kosten und Finanzierung	<p>Für die Umsetzung der oben genannten Maßnahmen entsteht vorrangig interner Aufwand innerhalb der Verwaltung.</p>
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung geplanter Infrastrukturprojekte, bei denen Synergien zum Auf- und Ausbau von Wärmenetzen möglich sind. • Durchführung von Gesprächen mit den für die jeweiligen Baumaßnahmen Verantwortlichen.
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Umsetzungspartner für Wärmenetze, Leitungsträger, Straßenbaulastträger
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch.

	<p>Erste Anfragen an die Verantwortlichen der relevanten Baumaßnahmen sowie die Analyse eigener geplanter oder geprüfter Infrastrukturmaßnahmen sollten im Jahr 2026 erfolgen.</p> <p>Sobald Klarheit über den zeitlichen Rahmen des Auf- oder Ausbaus von Wärmenetzen besteht, sind die Abstimmungen zwischen den beteiligten Akteuren zu koordinieren.</p>
--	--

9.10 Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wolfhagen

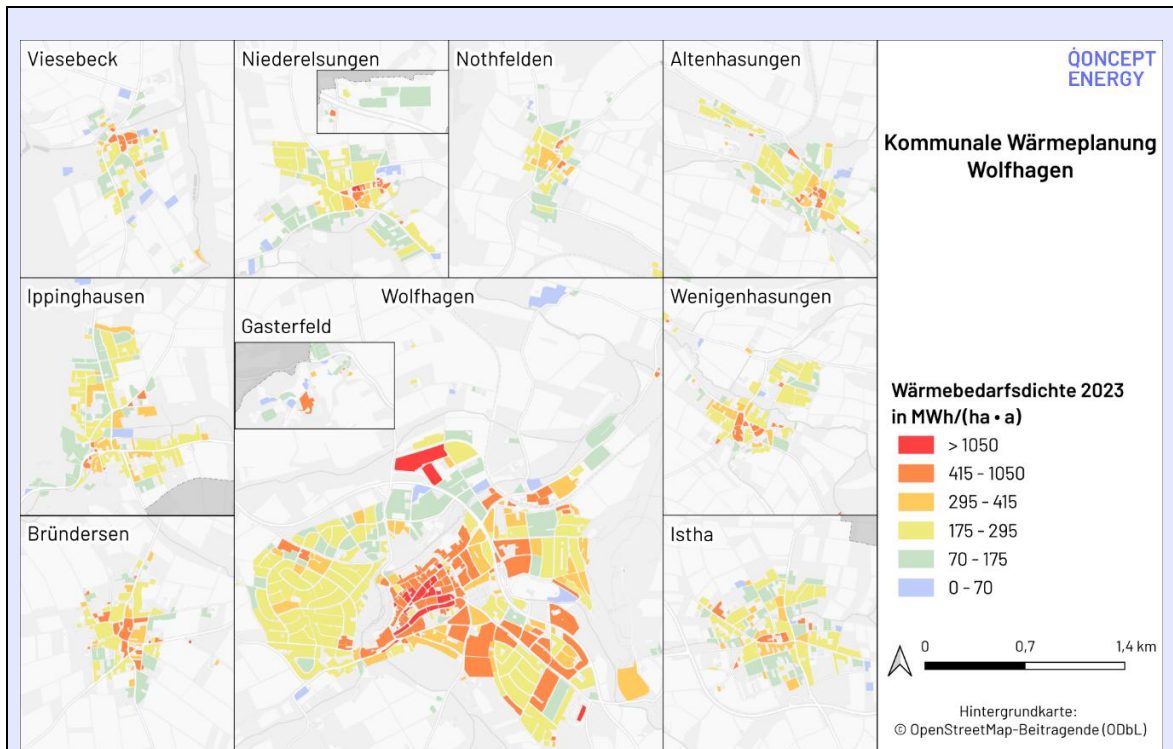


Wärmebedarfsdichten in Wolfhagen

Situation im Gebiet	<p>Die Stadt Wolfhagen verfügt über eine große Anzahl eigener Immobilien. Die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz im Bestand spielt eine wesentliche Rolle für das Erreichen der Klimaneutralität im Wärmesektor.</p> <p>Grundsätzlich werden bei Sanierungen der stadteigenen Gebäude bereits Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt.</p>
Eignungsgebiete	Gesamtes Stadtgebiet

Ziele / Planungen	Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen der stadteigenen Gebäude durch kontinuierliche Effizienzsteigerungen und Sanierungsmaßnahmen systematisch zu reduzieren.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Treibhausgasminde- rung.
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. Die Finanzierung kann über eine Kombination aus Förderprogrammen (BEG, Klimaschutzrichtlinie, Mittel aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung – EFRE, KfW 432 – Energetische Stadtsanierung u. a.) sowie aus eigenen Haushaltsmitteln der Stadt Wolfhagen erfolgen.
Nächste Schritte	Siehe Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Stadtverwaltung
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Nutzer der jeweiligen stadteigenen Gebäude
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist hoch, da energetische Gebäudesanierungen einen wesentlichen Beitrag zur Treibhausgasminde- rung und zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Die Maßnahme könnte im zweiten oder dritten Quartal 2026 starten und jährlich fortgeschrieben werden.

9.11 Regelmäßige Aktualisierung Wärmeatlas und Wärmebedarfsentwicklung

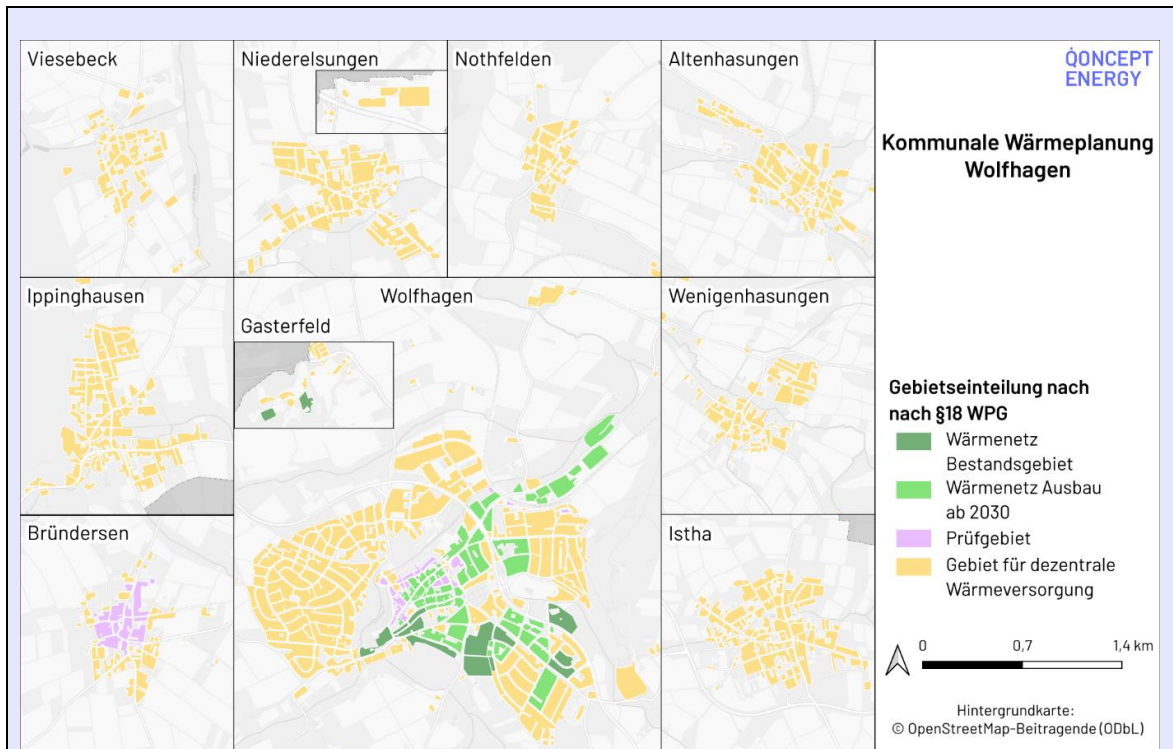


Wärmebedarfsdichten in Wolfhagen

<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein Wärmeatlas erstellt. Dieser wurde durch Qoncept Energy digital so bereitgestellt, dass eine regelmäßige Aktualisierung möglich ist.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<p>Gesamtes Stadtgebiet</p>
<p>Ziele / Planungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung von geänderten Wärmebedarfen. • Vorprüfung von Anpassungsbedarfen im Zielszenario oder des zeitlichen Umsetzungskonzepts.
<p>Maßnahmenvorschläge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Erhebung der Inputdaten des Wärmeatlas (z. B. alle zwei Jahre). • Aktualisierung des Wärmeatlas und der Wärmebedarfsentwicklung. • Grobprüfung, ob sich daraus Anpassungsbedarfe im Zielszenario oder der inhaltlichen oder zeitlichen Umsetzungsplanung ergeben.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sollte die Grobprüfung zeigen, dass Anpassungsbedarfe bestehen, sollte die Aktualisierung der Wärmeplanung oder von Teilen der Wärmeplanung vorgezogen werden.
Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgas-minderung. Diese könnte sich ergeben, wenn erkennbar wird, dass Maßnahmen schneller umgesetzt werden können oder sollten.
Kosten und Finanzierung	Es entsteht vorrangig interner Aufwand. Sofern zusätzlich externe Unterstützung für die Aktualisierung oder die Grobprüfung benötigt wird, sollte der Aufwand im niedrigen fünfstelligen Bereich liegen.
Nächste Schritte	Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, Datenlieferanten für die Inputdaten des Wärmeatlas (insb. Gasnetzbetreiber und Schornsteinfeger)
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist mittel. Erste Aktualisierung ab 2027.

9.12 Informationskampagne zu den Möglichkeiten für genossenschaftlich betriebene Wärmenetze oder Gebäudenetze in Prüfgebieten



Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Wolfhagen

Situation im Gebiet

Im Zielszenario werden außer in der Kernstadt keine Bereiche als Wärmenetzgebiete ausgewiesen. Allerdings bestehen auch in den außenliegenden Stadtteilen diverse Prüfgebiete. Dort könnten Wärmenetze insbesondere dann infrage kommen, wenn sie über ehrenamtliche oder genossenschaftliche Strukturen umgesetzt werden könnten, oder wenn es gelingt, besonders günstige Wärmequellen zu erschließen (vgl. Kapitel 9.7). Denkbar wäre auch der Betrieb kosten-günstig errichteter Gebäudenetze.

Hilfreich für den Aufbau solcher Wärme- oder Gebäudenetze sind zudem überdurchschnittlich hohe Anschlussquoten. Auch dafür können genossenschaftliche Strukturen hilfreich sein.

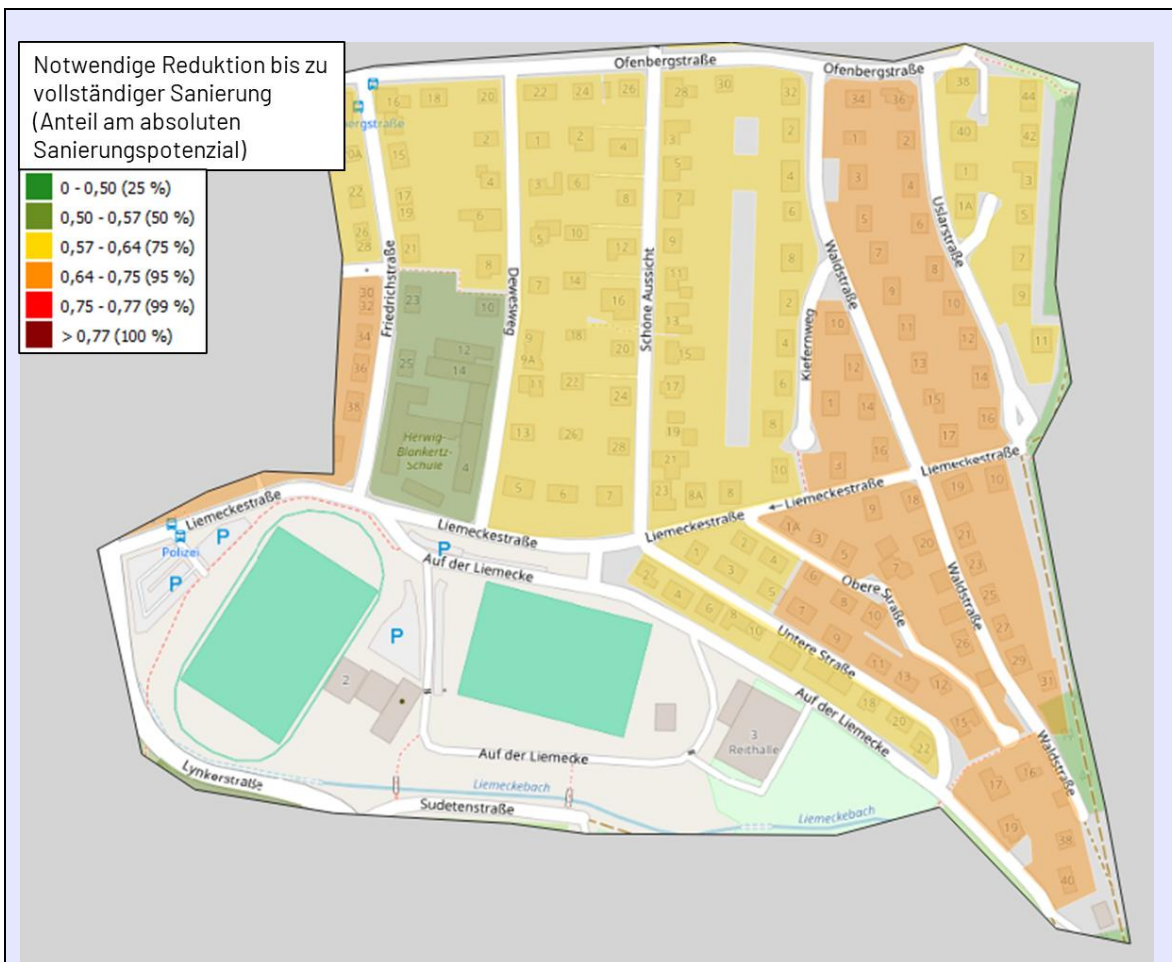
Bisher sind keine Aktivitäten zur Gründung von Energiegenossenschaften mit dem Zweck der Errichtung von Wärmenetzen in Wolfhagen bekannt.

Im Stadtteil Isthä besteht ein Holzhackschnitzelanlage zur Wärmeerzeugung in einem landwirtschaftlichen

	Betrieb. Der Eigentümer hat im Rahmen der Bürgerinformationsveranstaltung vom 2.2.2026 erläutert, dass er sich eine Belieferung der Nachbargebäude über ein Wärme- oder Gebäudenetz vorstellen kann.
Eignungsgebiete	Prüfgebiete oder dezentrale Wärmeversorgungsgebiete
Ziele / Planungen	Die Maßnahme soll dazu beitragen, die Potenziale von Energiegenossenschaften zur Entwicklung von Wärme- oder Gebäudenetzen bekannter zu machen. Sofern entsprechendes Interesse entsteht, sollen bürgerschaftliche Initiativen unterstützt werden.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Informationskampagnen über die Möglichkeiten genossenschaftlich betriebener Wärme- oder Gebäudenetze. • Prüfung zusätzlicher Optionen für Wärme- oder Gebäudenetze insbesondere in den Prüfgebieten, gegebenenfalls aber auch darüber hinaus.
Treibhausgasminderung	Die Maßnahme kann zu einer schnelleren Ablösung von fossilen Heizsystemen beitragen und somit die Treibhausgasminderung beschleunigen.
Kosten und Finanzierung	Es entstehen Kosten für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung entsprechender Veranstaltungen. Das Volumen wird auf 5 bis 10 T€ geschätzt (je nach Umfang der Kampagne). Die Kosten wären von der Stadt Wolfhagen zu tragen. Gegebenenfalls kann Unterstützung durch die LEA Hessen im Rahmen des Programms „Wärmewende-Coaching“ angefordert werden. Zudem könnte diese Maßnahme Teil der durch das Programm KFW 432 - Energetische Stadtsanierung geförderten Quartierskonzepte sein.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfen der Unterstützungsmöglichkeiten durch die LEA Hessen. • Prüfen der Fördermöglichkeiten durch das Programm KFW 432 - Energetische Stadtsanierung. • Planung und Vorbereitung einer entsprechenden Informationskampagne. • Vorgespräche mit wichtigen Stakeholdern und Akteuren in den Stadtteilen (Ortsbeiräte, Vereine o. Ä.).
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen

Wichtige Akteure	Stadtverwaltung, LEA Hessen, Ortsbeiräte und Vereine in Wolfhagen, Stadtwerke Wolfhagen GmbH, BAFA, Betreiber von größeren Wärmeerzeugungsanlagen (wie z. B. im Stadtteil Isthä)
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist hoch. Die Maßnahme könnte im zweiten oder dritten Quartal 2026 gestartet werden.

9.13 Entwicklung eines Quartierskonzeptes für das Gebiet Liemecke- straße / Ofenbergstraße



Gebiet zwischen Liemeckestraße und Ofenbergstraße. Einfärbung: Sanierungspotenzial (vgl. Abschnitt 7.4)

Situation im Gebiet	Im Zielszenario ist das Gebiet zwischen Liemeckestraße und Ofenbergstraße als dezentrales Gebiet ausgewiesen. Dies ergibt sich aus der vergleichsweise geringen Wärmebedarfsdichte. Allerdings liegt das Gebiet im Fokus aktueller Stadtentwicklungsprojekte. Der Landkreis Kassel baut die Herwig-Blankertz-Schule
---------------------	---

	<p>(Liemeckestraße 4) zur Nutzung als Grundschule um. Neben der Sanierung der Altgebäude erfolgt der Neubau einer Mensa und einer Einfeldsporthalle. Der Umbau soll im Jahr 2026 abgeschlossen werden, so dass die Gebäude zum Schuljahr 2026/27 in Betrieb genommen werden können.</p> <p>Der Sportpark im Süden des Gebiets soll erweitert werden.</p> <p>Aktuelle Planungen zum Bau und Anschluss von Windkraftanlagen sehen vor, Stromtrassen am östlichen Rand des Gebiets entlang zu führen. Hieraus ergibt sich ggf. die Möglichkeit, Großwärmepumpen mit Luft oder Erdwärmesondenfeldern als Wärmequelle direkt mit Strom aus erneuerbaren Quellen zu beliefern.</p> <p>Darüber hinaus hat die Identifikation von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial für einige der Baublöcke in diesem Gebiet ein erhöhtes Potenzial ergeben.</p>
Eignungsgebiete	Das Gebiet zwischen Liemeckestraße und Ofenbergstraße.
Ziele / Planungen	Die Maßnahme soll dazu beitragen, für das Gebiet einen ganzheitlichen Ansatz zur Wärmeversorgung im Quartier zu entwickeln, welcher die Stadtentwicklungsprojekte einerseits und die notwendigen Maßnahmen in privaten Haushalten (Sanierungen, Heizungstausch) andererseits berücksichtigt.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der förderrechtlichen Rahmenbedingungen des Programms KfW 432. • Vorbereitung und Einreichung eines entsprechenden Förderantrags, sofern dies inhaltlich und finanziell sinnvoll erscheint.
Treibhausgasminderung	Die Maßnahme kann zu einer schnelleren Ablösung von fossilen Heizsystemen beitragen und somit die Treibhausgas-minderung beschleunigen.
Kosten und Finanzierung	Ein Förderantrag kann durch die Stadt Wolfhagen in Eigenleistung erstellt werden. Bei externer Unterstützung sind Kosten von etwa 5 T€ zu erwarten; bei mehreren parallelen Anträgen sind Synergieeffekte möglich (siehe Maßnahme 9.6). Die Kosten trägt die Stadt Wolfhagen als Antragstellerin.

	Bewilligte Fördermittel können an privatwirtschaftliche oder gemeinnützige Akteure weitergegeben werden.
Nächste Schritte	Siehe Rubrik Maßnahmenvorschläge
Verantwortlich	Magistrat der Stadt Wolfhagen
Wichtige Akteure	KfW, Stadtverwaltung, Landkreis, private Hauseigentümer oder Eigentümergemeinschaften
Priorität / Umsetzungsbeginn	Die Priorität der Maßnahme ist sehr hoch, da die verfügbaren Fördermittel begrenzt sind und die Vergabe nach der Reihenfolge der Antragstellung erfolgt. Die Maßnahme baut auf den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte unmittelbar im Anschluss an deren Fertigstellung umgesetzt werden.

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 Baubeziehungsweise Planungsamt. Weitere Alternativen sind das Umweltamt aufgrund der hohen Relevanz von Treibhausgasen für den Klimaschutz oder das Hauptamt, da eine enge Koordination mehrerer Fachämter erforderlich ist.

Die erste Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde in der Stadt Wolfhagen über das Klimaschutzmanagement erarbeitet. Es wird empfohlen, auch die weiteren Aktivitäten zur

Umsetzung der Maßnahmenplanung und zur Fortschreibung der Wärmeplanung dort anzusiedeln. Sollte es gelingen, über das Förderprogramm KfW 432 – Energetische Stadt sanierung (vgl. Kapitel 9.6) ein Sanierungsmanagement zu etablieren, wäre dieses ebenfalls einzubinden.

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 Wärmealas 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 Wolfhagen 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. In Wolfhagen betrifft dies zum Beispiel den geplanten Ausbau der Kläranlage. Hierfür wurden im Rahmen der Erstellung der Wärmeplanung Annahmen zur technischen und zeitlichen Umsetzung getroffen, die sich im weiteren Verlauf ändern könnten. Dementsprechend wären auch die Planungen zur Umsetzung von Wärmenetzen anzupassen.

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 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 Klimaschutzbeirat erfolgen. Alternativ ist auch ein regelmäßiges Format mit den wichtigsten Stakeholdern (Energieversorger, Leitungsträger, Straßenbaulastträger o. Ä.) denkbar. Dadurch kann sichergestellt werden, dass alle

relevanten Akteure frühzeitig eingebunden sind und koordiniert am Wärme-netzausbau sowie 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 (zeitlich) nicht erreicht werden.

Aufgrund der Größe der Stadt Wolfhagen 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 ist es empfehlenswert, ein übergreifendes Berichtswesen zum Stand aller Maßnahmen der Umsetzungsstrategie zu etablieren. 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 kommunale Wärmeplanung für die Stadt Wolfhagen wurde im Zeitraum Dezember 2024 bis Februar 2026 erarbeitet. Zum Zeitpunkt des Projektbeginns bestand noch keine gesetzliche Verpflichtung zur Erstellung einer Wärmeplanung. Diese ergab sich erst mit Inkrafttreten der Hessischen Verordnung zur kommunalen Wärmeplanung am 17.11.2025.

Unabhängig davon wurde die Planung frühzeitig an den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ausgerichtet und nicht allein an den Vorgaben des Hessischen Energiegesetzes (HEG). Ziel war die Entwicklung einer technisch realisierbaren, wirtschaftlich tragfähigen und langfristig belastbaren Strategie zur Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden zunächst Gebiete identifiziert, die nach den Kriterien des WPG mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sind. Auf eine verkürzte Wärmeplanung für diese Teilgebiete wurde dennoch

verzichtet. Stattdessen wurden sämtliche Gebiete im weiteren Planungsprozess vollumfänglich berücksichtigt. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass die Planung gegenüber veränderten Rahmenbedingungen (wie etwa neuen Wärmebedarfen oder neuen kostengünstigen Wärmequellen) anpassungsfähig bleibt. Darüber hinaus hat die Eignungsprüfung ergeben, dass davon ausgegangen werden kann, dass das gesamte Planungsgebiet mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine flächenhafte Versorgung durch ein Wasserstoffnetz geeignet ist.

Das zentrale Ergebnis der Bestandsanalyse ist ein gebäudescharfer Wärmeetlas für die Stadt Wolfhagen. Grundlage bilden die Zählerdaten für Gas, Wärme und Strom des Jahres 2023. Ergänzend wurden Schornsteinfegerdaten, Daten aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS) sowie Infrastrukturdaten zu Gas-, Wärme-, Strom- und Abwassernetzen einbezogen.

Auf Grundlage dieser Datensätze wurde die aktuelle Beheizungsstruktur ausgewertet und eine Treibhausgasbilanz erstellt. Die vorhandenen Wärmeversorgungsinfrastrukturen wurden zudem im GIS-Format erfasst und räumlich abgebildet.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung der Stadt Wolfhagen derzeit überwiegend (ca. 75 %) fossil geprägt ist. Daraus resultieren jährliche Treibhausgasemissionen von rund 30 846 t CO₂-Äquivalenten. Die sektorale Verteilung des Endenergieverbrauchs beträgt 72 % auf Haushalte, 7 % auf Industrie, 11 % auf öffentliche Gebäude, und 10 % entfallen auf Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD).

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde die Entwicklung des Wärmebedarfs differenziert nach Sektoren bis zum Zieljahr 2045 modelliert. Auf Basis der angenommenen Sanierungsraten und Effizienzsteigerungen wird im Szenario ein Rückgang des Wärmebedarfs um rund 11 % bis 2035 und um rund 19 % bis 2045 berechnet. Effizienzmaßnahmen bilden damit einen zentralen Baustein der Transformation.

Darüber hinaus wurden die Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme für die zentrale Wärmeversorgung untersucht. Ein besonders relevantes Potenzial besteht in der Nutzung gereinigten Abwassers der städtischen Kläranlage mittels Großwärmepumpe. Je nach Auslegung und Anwendungsfall können dabei Heizleistungen von 1–3 MW_{th} realisiert werden. Das theoretische Potenzial zur Wärmerzeugung liegt damit grob zwischen 10 und 20 GWh/a.

Die Erpe wurde als Wärmequelle geprüft. Aufgrund des geringen Ablaufs ist eine Nutzung für ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich darstellbar.

In Flächenscreenings wurden geeignete Flächen für Groß-Luftwärmepumpen, oberflächen-nahe Geothermie sowie Freiflächen, PV und Solarthermie in räumlicher Nähe zu allen Stadtteilen identifiziert.

Eine Untersuchung der industriellen Abwärmepotenziale hat ergeben, dass in Wolfhagen kein relevantes Potenzial vorliegt.

In Wolfhagen werden Potenziale für Biogas bereits zur Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt. Darüber hinaus gibt es Potenziale für feste Biomasse (primär Landschaftspflegeholz und Waldrestholz). Das kommunale Landschaftspflegeholz wird gesammelt und ebenfalls im

Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH & Co. KG eingesetzt. Daraus können ca. 2,5 GWh/a Wärme eingespeist werden.

Tiefengeothermie ist grundsätzlich ab einer Tiefe von rund 2 000 m technisch und wirtschaftlich von besonderem Interesse. Angesichts der geologischen Unsicherheiten sowie der Investitions- und Erschließungsrisiken wird sie im Zielszenario derzeit nicht priorisiert.

Ein Strang des geplanten Wasserstoffkernnetzes soll an Wolfhagen vorbeiführen. Eine Nutzung des Wasserstoffs erscheint insbesondere im industriellen Kontext bzw. zur zentralen Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz nach aktuellem Stand denkbar. Eine Nutzung zur dezentralen Versorgung über ein separates Wasserstoffverteilnetz wird hingegen als unwahrscheinlich eingeschätzt. Durch die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH soll eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, um mögliche Trassenverläufe für eine Wasserstoff-Infrastruktur zu identifizieren. Die Firma BLG Project GmbH verfolgt die Vision eines „Hydrogen Valley“, die die Umwandlung lokal erzeugten erneuerbaren Stroms in Wasserstoff beinhaltet. Aktuell liegt der Fokus jedoch auf der Errichtung von Stromerzeugungsanlagen.

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wurde die Bewertung der Eignung für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten vorgenommen. Im Vordergrund stand dabei die wirtschaftliche Tragfähigkeit. Als maßgebliches Kriterium für die Eignung von Wärmenetzen wurde die Wettbewerbsfähigkeit der erzielbaren Wärmegestehungskosten in ct/kWh im Vergleich zu dezentralen Lösungen herangezogen.

Für die Einstufung der Wärmenetzeignung wurde das Stadtgebiet zunächst in „Netzgebiete“ unterteilt. In der Kernstadt wurden für ein potenzielles von der Kläranlage ausgehendes Wärmenetz mehrere Netz- und Wärmeerzeugungsszenarien betrachtet, thermisch simuliert und wirtschaftlich bewertet. Für das Zielszenario wurde das Wärmenetzscenario mit einer Grenzwärmelinienichte von 1 750 kWh/(m·a) und einer Wärmeversorgung aus einer Abwasser-Wärmepumpe mit Gas-Spitzenlastkessel festgelegt. Im Netzgebiet der bestehenden Biogasanlage wurden Szenarien zur Netzverdichtung und zum Netzausbau entwickelt. Für das Zielszenario wurde dort neben der Verdichtung das Netzausbauszenario mit einer Grenzwärmelinienichte von 1 500 kWh/(m·a) festgelegt.

Auch in allen anderen Stadtteilen wurden mehrere Wärmenetzscenarioen untersucht. Im Stadtteil Bründersen wurde ein Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen.

Im Zielszenario liegt der Anteil von Wärmenetzen in Wolfhagen bei rund 17 % des gesamtstädtischen Wärmebedarfs im Jahr 2045. Der Schwerpunkt der leitungsgebundenen Versorgung liegt in der Kernstadt. Für die übrigen Gebiete werden dezentrale Versorgungslösungen als vorrangig geeignet bewertet. Außerhalb der Kernstadt könnten weitere kleinere Wärmenetze oder sogenannte Gebäudenetze im Rahmen genossenschaftlicher Modelle oder durch Wohnungsbaugesellschaften umgesetzt werden.

Bei der Betrachtung der dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen wurden insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) als zukünftig zentrale Erzeugertechnologien untersucht. 86 % des Wärmebedarfs könnten über dezentrale L/W-Wärmepumpen gedeckt werden. Die dezentrale Nutzung oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden (EWS) bis 100 m Tiefe könnte bis zu 54 % des Wärmebedarfs decken. Die

Untersuchung auf Gebäude- und Quartiersebene liefert eine belastbare strategische Grundlage, ersetzt jedoch keine objektspezifische Einzelfallprüfung vor Investitionsentscheidungen. Die L/W-Wärmepumpen sind mit den geringsten Wärmegestehungskosten derzeit die wettbewerbsfähigsten Optionen zur dezentralen Wärmeversorgung.

Unter Berücksichtigung der Analyse der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsoptionen wurde ein Zielszenario für die Stadt Wolfhagen entwickelt. Dieses beschreibt die künftigen Anteile der Versorgungsarten, die eingesetzten Energieträger sowie den Verlauf der Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr 2045. Bei einer konsequenten Umsetzung können die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung bis 2045 um rund 96 % gegenüber dem Ausgangszustand reduziert werden.

Auf Grundlage des Zielszenarios wurde eine Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen und Projektskizzen erarbeitet. Schwerpunkte liegen bei der energetischen Gebäudesanierung und Heizungsmodernisierung sowie dem schrittweisen Wärmenetzausbau in der Kernstadt.

Zur dauerhaften Verankerung der Ziele wurden zudem eine Verstetigungsstrategie sowie ein Controllingkonzept entwickelt, um die kontinuierliche Umsetzung, Überprüfung und Nachsteuerung sicherzustellen. Diese Aufgaben sind organisatorisch und verantwortlich in der Stadtverwaltung Wolfhagen zu verankern.

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung zeigt, dass eine zielkonforme Wärmeversorgung für Wolfhagen 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
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG-W	BürgerEnergieGenossenschaft Wolfhagen eG
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
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
EFRE	Europäischer Fond für Regionale Entwicklung
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
GrwV	Grundwasserverordnung
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
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, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen)	9
Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Wärmebedarf 14	
Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Öl am jährlichen Wärmebedarf..	14
Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Wärmebedarf.....	15
Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Wärmebedarf	15
Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Biomasse am jährlichen Wärmebedarf.....	16
Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Wärmebedarf.....	16
Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Kohle am jährlichen Wärmebedarf	17
Abbildung 9: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Wärmebedarf	17
Abbildung 10: Baublockbezogener Anteil unbekannter Energieträger am jährlichen Wärmebedarf.....	18
Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Erdgaskessel).....	20
Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Ölkessel)	20
Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt).....	21
Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt)	21
Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen).....	22
Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Biomassekessel)	22
Abbildung 17: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Flüssiggaskessel)	23

Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt mit Kohlekessel).....	23
Abbildung 19: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl der Gebäude (beheizt unbekannt).....	24
Abbildung 20: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger nach Anteil des versorgten Wärmebedarfs	24
Abbildung 21: Darstellung der Gebäudetypen der Wohngebäude basierend auf Daten des Zensus 2022	25
Abbildung 22: Darstellung der Baualtersklassen der Wohngebäude basierend auf Daten des Zensus 2022	26
Abbildung 23: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG)	27
Abbildung 24: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung	28
Abbildung 25: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)	29
Abbildung 26: Kläranlage Wolfhagen	30
Abbildung 27: Standorte der Wärmeerzeuger, die in ein Wärmenetz einspeisen (Quelle: Angaben der Netzbetreiber).....	30
Abbildung 28: Baublockbezogene Darstellung der Wärmebedarfsdichten in MWh/(ha·a).....	34
Abbildung 29: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinienindichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr	35
Abbildung 30: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts)	36
Abbildung 31: Wärmebedarfsentwicklung bis 2045 differenziert nach Sektoren	38
Abbildung 32: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das geplante Gebiet	39
Abbildung 33: Gunstgebiete (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wolfhagen	40
Abbildung 34: (links) Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wolfhagen; (rechts) Überlagerung von Gunstgebieten, Einschränkungsgebieten und Ausschlussgebieten	41
Abbildung 35: Potenzialflächen für Sondenfelder nach Verschneidung	42

Abbildung 36: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken	43
Abbildung 37: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie	44
Abbildung 38: Mögliche Aufstellgebiete in Wolfhagen für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel	47
Abbildung 39: Temperaturen des Abwassers (im Belebungsbecken) und Abflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2023 der Kläranlage.....	48
Abbildung 40: Angenommene Fahrweise des Fernwärmenetzes in Wolfhagen	48
Abbildung 41: Technisches Potenzial Abwasser-Wärmepumpe (2 MW _{th}).....	49
Abbildung 42: Positivauswahl (links) und Einschränkunggebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Gemeinde Wolfhagen	52
Abbildung 43: (links) Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Wolfhagen; (rechts) Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten	52
Abbildung 44: Flächen für Solarthermieanlagen nach Verschneidung.....	53
Abbildung 45: Geografische Einteilung für potenzielle separate Wärmenetzgebiete.....	62
Abbildung 46: Kostenannahmen für Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite	65
Abbildung 47: Kostenannahmen für Transportleitungen in Abhängigkeit der durchschnittlichen Wärmelinienichte	65
Abbildung 48: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung.....	66
Abbildung 49: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 80 €/MWh Erzeugungskosten	67
Abbildung 50: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse.....	71
Abbildung 51: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für unterschiedliche Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus	72
Abbildung 52: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus.....	72
Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus	74

Abbildung 54: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmerezeuger im Mehrfamilienhaus.....	74
Abbildung 55: Verlauf des Wärmebedarfs, der Wärmeverluste und der gesamten eingespeisten Wärmemenge für das Wärmenetzkonzept.....	77
Abbildung 56: Anteile der Wärmerezeuger an der Wärmerezeugung aller Varianten im Jahr 2034.....	78
Abbildung 57: Jahresverlauf der Wärmerezeugung als Tagesmittelwerte für Variante 1 (AWP+Gas).....	79
Abbildung 58: Jahresverlauf der Wärmerezeugung als Tagesmittelwerte für Variante 2 (AWP+BM+Gas).....	79
Abbildung 59: Jahresverlauf der Wärmerezeugung als Tagesmittelwerte der Variante 3 (LWP+BM+Gas).....	80
Abbildung 60: Jahresverlauf der Wärmerezeugung als Tagesmittelwerte der Variante 4 (ST+BM+Gas).....	81
Abbildung 61: Wärmegestehungspreise der verschiedenen Varianten.....	83
Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG	90
Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023).....	91
Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schall-immissionsvorgaben über dem Schalleistungsdruck der Wärmepumpe	92
Abbildung 65: Links: Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; rechts: Ausschnitt aus dem Wärmeetlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün).....	93
Abbildung 66: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann	94
Abbildung 67: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene bei heutigem Wärmebedarf	94
Abbildung 68: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude	95
Abbildung 69: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte).....	96

Abbildung 70: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten (rechts in $W/(m \cdot K)$), berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid	97
Abbildung 71: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann	98
Abbildung 72: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf	98
Abbildung 73: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG	100
Abbildung 74: Spezifische Treibhausgasemissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung	103
Abbildung 75: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG ..	105
Abbildung 76: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das geplante Gebiet bis 2045 ...	106
Abbildung 77: Verlauf der Treibhausgasemissionen für das geplante Gebiet bis 2045	107
Abbildung 78: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	110
Abbildung 79: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken	112
Abbildung 80: Entwicklung elektrischer Lastgänge (Tagesmittelwerte) zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045.....	113
Abbildung 81: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung in Wolfhagen vom 2.2.2026	114

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 WPG (zu § 15).....	11
Tabelle 2: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren	13
Tabelle 3: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, aufgeschlüsselt nach Energieträgern und der Wärmeversorgungsart in dezentraler oder netzgebundener Versorgung.....	13
Tabelle 4: Treibhausgasemissionen der Energieträger (inkl. Vorkette) für die Wärmeerzeugung im Jahr 2023	18
Tabelle 5: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger einschließlich Hausübergabestationen (Wärmenetze) im Bestandsjahr 2023.....	19
Tabelle 6: Bestehende Wärmenetze in Wolfhagen	28
Tabelle 7: Wärmeerzeuger mit Einspeisung in ein Wärmenetz (Quelle: Angaben der Netzbetreiber)	31
Tabelle 8: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).....	34
Tabelle 9: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).....	35
Tabelle 10: Grundlagen für Wärmebedarfsentwicklung bezüglich der Sanierungsrate.....	37
Tabelle 11: Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren.....	38
Tabelle 12: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien. Quellen: (HLNUG, 2024), (HLNUG, 2024a), (HLNUG, 2024b), (HLNUG, 2023)	40
Tabelle 13: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schalleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp), 2023) sowie Immissionsgrenzen Nacht (TA-Lärm, 2025).....	46
Tabelle 14: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlage in Wolfhagen	50
Tabelle 15: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien	51
Tabelle 16: Theoretisches Potenzial Solarthermie.....	54
Tabelle 17: Theoretisches Potenzial Photovoltaik.....	55
Tabelle 18: Biomassepotenziale des Landkreises Kassel	55

Tabelle 19: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher.....	60
Tabelle 20: Kenngrößen für Netzausbauvarianten	63
Tabelle 21: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten	64
Tabelle 22: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien	66
Tabelle 23: Annahmen für Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand 1.12.2025	68
Tabelle 24: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung der Ausbauvarianten.....	75
Tabelle 25: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten ...	77
Tabelle 26: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten.....	82
Tabelle 27: Über 20 Jahre kumulierte Treibhausgasemissionen und mittlere Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugungsvarianten.....	85
Tabelle 28: Kennzahlen für das Wärmenetz der Biogas Wolfhagen GmbH.....	86
Tabelle 29: Potenziale für Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen	87
Tabelle 30: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG in den Netzgebieten „Kernstadt Wolfhagen“ und „Wolfhagen Biogasanlage“	89
Tabelle 31: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben.....	91
Tabelle 32: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG	100
Tabelle 33: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren für die Energieträger im Zielszenario.....	106
Tabelle 34: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040	108
Tabelle 35: Indikatoren Wärmenetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario	109
Tabelle 36: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz; Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045.....	113

Literaturverzeichnis

- Abfallentsorgung Kreis Kassel. (2021). *Abfallwirtschaftskonzept 2021 - 2026. Stand und Perspektiven der Abfallwirtschaft im Landkreis Kassel*. Kassel.
- AGEB AG Energiebilanzen e.V., (2020). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken*.
- Ariadne, K.-P. (2021). *Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich*.
- 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.
- Bdl e. V. (21. 10 2021). *Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Bundesverband der deutschen Industrie e.V.
- Bundesnetzagentur. (Oktober 2024). *Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes*.
- Bundesstelle für Energieeffizienz. (2024). *Plattform für Abwärme*. Abgerufen am 12.08.2025 von https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html
- Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp). (2023). *Leitfaden Schall*. Berlin.
- Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. (2023). *Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. Straubing. Abgerufen am 17.09.2025
- dena, D. E.-A. (2021). *dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität*.
- Deutsche Energie-Agentur- dena (Hrsg.). (12 2025). *Begleitdokument KWW-Technikkatalog Wärmeplanung*. Abgerufen am 18.12.2025 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/KWW-Technikkatalog-Waermeplanung_Begleitdokument_12-2025.pdf
- DWD. (6. 6 2024). *Deutscher Wetter Dienst*. Abgerufen am 02.09.2025 von <https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/mapview>
- GEO-HAND light. (2019). *Vereinfachte Auslegung oberflächennaher Geothermiesysteme – Version 4 des Programms*. München.
- get. (2022). *produktdatenbank*. Abgerufen am 17.10.2025 von produktdatenbank-get@salzburg.gv.at
- 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 Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation. (Juli 2024). ATKIS Basis-DLM. [https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/ViewDownloadcenter-Start?path=Digitales%20Landschaftsmodell/Digitales%20Basis-Landschaftsmodell%20\(shape\)](https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/ViewDownloadcenter-Start?path=Digitales%20Landschaftsmodell/Digitales%20Basis-Landschaftsmodell%20(shape)), Hessen. Abgerufen am 29.10.2025

HLNUG. (November 2023). *Geologie Viewer*. (H. L. Naturschutz Umwelt und Geologie, Herausgeber) Abgerufen am 18.06.2025 von
<https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie>

HLNUG. (Juli 2024). *Geodienste Boden*. (H. L. Naturschutz Umwelt und Geologie, Herausgeber) Abgerufen am 18.06.2025 von <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden>

HLNUG. (Juli 2024a). *Geodienste Naturschutz*. (H. L. Naturschutz Umwelt und Geologie, Herausgeber) Abgerufen am 18.06.2025

HLNUG. (Juli 2024b). *Geodienste Wasser*. (H. L. Naturschutz Umwelt und Geologie, Herausgeber) Abgerufen am 18.06.2025

HMWW. (Juli 2024). *Regionalpläne Hessen*.

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

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_LogeEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf.

Kuhrau, T., & Stobbe, O. (2025). *Schlussbericht zum BMBF-Verbundprojekt auf Teilvorhabenebene. Klimaresiliente Stadt-Umland Kooperation. Kooperative Lösungen für eine lokale Wärmewende*. Wolfhagen.

LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.). (2025). *Leitfaden zur Planung und Errichtung von Wärmenetze. Perspektiven für die Wärmewende*. Wiesbaden. Abgerufen am 12.11.2025

Leßmann, D., & Riedmüller, U. (2025). *Grundlagen und Leitlinien für eine ökologisch verträgliche Nutzung von Gewässern zur Wärmegewinnung*. Cottbus / Titisee-Neustadt.

Miocic, J. M. (2024). Fast calculation of the technical shallow geothermal energy potential of large areas with a steady-state solution of the finite line source. *Geothermics*.

Ortner, S., Paar, A., Johannsen, L., & Mellwig, P. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*.

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_LIG19980826.htm

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

Umweltbundesamt. (Oktober 2022). *umweltbundesamt.de/wasserrahmenrichtlinie*. Abgerufen am 17.10.2025 von <https://www.umweltbundesamt.de/wasserrahmenrichtlinie#undefined>

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

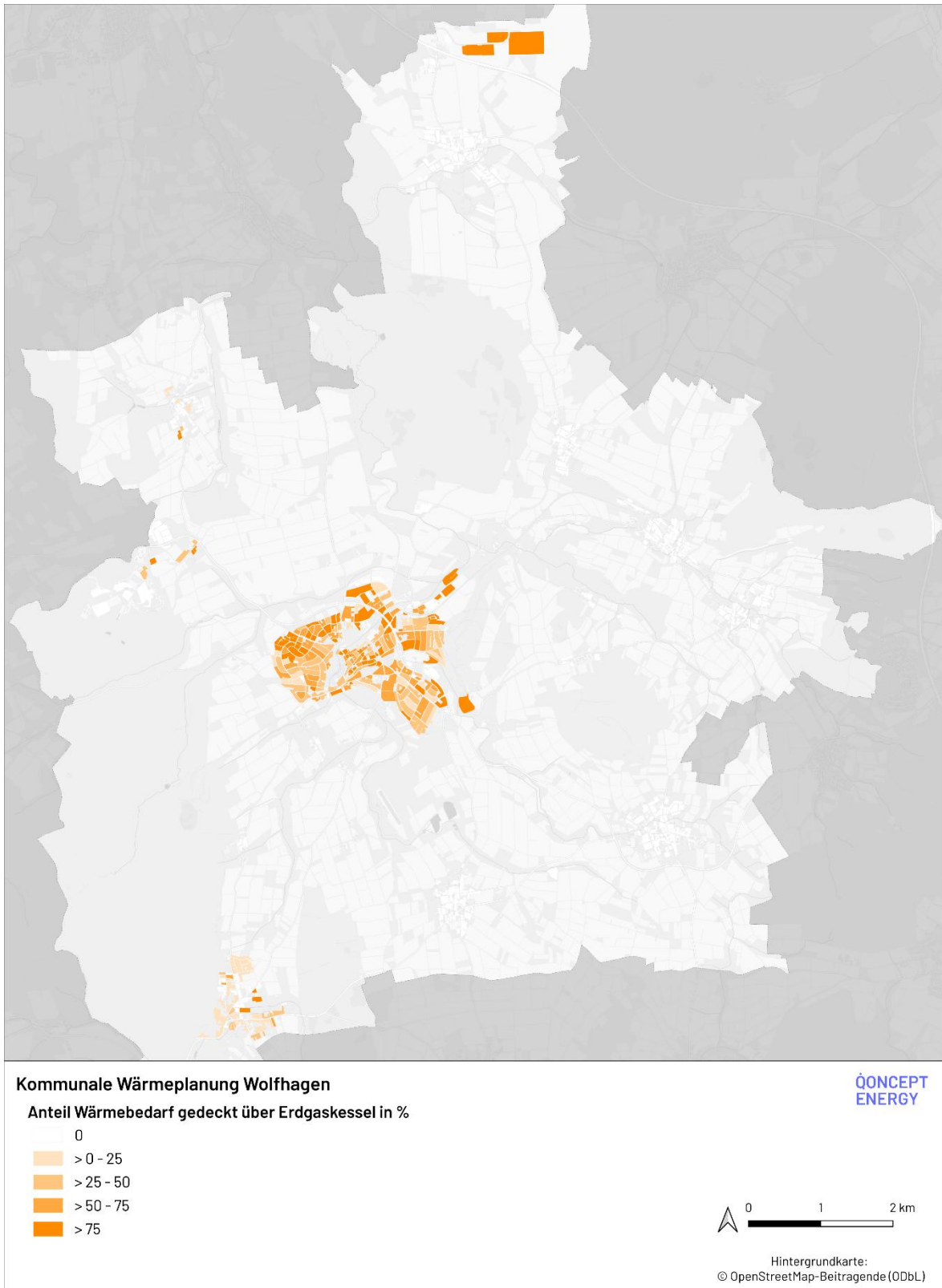
Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen . (2022). *Vom Bioenergiedorf zum Energiewendedorf. Projekt Innovative Konzepte und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Bioenergiedörfer*. Kassel.

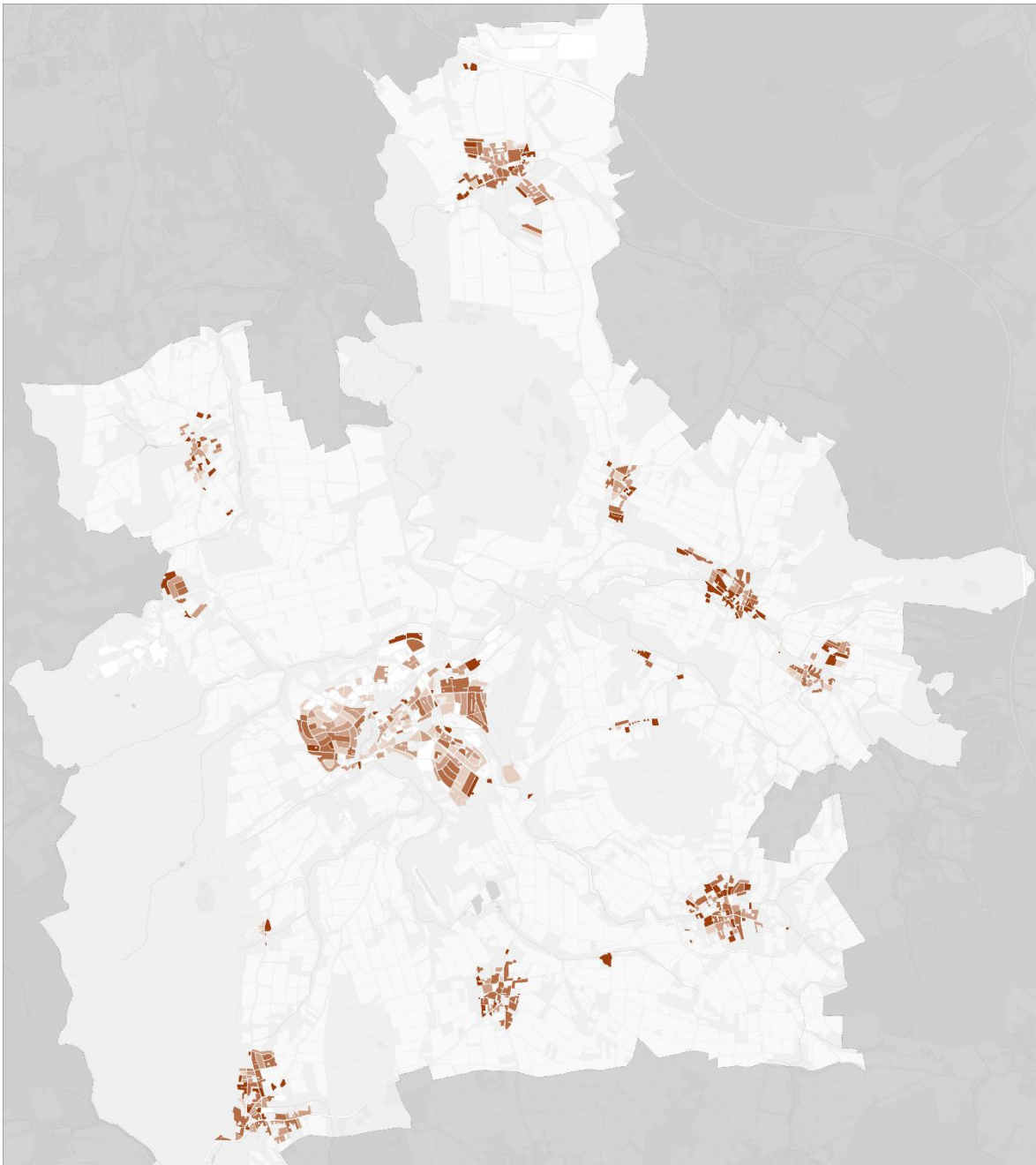
VDI. (2019). *VDI 4640 Blatt 2 - Thermische Nutzung des Untergrunds - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen*. Düsseldorf.

Verein Deutscher Ingenieure (VDI). (2012). *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung. VDI 2067 Blatt 1*.

VNBdigital. (2. 4 2025). *VNBdigital*. Abgerufen am 30.10.2025 von VNBdigital: <https://www.vnbdigital.de/>

Anhang: Kartendarstellungen gesamtes Stadtgebiet





Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

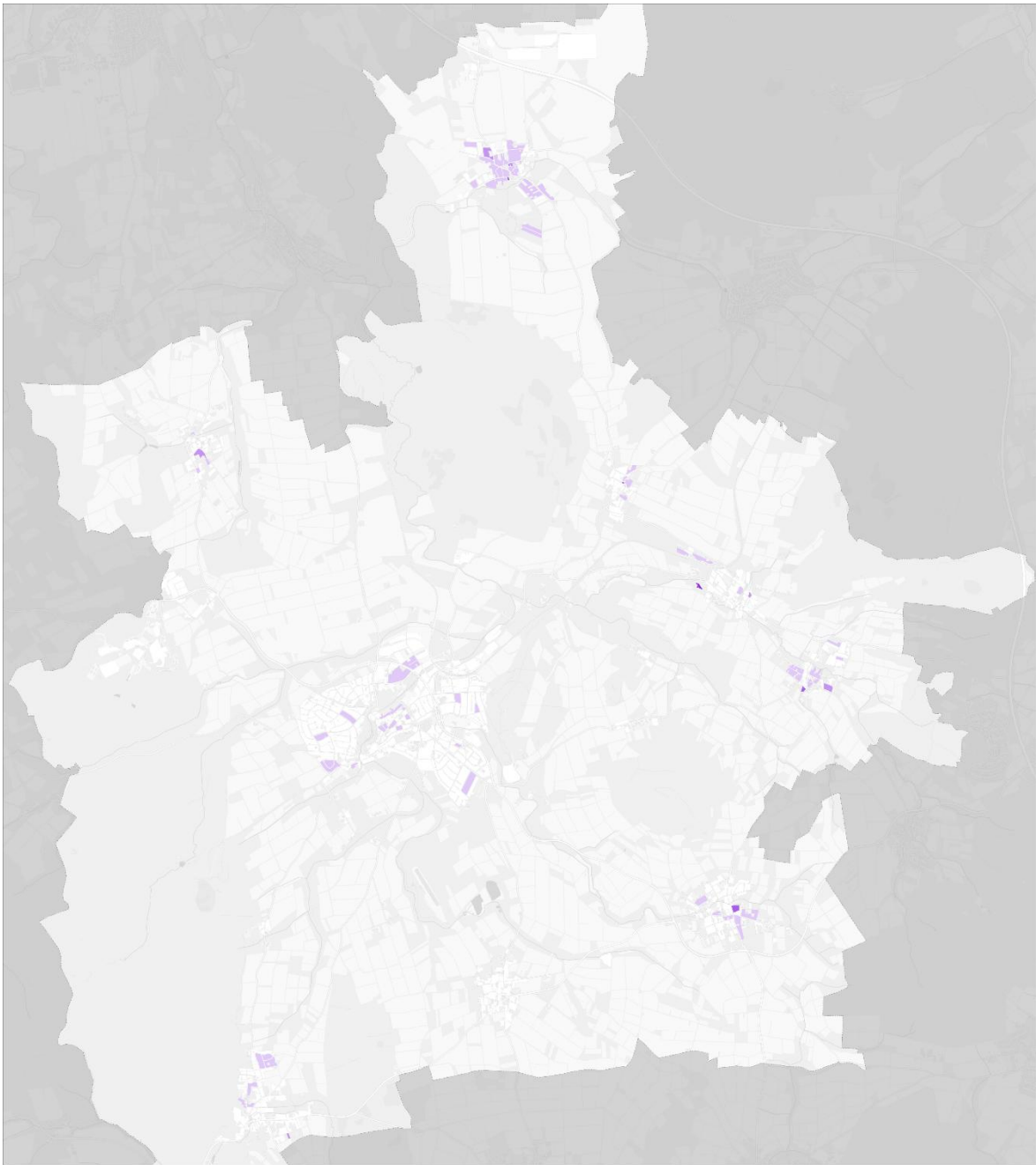
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Heizölkessel in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

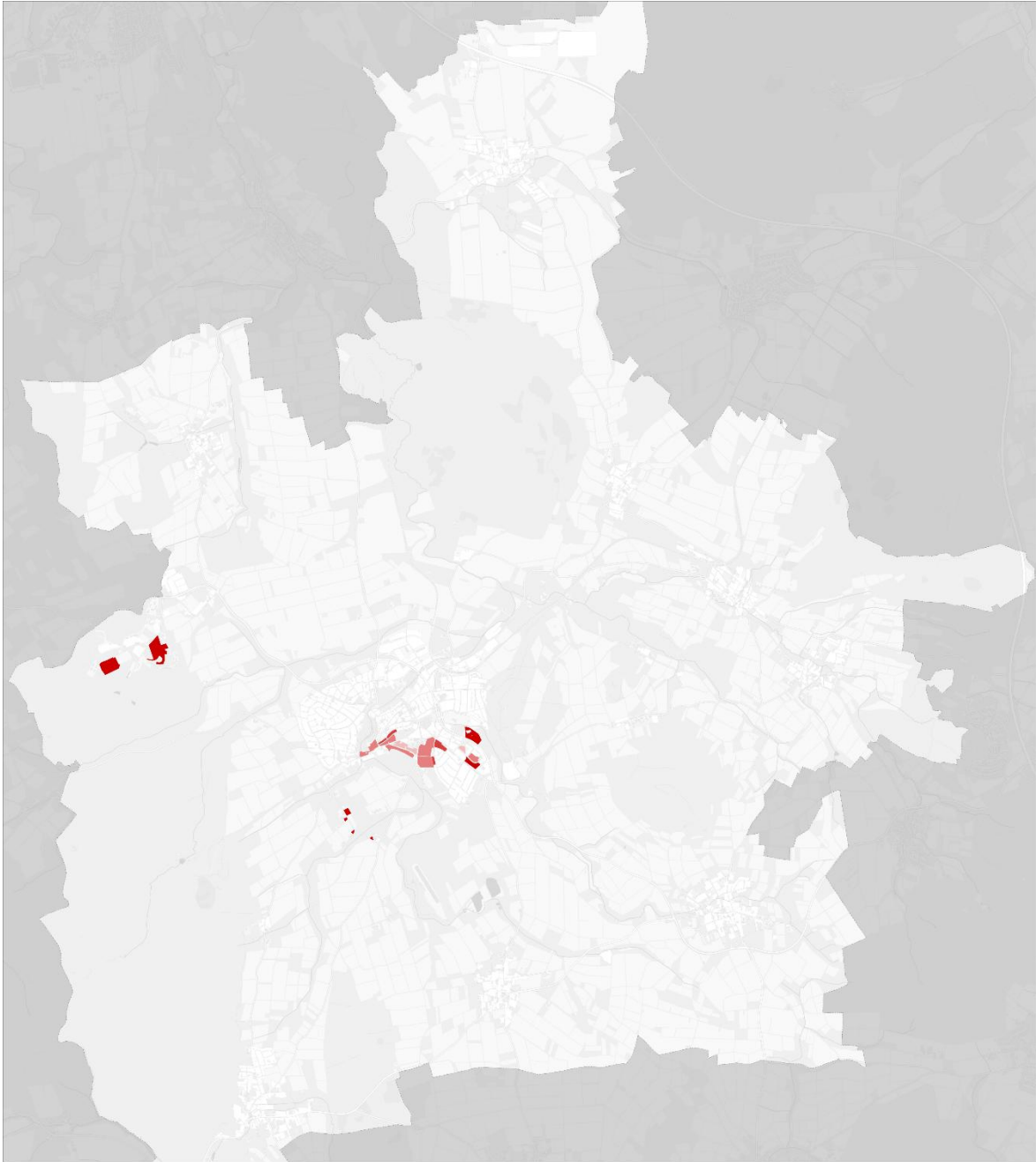
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Stromheizungen in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

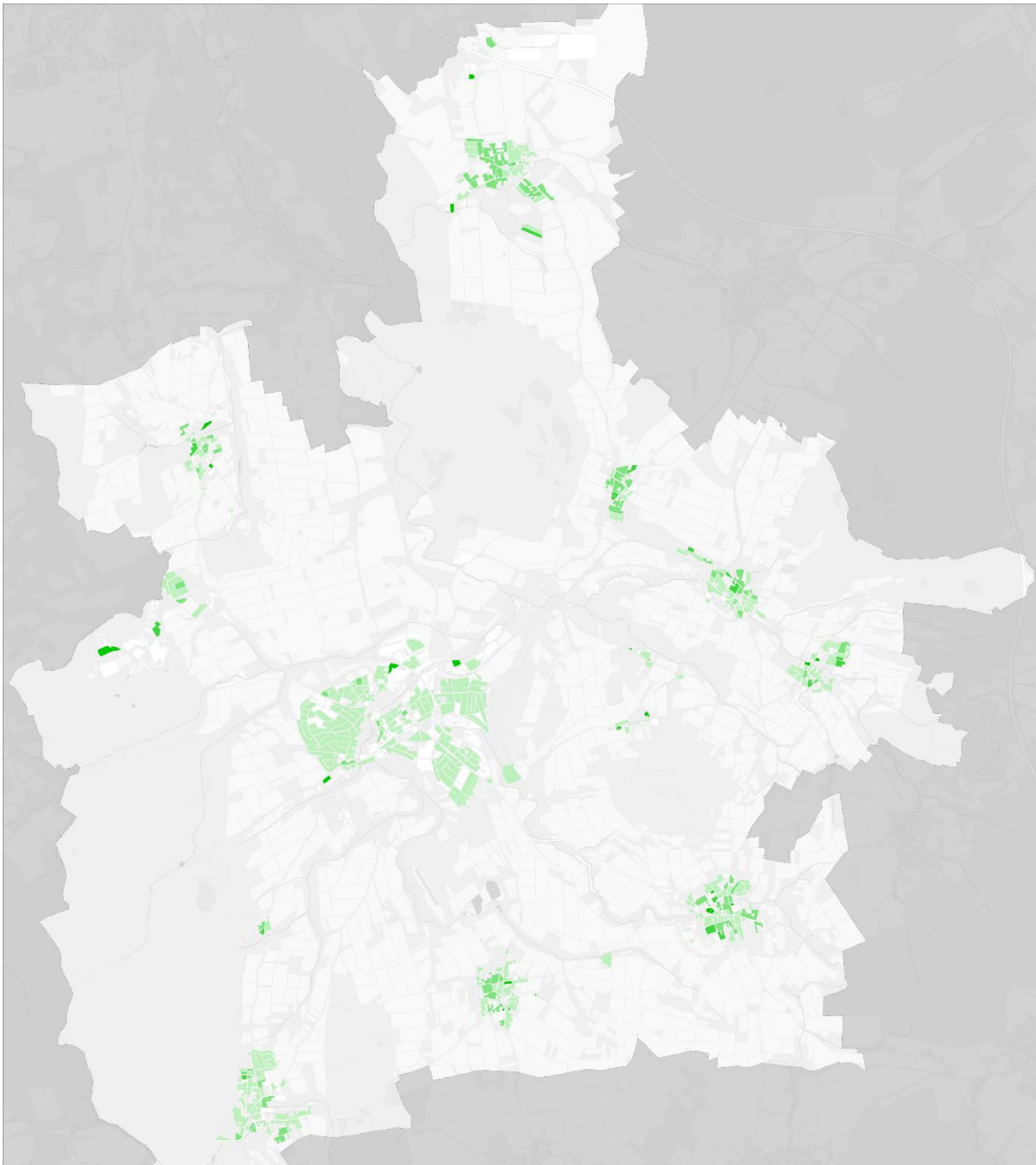
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Wärmenetz in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

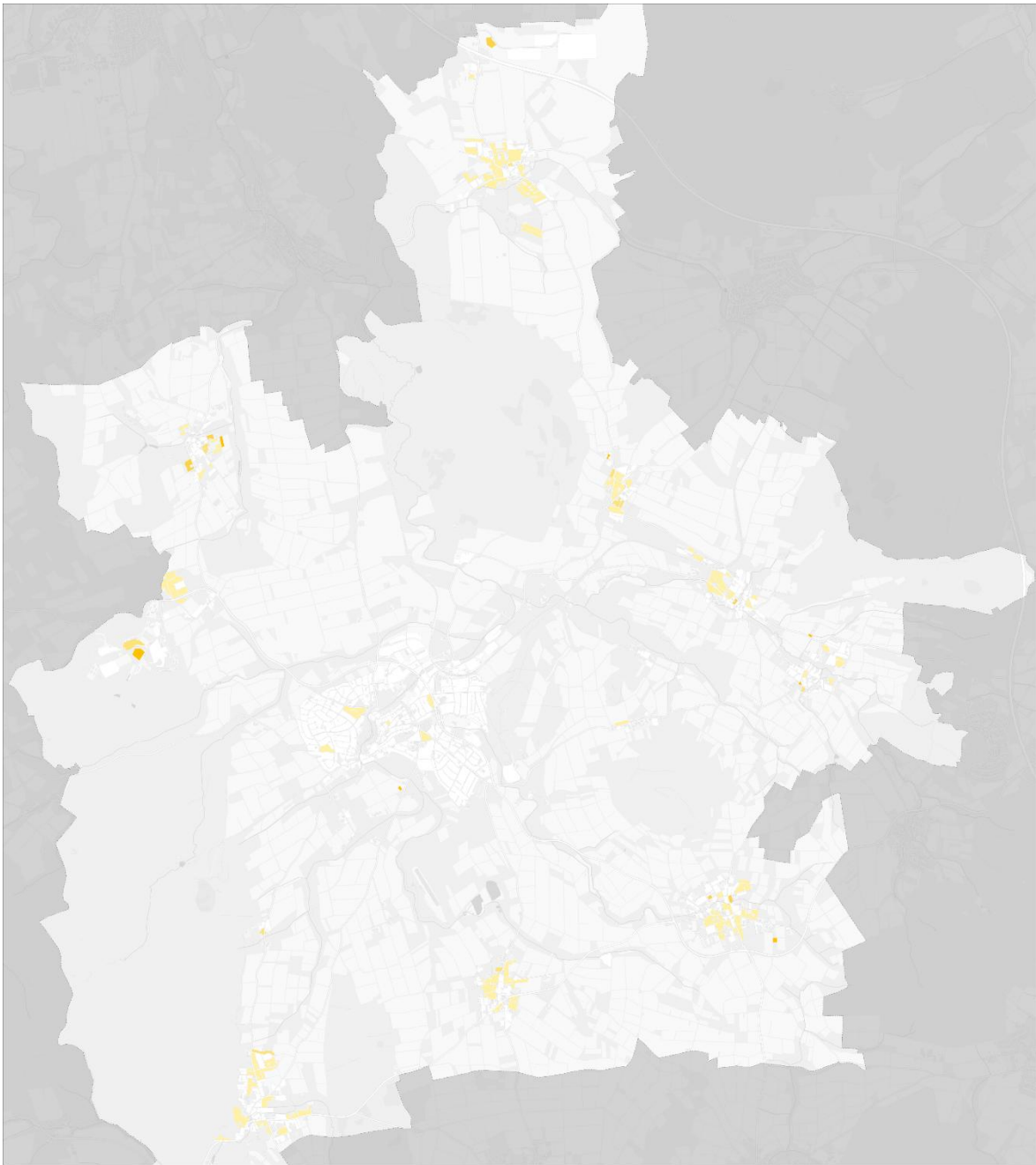
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Biomassekessel in %

- 0
- < 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

Anteil Wärmebedarf gedeckt über Flüssiggaskessel in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

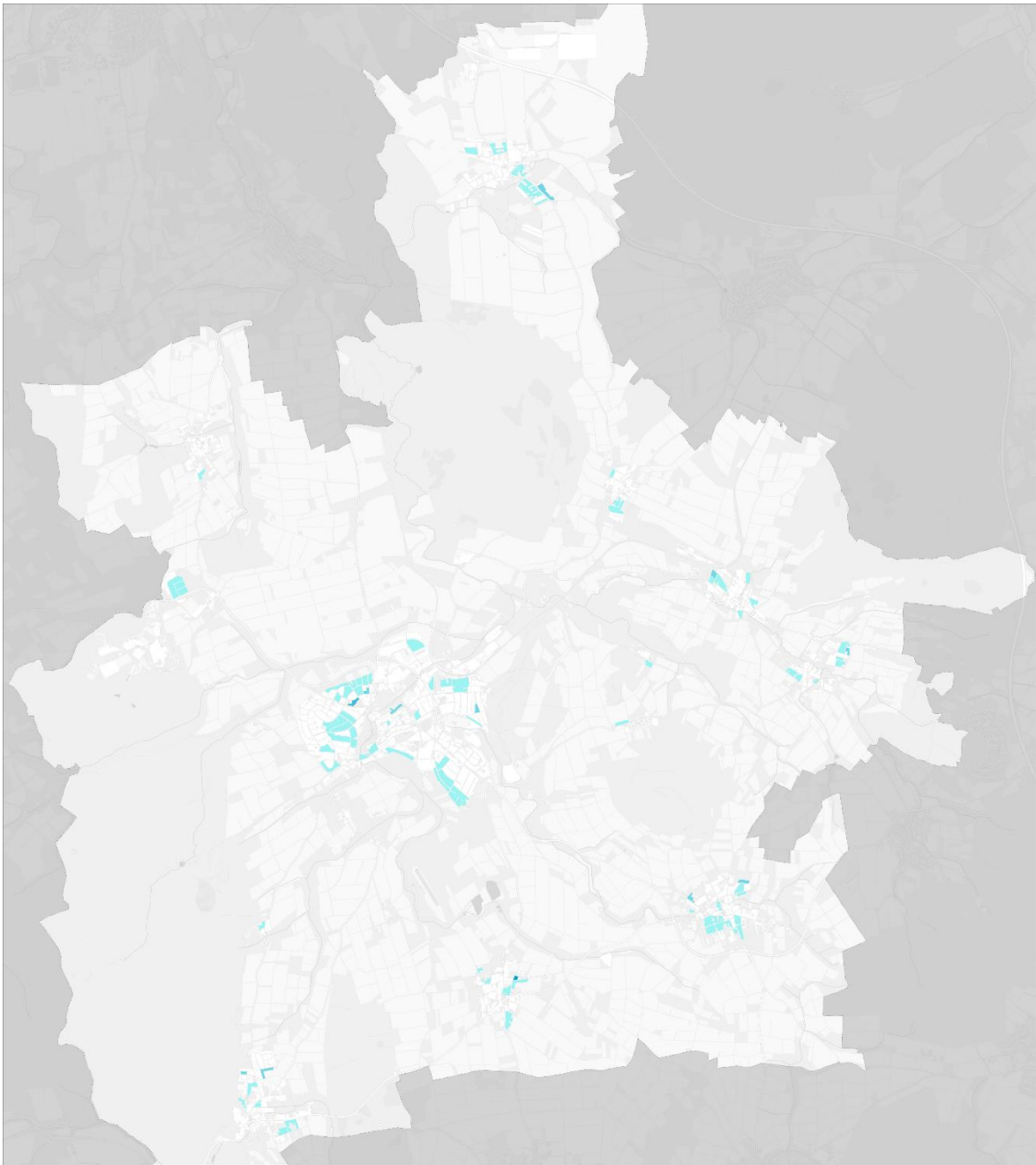
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Kohlekessel in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

QONCEPT
ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

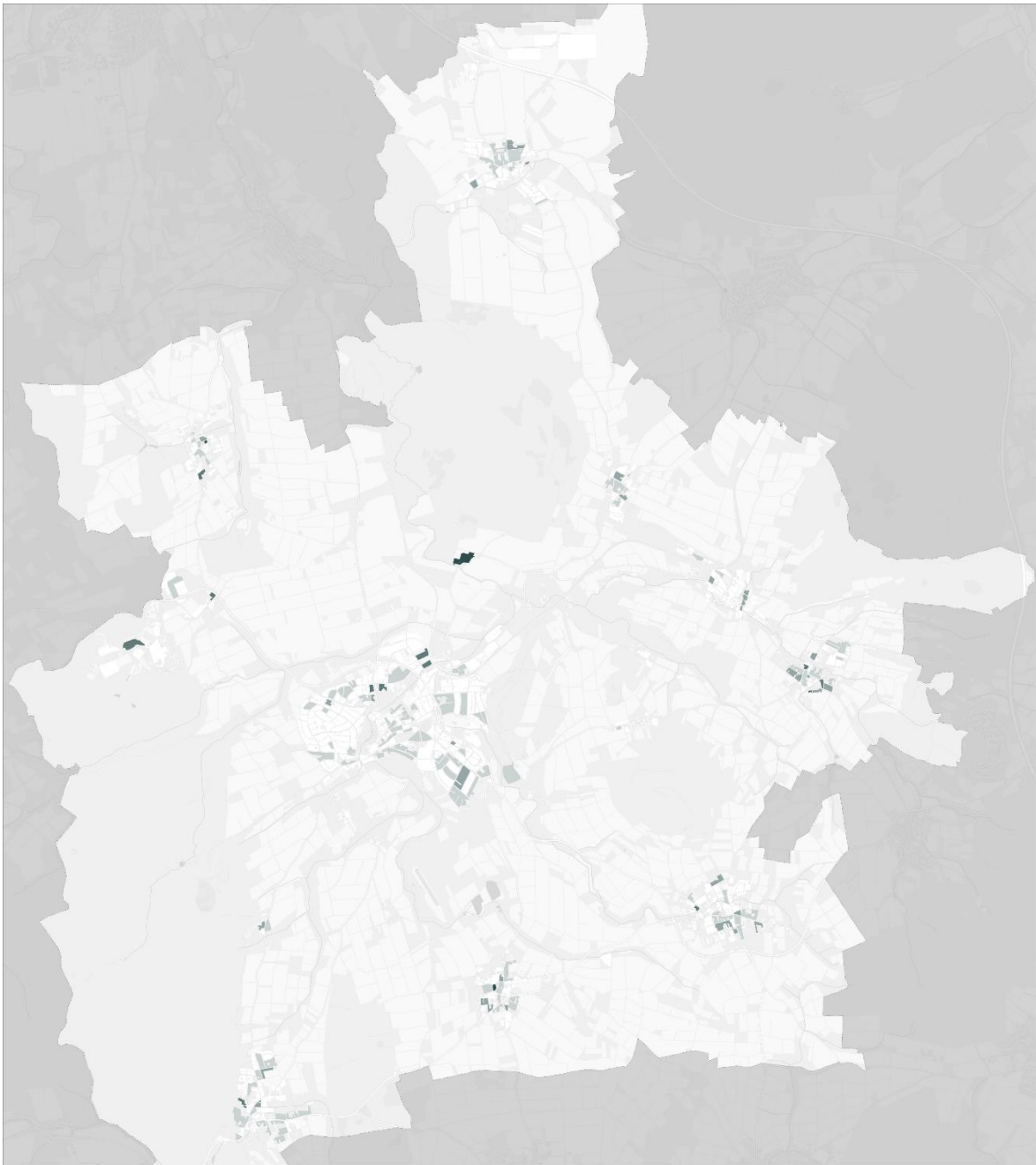
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Wärmepumpen in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

ÖNCEPT
ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

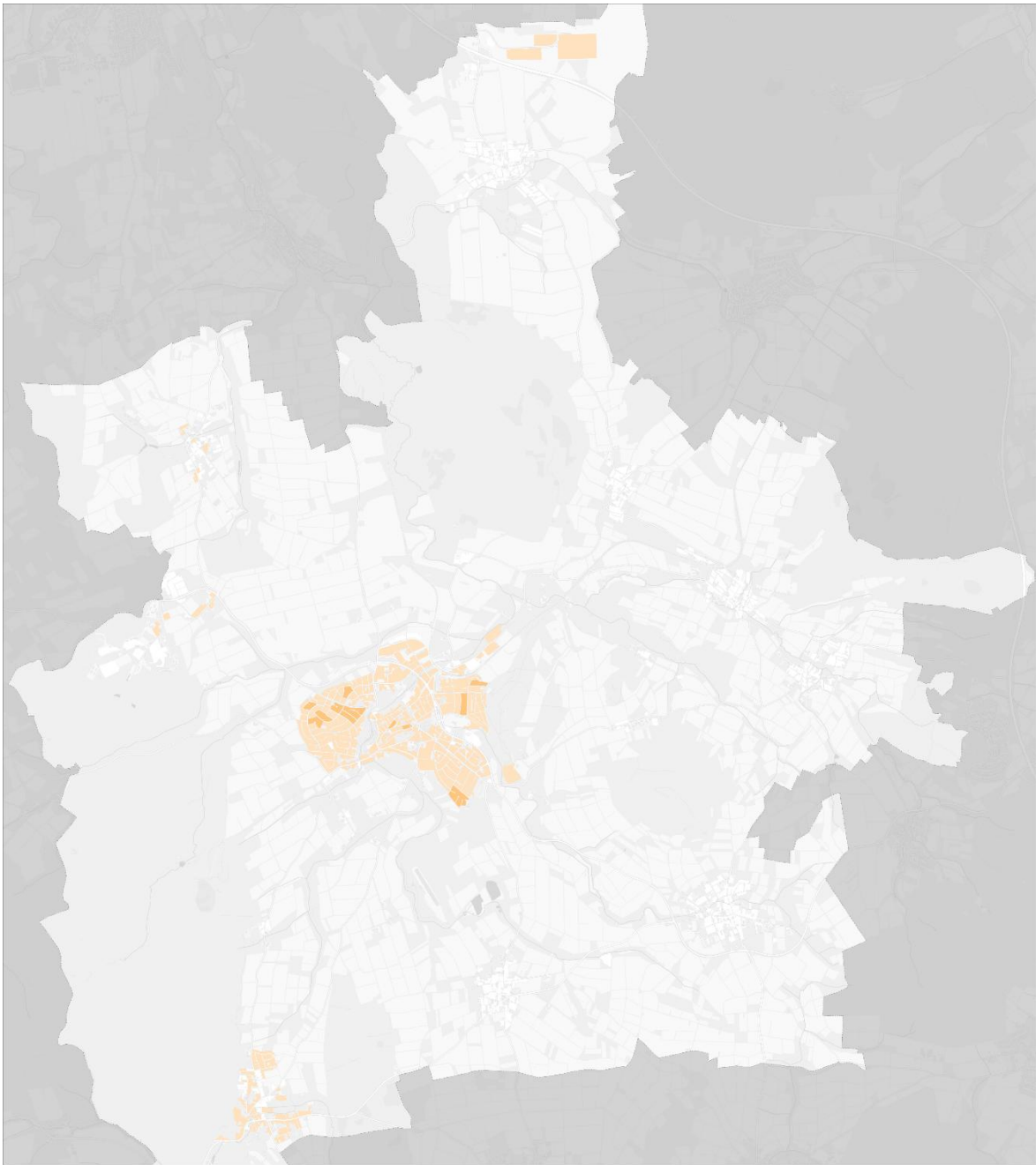
Anteil Wärmebedarf gedeckt über Wärmeerzeuger unbekannt in %

- 0
- > 0 - 25
- > 25 - 50
- > 50 - 75
- > 75

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

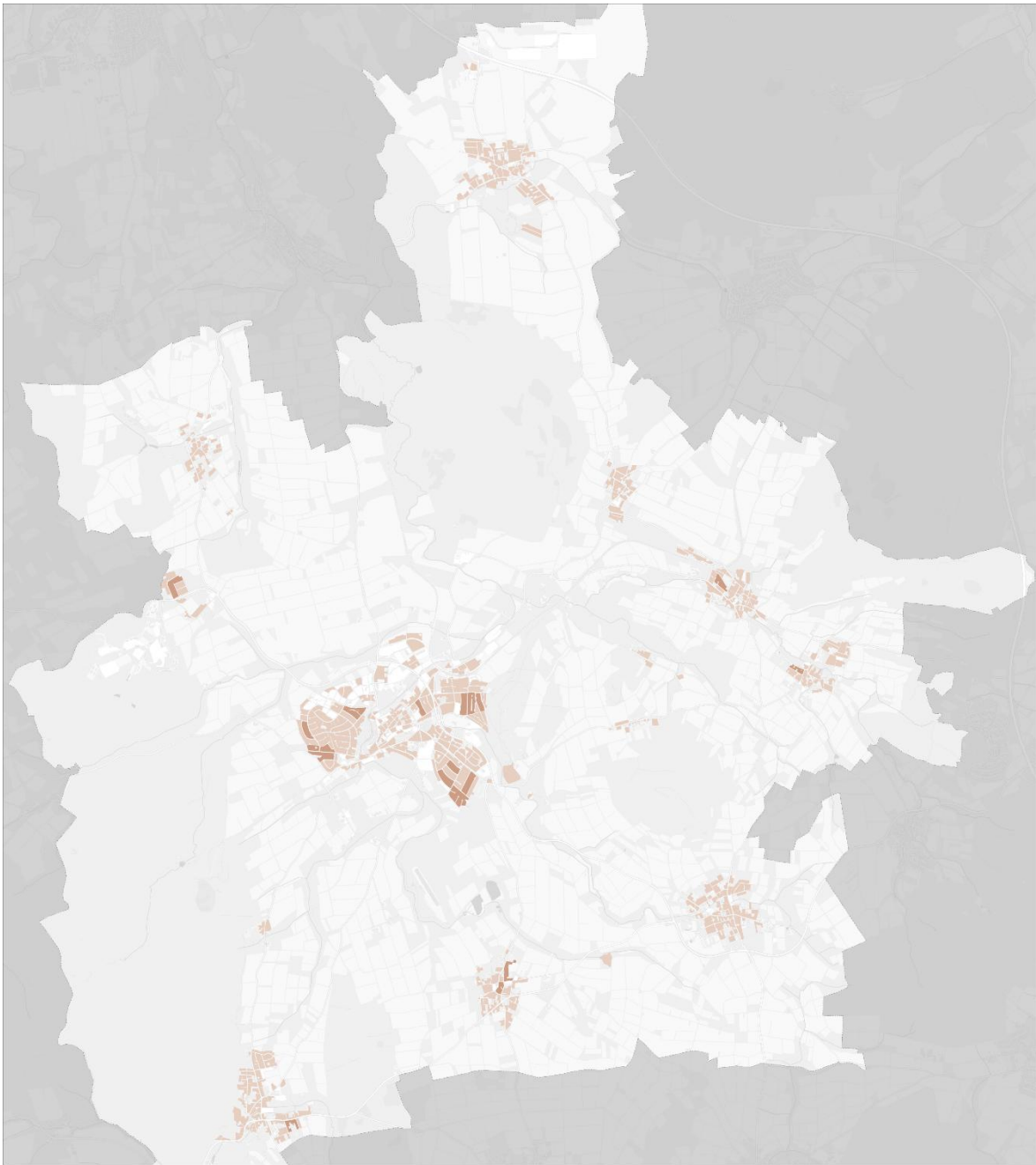
Anzahl Gebäude beheizt mit Erdgaskessel

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

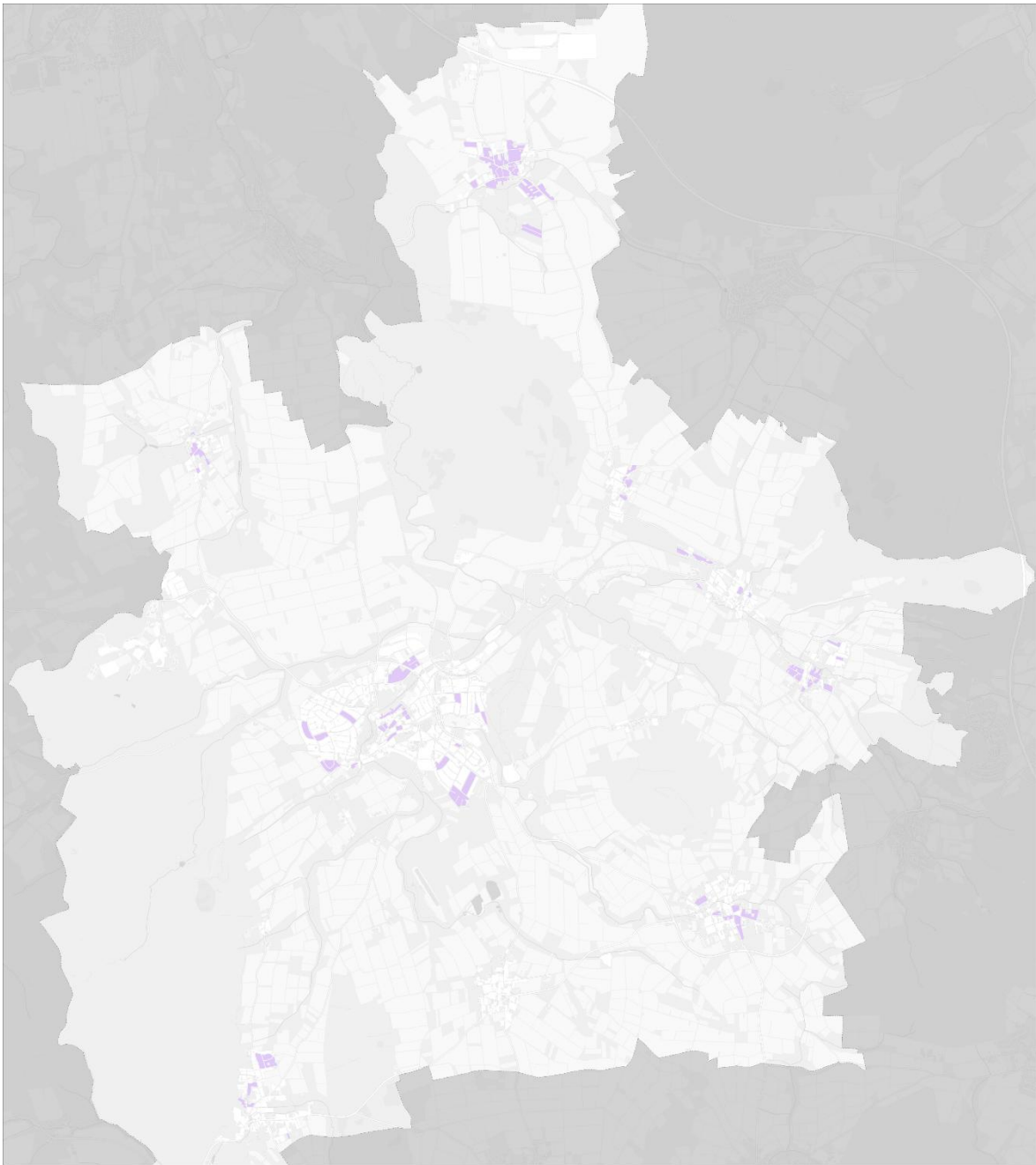
Anzahl Gebäude beheizt mit Heizölkessel

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

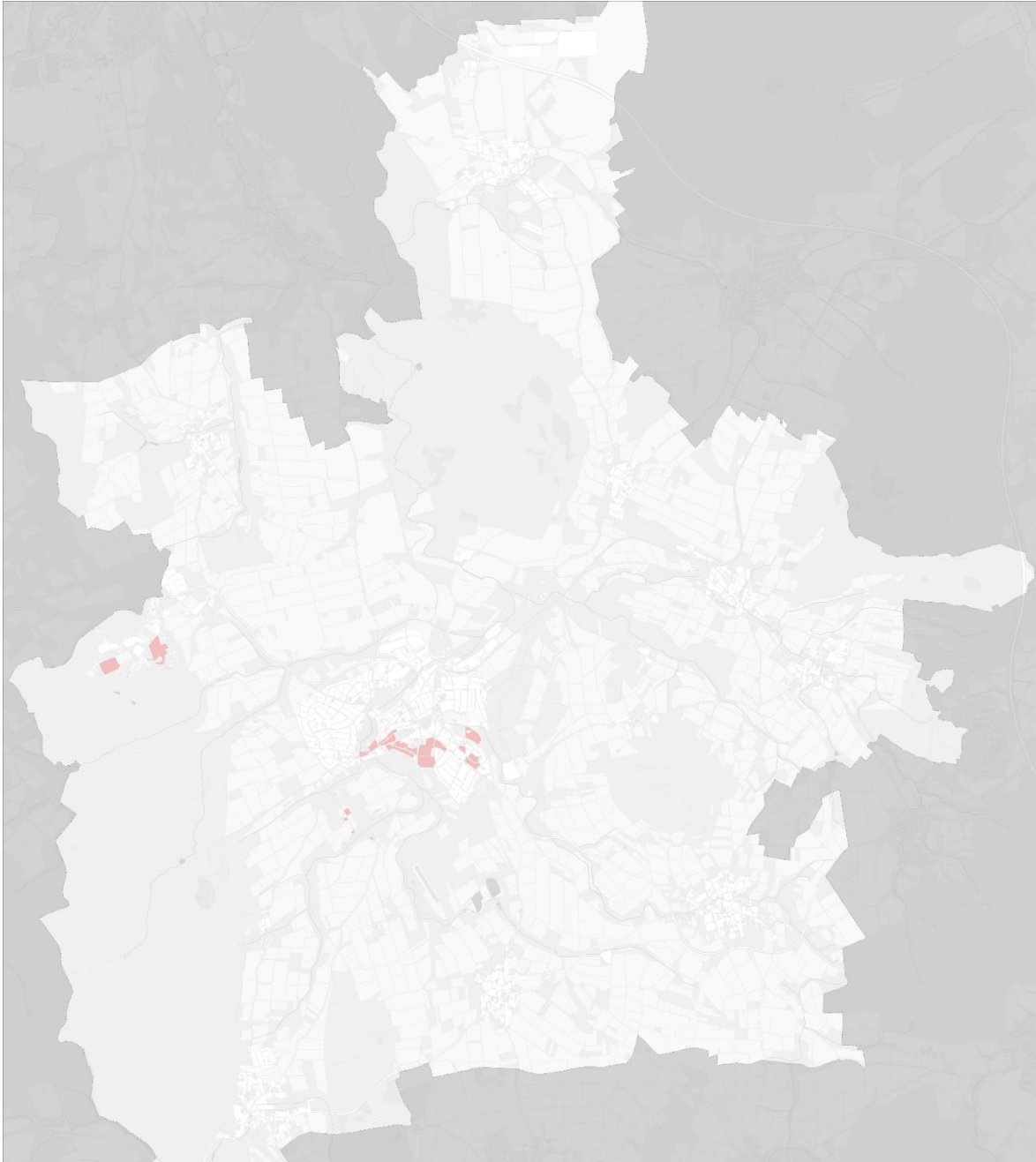
Anzahl Gebäude beheizt mit Stromheizung

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

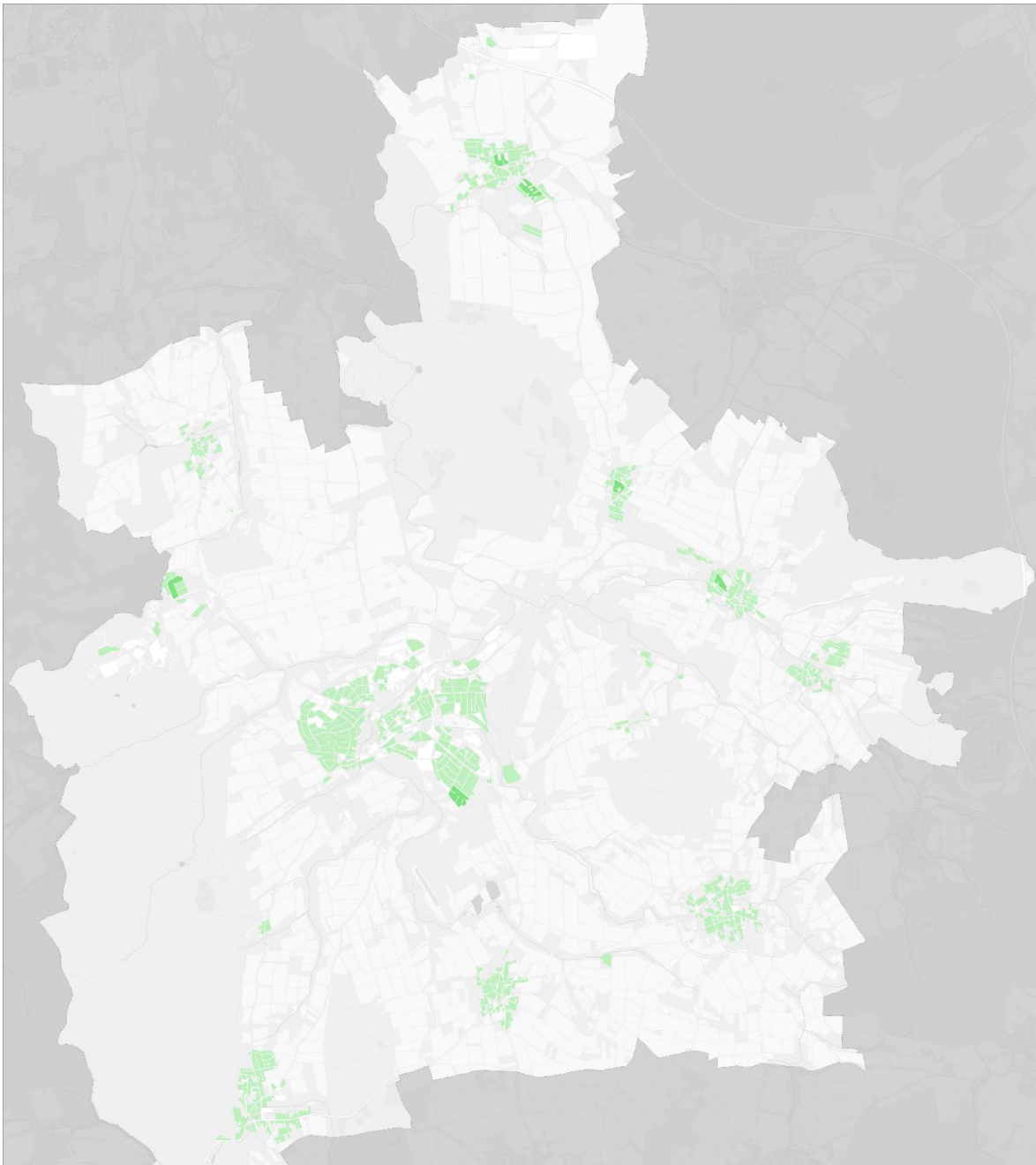
Anzahl Gebäude beheizt über Wärmenetz

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

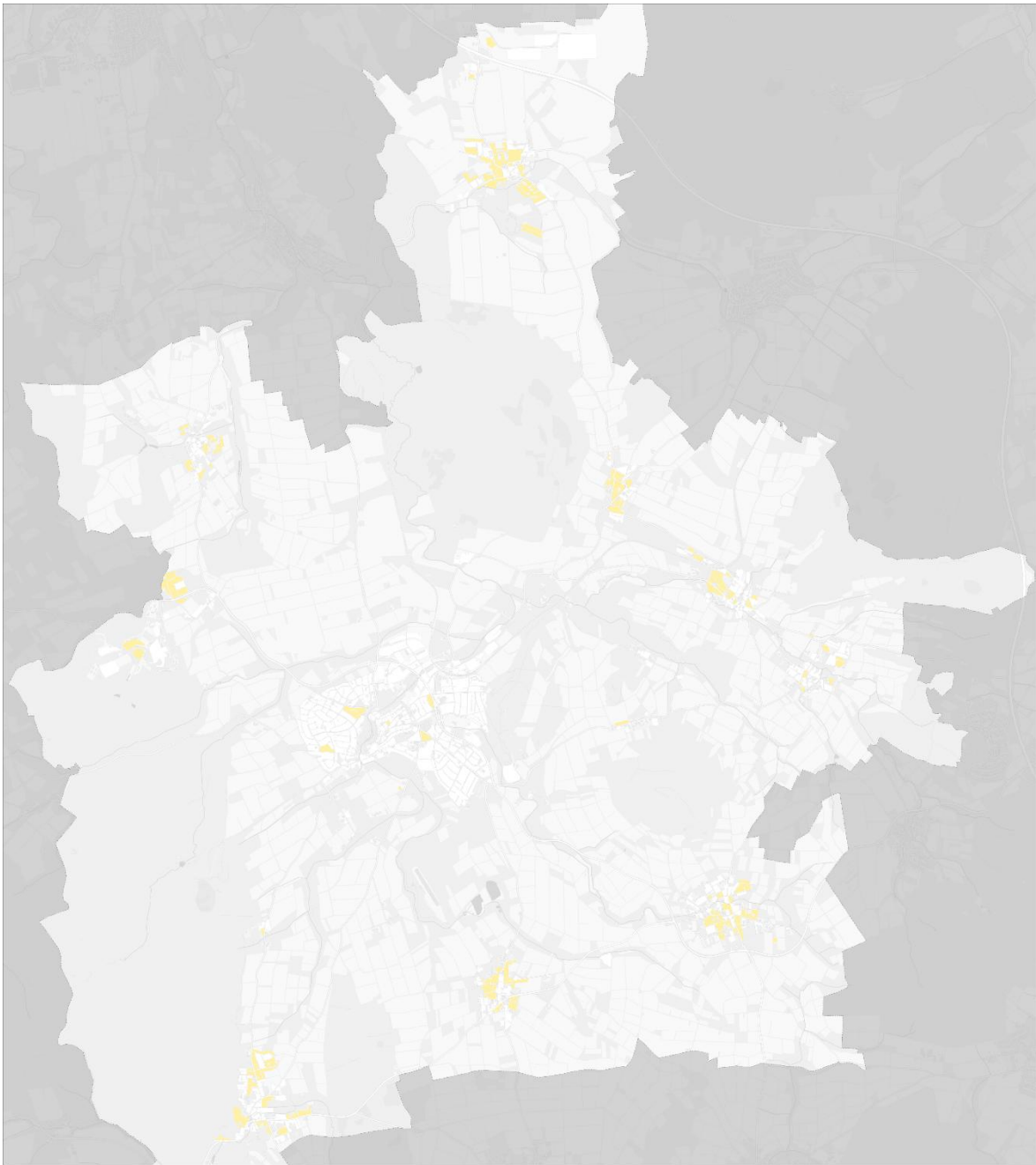
Anzahl Gebäude beheizt mit Biomassekessel

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

Anzahl Gebäude beheizt mit Flüssiggaskessel

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

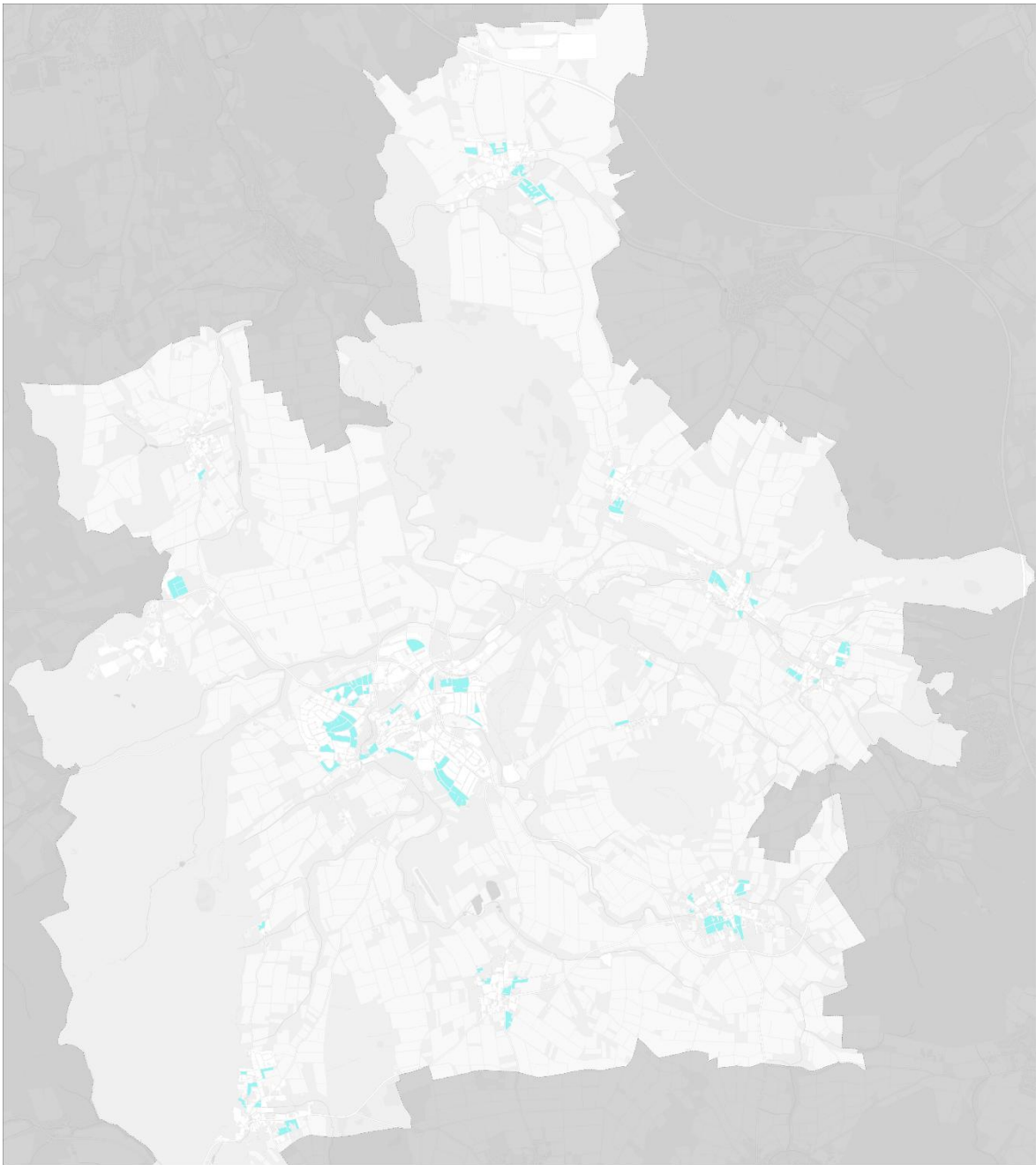
Anzahl Gebäude beheizt mit Kohlekessel

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

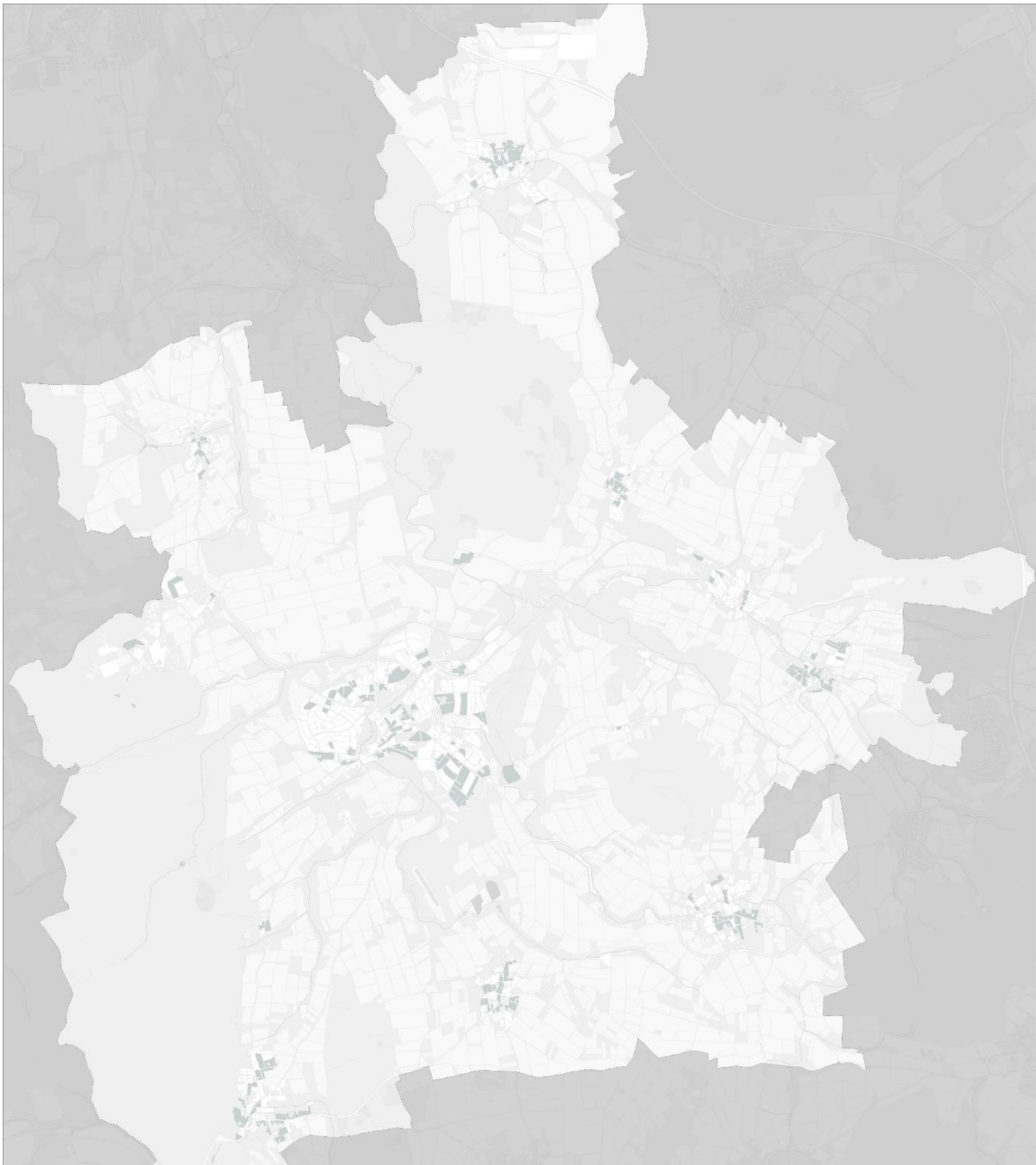
Anzahl Gebäude beheizt mit Wärmepumpe

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

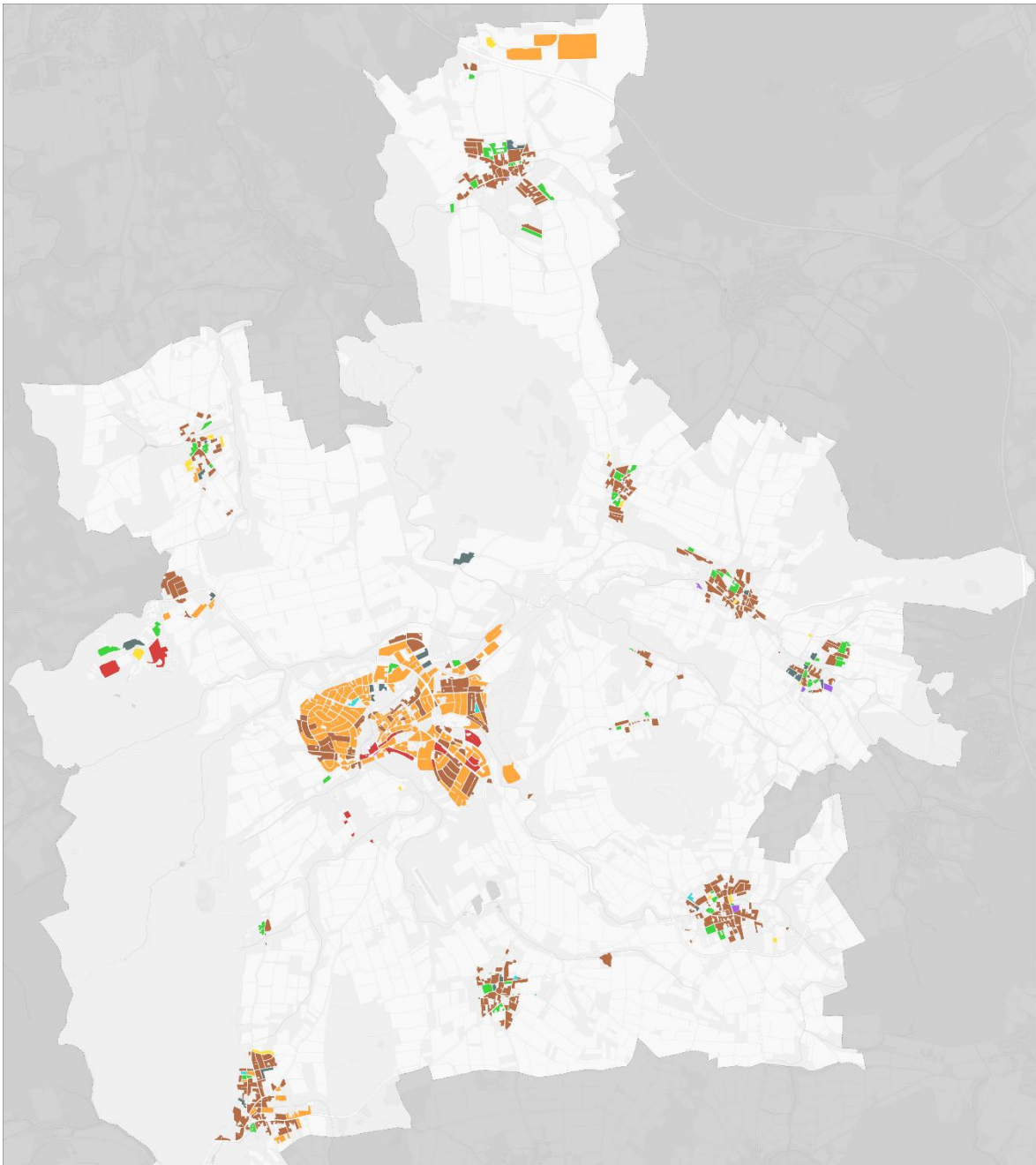
Anzahl Gebäude beheizt mit Wärmeerzeuger unbekannt

- 0
- 1-10
- 11-20
- 21-30
- >30

QONCEPT
ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

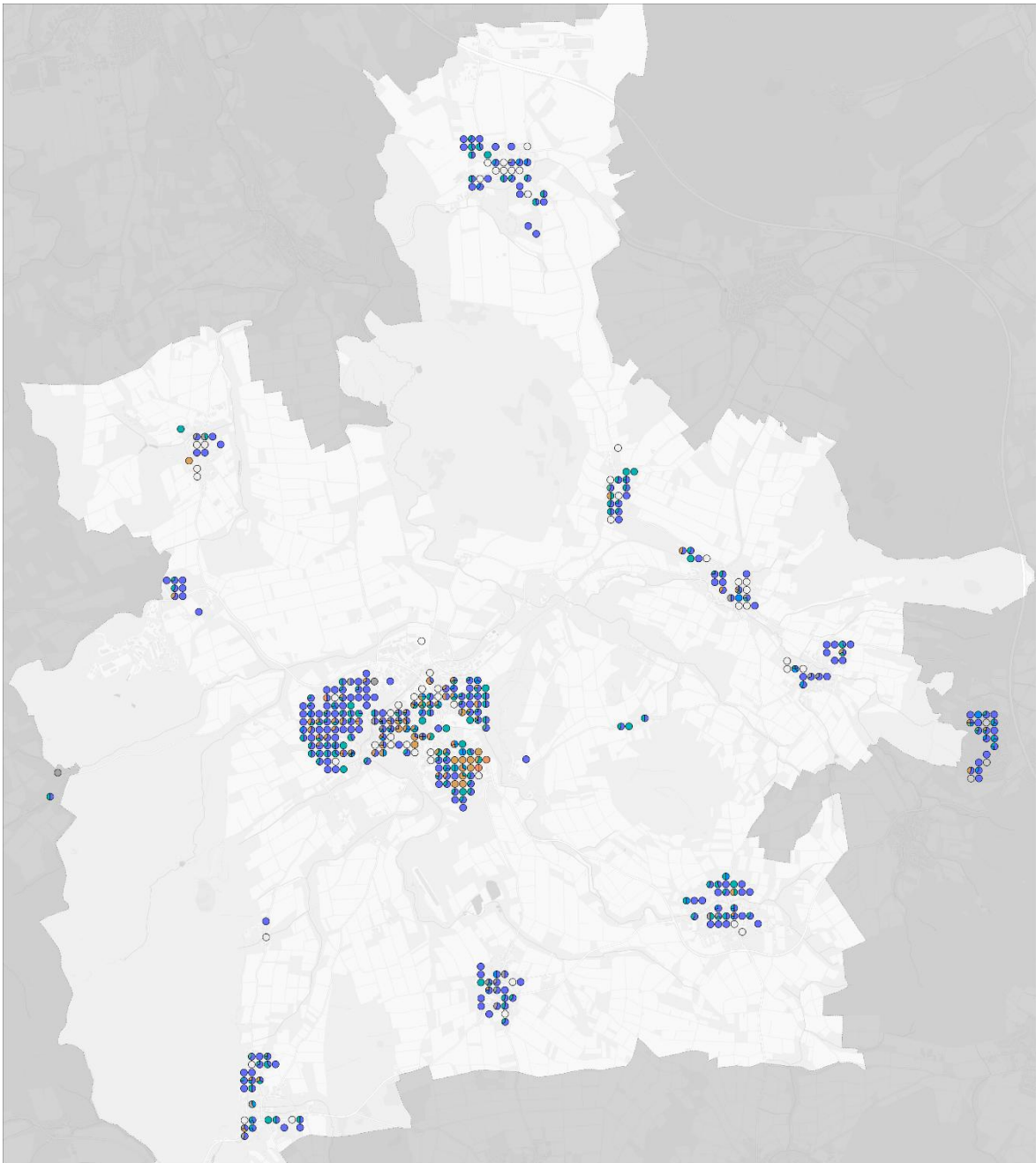
Überwiegender Wärmeerzeuger

- | | |
|--|--|
| ■ Biomassekessel | ■ Ölkessel |
| ■ Flüssiggaskessel | ■ Stromheizung |
| ■ Gaskessel | ■ Wärmenetz |
| ■ Kohlenheizung | ■ Wärmepumpe |
| | ■ Unbekannt |

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

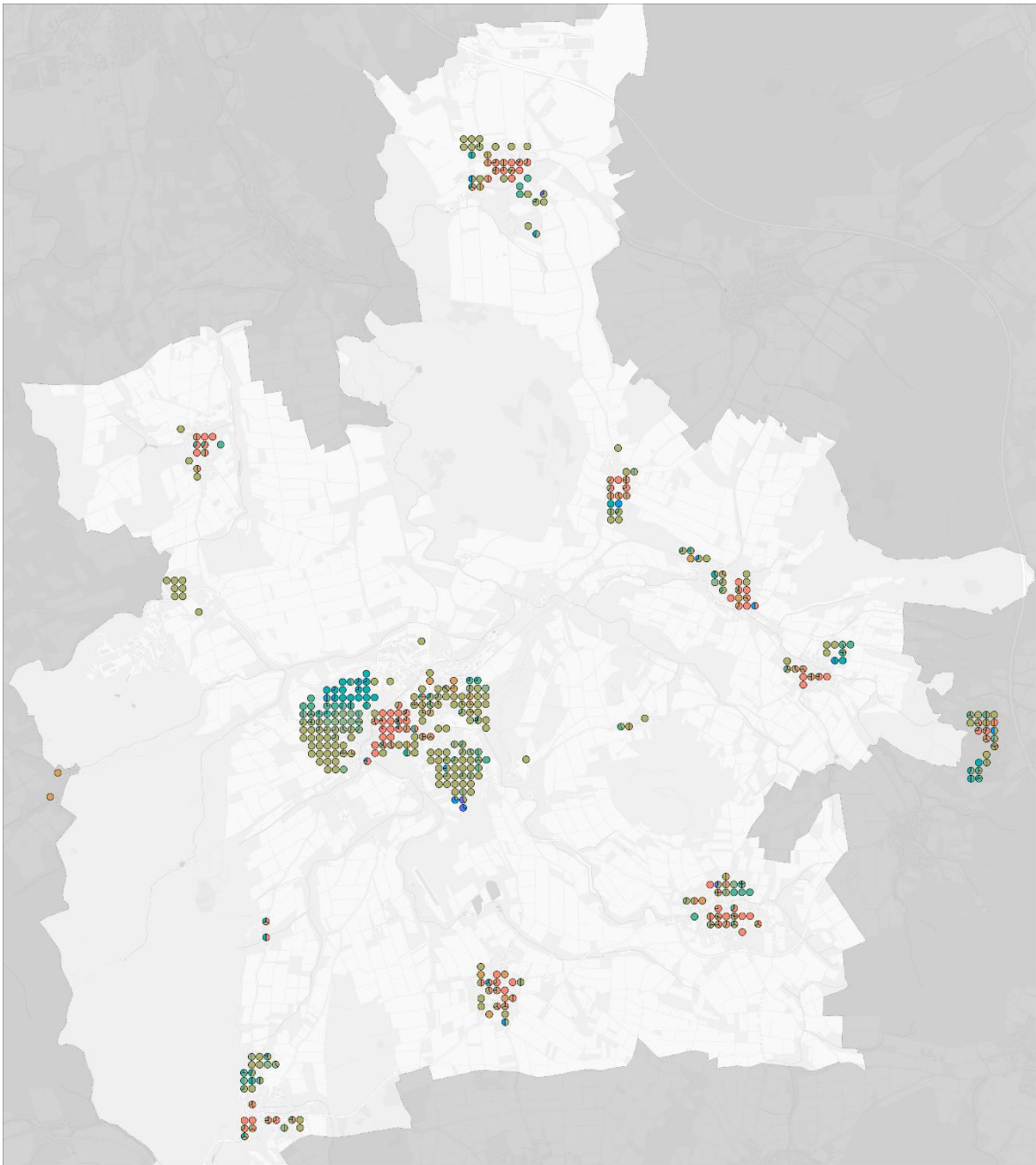
Zensus 2022 Gebäudetyp

- EFH freistehend
- EFH Doppelhaushälfte
- EFH Reihenhaus
- ZFH Freistehend
- ZFH DHH
- ZFH Reihenhaus
- MFH 3 bis 6 Wohnungen
- MFH 7 bis 12 Wohnungen
- MFH 13 und mehr Wohnungen
- Anderer Gebäudetyp

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

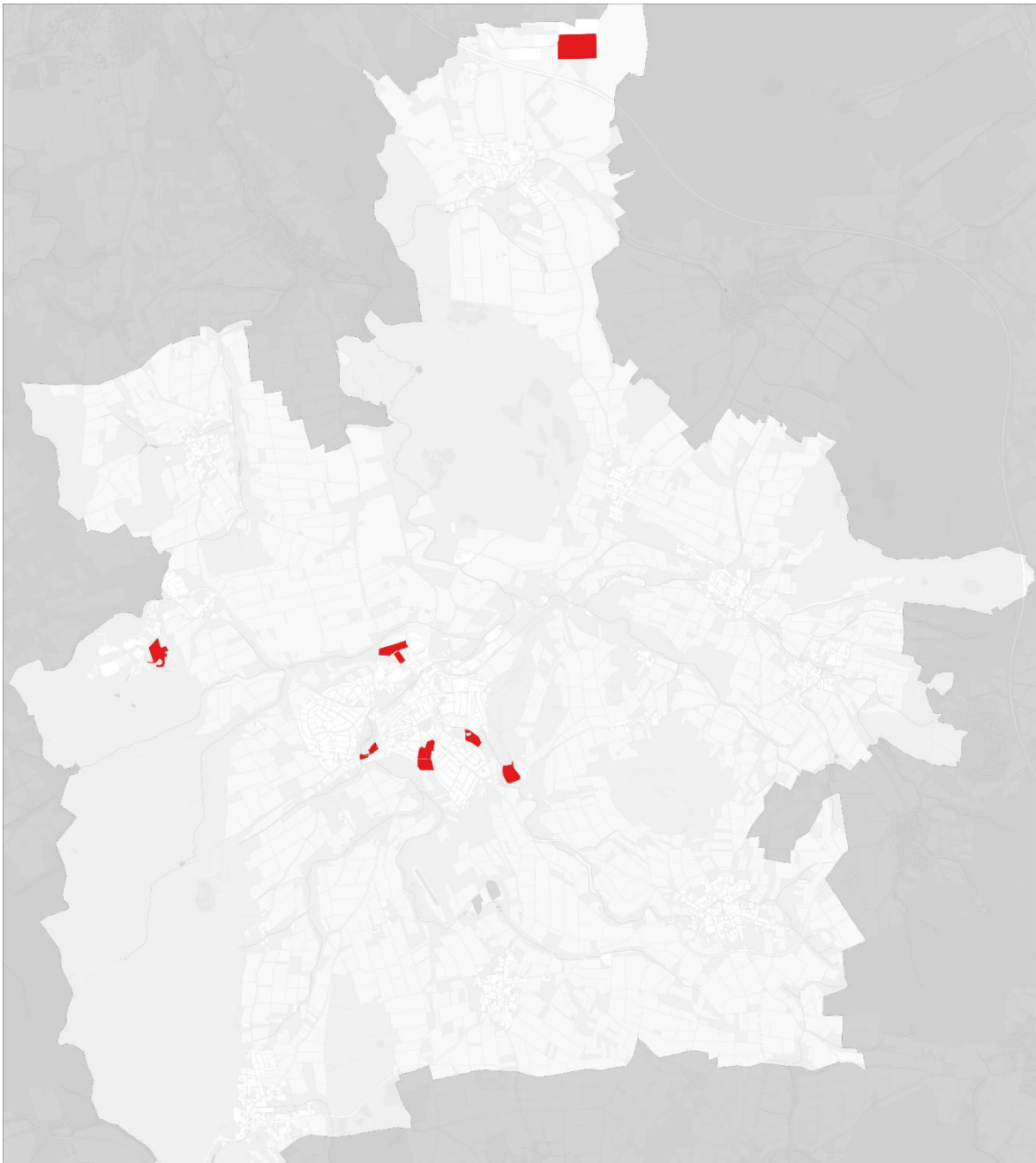
Zensus Baualter

- Anteil Vor 1919
- Anteil 1919 - 1948
- Anteil 1949 - 1978
- Anteil 1979 - 1990
- Anteil 1991 - 2000
- Anteil 2001 - 2010
- Anteil 2011 - 2019
- Anteil 2020 und später

**QONCEPT
ENERGY**




Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

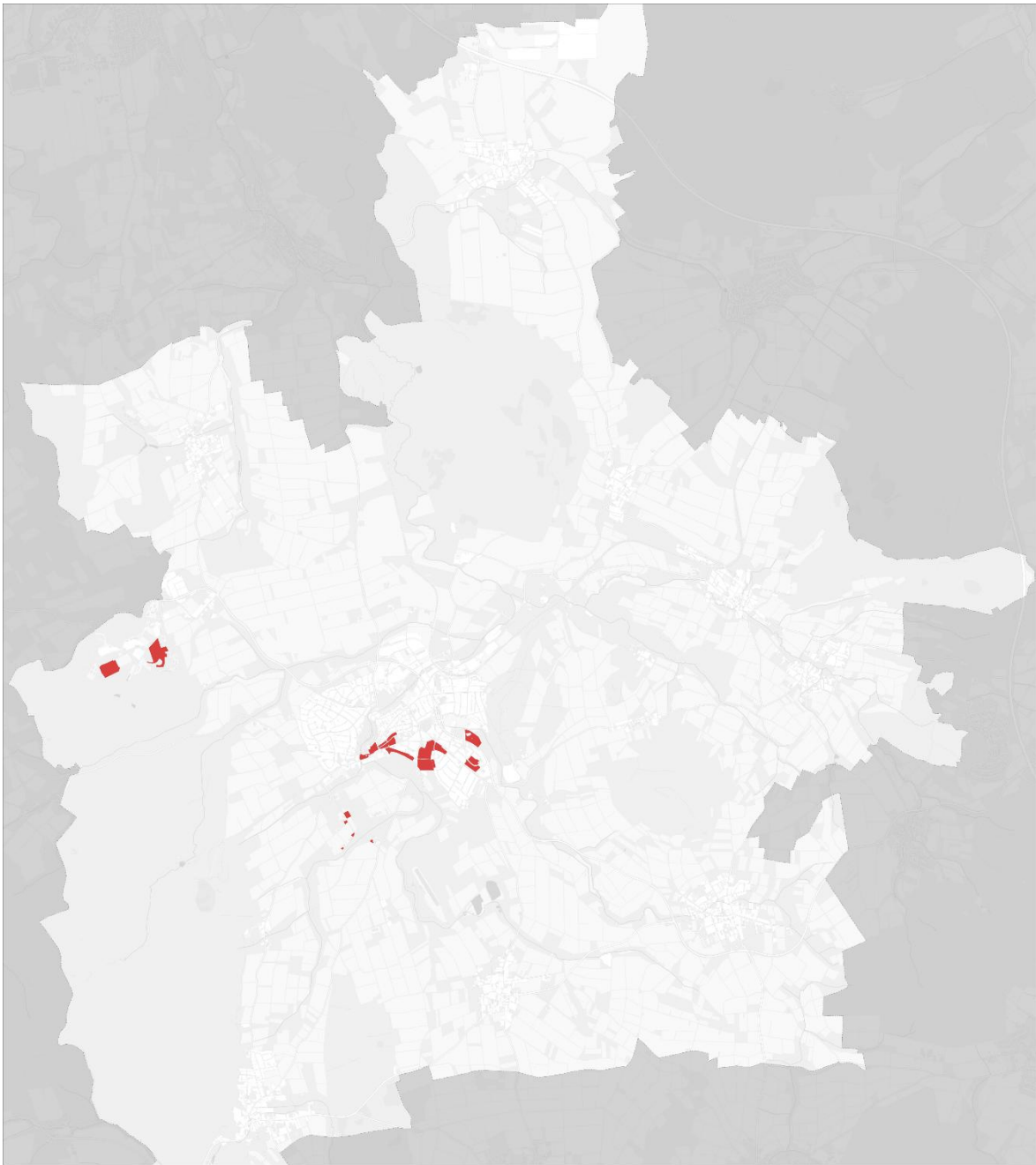
Großverbraucher (> 1 GWh/a)

 vorhanden

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



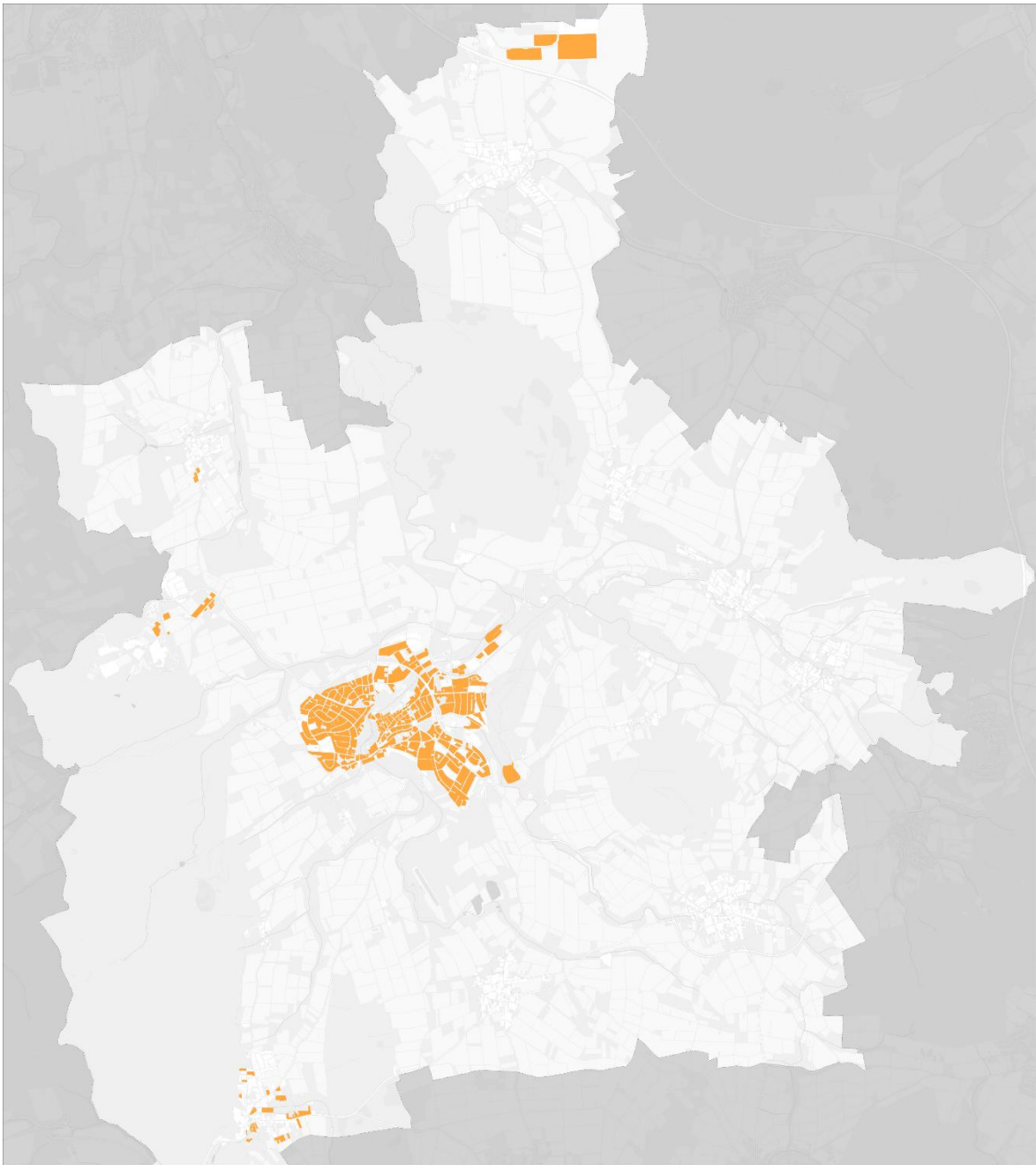
Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

- Wärmenetz
- Deckungsanteil > 25 %

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



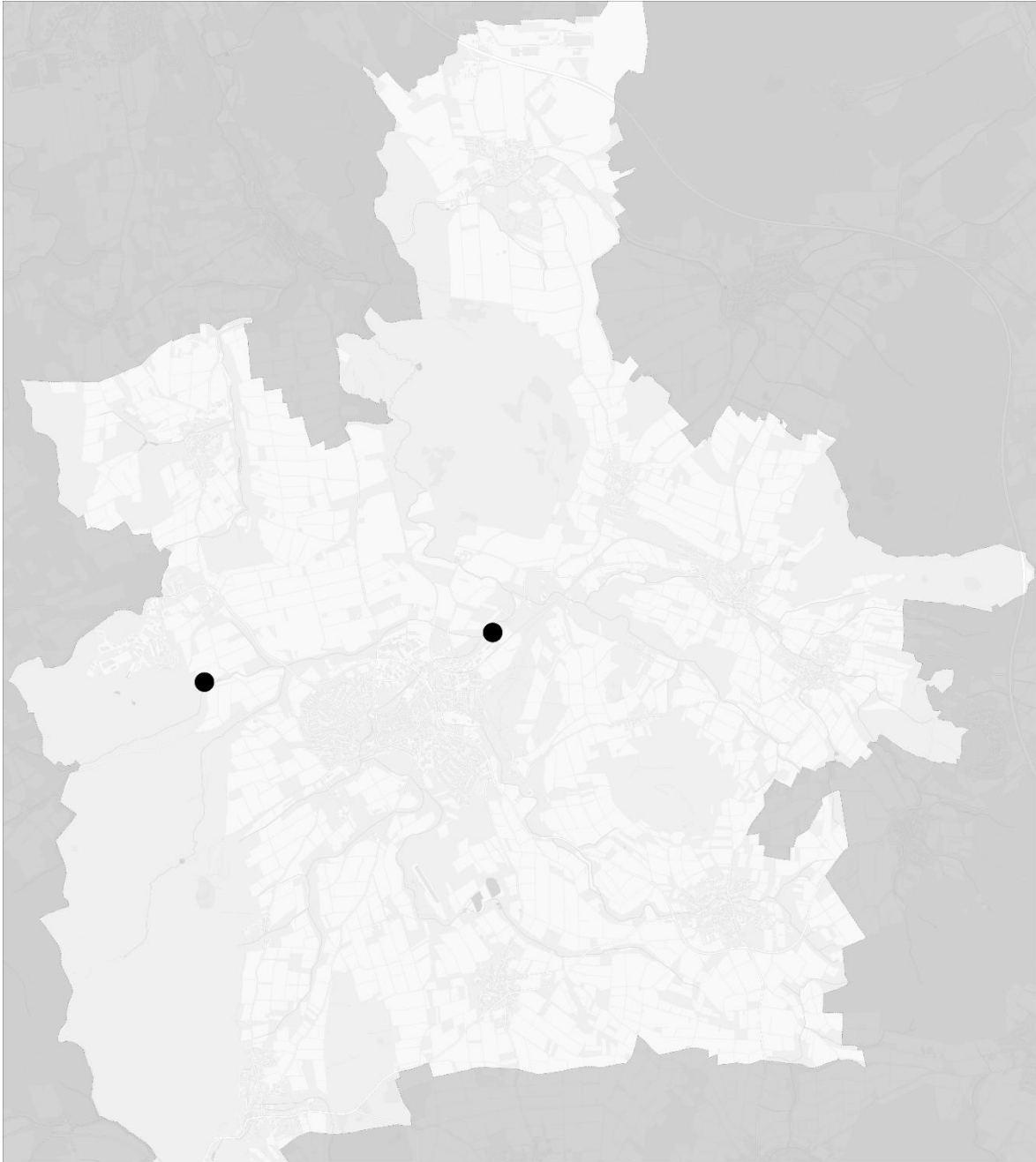
Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

- Gasnetz
- Deckungsanteil > 25 %

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

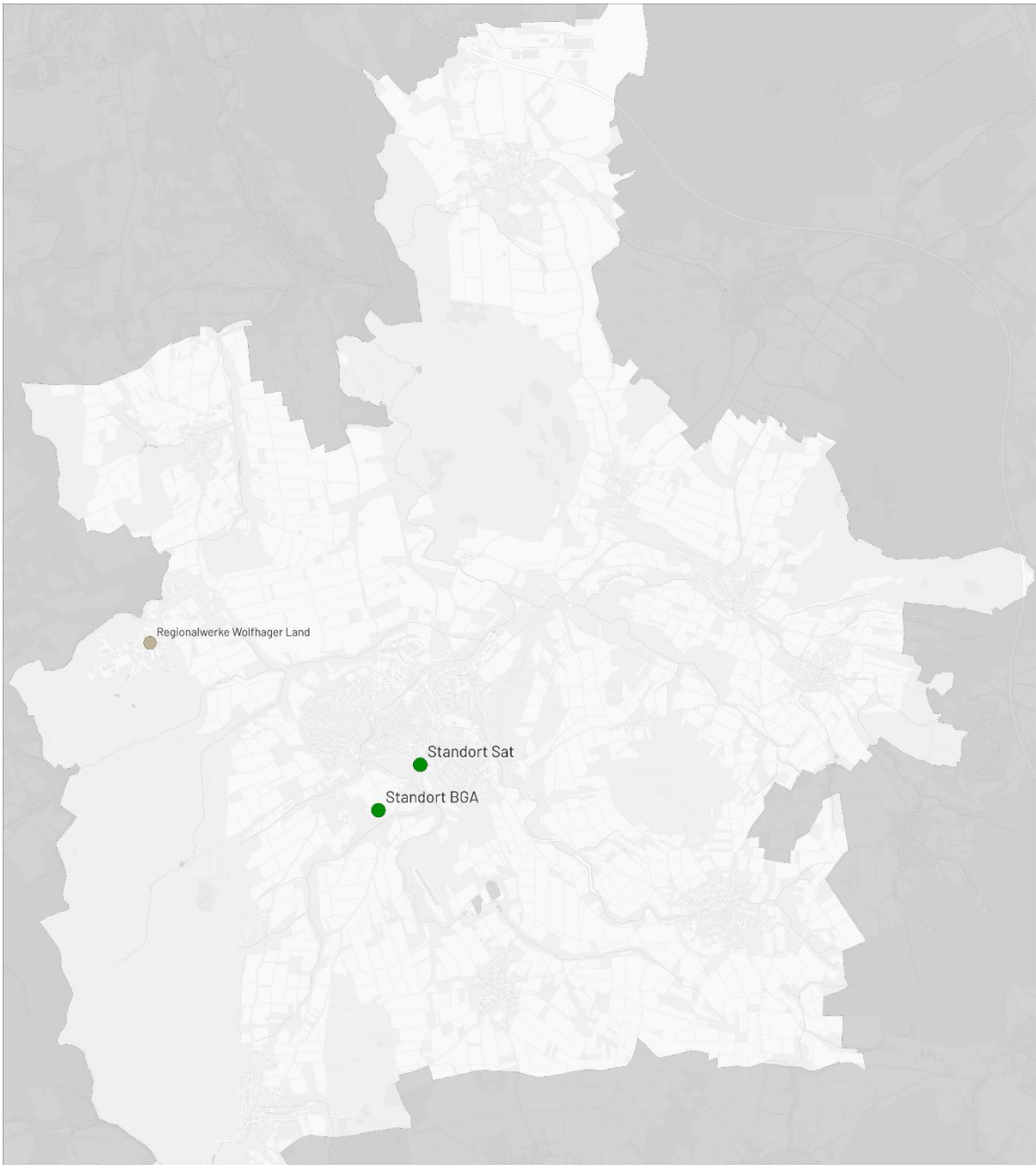
Abwasser

- Kläranlagen

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

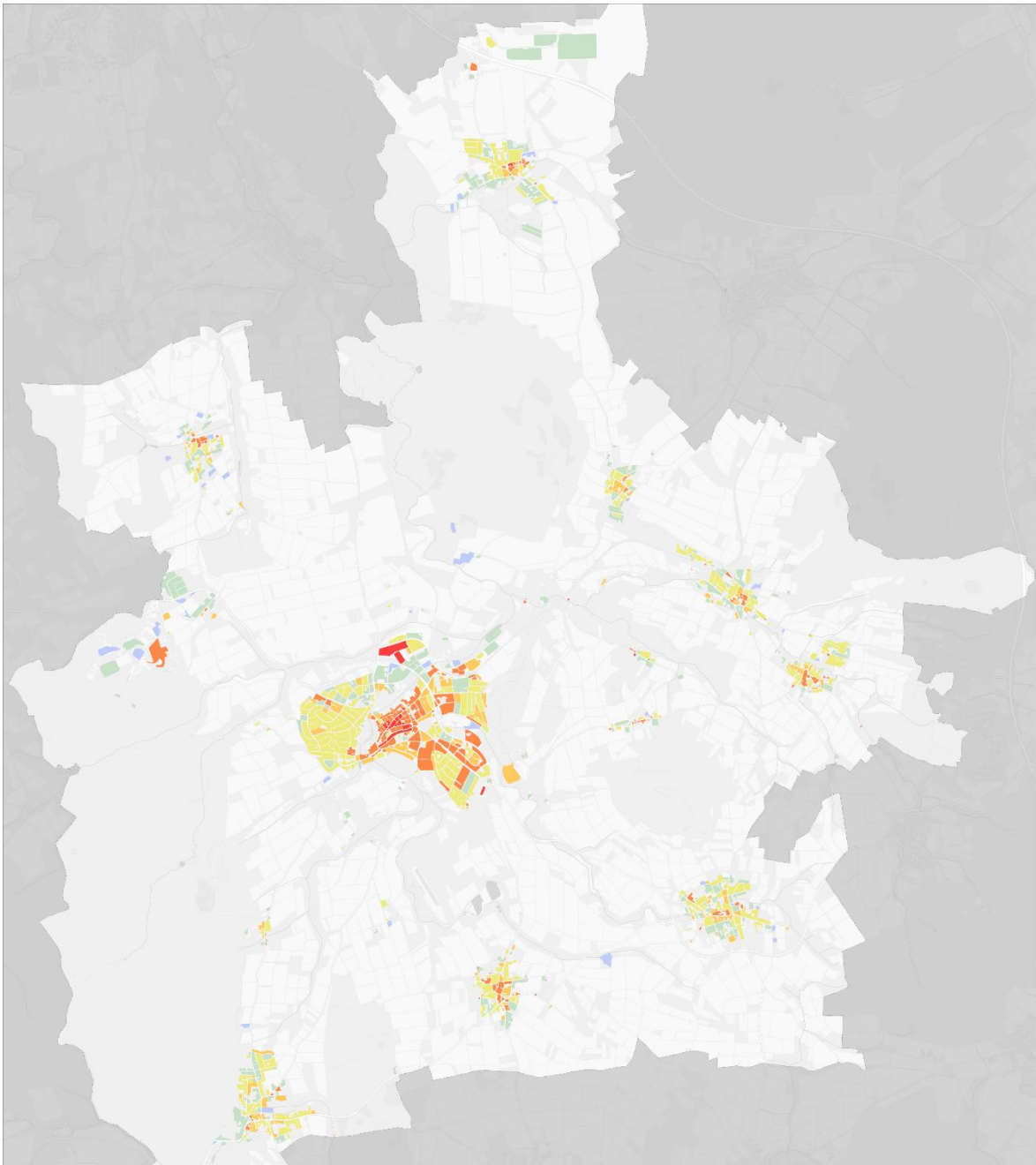
Wärmeerzeuger

- Regionalwerke Wolfhager Land
- Biogas Wolfhagen GmbH & Co KG

QONCEPT ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

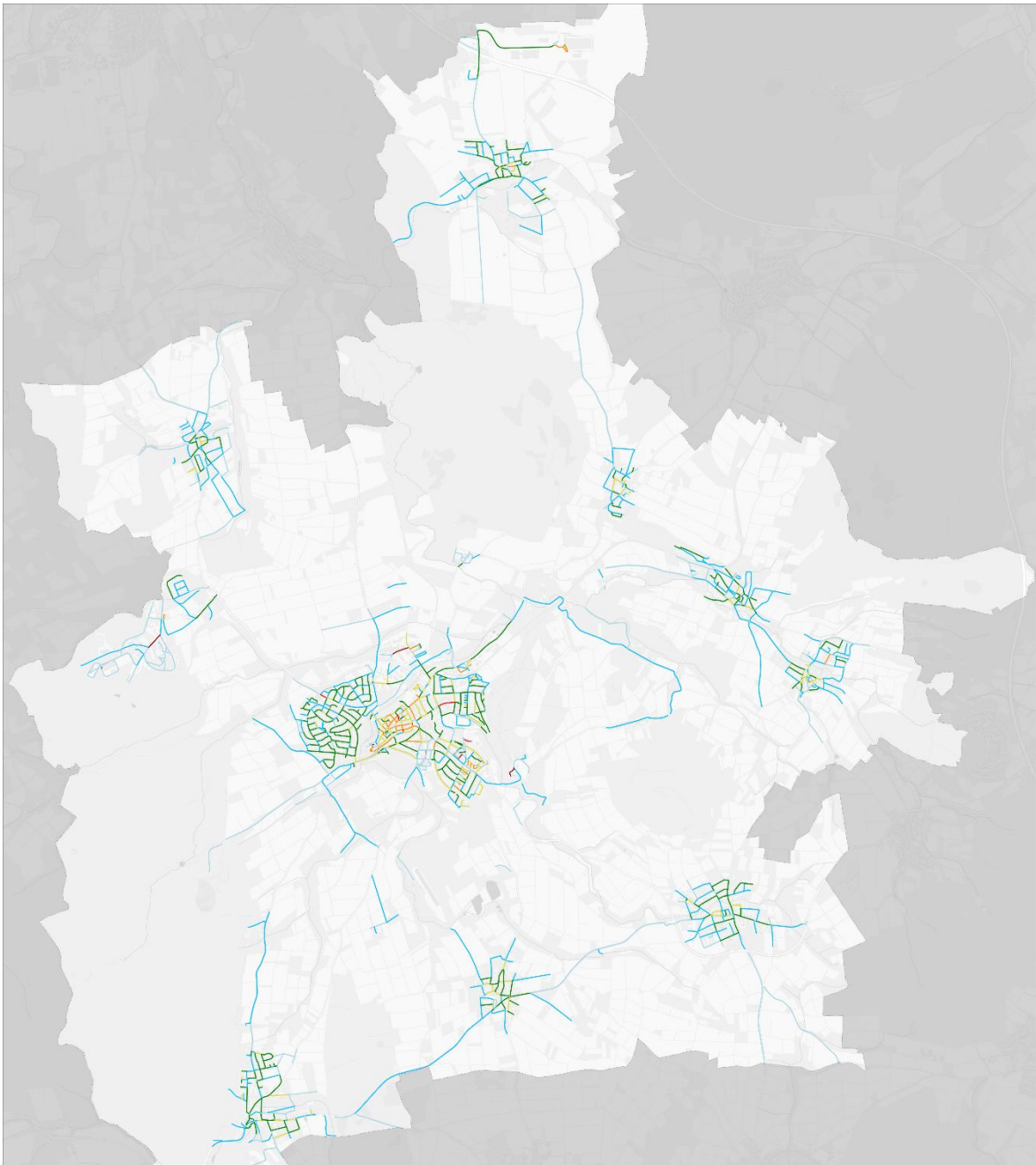
Wärmebedarfsdichte 2023 in MWh/(ha · a)



QONCEPT
ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

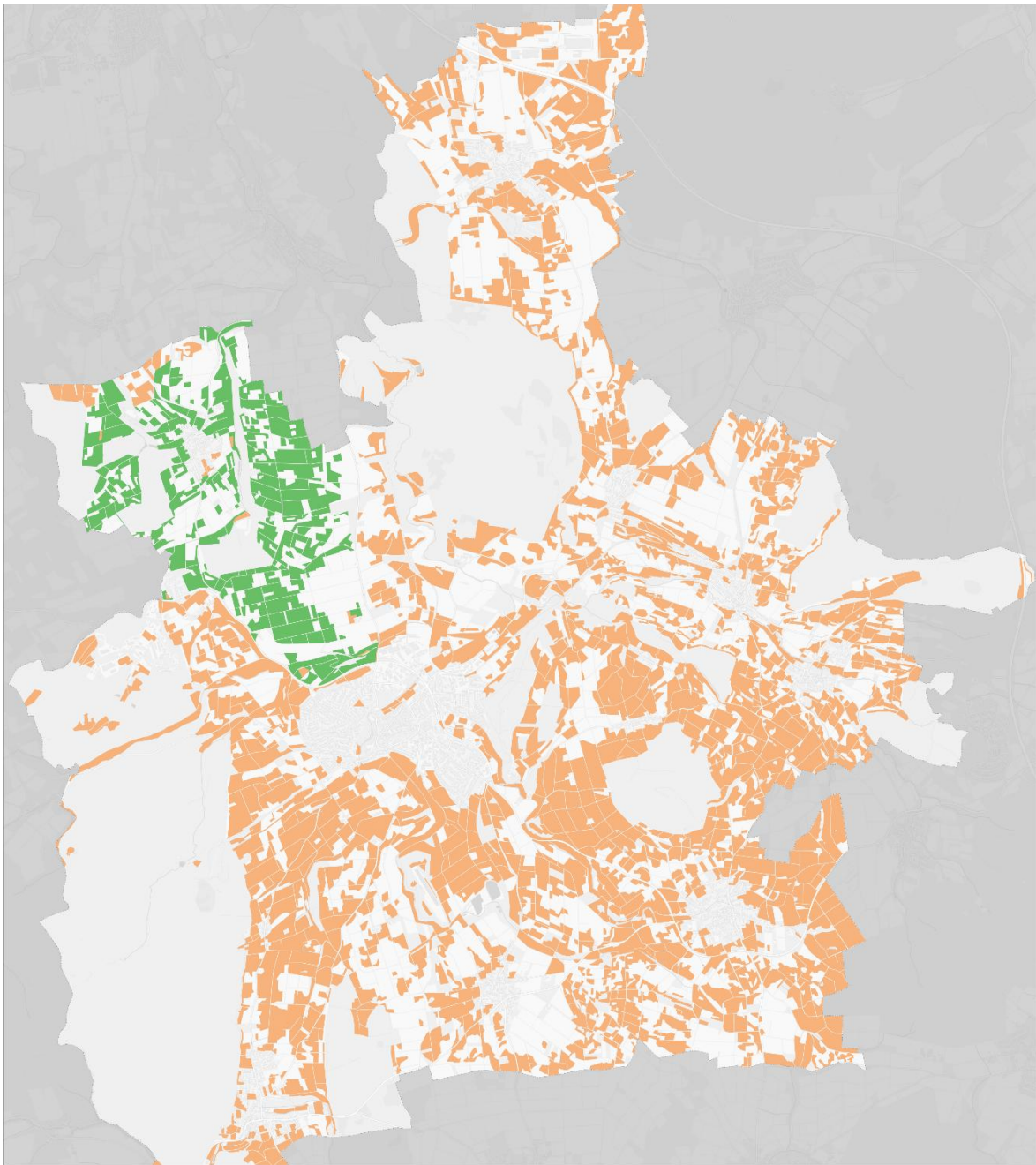
Wärmelinien-dichte 2023 in kWh/(m · a)

- 0
- 0 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 5000
- 5000 - 10000
- > 10000

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen
Flächensuche Erdwärmesondenfelder

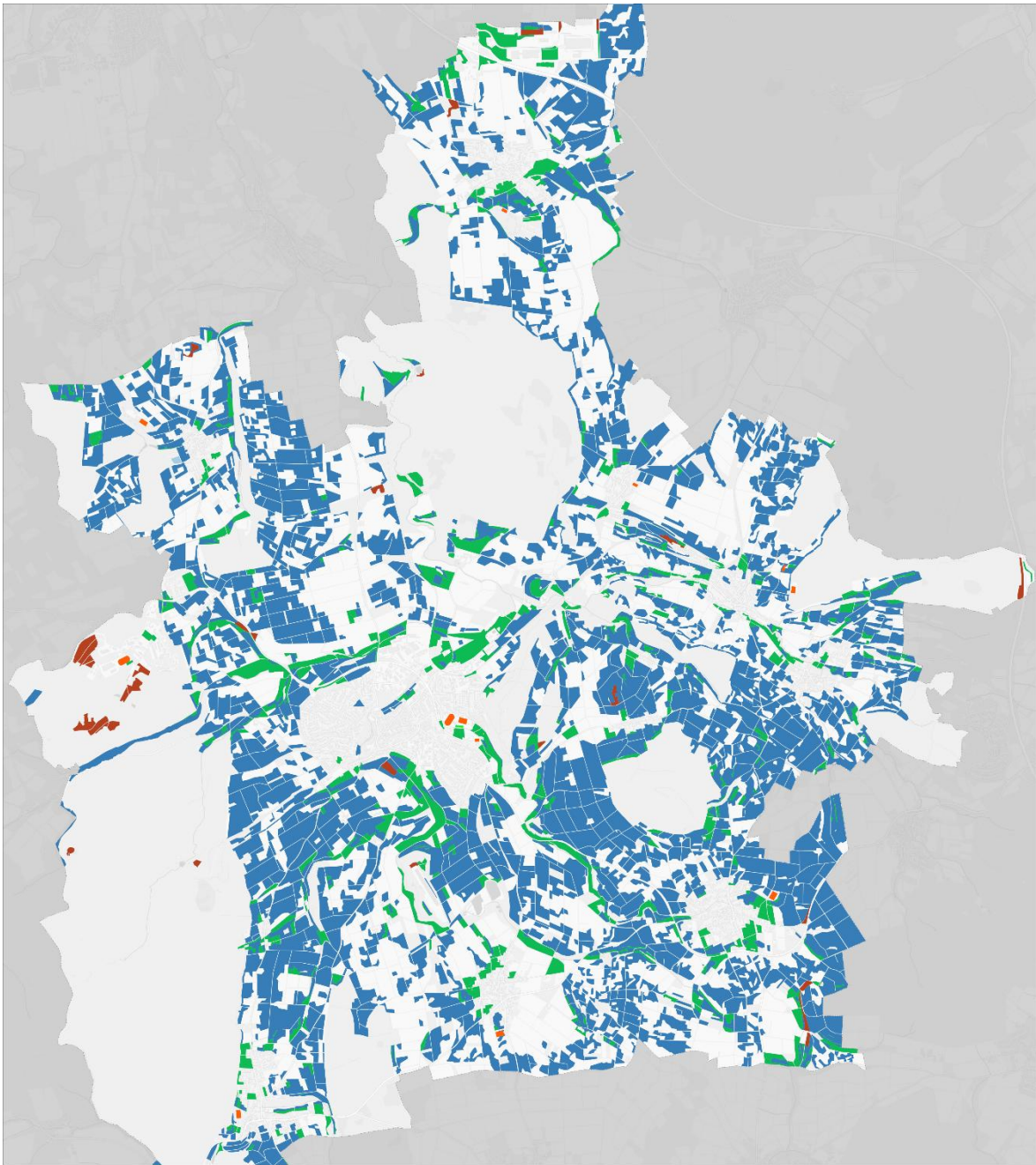
QONCEPT
ENERGY

Potenzialflächen

- Gunstgebiet ohne Einschränkungen
- Gunstgebiet mit Einschränkungen



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

Flächensuche Erdwärmesondenfelder

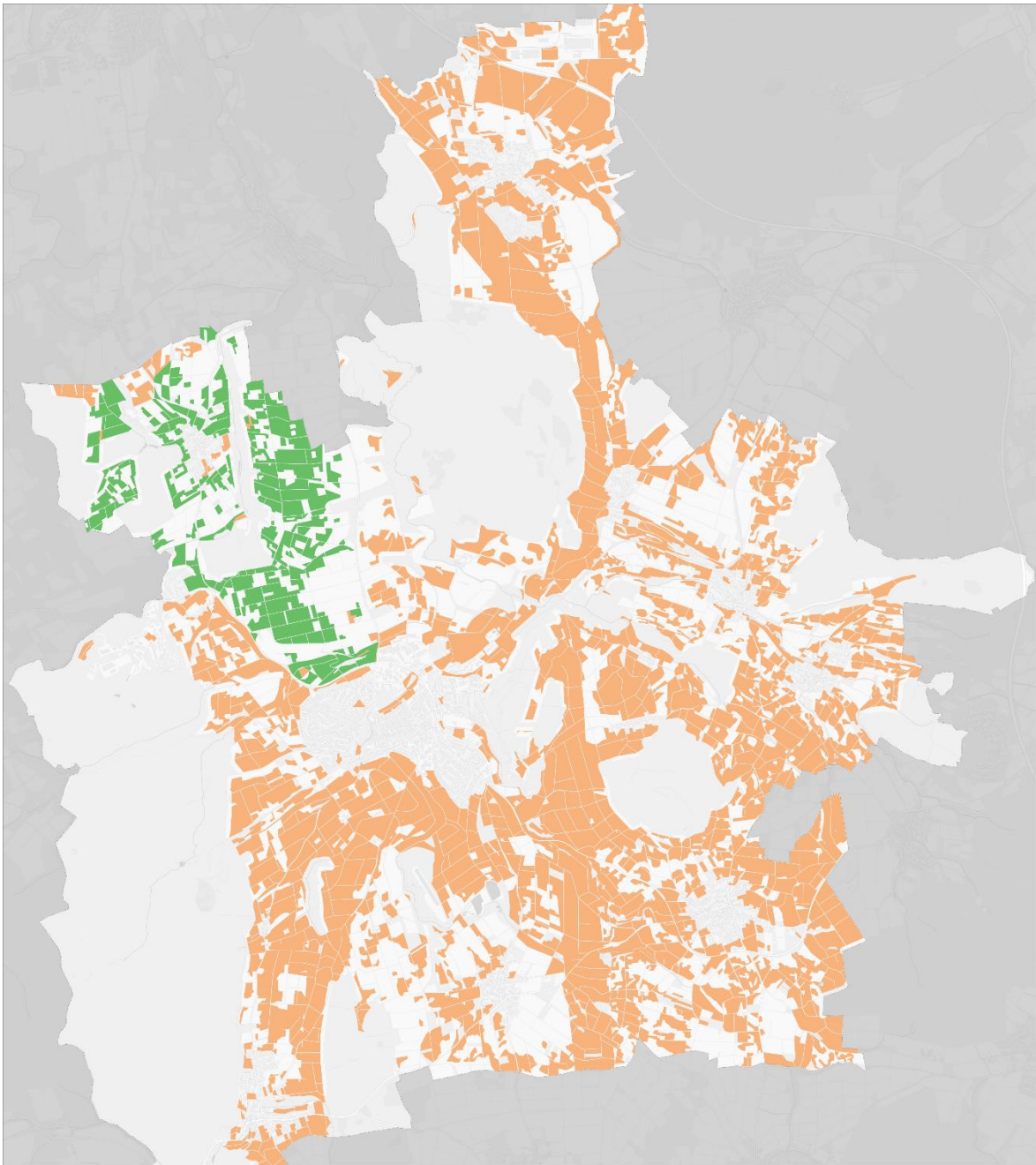
Potenzialflächen nach Flächentyp

- | | |
|--|---|
|  Ackerzahl < 55 |  Grünland |
|  Festplatz |  Parkplatz |
|  Grünanlage |  Spielfeld |
| |  Unland Naturnahe Fläche |
| |  Unland Vegetationslose Fläche |

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

Flächensuche Solarthermie

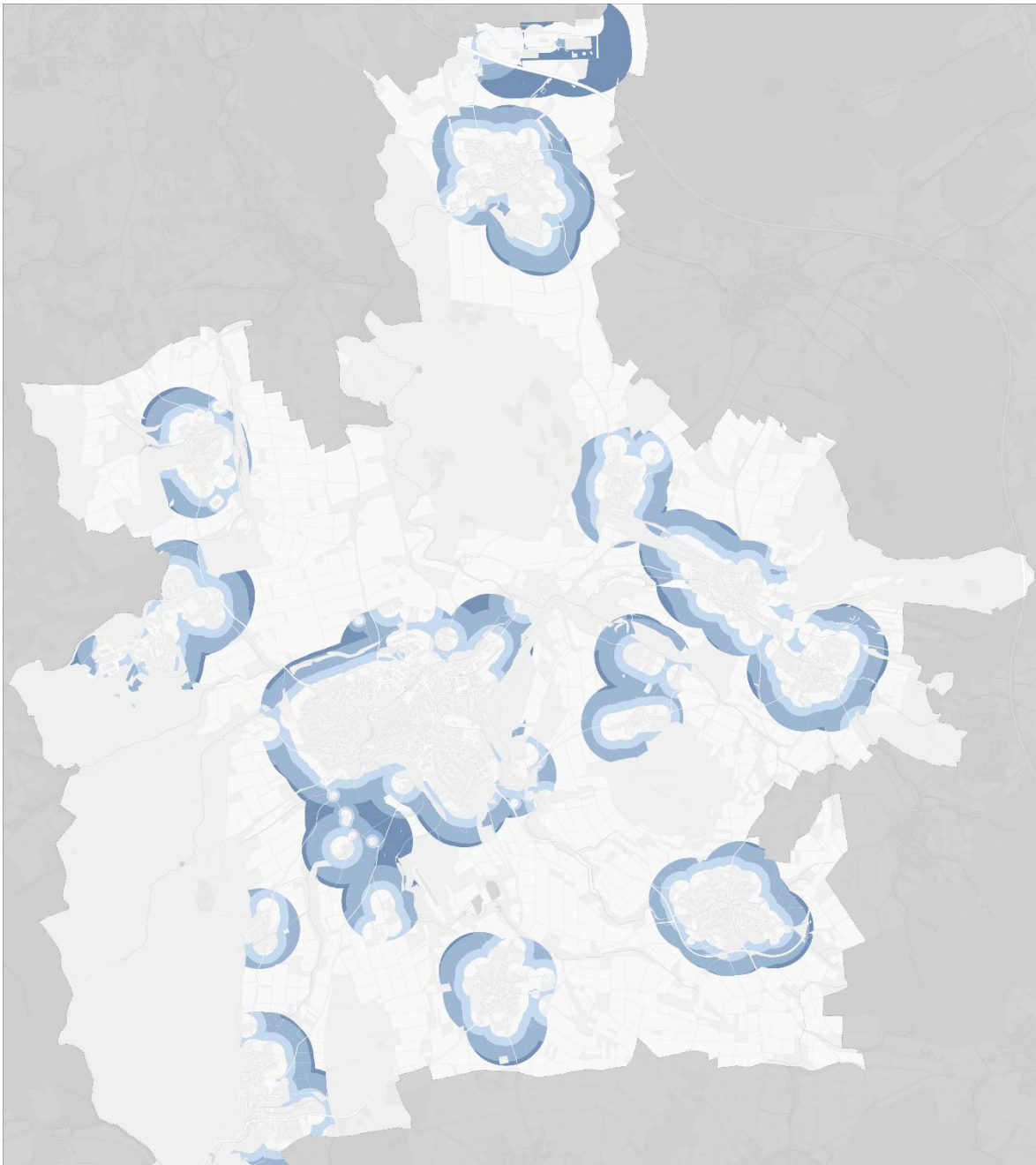
Potenzialflächen

- Gunstgebiet ohne Einschränkungen
- Gunstgebiet mit Einschränkungen

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

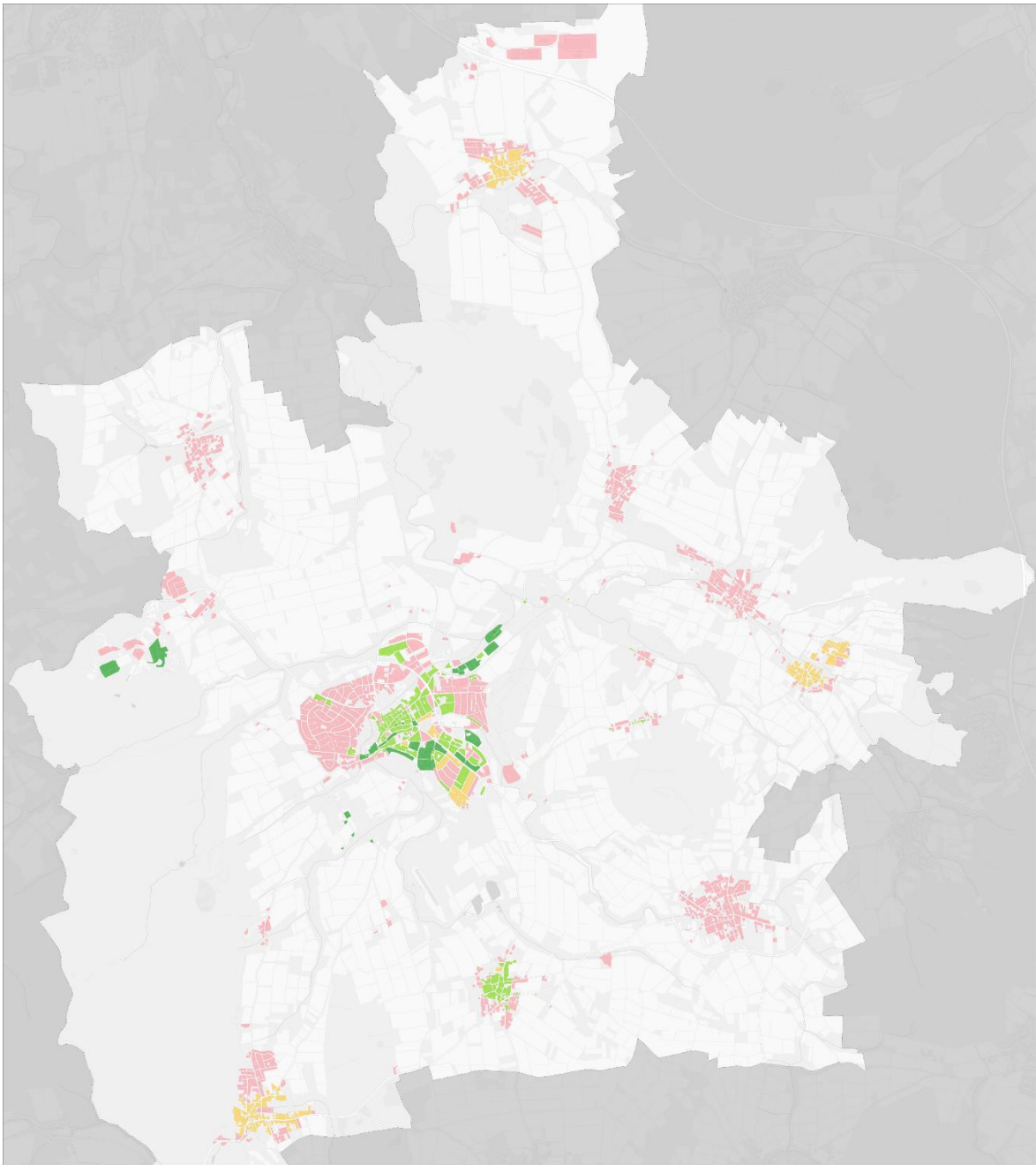
Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben bei Aufstellung einer zentralen Luft-Wärmepumpe mit Schalleistungspegel in dB(A)

- 80
- 85
- 90

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

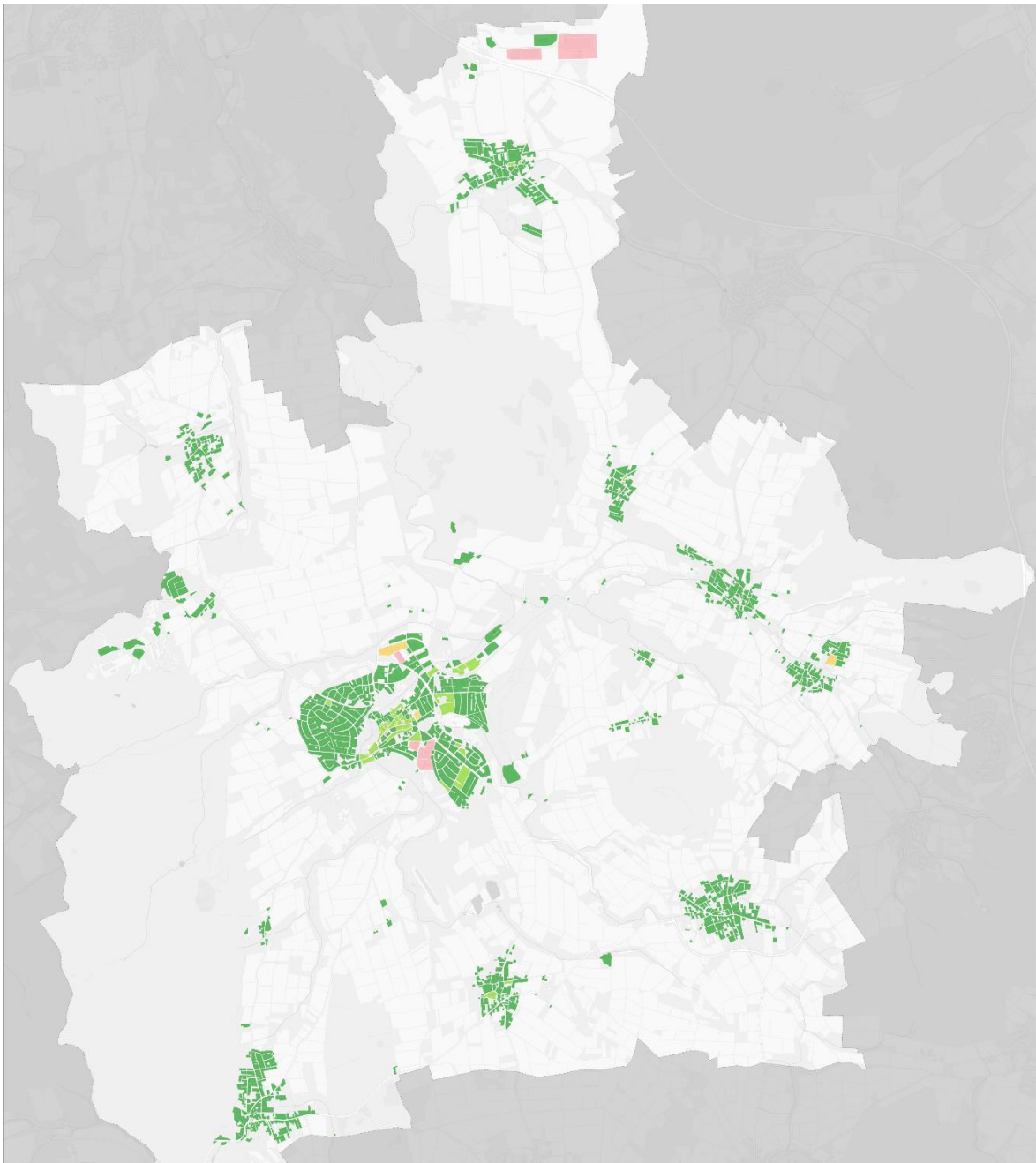
Wärmenetzeignung nach §19 WPG

- Sehr wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich ungeeignet
- Sehr wahrscheinlich ungeeignet

**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

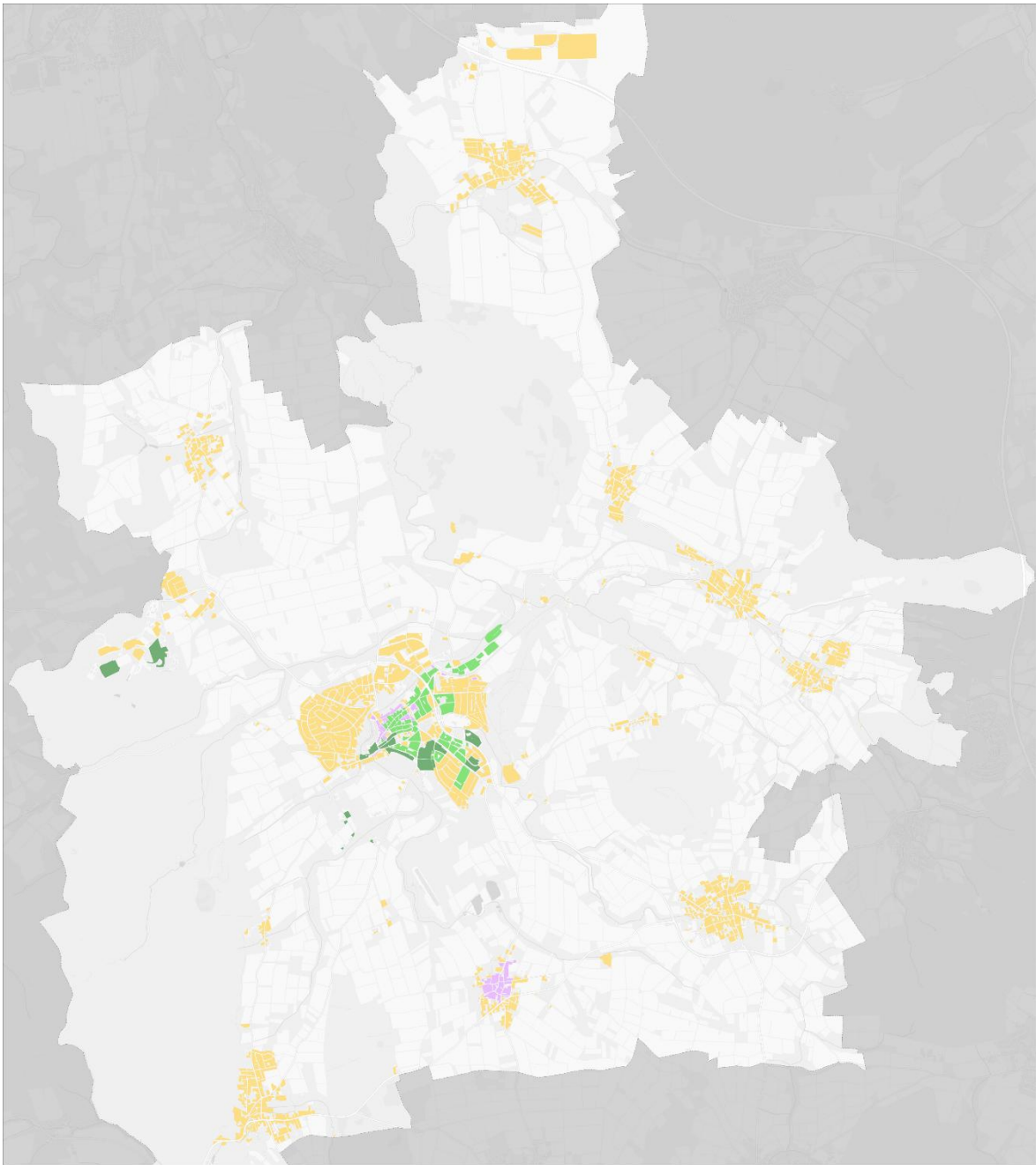
Eignung dezentrale Wärmeversorgung nach §19 WPG

- Sehr wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich ungeeignet
- Sehr wahrscheinlich ungeeignet

QONCEPT
ENERGY



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

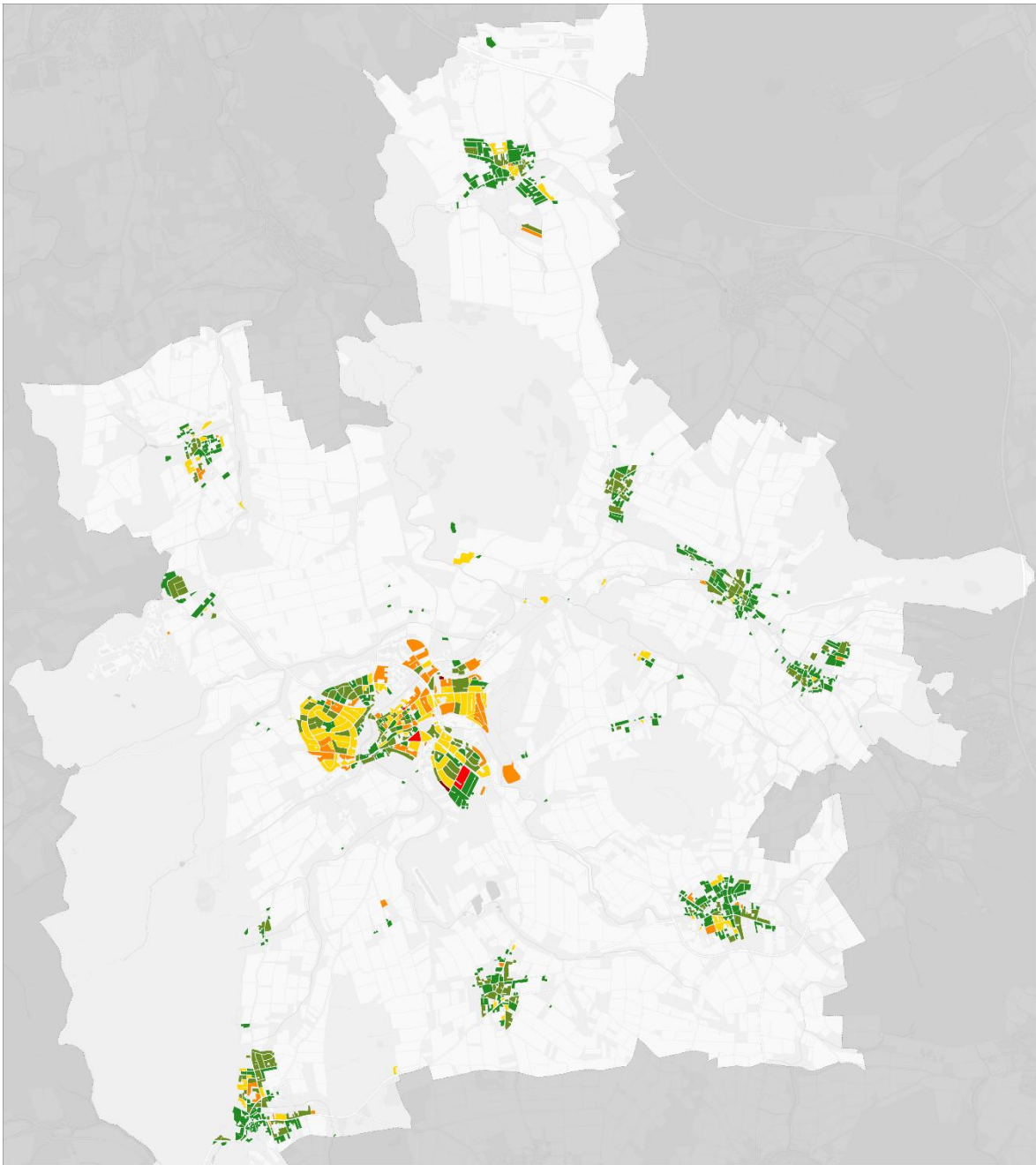
Gebietseinteilung nach nach §18 WPG

- Wärmenetz Bestand
- Wärmenetz ab 2030
- Prüfgebiet
- Gebiet für dezentrale Wärmeversorgung

QONCEPT
ENERGY



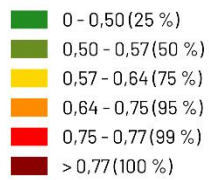
Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)



Kommunale Wärmeplanung Wolfhagen

Energieeinsparpotenzial Wohngebäude

**Notwendige Reduktion bis zu vollständiger Sanierung
(Anteil am absoluten Sanierungspotenzial)**



**QONCEPT
ENERGY**



Hintergrundkarte:
© OpenStreetMap-Beitragende (ODbL)

Dieser Bericht wurde erstellt von:

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

Im Auftrag von:

Stadt Wolfhagen
Magistrat
Burgstraße 33–35
34466 Wolfhagen

Kassel, im März 2026