

Entwurfssfassung

Stadt Wernigerode

Wärmeplan

Abschlussbericht
zur kommunalen Wärmeplanung
für die Stadt Wernigerode

Auftraggeberin
Stadt Wernigerode

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:

Thomas Haselhorst, M. Sc.
Dr. Thorsten Ebert
Dr. Oleg Kusyy
Joachim Sieglar, M. Sc.

Im Auftrag von:

Stadt Wernigerode
Rathaus
Marktplatz 1
38855 Wernigerode

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kassel, im März 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Eignungsprüfung	7
	2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz.....	7
	2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz.....	9
3	Bestandsanalyse.....	10
	3.1 Datenerhebung	11
	3.2 Methodik der Datenaufbereitung	12
	3.3 Aktueller Wärmebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger	13
	3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch	14
	3.5 Treibhausgasemissionen	19
	3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen.....	20
	3.7 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen	23
	3.7.1 Überwiegender Gebäudetyp	24
	3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen	25
	3.7.3 Großverbraucher.....	26
	3.7.4 Wärmenetze	27
	3.7.5 Gasnetze	29
	3.7.6 Abwassernetze	32
	3.7.7 Wärme- und Gasspeicher	32
	3.7.8 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen.....	33
	3.7.9 Stromnetze.....	33
	3.7.10 Wärmedichten – kartografische Darstellungen	34
4	Potenzialanalyse	37
	4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion	38
	4.2 Oberflächennahe Geothermie.....	40
	4.3 Tiefe Geothermie	47
	4.4 Grundwasser	49
	4.5 Oberflächengewässer	50
	4.5.1 Teichwassernutzung	50
	4.5.2 Flusswassernutzung	51
	4.6 Umgebungsluft	52

4.7	Abwasser.....	54
4.8	Solarthermie und Photovoltaik	56
4.8.1	Photovoltaik auf Dachflächen	65
4.9	Biomasse	65
4.10	Unvermeidbare Abwärme.....	66
4.10.1	Industrielle Abwärme - Direktabfrage	66
4.10.2	Klärschlammverbrennung	68
4.10.3	Sperrmüll.....	69
4.10.4	Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeabfall.....	69
4.10.5	Pyrolyse.....	69
4.11	Weitere Potenziale	69
4.11.1	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	69
4.11.2	Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase.....	72
4.11.3	Großwärmespeicher.....	72
4.11.4	Windkraft	73
4.12	Fazit der Potenzialanalyse	73
5	Eignung für Wärmenetze	74
5.1	Entwicklung von Netzausbauszenarien.....	75
5.2	Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten	78
5.3	Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung	81
5.4	Wärmeerzeugungsvarianten.....	89
5.4.1	Erzeugerauslegung	90
5.4.2	Simulation der Lastgänge.....	91
5.4.3	Kostenannahmen.....	94
5.4.4	Ergebnisse Wirtschaftlichkeit	98
5.4.5	Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten	99
5.4.6	Zeitliche Umsetzung Wärmenetzausbau	101
5.5	Insellösungen für Wärmenetze	103
5.6	Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG	104
6	Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung	106
6.1	Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung	106
6.1.1	Datengrundlage und Vorgehen.....	106
6.1.2	Ergebnisse	108

6.2	Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung	110
6.2.1	Datengrundlage und Vorgehen.....	110
6.2.2	Ergebnisse	113
6.3	Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen	115
6.4	Eignungsstufen für dezentrale Wärmeherzeugung gemäß § 19 WPG.....	116
6.5	Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG	117
7	Zielszenario	119
7.1	Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	120
7.2	Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen	121
7.3	Kennzahlen für das Zielszenario	123
7.4	Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	126
7.5	Auswirkungen auf das Stromnetz	128
8	Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung	130
9	Umsetzungsstrategie.....	131
9.1	Informationskampagnen zu niedrigschwelligen Energieberatungsangeboten 132	
9.2	Fortführung der Gespräche mit der Industrie zur Abwärmenutzung	134
9.3	Vertiefte Prüfung der Abwärmepotenziale der geplanten Pyrolyse-Anlage und möglicher Kooperationen mit den Anlagenbetreibern	135
9.4	Vertiefte Prüfung der Kläranlage in Silstedt als Wärmequelle und des damit verbundenen potenziellen Aufbaus eines Wärmenetzes in Silstedt	137
9.5	Beantragung von Fördermitteln für den Ausbau der Wärmenetze in der Kernstadt und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen	139
9.6	Prüfen der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung	141
9.7	Vertiefte Prüfung der Rahmenbedingungen für einen Wärmenetzausbau in Hasserode.....	143
9.8	Synchronisieren der Infrastrukturprojekte	144
9.9	Aufbau eines Wärmeplanungs-Beirats	146
9.10	Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wernigerode 148	
10	Verstärkungsstrategie	149
11	Controllingkonzept.....	151
12	Zusammenfassung.....	151
	Abkürzungsverzeichnis	155

Abbildungsverzeichnis	158
Tabellenverzeichnis	163
Literaturverzeichnis.....	166

1 Einleitung

Die Stadt Wernigerode hat die Qoncept Energy GmbH im November 2024 mit der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung beauftragt.

Die kommunale Wärmeplanung bildet die Grundlage für eine Strategie zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Wernigerode 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.

2 Eignungsprüfung

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

Es handelt sich in dieser Phase nur um eine grobe Vorprüfung der Gebiete. Das bedeutet, dass zum Beispiel die Einstufung von Teilgebieten als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz (bzw. ein Wasserstoffnetz) geeignet“ vorläufig ist. Im 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 ein Teilgebiet eignet sich gemäß § 14 Abs. 2 WPG in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz, wenn

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

Folgende 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 jemals zu, wie das Beispiel „Nutzbare Potenziale erneuerbarer Energie“ belegt. Für große Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) finden sich fast immer Aufstellmöglichkeiten. Auch die Nutzung von Biomassepotenzialen in Heizkesseln oder Heizwerken ist nahezu flächendeckend möglich.

Um dennoch eine erste grobe Bewertung vorzunehmen, wurde der Fokus auf die wirtschaftliche Erschließbarkeit des Gebiets gelegt. 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 entsprechenden Gebiete sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



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

Trotz dieser vorläufigen Einstufung ist davon auszugehen, dass sich für einige dieser Gebiete die Wärmenetzeignung im Rahmen einer solchen groben Vorprüfung nicht vollständig ausschließen lässt. Daher wurden keine Gebiete als für ein Wärmenetz ungeeignet kategorisiert. Dementsprechend wurden auch die hier blau und grün eingefärbten Gebiete in der anschließenden Bestandsanalyse vollumfänglich berücksichtigt und in die weiteren Prüfschritte einbezogen.

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 in dem Stadtgebiet vorliegen.
- eine Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes durch übergeordnete/darüberliegende Netzebenen möglich ist (z. B. Anschluss der Stadt an das Wasserstoffkernnetz)

Ein vorhandenes Gasnetz wäre noch keine hinreichende Bedingung für die Eignung eines Teilgebiets als Wasserstoffnetzgebiet, solange die beiden anderen Kriterien nicht erfüllt sind. Zu beachten ist dabei, dass der Betreiber eines Gasverteilnetzes, an das eine Gasheizungsanlage 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 geplante Wasserstoffkernnetz soll mehr als 30 km nördlich von Wernigerode verlaufen. Der vorgelagerte Netzbetreiber, die Avacon Netz GmbH, hat bislang keine konkreten Planungen für eine entsprechende Anbindung veröffentlicht und geht derzeit nicht davon aus, dass es bis 2045 zu einer Umstellung auf Wasserstoff kommen wird.

Eine Eignung für Wasserstoffnetzgebiete in Wernigerode setzt jedoch voraus, dass eine Erschließung durch ein nachgelagertes Verteilnetz gewährleistet ist. Die Stadtwerke Wernigerode GmbH hat gemäß § 71k GEG bis zum 30.06.2028 Zeit, einen Fahrplan für die Umstellung der Netzinfrastruktur auf die vollständige Versorgung mit Wasserstoff vorzulegen.

Liegt ein solcher Transformationsplan bis zu dieser Frist nicht vor oder erfolgt bis dahin keine entsprechende Ausweisung als Wasserstoffnetzausbaubereich, stellt der Anschluss einer sogenannten H₂-Ready-Gasheizung an das Gasnetz keine Erfüllungsoption gemäß § 71 GEG dar.

Zusammenfassend ist daher davon auszugehen, dass das Planungsgebiet keine Eignung als Wasserstoffnetzgebiet zur Versorgung von Raumwärmebedarfen aufweist.

3 Bestandsanalyse

Bei der Bestandsanalyse erfolgte eine systematische, qualifizierte und raumbezogene Datenerhebung zum aktuellen Stand der Wärmeversorgung auf dem Stadtgebiet Wernigerode.

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 der Stadt Wernigerode mit Unterstützung der Qoncept Energy GmbH 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 (zu § 15) WPG

Erhobene Daten	Datenquelle	Bemerkung
Gasverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Wernigerode GmbH	2022-2024
Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Wernigerode GmbH	2022-2024
Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik	Bezirksschornsteinfeger/Kehrbuchdaten	Wurden erst 09/2025 bereitgestellt und wurden daher nicht berücksichtigt ¹
Gebäudedaten (Lage, Nutz-/Wohnfläche, Nutzung, Baujahr)	ALKIS, 3D-LoD2-Gebäudedaten	Stand: 11/2023
Eingesetzte Energieträger für Prozesswärme	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	Stadtwerke Wernigerode GmbH	
Informationen zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmenetzen und zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmeerzeugern und Wärmespeichern	Stadtwerke Wernigerode GmbH	
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Gasnetzen	Stadtwerke Wernigerode GmbH	
Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Gasnetzen	Stadtwerke Wernigerode GmbH	

¹ Im September 2025 war die Erstellung der Bestandsanalyse bereits abgeschlossen. Eine nachträgliche Berücksichtigung der Daten hätte den Zeitplan so verschoben, dass eine fristgerechte Fertigstellung nicht mehr möglich gewesen wäre. Aufgrund der guten Datenlage der Verbrauchsdaten ist von einer hinreichend genauen Abbildung des Bestands auszugehen.

migten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung	
Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz	Stadtwerke Wernigerode GmbH
Informationen zu Abwassernetzen mit einer Mindestnennweite von DN 800	Wasser- und Abwasserverband Holtemme-Bode
Informationen zu Bauleitplänen, die bereits wirksam sind oder die aufgestellt werden, anderen städtebaulichen Planungen und Konzepten sowie zu Planungen anderer öffentlicher Planungsträger, die Auswirkungen auf die Wärmeplanung haben können.	Stadtverwaltung Wernigerode

3.2 Methodik der Datenaufbereitung

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, wurden Energieverbrauchsdaten unterschiedlicher Energieträger der letzten drei Jahre erhoben. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurden die Daten aufbereitet. Neben der Witterungsbereinigung war die Festlegung des Nutzwärmebedarfs als zentrale Vergleichsgröße relevant, um die Energieverbrauchsdaten entsprechend umzurechnen und gegenüberzustellen.

Die Witterungsbereinigung der gemessenen Energieverbräuche ermöglicht eine vergleichbare Bewertung über mehrere Jahre hinweg und reduziert Verzerrungseffekte infolge jahresspezifischer Temperatureinflüsse. Hierfür wurden die Gradtagszahlen (GTZ 20/15) der letzten 20 Jahre herangezogen und für jedes Jahr die relative Abweichung vom linearen Trend des Betrachtungszeitraums berechnet.

Für die Jahre 2022 bis 2024 lagen Verbrauchsdaten vor, sodass für diesen Zeitraum entsprechende Korrekturfaktoren berechnet wurden, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind. Die Korrekturfaktoren basieren auf den Gradtagszahlen (GTZ 20/15) für den Standort Wernigerode. Zur Berechnung der Korrekturfaktoren wurden die jeweiligen Jahreswerte auf den linearen Trend der vergangenen 20 Jahre bezogen. Dazu wurde bewusst nicht der arithmetische Mittelwert dieses Zeitraums als Referenzgröße verwendet, um die Auswirkungen des Klimawandels methodisch zu berücksichtigen. Es fällt auf, dass sämtliche Korrekturfaktoren kleiner als eins sind, woraus folgt, dass es sich um überdurchschnittlich warme Jahre handelte und die berechneten Bedarfswerte entsprechend höher liegen als die gemessenen Verbrauchsdaten.

Tabelle 2: Gradtagszahlen (GTZ) und Korrekturfaktoren für die Witterungsbereinigung der Jahre mit vorliegenden Verbrauchsdaten

Jahr	GTZ 20/15 in Kd	Korrekturfaktor
2022	3.207	0,981
2023	3.120	0,963
2024	3.079	0,958

Für die Umrechnung von Endenergiebedarfen in Wärmebedarfe wurden zusätzliche Umrechnungsfaktoren angewendet. Diese berücksichtigten sowohl den Brennwert bzw. Heizwert der eingesetzten Energieträger als auch die systembedingten Nutzungsgrade der jeweiligen Heizsysteme.

Tabelle 3: Angenommene Jahresnutzungsgrade verschiedener Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger	Jahresnutzungsgrad
Erdgas-Kessel	93 %
Wärmenetz	98 %
Wärmepumpe	300 %
Unbekannt	100 %

Bei der Zuordnung unbekannter Energieträger wurden Annahmen getroffen, um fehlende Angaben zur gebäudebezogenen Heizungsart zu ergänzen. Dabei kamen auf die Gebäudestruktur der Kommune abgestimmte Zuordnungsverfahren zum Einsatz, um eine konsistente Datengrundlage zu gewährleisten.

Zur Ermittlung des Ausstoßes an Treibhausgasen (THG) wurden außerdem Faktoren berücksichtigt, die auf den spezifischen Eigenschaften der Energieträger basieren. Auf dieser Grundlage konnten Emissionsbilanzen erstellt und Potenziale zur Treibhausgasminde- rung identifiziert werden. Näheres zu den Treibhausgasbilanzen findet sich in Kapitel 3.5 und in Kapitel 7.2.

Für die weiteren Analysen und Abbildungen wurden stets die Werte aus dem Jahr 2024 angesetzt, sofern nicht anders angegeben.

3.3 Aktueller Wärmebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden die Verbrauchsdaten aus den vorliegenden Zählerdaten zugrunde gelegt und entsprechend aufbereitet (vgl. Kapitel 3.2). Wo diese nicht vorlagen, wurde der absolute und spezifische Wärmebedarf der Gebäude anhand benachbar- ter Gebäude ähnlichen Bautyps geschätzt. Der absolute Wert bezieht sich auf den Wärme- bedarf pro Jahr und der spezifische Wert zeigt den Wärmebedarf pro m² beheizter Fläche an. Die Ergebnisdarstellung folgt der Anlage 2 (zu § 23) WPG. Sie liefert einen Überblick über den Jahreswärmeverbrauch und die eingesetzten Energieträger. Zudem werden die anteiligen

Wärmeverbräuche getrennt nach den Sektoren Haushalte (HH), Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), öffentliche Gebäude und Industrie betrachtet. Alle kartografischen Abbildungen in diesem Bericht wurden auf Grundlage des angefertigten Wärmeetlas erstellt und liegen in digital nutzbaren Formaten der Stadtverwaltung vor.

3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch

Die Wärmeversorgung in Wernigerode ist bisher – wie in den meisten Städten Deutschlands – überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Das betrifft sowohl den Bereich der Haushalte als auch Gewerbe und Industrie. Die vorhandenen Wärmenetze werden ebenfalls fossil über gasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) und Spitzenlastkessel versorgt. Wie sich der Endenergieverbrauch für Wärme in den einzelnen Sektoren aktuell darstellt und welche Energieträger dafür eingesetzt werden, zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 4: Jährlicher Endenergiebedarf im Jahr 2024 in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Sektoren

Energieträger (in GWh/a)	HH	GHD	Öffentliche Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Wärmenetz	36	7,8	9,6	1,5	55	12
Gas	126	37	24	192	379	83
Strom	1,6	0	0	0	1,6	0,3
Unbekannt	23	0	0	0	23	5
Summe	187	45	34	194	459	100
Anteil in %	41	1	7	42	100	

In der Kategorie „Unbekannt“ wurden die Endenergiebedarfe aller Gebäude im Sektor Haushalte (HH) geschätzt, da keine Verbrauchsdaten vorlagen. Das betrifft vor allem Gebäude, die mit Heizöl, Holz, Flüssiggas oder Kohle beheizt werden (vgl. Kapitel 3.6).

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

Tabelle 5: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

Wärmebereitstellung (in GWh/a)	Erneuerbare Energie und unvermeidbare Abwärme	Fossil	Unbekannt	Gesamt
Dezentrale Versorgung	1,6	379	23	404
Wärmenetz	0	55	0	55
Summe	1,6	434	23	459
Anteil in %	0,3	94,7	5,0	100

Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, entfällt ein hoher Anteil des Gasbedarfs auf Industriegebäude. Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass ein Großteil dieses Gasverbrauchs für Prozesswärme auf hohem Temperaturniveau eingesetzt wird. Um diesen Anteil zu ermitteln, wurde für alle Industriegebäude ein Raumwärmebedarf anhand der Gebäudeflächen berechnet. Die ermittelten 192 GWh/a Gasbedarf lassen sich so in rund 174 GWh/a Prozesswärme und rund 18 GWh/a Raumwärme differenzieren. Im Folgenden wird der Endenergiebedarf unter Ausschluss des Prozesswärmebedarfs differenziert nach Ortsteilen dargestellt.

Tabelle 6: Endenergiebedarf nach Energieträgern und Ortsteilen in GWh/a

Ortsteil	Wärmenetz	Gas	Strom	Unbekannt	Summe	Anteil in %
Altstadt	4,3	38,2	0,1	1,8	44	16
Stadtfeld	17,4	6,9	0,0	0,8	25	9
Burgbreite	16,1	1,8	0,2	2,3	20	7
Nöschenrode	0,1	15,0	0,1	1,9	17	6
Zwölfmorgental	-	10,9	0,1	0,8	12	4
Hasserode	0,4	41,6	0,3	3,5	46	16
West (Klinikum)	4,3	15,8	0,2	2,3	23	8
Gewerbepark Nord-West	-	20,1	0,0	0,1	20	7
Harzblick	10,3	7,4	0,0	0,5	18	6
Dornbergsweg	0,1	16,6	0,1	0,3	17	6
Smatvelde	1,6	3,8	0,1	0,7	6,2	2
Reddeber	-	4,5	0,0	1,1	5,7	2
Minsleben	-	1,9	0,2	1,8	4,0	1
Silstedt	-	4,7	0,1	2,6	7,5	3
Benzingerode	-	4,6	0,0	1,8	6,4	2
Schierke	-	10,3	0,0	0,9	11	4
Summe	55	204	1,7	23	284	100
Anteil in %	19	72	1	8	100	

In Abbildung 2 ist eine Übersichtskarte mit der Abgrenzung der einzelnen Ortsteile, mit Ausnahme von Schierke, dargestellt.

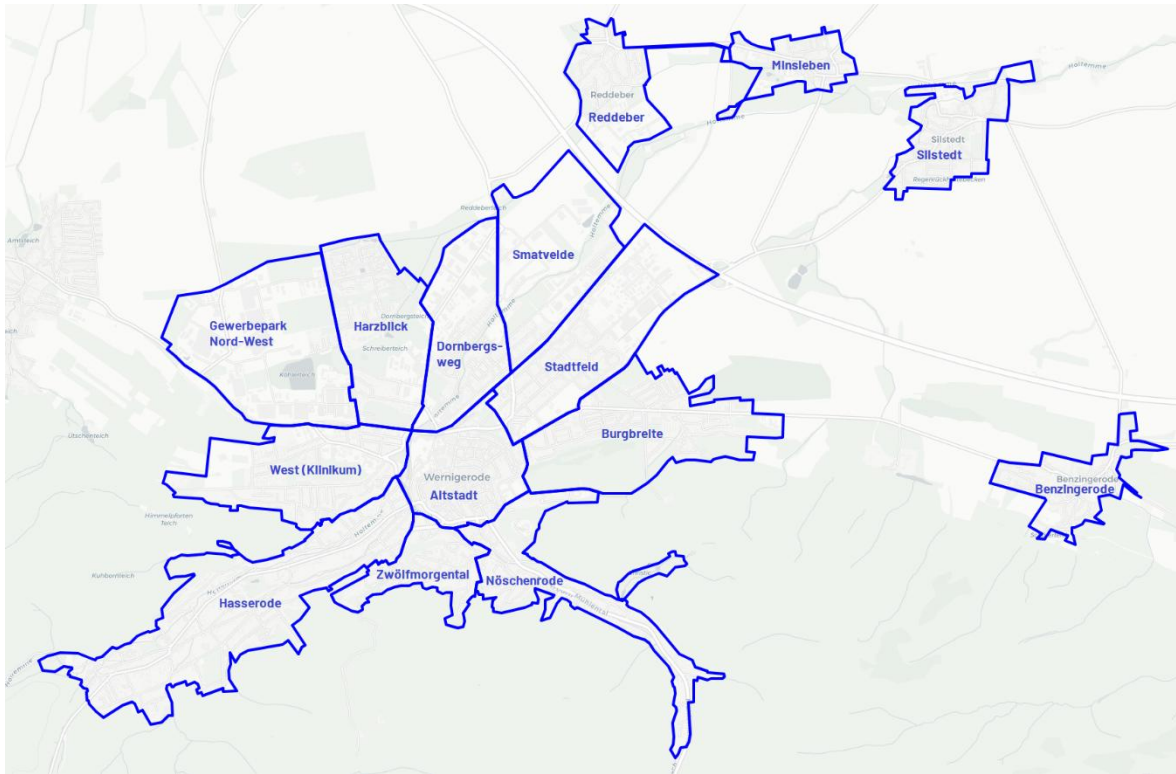


Abbildung 2: Übersichtskarte über Wernigerode und die definierten Ortsteile

Gemäß Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Nr. 3 WPG wird im Folgenden eine baublockbezogene Darstellung der einzelnen Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch in Kartenform gezeigt. Damit werden räumliche Unterschiede und Verdichtungen sichtbar. Zu beachten ist dabei, dass in diesem Fall – wie in allen weiteren kartografischen Darstellungen – nicht die Definition für Baublöcke gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 WPG zugrunde gelegt wurde, sondern eine in Wernigerode übliche Gebietseinteilung Anwendung findet. In diesem Bericht wird zur sprachlichen Vereinheitlichung dennoch durchgehend der Begriff „Baublock“ verwendet.

Zusätzlich ist zu beachten, dass Baublöcke nicht oder nur unvollständig in der jeweiligen Farbskala abgebildet wurden, wenn die Bebauungsdichte dort sehr gering war. Das gilt zum Beispiel für Parkflächen oder bei weniger als drei Gebäude auf einer sehr großen Fläche. Damit wurde vermieden, dass der Informationsgehalt durch die visuelle Dominanz großer statistischer Blöcke verzerrt wird oder Rückschlüsse auf einzelne Gebäude gezogen werden könnten.

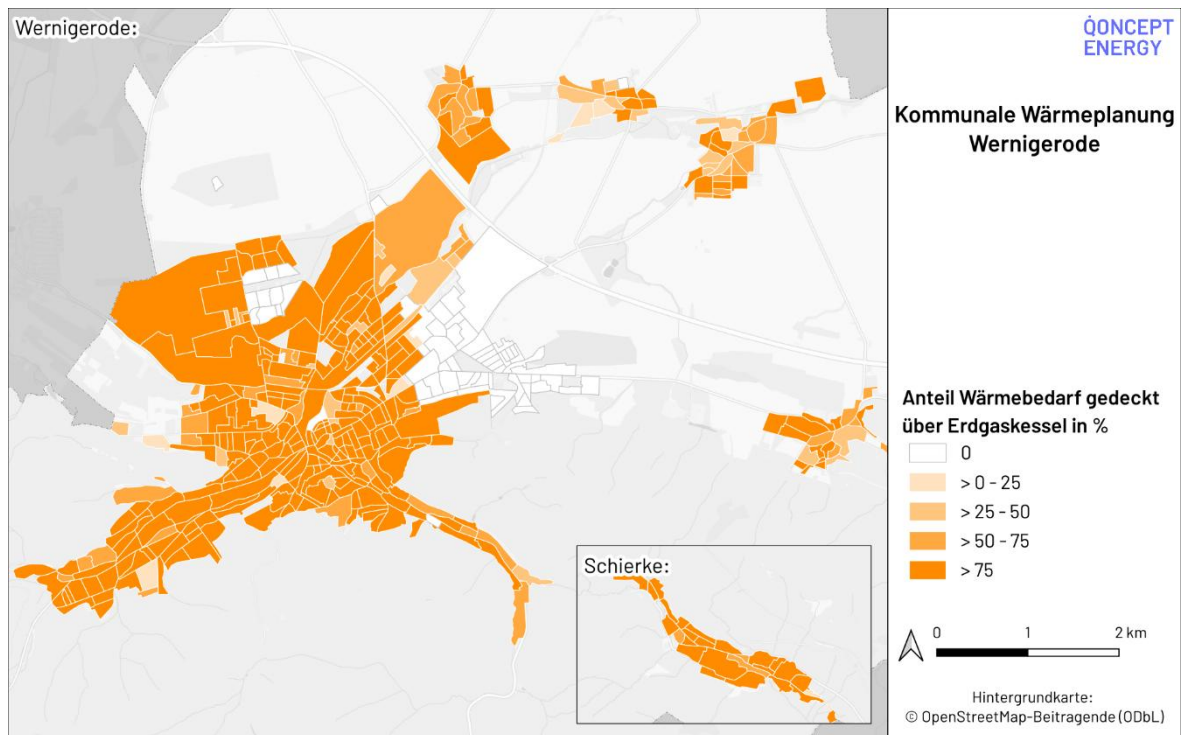


Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

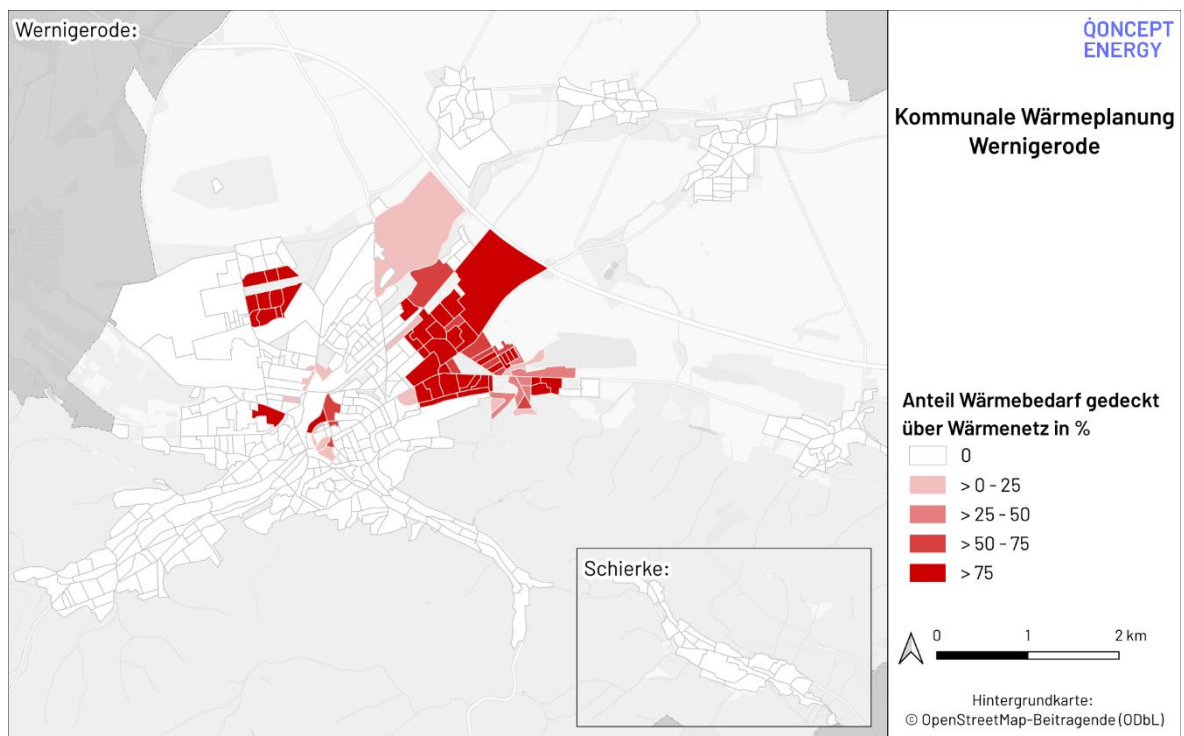


Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

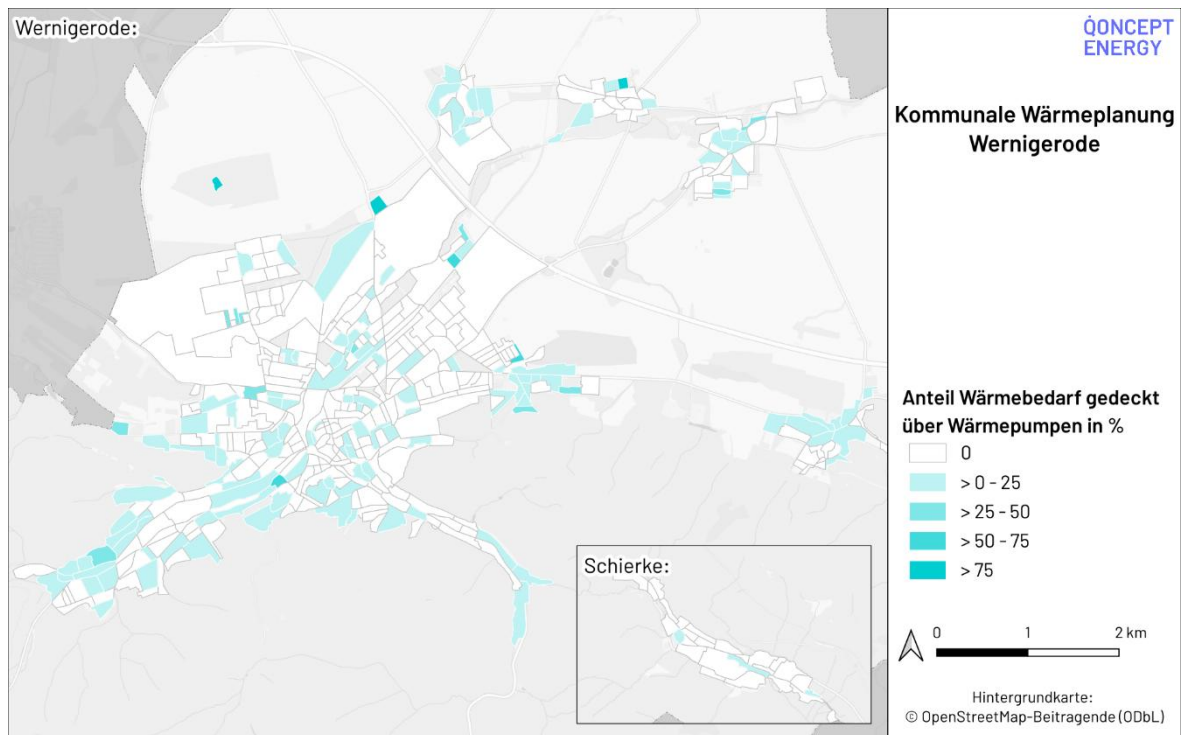


Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

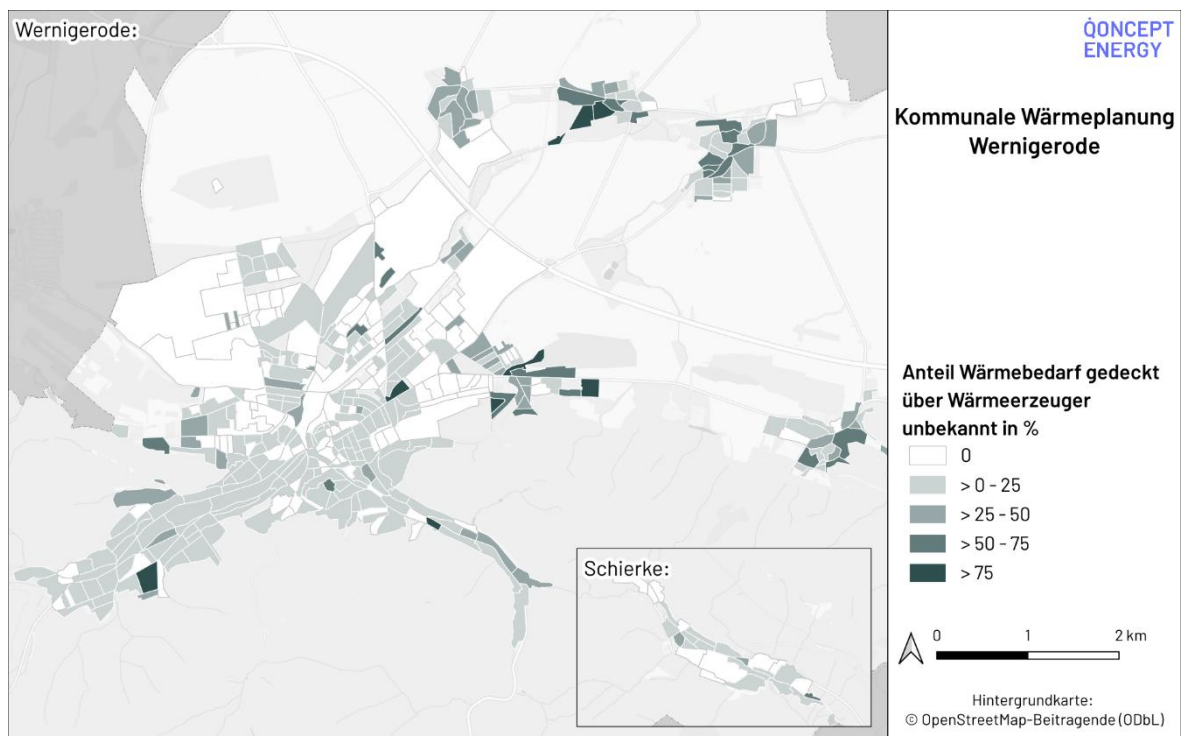


Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger (vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

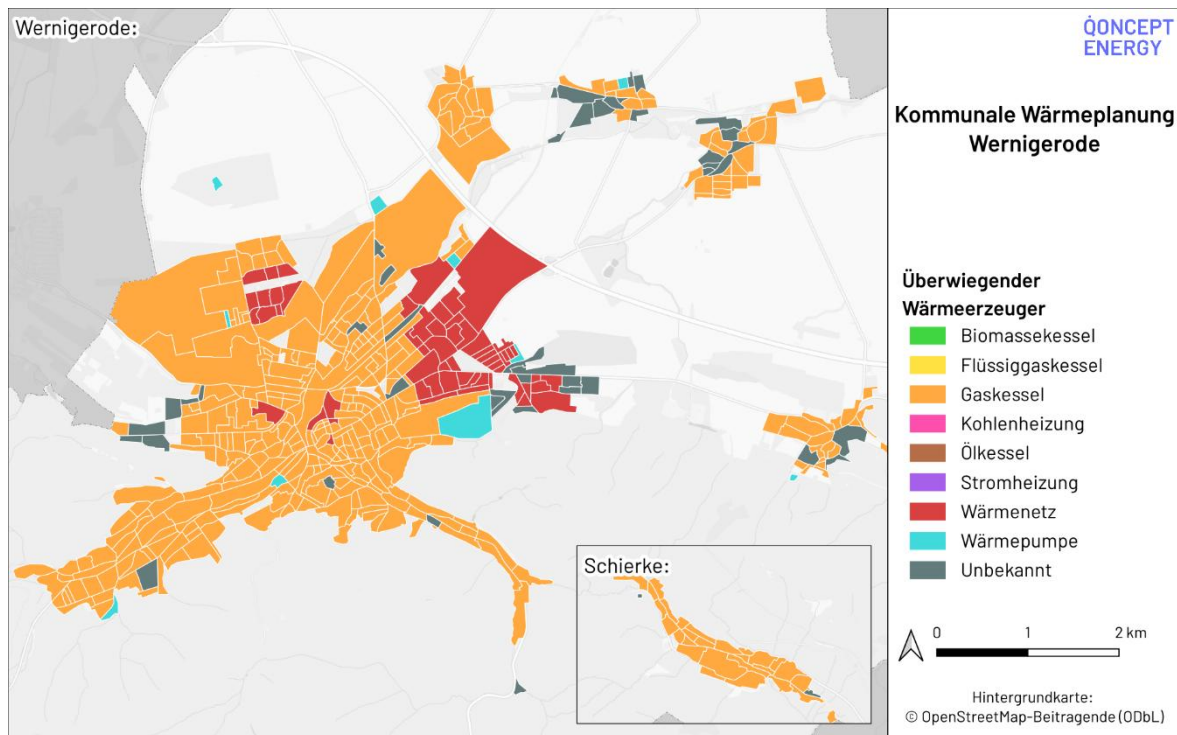


Abbildung 7: Darstellung der Anteile überwiegender Energieträger eines Baublocks am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

3.5 Treibhausgasemissionen

Zur Erstellung der Treibhausgasbilanz wurden die CO₂-Emissionen für die Endenergieträger einschließlich ihrer Vorketten (Emissionen aus der Energiebereitstellung) berechnet. Dabei wurden folgende CO₂-Emissionsfaktoren angesetzt:

- Erdgas: 240 kg/MWh
- Wärmenetze 230 kg/MWh
- Strom: 260 kg/MWh
- Unbekannt: 310 kg/MWh

Die Werte sind dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung für das Jahr 2025 entnommen. Eine Ausnahme bildet der Faktor für Wärmenetze. Hier wurde der zertifizierte Emissionsfaktor der Stadtwerke Wernigerode GmbH (Stadtwerke Wernigerode GmbH 2026) für bestehende Wärmenetze herangezogen, die überwiegend durch erdgasbasierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen versorgt werden (vgl. Kapitel 3.7.4). Für unbekannte Energieträger wurde unter der Annahme, dass der Großteil vermutlich auf die Verbrennung von Heizöl zurückzuführen ist, der entsprechende Emissionsfaktor angesetzt.

Daraus ergaben sich für die Stadt Wernigerode im Jahr 2024 Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung von knapp 120 000 t CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Im folgenden Balkendiagramm sind Erdgas mit rund 100 000 t und Wärmenetze mit rund 13 000 t als die größten Treibhausgaserzeuger bei der Wärmeversorgung deutlich zu erkennen.

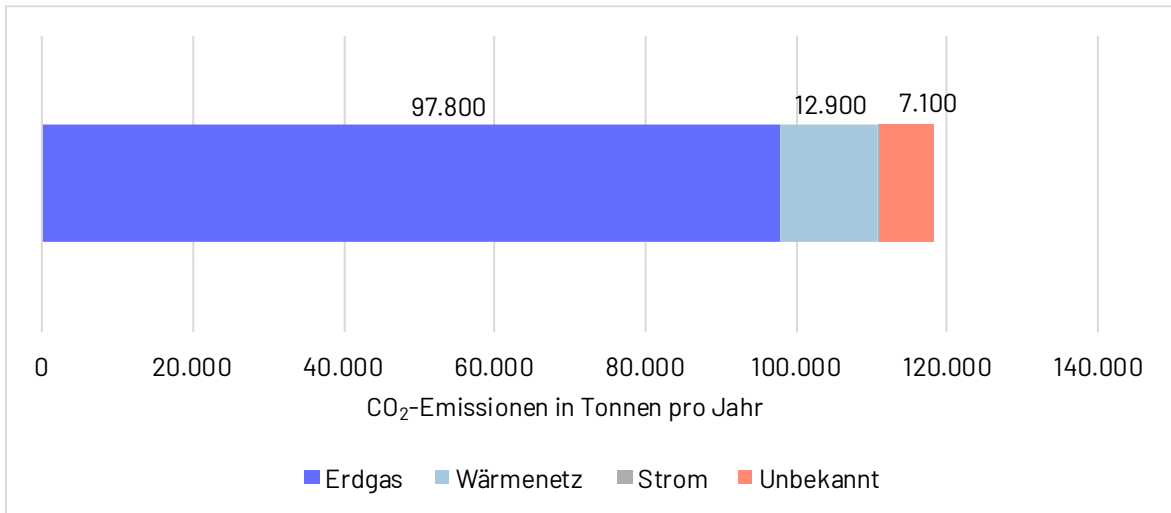


Abbildung 8: Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung im Jahr 2024

3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Die folgende Tabelle bildet die im Jahr 2025 vorhandenen dezentralen Erzeugungsanlagen in der Stadt Wernigerode ab. Die Daten wurden aus den Schornsteinfegerdaten abgeleitet und enthalten daher keine Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz oder dezentralen Wärmepumpen. Da die Schornsteinfegerdaten aus Datenschutzgründen aggregiert an Qconcept Energy übergeben wurden, war eine exakte Analyse nicht möglich und die dargestellten Zahlen weisen eine gewisse Unschärfe auf. Aus diesem Grund ist auch ein sehr hoher Anteil als „unbekannt“ eingestuft, der sich wegen der Aggregation nicht zweifelsfrei zuordnen ließ.

Tabelle 7: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger nach Energieträgern im Jahr 2025

Energieträger	Zentralheizungen	Einzelfeuerstätten	Summe	Anteil in %
Braunkohle	75	269	344	3,5
Steinkohle	11	125	136	1,4
Scheitholz	101	1.481	1.582	16
Holzpellets	29	20	49	0,5
Heizöl EL	275	30	305	3,1
Erdgas	2.426	158	2.584	26
Flüssiggas	75	1	76	0,8
Unbekannt	2.686	2.079	4.765	48
Summe	5.678	4.163	9.841	100
Anteil in %	58	42	100	

Lässt man die unbekannten Energieträger außen vor, so ist ersichtlich, dass ein Großteil (rund 80 %) der Zentralheizungen aktuell mit Gas versorgt wird. Etwa 10 % werden mit Heizöl versorgt und die verbleibenden 10 % entfallen auf Biomasse, Flüssiggas und Braunkohle (vgl. Abbildung 9).

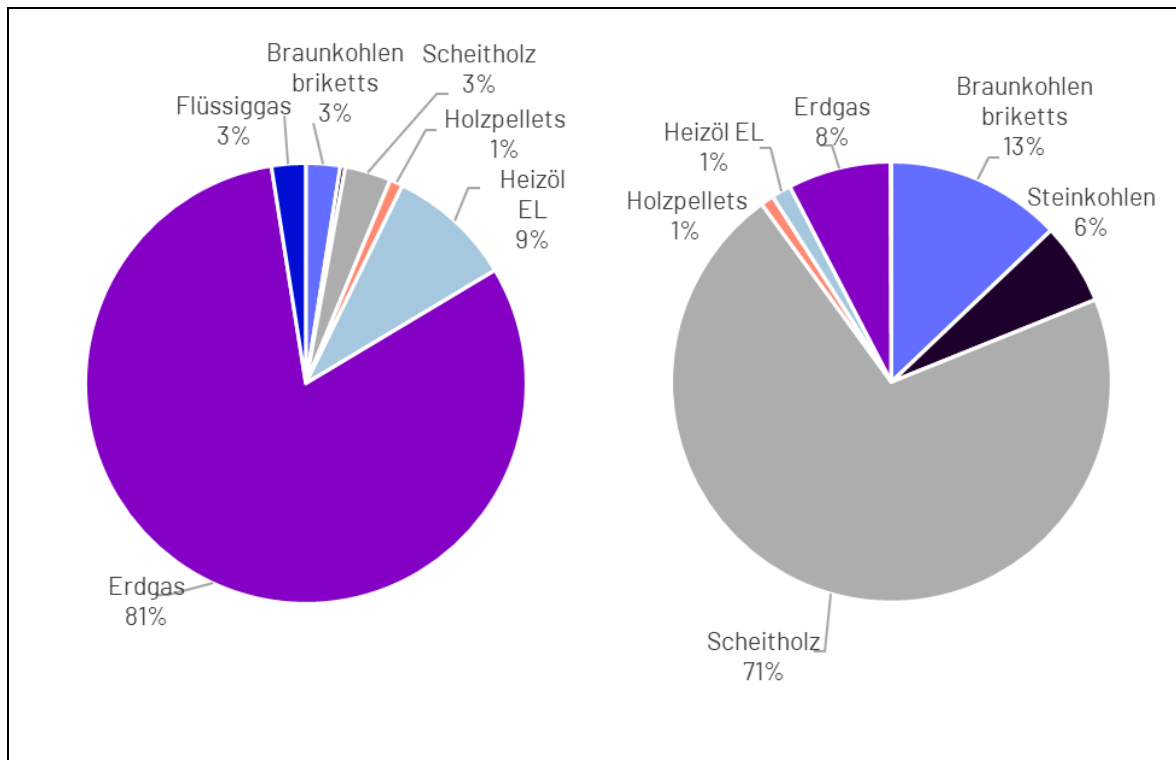
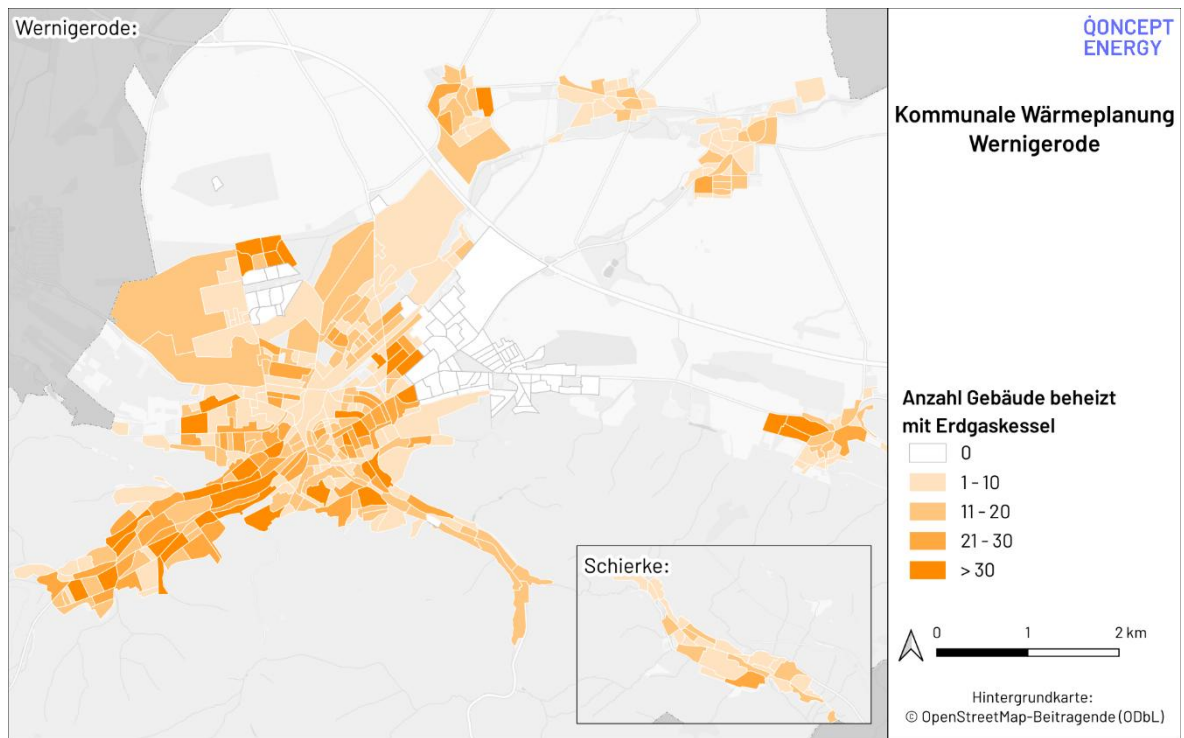


Abbildung 9: Grafische Darstellung der dezentralen Wärmeerzeuger (ohne unbekannte Energieträger); links Zentralheizungen, rechts Einzelfeuerstätten

Aufgrund der sehr späten Bereitstellung der Schornsteinfegerdaten durch die zuständige Schornsteinfegerinnung konnten die Daten lediglich einer statistischen Auswertung unterzogen werden. In die Erstellung des Wärmeatlas sind die gebäudescharfen Daten mit diesem Detaillierungsgrad nicht mehr eingeflossen. Die in den folgenden Abbildungen dargestellte Verteilung der dezentralen Wärmeerzeuger im Planungsgebiet basiert daher ausschließlich auf den vorhandenen Zählerdaten. Gebäude ohne entsprechende Zählerinformationen wurden der Kategorie „unbekannt“ zugeordnet.



(Stadtwerke Wernigerode GmbH 2026)

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

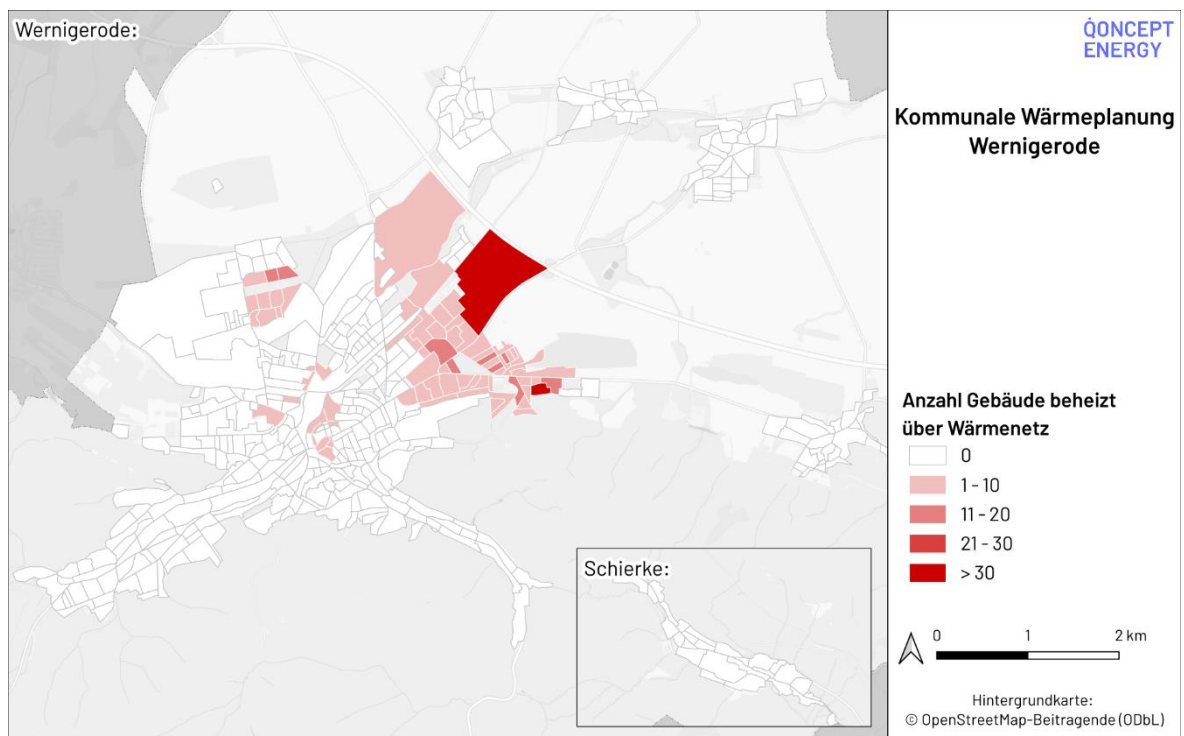


Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestation)

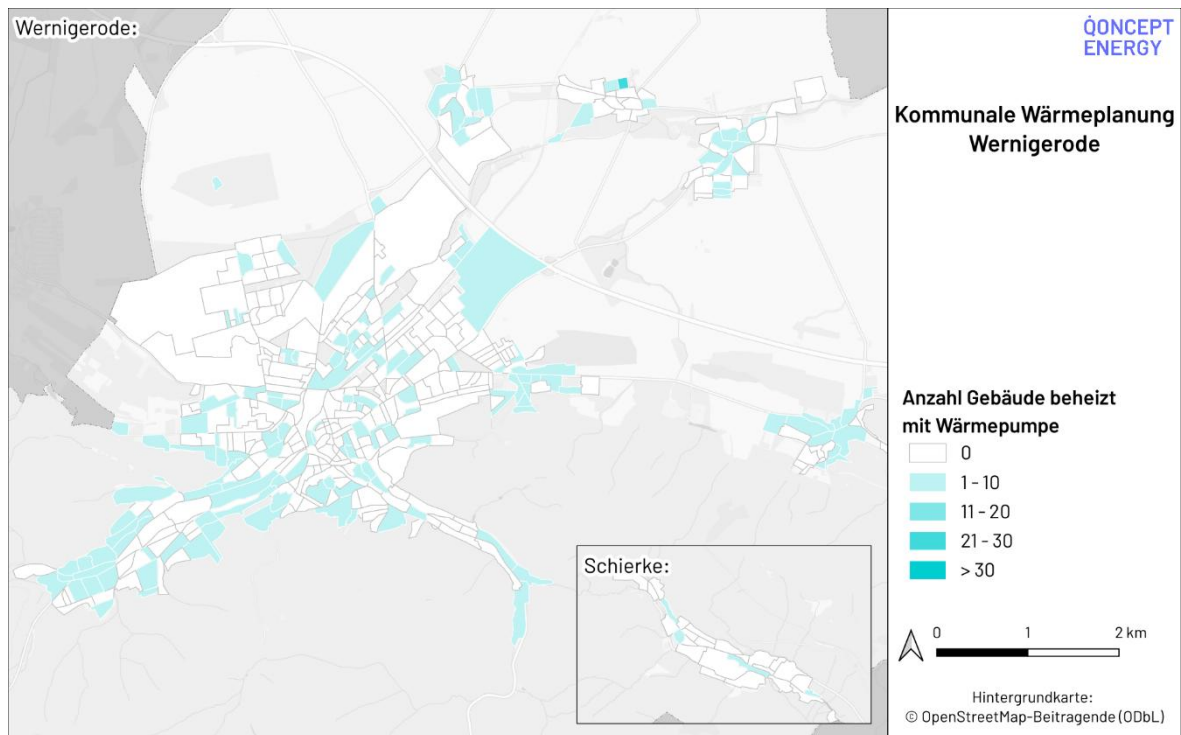


Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpe)

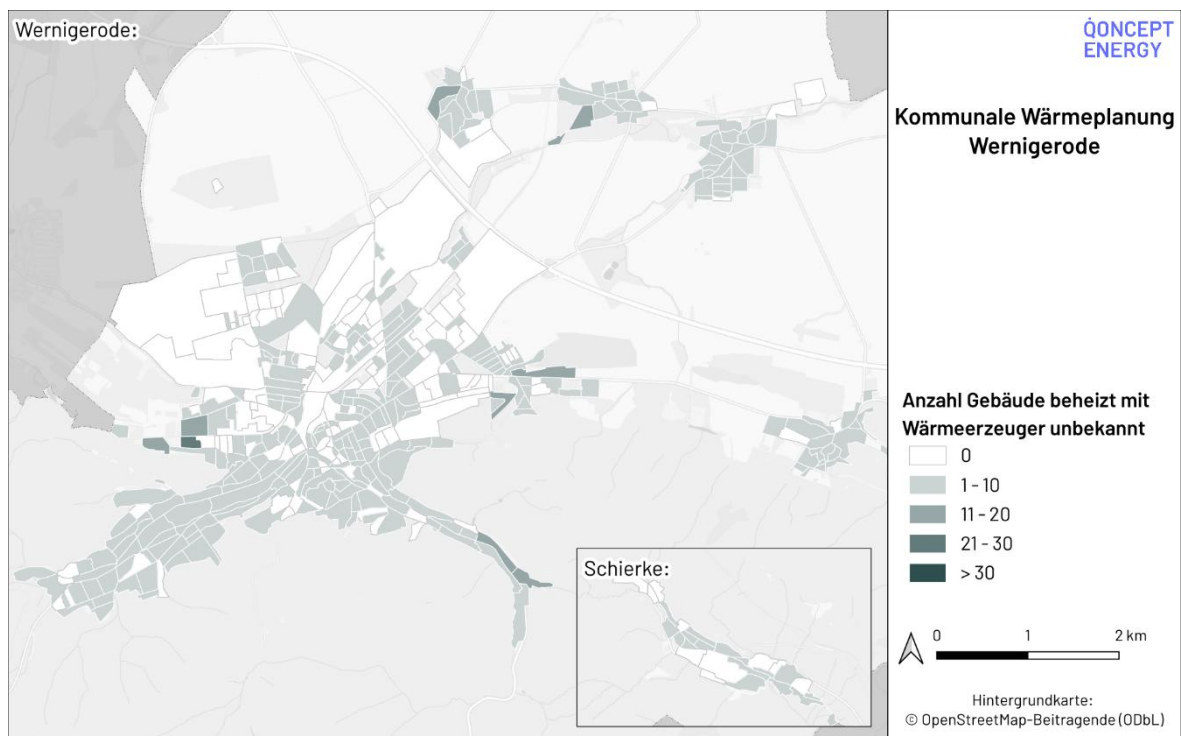


Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (unbekannt - vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse)

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 Abschnitten orientiert sich an Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Nr. 5 bis 11 WPG.

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

In diesem Arbeitsschritt wurden Erkenntnisse über den dominierenden Gebäudetyp in den Teilgebieten gewonnen, um daraus später die Eignung für bestimmte Versorgungsarten ableiten zu können. Die Darstellung erfolgte baublockbezogen anhand des überwiegenden Gebäudetyps, also dem Gebäudetyp mit dem höchsten Anteil in diesem Baublock. Als Datengrundlage diente eine Auflistung der Stadt Wernigerode, in der adressscharf die jeweilige Anzahl der Wohneinheiten in dem jeweiligen Gebäude angegeben ist. Einfamilienhäuser umfassen 1 bis 2 Wohneinheiten, Mehrfamilienhäuser 3 bis 12 Wohneinheiten. Darüber hinaus wurden diese Gebäude als große Mehrfamilienhäuser definiert. Die Aufteilung erfolgte analog zur Wohngebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU 2015).

Mehrfamilienhausgebiete eignen sich tendenziell eher für die Versorgung über Wärmenetze. Auffällig sind in diesem Zusammenhang Baublöcke im Stadtteil Harzblick sowie im Stadtfeld und in der Burgbreite, wo viele Mehrfamilienhäuser stehen, die bereits über Wärmenetze versorgt werden (vgl. Kapitel 3.7.4).

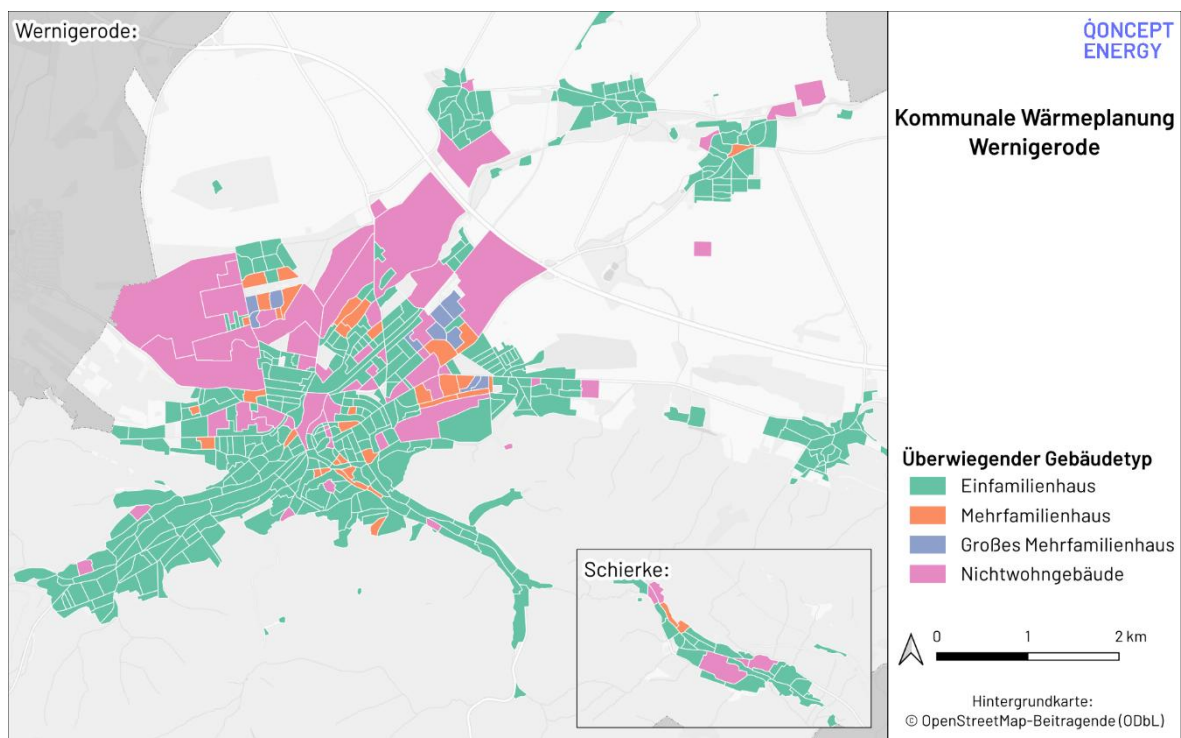


Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps

Tabelle 8: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp (Städtische Daten)

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil in %
Einfamilienhaus (1–2 WE)	5.671	69,0
Mehrfamilienhaus (3–12 WE)	1.625	19,8
Großes Mehrfamilienhaus (> 12 WE)	214	2,6
Anderer Gebäudetyp	709	8,6
Summe	8.219	100

Zum Vergleich werden im Folgenden die Daten des deutschen Zensus zum Stichtag 15.05.2022 für die Gebäudetypen in Wernigerode dargestellt (Statistisches Bundesamt 2025). Es bestehen nur geringe Abweichungen. Der Großteil ist auf die Kategorie „anderer Gebäudetyp“ zurückzuführen.

Tabelle 9: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp in Wernigerode (Zensus 2022)

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil in %
Einfamilienhaus (1 WE)	4.469	59,4
Zweifamilienhaus (2 WE)	1.199	16,0
Mehrfamilienhaus (3–12 WE)	1.626	21,6
Großes Mehrfamilienhaus (> 12 WE)	229	3,0
Summe	7.523	100

Ergänzend wird im Folgenden eine alternative Kategorisierung der Gebäudetypen nach freistehenden Gebäuden, Doppelhäusern sowie Reihenhäusern dargestellt. Diese zugrunde liegenden Daten stammen ebenfalls aus dem Zensus 2022.

Tabelle 10: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp (freistehend, Doppelhaus, Reihenhaus)

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil in %
Freistehendes Ein- oder Mehrfamilienhaus	4.446	59,2
Doppelhaushälfte (Ein- oder Mehrfamilienhaus)	931	12,4
Gereihtes Ein- oder Mehrfamilienhaus	1.887	25,1
Anderer Gebäudetyp	254	3,4
Summe	7.515	100

3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen

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

Die folgende Abbildung macht die überwiegenden Baualtersklassen in Wernigerode sichtbar.

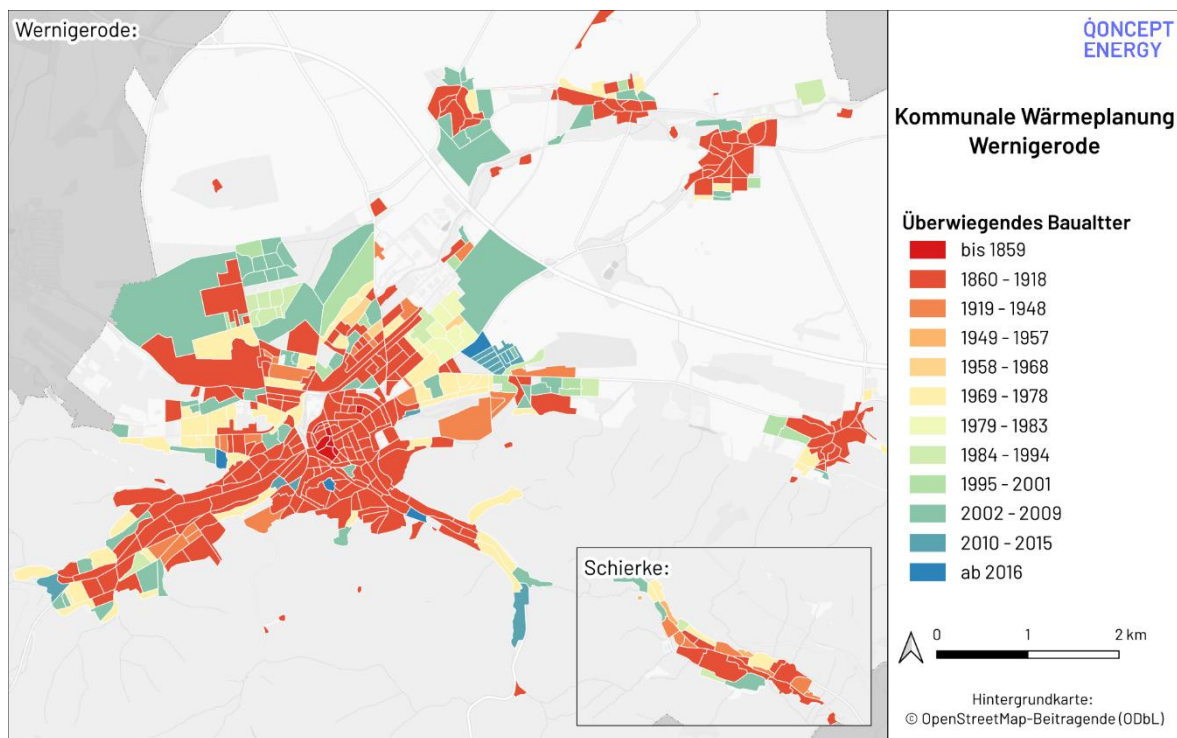


Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude

In Wernigerode ist sowohl in der Kernstadt als auch in den weiteren Ortsteilen ein alter Gebäudebestand vorzufinden. Demgegenüber stehen jüngere Gebäudebestände wie beispielsweise in den Stadtteilen Charlottenlust im Norden Wernigerodes oder im Wohngebiet „Am Horstberg“ im Osten der Stadt.

Aus der überwiegend alten Gebäudestruktur lässt sich ableiten, dass in diesen Gebieten ein tendenziell erhöhter Wärmebedarf besteht. Dies kann eine leitungsgebundene Wärmeversorgung attraktiv machen. Hinzu kommt, dass in Wernigerode zahlreiche Gebäude dem Denkmalschutz unterliegen und daher nur eingeschränkt energetisch saniert werden können.

Tabelle 11: Anzahl der Gebäude nach Baujahr in Wernigerode

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil in %
Gebäude bis 1948 errichtet (A-C)	4.354	53,0
Gebäude zwischen 1949 und 1989 (D-H)	1.591	19,4
Gebäude ab 1990 errichtet (H-L)	1.964	23,9
Gebäude ohne Angabe	309	3,8
Summe	8.218	100

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 möglichen 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. Ab 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) berücksichtigt, soweit sie bekannt waren.



Abbildung 16: 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 gemäß Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 WPG nicht nur die bestehenden, sondern auch alle geplanten oder genehmigten Wärmenetze und -leitungen darzustellen.

Im Stadtgebiet werden zwei Wärmenetze durch die Stadtwerke Wernigerode GmbH betrieben. Ein Wärmenetz liegt im Osten des Stadtgebietes mit der Heizzentrale im Gewerbegebiet Kupferhammer, welches dem Netz seinen Namen gibt. Ein weiteres Wärmenetz existiert im Ortsteil Harzblick, von wo aus in den letzten Jahren auch Teile des westlichen Zentrums erschlossen wurden. Hier gibt es zwei Erzeugerstandorte, die das Netz mit Wärme versorgen. Weitere Kenndaten der Wärmenetze sind in folgender Tabelle 12 zu finden.

Tabelle 12: Kennzahlen zu den Bestandswärmenetzen in Wernigerode

Kategorie / Wärmenetze	Kupferhammer	Harzblick
Netzbetreiber	Stadtwerke Wernigerode GmbH	Stadtwerke Wernigerode GmbH
Art des Wärmeträgermediums	Wasser	Wasser
Anzahl versorgter Gebäude	421	85

Trassenlänge gesamt in km	23,1 km	7,8 km
Wärmeabsatz 2022 (gesamt ohne Anschlussleitungen) in GWh/a	39 GWh/a	20,4 GWh/a
Spitzenlast in MW	19,4	8,6
Max. Temperaturniveau Sommer Vor-/Rücklauf in °C	80 °C/55 °C	88 °C/55 °C
Max. Temperaturniveau Winter Vor-/Rücklauf in °C	100 °C/55 °C	98 °C/55 °C

Tabelle 13: Kennzahlen zu den bestehenden Wärmeerzeugern der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Kategorie / Erzeuger	Kupferhammer	Harzblick	Waldhofstr.
Betreiber	Stadtwerke Wernigerode GmbH		
Jahr der Inbetriebnahme BHKW	2022	2016	2022
Leistung BHKW in kW _{th}	3 mal 2.380	2 mal 1.050	2 mal 1.200
Brennstoff BHKW	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Jahr der Inbetriebnahme Kessel	1993	1992	2021
Leistung Kessel in kW	3 mal 9.000	2 mal 4.000	2 mal 3.000
Brennstoff Kessel	Erdgas/Heizöl	Erdgas/Heizöl	Erdgas/Heizöl

In Abbildung 17 ist die Lage der Bestandsnetze und der Wärmeerzeuger aufgezeigt.

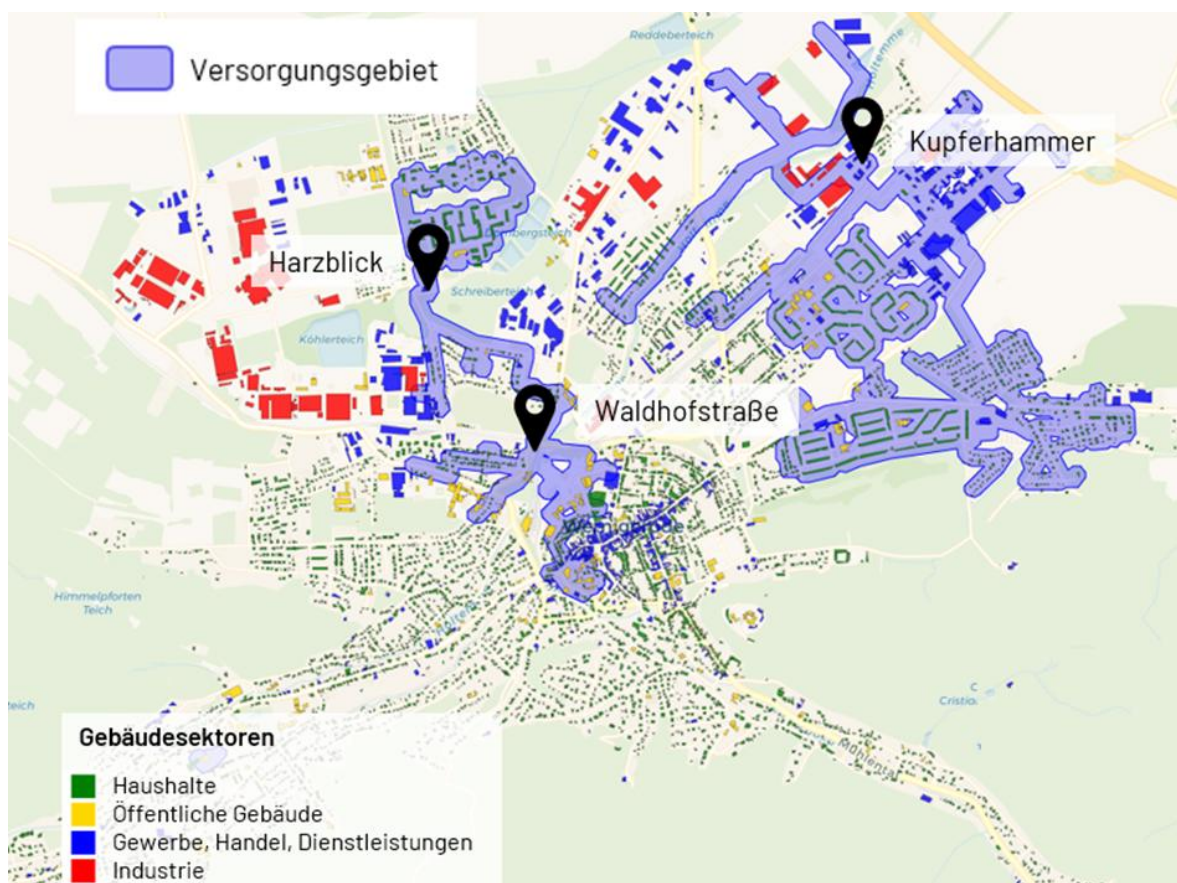


Abbildung 17: Lage der bestehenden Wärmenetze und Wärmeerzeuger

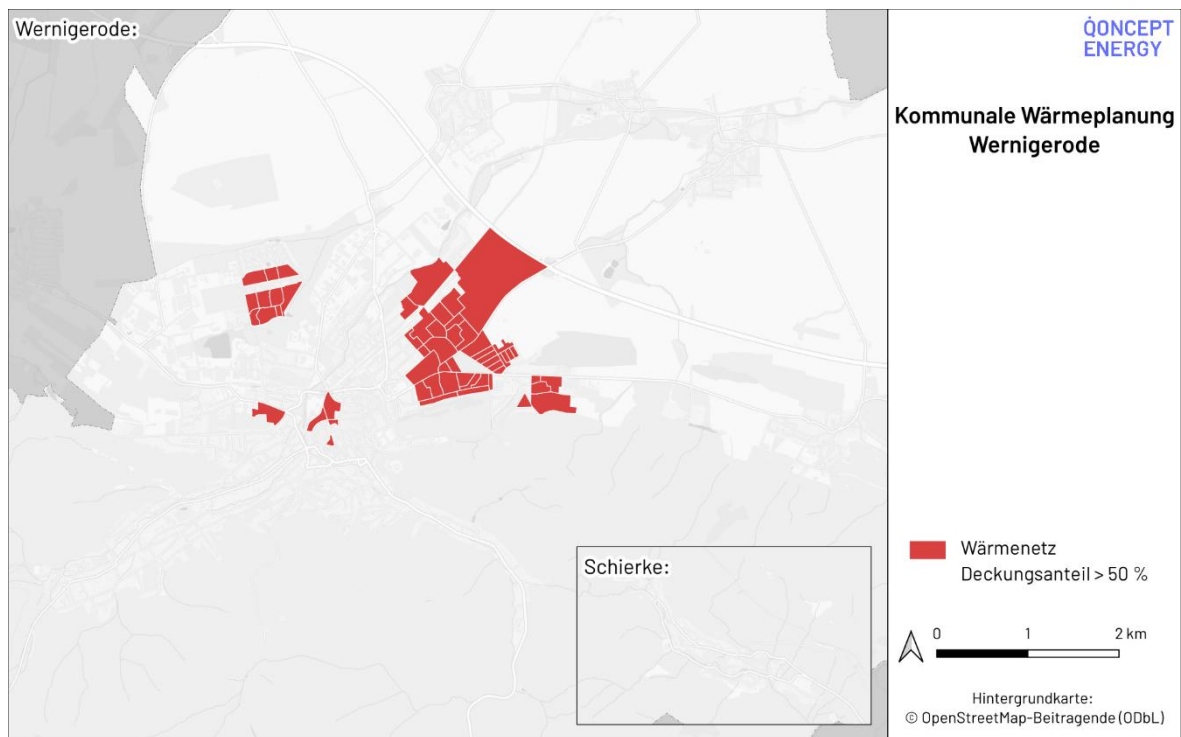


Abbildung 18: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)

Für beide Netze bestehen bereits Ausbaupläne auf Basis eines Transformationsplans gemäß der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Dieser sieht zudem vor, beide Netze miteinander zu verbinden und die Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien und gegebenenfalls auch auf unvermeidbare Abwärme umzustellen. Weitere Pläne zum Auf- oder Ausbau von Wärmenetzen in Wernigerode existieren derzeit nicht. Mehr Informationen finden sich in Kapitel 5.1.

3.7.5 Gasnetze

In der Bestandsanalyse sind gemäß Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 lit. B WPG alle bestehenden, geplanten oder genehmigten Gasnetze und -leitungen zu erheben und baublockbezogen kartografisch darzustellen. Die folgende Abbildung macht die Erschließung in Wernigerode durch Gasnetze anschaulich. Baublöcke gelten darin als durch ein Gasnetz erschlossen, wenn der Wärmebedarf in diesem Baublock mindestens zu 50 % durch Gas gedeckt wird.

Es ist zu erkennen, dass der Großteil von Wernigerode durch Erdgas versorgt wird.

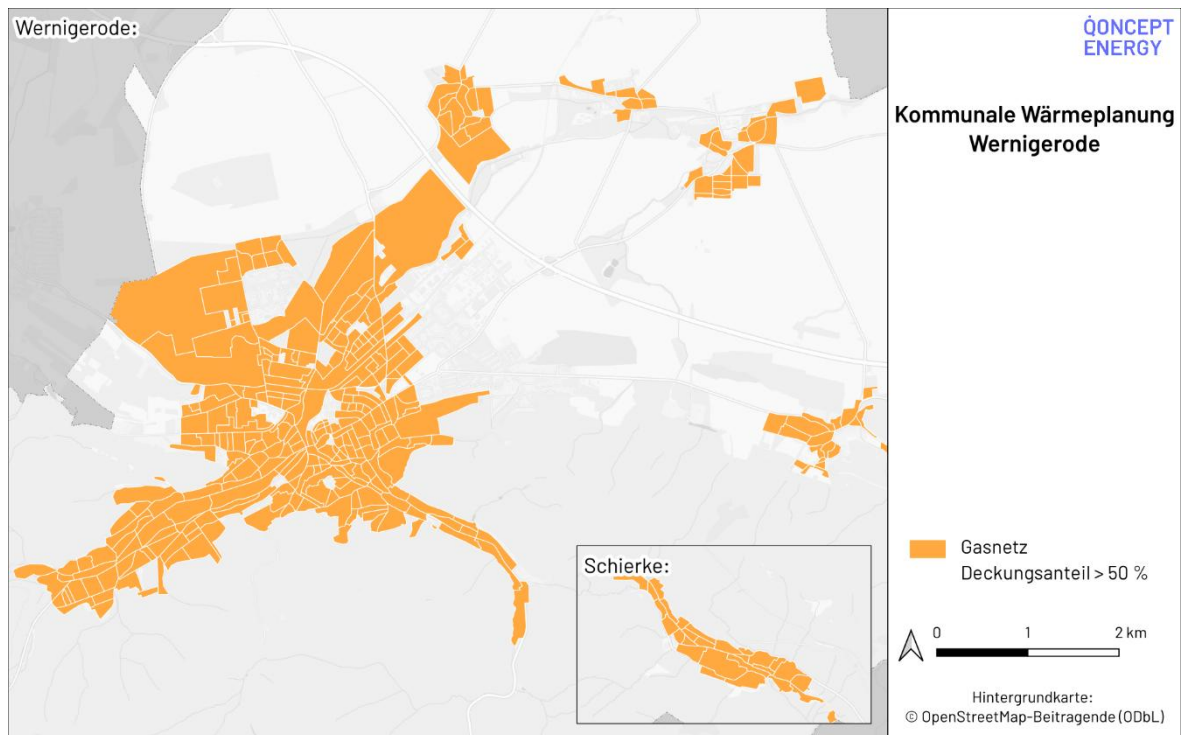


Abbildung 19: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung

Tabelle 14: Gesamtabgabe von Gas im Jahr 2024 im Netz der Stadtwerke Wernigerode

Monat	Gesamtabgabe 2024	
Januar	8.062.109	Nm ³
Februar	5.789.800	Nm ³
März	5.688.242	Nm ³
April	4.385.387	Nm ³
Mai	2.874.062	Nm ³
Juni	2.742.007	Nm ³
Juli	2.307.718	Nm ³
August	2.292.149	Nm ³
September	2.822.447	Nm ³
Oktober	4.222.112	Nm ³
November	6.250.094	Nm ³
Dezember	6.710.664	Nm ³

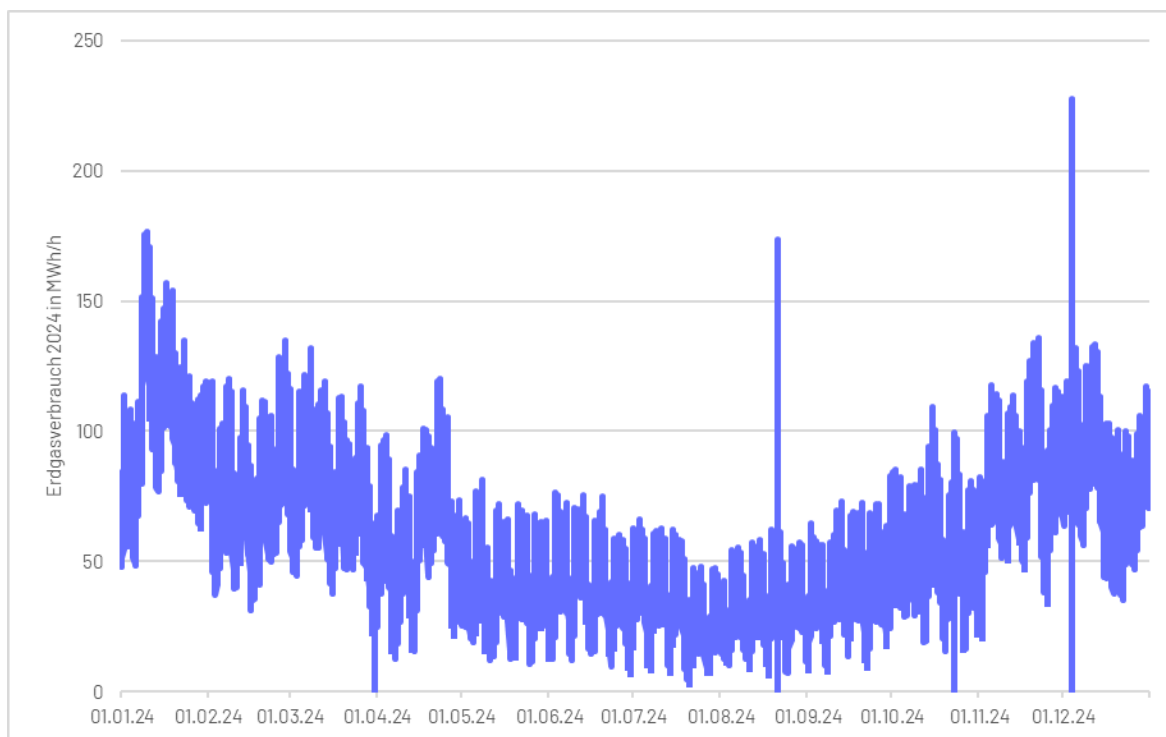


Abbildung 20: Gesamter Erdgasverbrauch in Wernigerode im Jahr 2024

Tabelle 15: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Wernigerode

Gasnetz	Druckebene		
	Hochdruck	Mitteldruck	Niederdruck
Art (Methan oder Wasserstoff)	Methan	Methan	Methan
Trassenlänge ² in km	53,64	89,17	119,9
Anzahl der Anschlüsse	126	2.335	5.644
- davon RLM	27	12	9
- davon SLP	99	2.323	5.635
Kumulierte Anschlussleistung in kW	keine Datenbereitstellung möglich		
Gasabsatz im Jahr 2024 in MWh	536.053 ³		
Jahresspitzenlast Netzgebiet Wernigerode (Bezug aus dem Avacon-Netz) in kWh/h	176.466		
Jahresspitzenlast Netzgebiet Schierke (Bezug aus dem Harzenergie-Netz) in kWh/h	4.336		

Das Gasnetz in Wernigerode wird durch die Stadtwerke Wernigerode GmbH mit methanhaltigem Erdgas betrieben. In dem Netz sind rund 8.100 Anschlüsse im Jahr 2024 vorhanden. Baumaßnahmen zum Ausbau des Gasnetzes sind nach Auskunft der Stadtwerke Wernigerode nicht geplant.

² Ohne Hausanschlusslängen, Stand: 05/2025

³ Umrechnung aus 54.146.790 Nm³, über den Faktor 9,9 kWh/Nm³

3.7.6 Abwassernetze

Abwasserleitungen mit einem Durchmesser ab DN 800 werden in der Wärmeplanung als wichtige 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 Abschnitt geht es zunächst nur um die Darstellung der Infrastrukturanlagen im Abwassernetz. Die nutzbaren Kanäle sind in folgender Karte in Rot eingezeichnet.

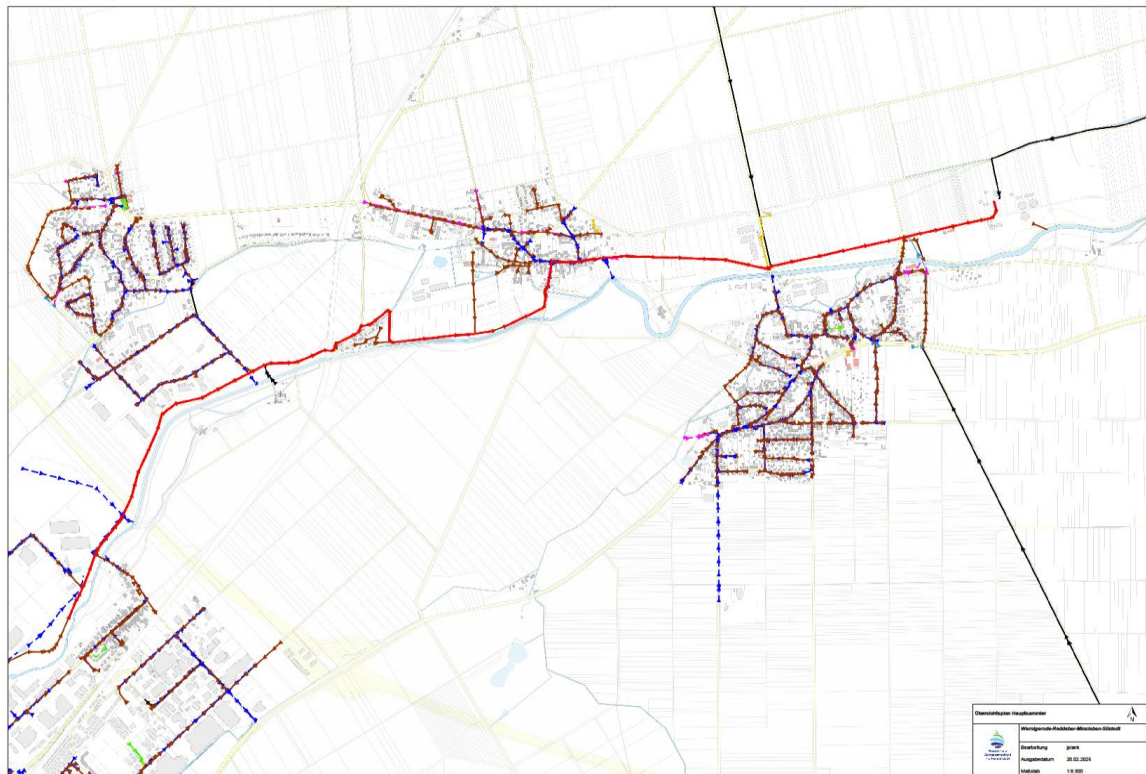


Abbildung 21: Abwassernetze und -leitungen (größer DN 800 in Rot)

Die Abwässer aus Wernigerode werden entlang der Holtemme in den Ortsteil Silstedt geleitet, wo der Wasser- und Abwasserverband Holtemme-Bode eine Kläranlage betreibt. Dort werden weiterhin auch Abwässer aus Ilsenburg und weiteren umliegenden Gemeinden (Heudeber, Derenburg) geklärt.

3.7.7 Wärme- und Gasspeicher

In Wernigerode sind an den vorhandenen Erzeugerstandorten Wärmespeicher installiert, die den Betrieb der dort vorhandenen Blockheizkraftwerke (BHKWs) flexibilisieren können. Einen Überblick über die vorhandenen Speichervolumen bietet Tabelle 16.

Die Wärmespeicher sind so ausgelegt, dass die BHKWs am Standort Harzblick etwa eine Stunde, am Standort Kupferhammer etwa zwei Stunden und am Standort Waldhofstraße etwa vier Stunden benötigen, um den Speicher komplett zu füllen.

Tabelle 16: Bestehende Wärmespeicher an den Erzeugerstandorten (Stand: 2023)

Erzeugerstandort	Beladende Erzeugungsanlagen	Speichervolumen	Wärmemenge bei 100% Füllung
Harzblick	BHKW (Modul 1 und 2)	50 m ³	2,3 MWh
Waldhofstraße	BHKW (Modul 1 und 2)	200 m ³	9,3 MWh
Kupferhammer	BHKW (Modul 1 bis 3)	300 m ³	14 MWh

Neben Wärmespeichern ist in Wernigerode auch ein Gasspeicher vorhanden. Die Nutzung dieses Gasspeichers soll voraussichtlich in Kürze aufgegeben werden. Der Speicher besteht aus zwei unterirdisch verlegten Röhren (DN 1600) in einer Länge von 375 m mit einem Speichervolumen von rund 800 m³. Die horizontal verlaufenden Röhren sind nicht isoliert, jedoch vollständig von Erdreich umschlossen.



Abbildung 22: Lage eines bestehenden, ungenutzten Gasspeichers

3.7.8 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Erzeugungsanlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase im Sinne der Anlage 2 (zu § 23) WPG sind in Wernigerode weder vorhanden noch geplant.

3.7.9 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 Er-

gebnisse liegen der Kommunalverwaltung vor. Da es sich um sensible Daten des Energiesektors handelt, werden hier ausschließlich veröffentlichte Daten dargestellt bzw. auf diese verwiesen.

Tabelle 17: Darstellung der Strukturmerkmale Strom nach § 23c Abs. 1 EnWG zum Stand 31.12.2024

Netzebene	Kabel in km	Freileitungen in km	Gesamt in km
Mittelspannung	174,73	17,25	191,98
Niederspannung	528,48	20,17	548,65
Summe	703,21	37,42	740,63

Weitere Strukturmerkmale des Stromnetzes finden sich unter folgendem Link: <https://www.stadtwerke-wernigerode.de/netze/stromnetz/netzstrukturdaten.html>

Die Konzessionärin für das Stromnetz in Wernigerode ist die Stadtwerke Wernigerode GmbH. Sämtliche Netzausbaupläne können über die Plattform VNBdigital (VNBdigital 2025) abgerufen werden. Die Stadt Wernigerode befindet sich im Gebiet des Verteilnetzbetreibers Avacon Netz GmbH.

3.7.10 Wärmedichten – kartografische Darstellungen

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

Als Grundlage dienen die Zählerdaten der Gas-, Wärme- und Stromverbräuche sowie die öffentlichen ALKIS-Daten (vgl. Kapitel 3.1). 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.

Die Rohdaten wurden nach der im Kapitel 3.2 beschriebenen Vorgehensweise aufbereitet, um aus den vorliegenden Endenergieverbräuchen die entsprechenden Nutzwärmebedarfe zu berechnen.

Zur Bestimmung der spezifischen Wärmebedarfe in kWh/(m²·a) beheizter Fläche wurden die Bedarfsdaten auf die Wohnflächen oder Gebäudenutzflächen bezogen. Die hierfür erforderlichen Energiebezugsflächen wurden nach dem üblichen Ansatz der DIN V 18599 über das Gebäudevolumen berechnet.

Für die aggregierte Darstellung von Wärmebedarfen und Wärmebedarfsdichten wurden Baublöcke auf Grundlage der kleinräumigen Gliederung erstellt, die von der Stadt Wernigerode zur Verfügung gestellt wurde.

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

Weiterhin wurden die flächenspezifischen Wärmebedarfe aller Gebäude überprüft und angepasst. Hier lag der Fokus auf auffälligen Werten mit sehr geringem Wärmebedarf ($< 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) und hohem Wärmebedarf ($> 400 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$). Häufig handelt es sich bei den niedrigen Verbräuchen um einen Gasverbrauch für Kochzwecke (also nicht für die Heizung).

Hohe spezifische Verbräuche lassen sich oft auf Heizungsanlagen zurückführen, über die auch benachbarte Gebäude versorgt werden (Versorgungsverbünde). Mit Hilfe verschiedener mathematischer Algorithmen wurden solche Situationen automatisiert erkannt und mehrere Gebäude zu Versorgungsverbünden zusammengefasst. Für die mitversorgten Gebäude wurden dann keine eigenen Wärmebedarfsabschätzungen durchgeführt.

Im nächsten Schritt wurde der Wärmebedarf für Wohngebäude ohne verfügbare Verbrauchsdaten näherungsweise ermittelt. Dazu wurden 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 Gebäude wurden dabei stärker gewichtet. In Einzelfällen, in denen es keine solchen Vergleichsdaten gab, wurden die Gebäude bzw. deren Wärmebedarf nicht in den Wärmeatlas aufgenommen.

Zur weiteren Prüfung und Auslegung von Wärmeversorgungssystemen sollten die fehlenden Daten spätestens im Rahmen einer Machbarkeitsstudie beschafft und im Wärmeatlas integriert werden. Das könnte über eine individuelle Datenabfrage mittels Fragebogen geschehen. In diesem Zuge könnten weitere Informationen über zusätzliche Wärmeerzeuger, installierte Leistungen und Alter der Heizungsanlagen eingeholt werden.

Gewerbliche und landwirtschaftlich genutzte Flächen ohne genaue Wärmeverbrauchsdaten wurden nicht berücksichtigt, weil deren Wärmebedarf nur schwer einzuschätzen ist.

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. Alle Kartendarstellungen stehen der Stadt Wernigerode auch in digital nutzbaren Formaten zur Verfügung. Der Wärmeatlas visualisiert die Daten kartografisch auf Ebene der Gebäude und der Quartiere (auch Baublöcke genannt). In diesem Bericht werden aus Gründen des Datenschutzes gebäudebezogene Daten nicht dargestellt.

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

Aktuelle Wärmeverbrauchsichte (Basisjahr 2024)

Die Wärmeverbrauchsichte beschreibt die Relation zwischen Wärmeverbrauch und einer definierten Fläche. Die Wärmeverbrauchsichte liefert eine Indikation für die Wärmenetzeignung von Gebieten. Der Leitfaden zum WPG verwendet dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 18: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019)

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

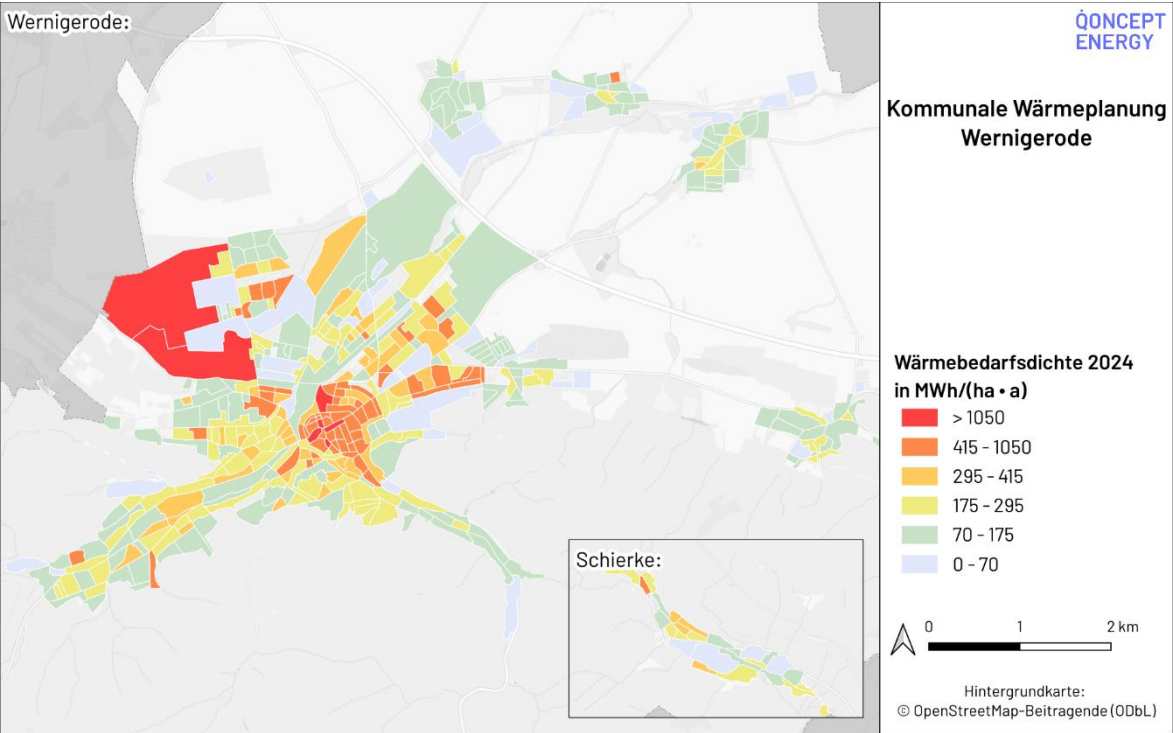


Abbildung 23: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in MWh/(ha·a)

Aktuelle Wärmeliniendichte (Basisjahr 2024)

Die Wärmeliniendichte beschreibt die pro Jahr in einem Wärmenetz transportierte Wärmemenge im Verhältnis zu dessen Trassenlänge. Sie liefert Hinweise auf die Wärmenetzeignung von Straßenabschnitten. Der Leitfaden zum WPG verwendet dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 19: Wärmenetzzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinieendichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).

Wärmelinieendichte in kWh/(m·a)	Einschätzung Wärmenetzzeignung
0-700	Kein technisches Potenzial
700-1.500	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1.500-2.000	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2.000	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

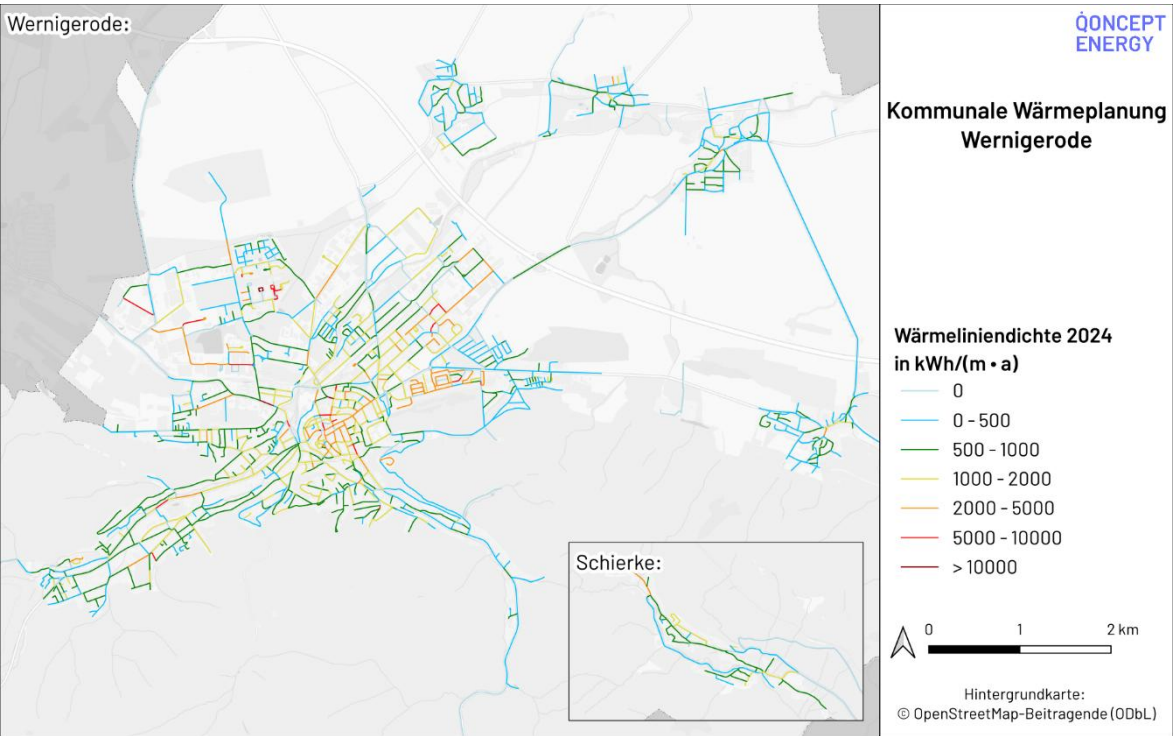


Abbildung 24: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinieendichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr

Die Auswertung zeigt, dass besonders die Altstadt im Zentrum der Stadt Wernigerode einen hohen bis sehr hohen spezifischen Wärmebedarf aufweist. Ebenfalls hohe spezifische Wärmebedarfe sind im Gewerbegebiet Nord-West sowie in Teilen von Stadtfeld und Burgbreite festzustellen.

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 bis zur Berichtserstellung bekannten räumlichen, technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen wurden berücksichtigt. Für

die einzelnen Potenziale wurden, wo möglich, darauf aufbauend theoretische, technische oder wirtschaftliche Potenziale ermittelt und dargestellt.

Zudem erfolgte eine Berechnung der Wärmebedarfsentwicklung bis zum Zieljahr, um die klimaneutrale Versorgung am zukünftigen Bedarf auszurichten. Dazu wurden die Energieeinsparpotenziale abgeschätzt, die sich durch eine Reduktion des Wärmebedarfs in 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 Energie 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 differenziert und räumlich in kartografischer Form bzw. in Tabellen ausgewiesen. Ausschlussgebiete wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete sind darin ebenfalls verzeichnet.

4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion

Zur Berechnung und Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde ein Treibermodell angewendet, welches die lokalspezifischen Randbedingungen berücksichtigt. Soweit sektorspezifische Unterscheidungen möglich waren, wurden für die Anwendungen Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme individuelle Einflussfaktoren zur Entwicklung des Wärmebedarfs definiert und berechnet.

Ein exemplarisches Treibermodell ist in folgender Abbildung für die Sektoren Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie schematisch dargestellt.

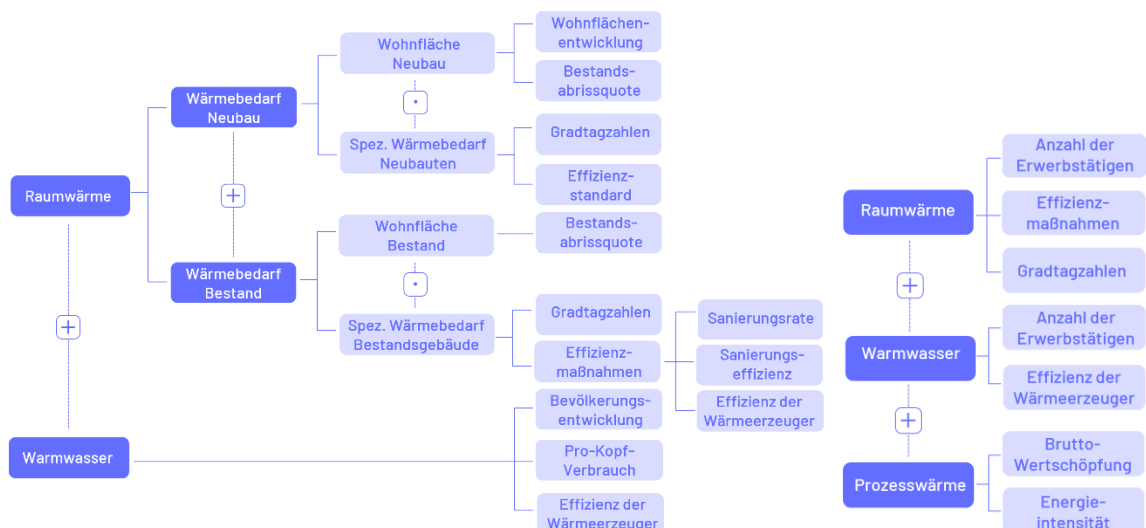


Abbildung 25: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts)

Für die Prognose der Wärmebedarfsentwicklung in Wernigerode wurden folgende Szenarien berücksichtigt.

Tabelle 20: Studien für Wärmebedarfsentwicklung bezüglich der Sanierungseffizienz

Sektor	Referenz-Studie	Szenario für Wärmebedarfsentwicklung
Haushalte	(Bdl e.V 2021)	Sparszenario - Wohngebäude
Öffentliche Gebäude	(Bdl e.V 2021)	Sparszenario - Nichtwohngebäude
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	(Bdl e.V 2021)	Sparszenario - Nichtwohngebäude

Den Berechnungen liegt eine angenommene Sanierungstiefe von 50 % zugrunde. Durch die steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels wird zudem von einer Reduktion des Wärmebedarfs durch geringere Heizbedarfe ausgegangen. Daraus ergibt sich eine Senkung des Wärmebedarfs pro Jahr um rund 0,2 %.

Ausgenommen wurde die Industrie, da ein Großteil des Energiebedarfs auf Prozesswärme zurückfällt und der Prozesswärmebedarf mehr von der wirtschaftlichen Situation des Betriebs abhängt als von Sanierungsquoten der Gebäude.

Insgesamt kommt es durch Sanierung und Klimawandel so durchschnittlich zu rund 1,2 % Wärmebedarfsreduktion pro Jahr. Die Reduktion über die Bezugsjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 ist in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 21: Wärmebedarfsentwicklung in den Bezugsjahren nach Sektoren in GWh pro Jahr

Sektoren	2024 in GWh/a	2030 in GWh/a	2035 in GWh/a	2040 in GWh/a	2045 in GWh/a
Haushalte	180	171	162	153	144
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	42	40	37	35	33
Öffentliche Gebäude	32	30	28	27	25
Industrie	180	180	180	180	180

Die daraus resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs über die Jahre 2024 bis 2045 ist in folgender Abbildung dargestellt.

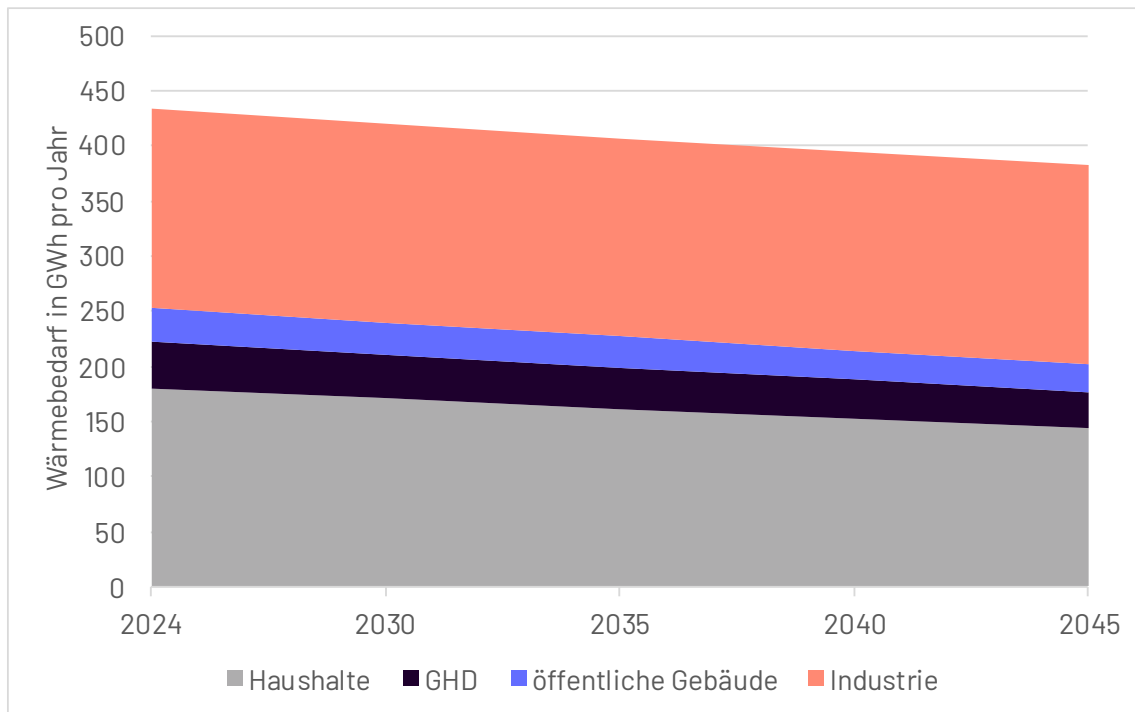


Abbildung 26: Wärmebedarfsreduktion von 2024 bis 2045 differenziert nach Sektoren

4.2 Oberflächennahe Geothermie

Unter oberflächennaher Geothermie wird im Allgemeinen die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe bis zu 400 m verstanden. Für den Wärmeentzug aus dem Untergrund werden dabei vertikale Erdwärmesonden oder horizontale Erdwärmekollektoren eingesetzt. Da Erdwärmesonden auf gleicher Fläche einen höheren Wärmeentzug erlauben als Erdwärmekollektoren, stehen diese im Fokus der folgenden Betrachtungen. Die Wärmenutzung kann sowohl über zentrale Wärmepumpen und ein Wärmenetz erfolgen als auch durch dezentrale Wärmepumpen an Gebäuden. Auf die Möglichkeiten der dezentralen Versorgung durch Erdwärmesondenanlagen wird in Kapitel 6.2 eingegangen.

Bei der Erhebung des Potenzials für die Wärmegewinnung mittels Erdwärmesondenfeldern sind neben der Flächenverfügbarkeit die lokalen hydrogeologischen Bedingungen relevant. Die Eigenschaften des Untergrunds beeinflussen die mögliche Wärmeentzugsleistung (vgl. Kapitel 6.2). Außerdem können bestimmte hydrogeologische Rahmenbedingungen aufgrund von erhöhten Risiken zu Einschränkungen oder zum Ausschluss einer geothermischen Nutzung führen.

In dem Geothermischen Informationssystem (GeotIS) steht eine sogenannte Ampelkarte zur Verfügung, die auf Basis geologischer Kriterien Einschränkungen für die Nutzung von Geothermie durch Erdwärmesonden darstellt (LIAG 2025). Diese unterscheidet zwischen Flächen ohne bekannte flächenhafte Einschränkungen (grün), Flächen mit bekannten Einschränkungen (gelb) sowie Ausschlussgebieten (rot). Ein Auszug dieser Ampelkarte ist in folgender Abbildung dargestellt.

Für Flächen mit bekannten Einschränkungen ist eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Genehmigungsbehörde erforderlich. Mögliche Auflagen können beispielsweise die zulässige Bohrtiefe oder die eingesetzten bohrtechnischen Verfahren betreffen.



Abbildung 27: Ampelkarte zu Möglichkeiten geothermischer Nutzung mit Erdwärmesonden. Grün: Keine flächenhaften Einschränkungen bekannt; Gelb: Flächenhafte Einschränkungen bekannt; Rot: Nicht möglich. Quelle: Geothermisches Informationssystem – GeotIS (LIAG 2025).

Zur Identifikation potenziell geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern für Wärmenetze wurden die verfügbaren Geodaten systematisch ausgewertet. Dazu wurden die Flächentypen in drei Kategorien unterteilt.

Die Kategorie „Positivauswahl“ enthält Flächen, bei denen eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder grundsätzlich denkbar ist, unter der Annahme, dass die Flächen nach der Errichtung des Sondenfelds wieder für die ursprüngliche Nutzung zur Verfügung stehen. In die Kategorie „Eignung mit Einschränkung“ wurden Flächentypen aufgenommen, bei denen die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen zwar grundsätzlich möglich wäre, aber aufgrund von Interessenskonflikten eingeschränkt sein könnte. Die Kategorie „Ausschlussgebiete“ beinhaltet Flächen, die eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. In folgender Tabelle findet sich die Zuordnung der Flächenkategorien.

Tabelle 22: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien

Positivauswahl	Eignung mit Einschränkung	Ausschlussgebiete
Unland: vegetationslose Fläche und naturnahe Fläche ⁴	Naturparks ⁵	Wald, Gehölz, Baumbestand ⁴
Grünland ⁴	Landschaftsschutzgebiete ⁵	Friedhöfe, Kleingartenanlagen ⁴
Spielfelder, Freizeitanlage ⁴	Nationale Naturmonumente ⁵	Gewässer, Sümpfe, Moore ⁴
Grünanlagen ⁴	Vogelschutzgebiete ⁵	Überschwemmungsgebiete ⁸
Parkplätze ⁴	Biosphärenreservate Entwicklungszonen ⁵	Siedlungsgebiete, Straßen, Wege ⁴
Festplätze ⁴	Bedeutsame Landschaften ⁶	Trinkwasser- u. Heilquellenschutzgebiete Zone I u. II ⁸
Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl < 55 ⁷	Seltene Böden ⁷	Naturschutzgebiete ⁵
	Trinkwasser- u. Heilquellenschutzgebiete Zone III ⁸	Nationalpark ⁵
	UNESCO Weltkulturerbe Pufferzone ⁹	FFH-Gebiete ⁵
	Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl > 55 ⁷	Biosphärenreservate Kern- und Pflegezone ⁵
		UNESCO Weltkulturerbe Kernzone ⁹

Aus der Flächenzuordnung anhand der drei Eignungskategorien ergaben sich die in Abbildung 28 und Abbildung 29 (links) dargestellten Gebiete. Anschließend wurden die Flächen der Ausschlussgebiete von den Positivflächen abgezogen und mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten überlagert (Abbildung 29 rechts). Flächen unterhalb von 1000 m² wurden aus der Auswahl ausgeschlossen.

⁴ (LVermGeo 2025)

⁵ (BfN 2025)

⁶ (BfN 2024)

⁷ (LAGB 2023)

⁸ (BfG 2025)

⁹ (UNESCO 2025)

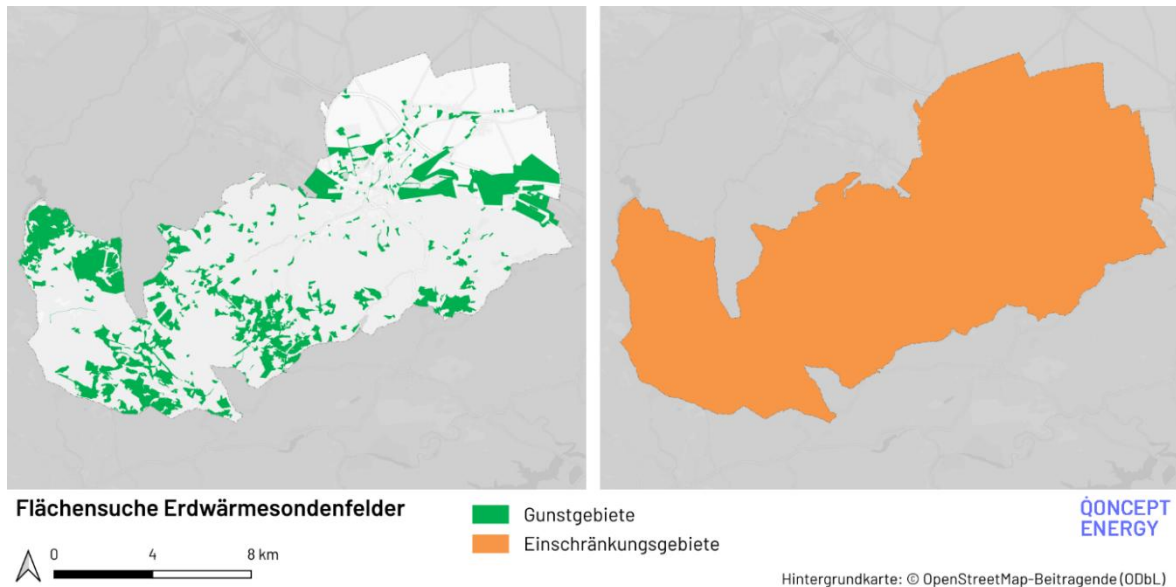


Abbildung 28: Positivauswahl (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wernigerode

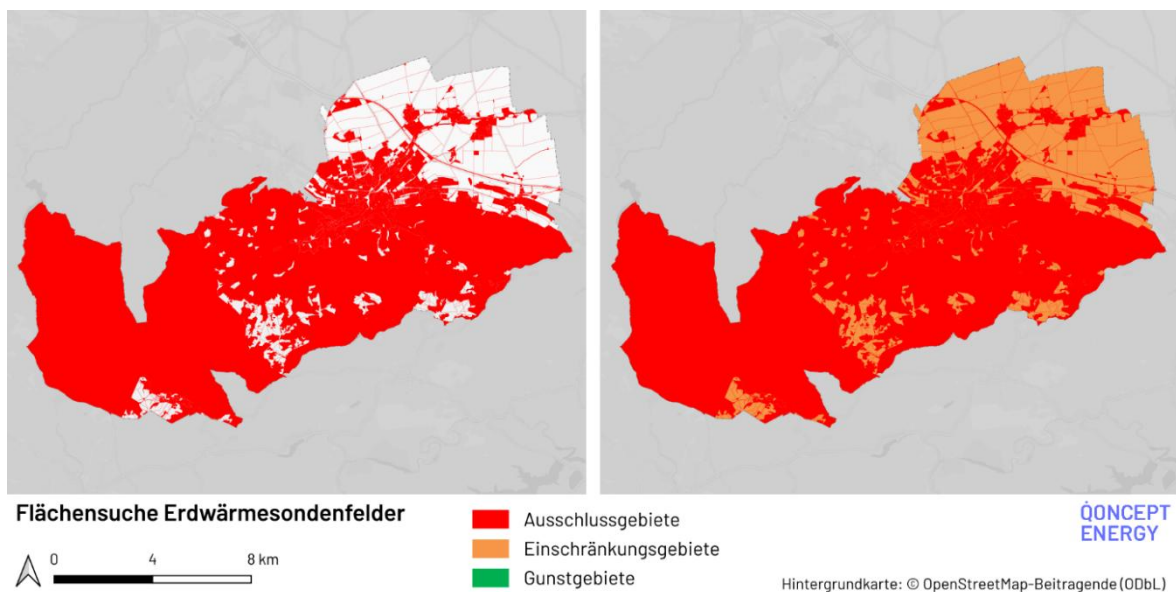


Abbildung 29: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wernigerode. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.

Abbildung 30 zeigt das Ergebnis der Flächensuche, während Abbildung 31 eine Aufschlüsselung nach Flächentypen darstellt. Es wird deutlich, dass keine Gunstgebiete ohne Einschränkungen ausgewiesen werden können. Die Gesamtfläche der Gunstgebiete mit Einschränkungen beträgt etwa 1 444 ha. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen ist in dieser Auswertung noch nicht berücksichtigt. Die identifizierten Flächen können jedoch als Anhaltspunkt für die Planung neuer oder der Transformationsplanung bestehender Wärmenetze dienen. Im Einzelfall müssen weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse, Fehlerfassungen oder Hindernisse auf den Flächen überprüft werden.

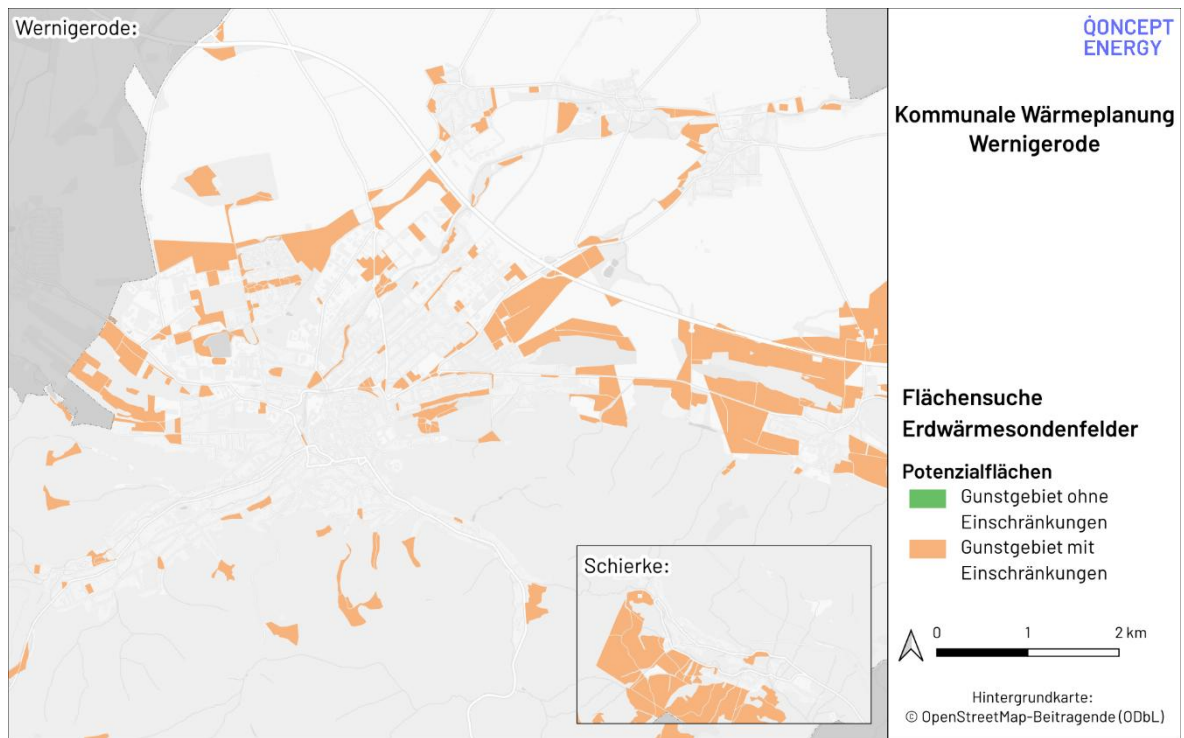


Abbildung 30: Potenzielle Flächen für Erdwärmesondenfelder

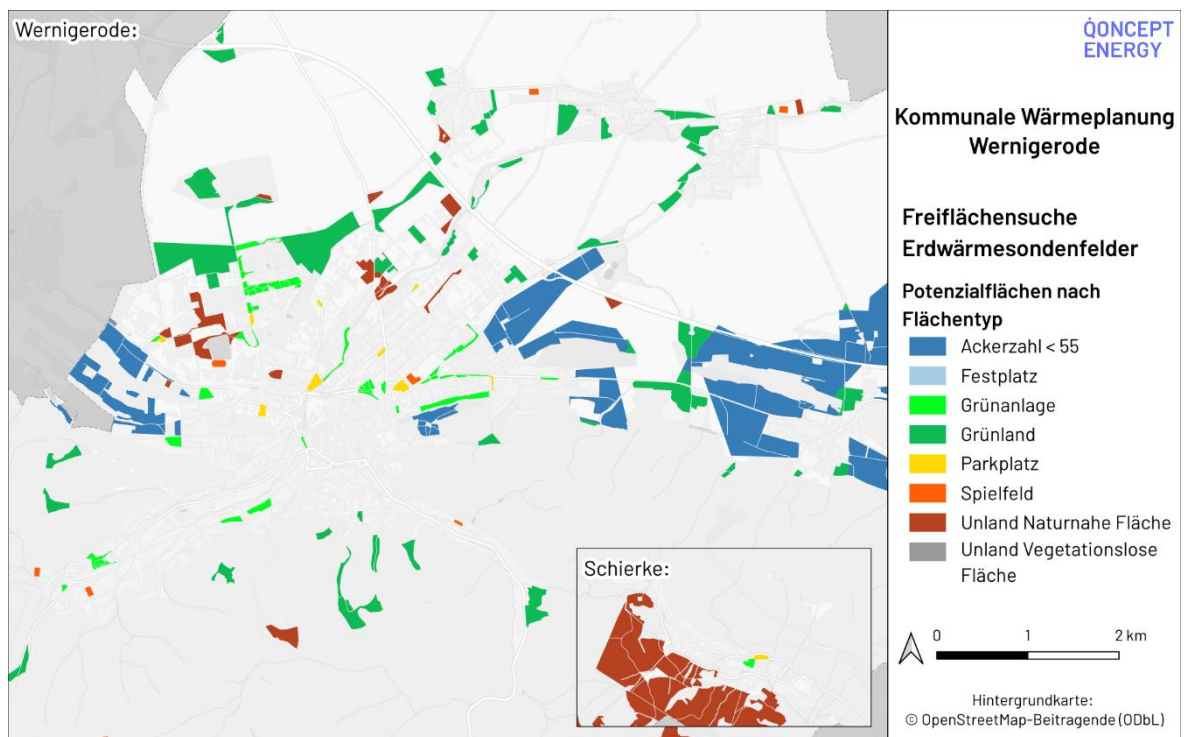


Abbildung 31: Potenzielle Flächen für Erdwärmesondenfelder nach Flächentyp

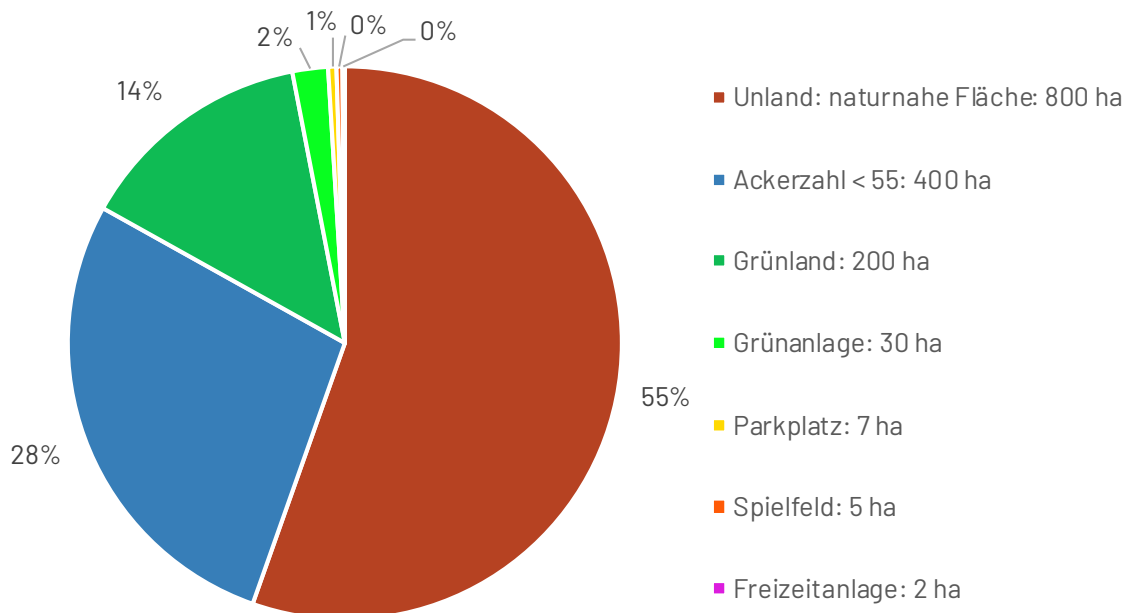


Abbildung 32: Gesamtgröße der einzelnen Flächentypen in Hektar

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

Das Wärmepotenzial wurde unter Berücksichtigung der lokalen Untergrundbedingungen sowie der gegenseitigen thermischen Beeinflussung der Sonden mithilfe eines analytischen Verfahrens nach Miocic (Miocic 2024) berechnet. Die theoretisch bereitstellbare Wärmemenge der identifizierten Flächen beträgt ohne zusätzliche thermische Regeneration rund 182 GWh/a.

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

Bereits vor den hier dargestellten Untersuchungen wurde die Machbarkeit oberflächennaher Erdwärmesonden in Wernigerode in zwei Studien untersucht.

Nach den Ergebnissen der „Vormachbarkeitsstudie zur Untersuchung unterschiedlicher Geothermiesysteme für die Stadt Wernigerode“ (G.E.O.S. 2024) aus dem Jahr 2024 erlauben die geologischen Rahmenbedingungen eine Umsetzung. In der Studie wurden exemplarisch mehrere Varianten ausgelegt und wirtschaftlich bewertet, bei denen Erdwärmesonden mit Wärmepumpen kombiniert wurden. Exemplarisch wird im Folgenden eine Variante beschrieben. Sämtliche untersuchten Varianten können in dem Bericht (G.E.O.S. 2024) nachgelesen werden. Die betrachtete Variante ist auf eine jährliche Wärmeerzeugung von

1,5 GWh/a bei rund 8 000 Betriebsstunden ausgelegt. Hierfür wird eine Anordnung von 8×9 mit Bohrtiefen von jeweils 200 m vorgesehen, die mit einer Wärmepumpe von 188 kW Leistung gekoppelt ist. Die Sondenanordnung wird in Abbildung 33 dargestellt. Für die 8×9 -Anordnung ergibt sich bei einem Abstand von 30 m zwischen den Sonden ein Flächenbedarf von 210×240 m.

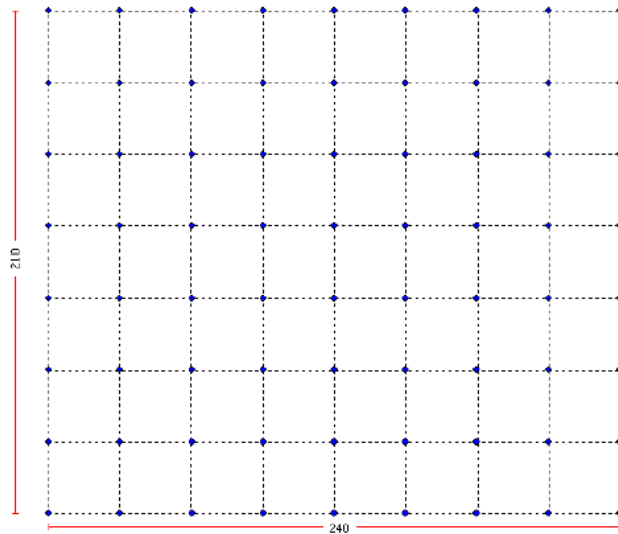


Abbildung 33: Sondenanordnung 8×9

In der Studie „Machbarkeit Erdkollektorfeld und PVT“ (GeoCollect Management GmbH 2025) wurde die technische, wirtschaftliche und ökologische Machbarkeit eines kombinierten Energiesystems aus oberflächennaher Geothermie und Photovoltaik-Thermie (PVT) untersucht.

Zur Wärmegewinnung aus dem Untergrund kommt in der betrachteten Anlage kein konventionelles Erdsondensystem zum Einsatz, sondern das GeoCollect-System, bei dem vertikal eingebrachte Erdkollektoren verwendet werden. Das erforderliche Temperaturniveau für die Wärmeversorgung wird auch in diesem Fall mittels Wärmepumpen erreicht.

Im Rahmen der Untersuchung wurden fünf Systemvarianten analysiert. Je nach Variante wird das GeoCollect-System durch eine aufgeständerte PVT-Anlage ergänzt. Der erzeugte Strom kann entweder für den Betrieb der Wärmepumpen genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die von den PVT-Kollektoren bereitgestellte Wärme wird, abhängig vom Betriebszustand, entweder direkt genutzt oder zur Regeneration des Erdreichs eingesetzt.

Die Machbarkeitsanalyse bezog sich auf ein Grundstück mit einer Fläche von 38 000 m². Für die empfohlene Systemkonfiguration mit einer Netzvorlauftemperatur von 70 °C wird eine Belegung von etwa drei Vierteln der verfügbaren Fläche mit GeoCollect-Kollektoren sowie eine Ergänzung durch PVT-Module empfohlen.

Bei einer geforderten Netzvorlauftemperatur von 90 °C ist der Einsatz von PVT-Kollektoren zur Regeneration zwingend erforderlich, um kritische Soletemperaturen zu vermeiden.

Eine detaillierte Darstellung der Systemvarianten sowie eine umfassende Auswertung der Ergebnisse sind dem vollständigen Bericht zu entnehmen.

4.3 Tiefe Geothermie

Von tiefer Geothermie spricht man ab Bohrtiefen von mehr als 400 m und Temperaturen über 20 °C. Üblicherweise sind jedoch Tiefen von über 1000 m mit Temperaturen von über 60 °C zugrunde gelegt. Auch das Bergbaurecht definiert Tiefenbohrungen ab Tiefen von 1000 m (UVP-V Bergbau).

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

Das Vorgehen der Gutachterin bei der Potenzialermittlung entspricht einer Voruntersuchung. Es wurde zunächst geprüft, ob eine geothermische Nutzung grundsätzlich möglich ist und ob diese in bestehende oder neue Wärmenetze eingebunden werden kann.

Die Ergebnisse beruhen auf den frei verfügbaren Informationen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt und des Geothermischen Informationssystems (LAGB 2025).

Für den nördlichen Teil von Wernigerode liegen Daten zu den zu erwartenden Temperaturen und Isothermen der Tiefengeothermie bis in eine Tiefe von 4 000 m vor (LAGB 2025). In einer Tiefe von 3 000 m werden in diesem Gebiet Temperaturen von zwischen 65 °C und 105 °C erwartet (vgl. Abbildung 34). Die prognostizierten Temperaturen im Nutzungsbereich der Tiefengeothermie (1 bis 3 km) entsprechen damit einem normalen geothermischen Gradienten von etwa 3 °C pro 100 m Tiefe. Abbildung 35 zeigt die als untersuchungswürdig eingestuften Gebiete für Tiefengeothermie in Wernigerode. Daraus geht hervor, dass kein Teil des Stadtgebiets in einem untersuchungswürdigen Gebiet liegt. Im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland weist das Gebiet daher ein insgesamt geringeres Potenzial für die Nutzung der Tiefengeothermie auf.

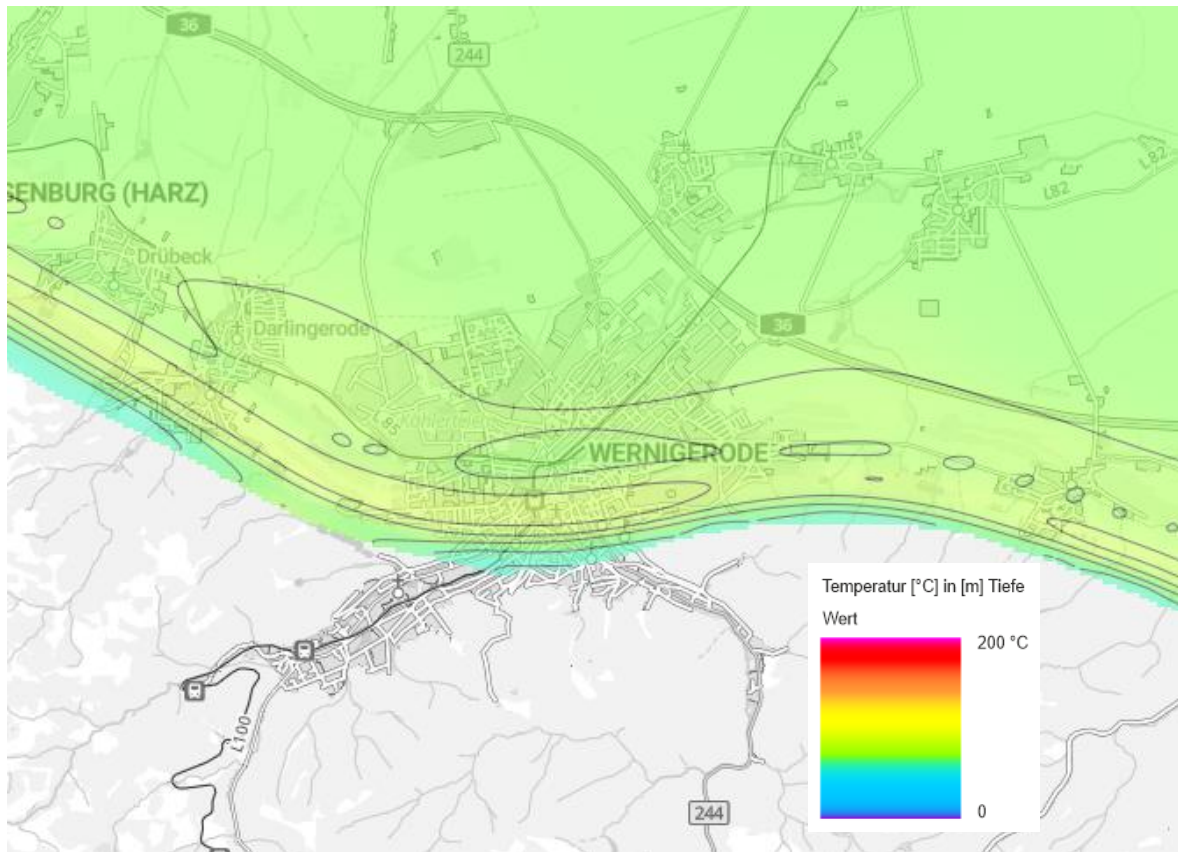


Abbildung 34: Temperatur in 3 000 m Tiefe aus GeotIS-ST Geologie und Bergbau (LAGB 2025)



Abbildung 35: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie (LAGB 2025)

Um die geothermischen Potenziale in Wernigerode im Vorfeld genauer zu untersuchen, wurde von der Stadtwerke Wernigerode GmbH eine Voruntersuchung in Auftrag gegeben (G.E.O.S.

2024). Diese umfasste neben den von G.E.O.S. durchgeführten Recherchen auch weitergehende Informationen, die von Herrn Dipl.-Geol. Knappe bereitgestellt wurden.

Von den vielfältigen Gesteinsformationen in und um Wernigerode würden sich am ehesten die Schichten des Mittleren Buntsandsteins für geothermische Vorhaben nach dem Porositätsprinzip eignen. Die übrigen Gesteine des Deckgebirges sind für solche Nutzungen ungeeignet, da ihre lithologische Substanz, die kleinräumige Inhomogenität sowie die unzureichende Permeabilität eine vorhabenrelevante Nutzung nicht zulassen. Im Kerngebiet der Stadt Wernigerode ist der Mittlere Buntsandstein stark ausgedünnt, sodass eine wirtschaftliche Nutzung höchstens im Norden der Stadt möglich erscheint. Allerdings ist in der gebirgsmechanisch geschwächten Zone der Wernigeröder Mulde bei Eingriffen in den geologischen Untergrund mit erhöhten umweltrelevanten und ökonomischen Risiken zu rechnen. Zudem muss ein Bereich beiderseits der Harznordrandstörung in einem Abstand von jeweils 2,5 km aufgrund schwer kalkulierbarer stratigraphischer, tektonischer sowie hydrogeologischer Verhältnisse als Restriktionsgebiet für unterirdische Eingriffe betrachtet werden (G.E.O.S. 2024).

Als Ergebnis der Vormachbarkeitsstudie lässt sich zusammenfassend festhalten, dass tiefe hydrothermale und offene oberflächennahe Systeme aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen nicht realisierbar sind. Dies würde mit einem zu hohen ökologischen und ökonomischen Risiko verbunden sein.

Ein neues, bereits kommerziell verfügbares Verfahren, dessen Anwendbarkeit am Standort Wernigerode geprüft werden sollte, ist das sogenannte Closed-Loop-Verfahren. Dabei wird dem Untergrund thermische Energie mittels eines konzentrisch durchströmten, doppelwandigen Rohrsystems entzogen. Weitere innovative Systeme, wie petrothermale Verfahren oder der sogenannte Eavor-Loop, die derzeit noch nicht dem Stand der Technik entsprechen, werden nicht empfohlen. Zwar sind diese theoretisch realisierbar, jedoch mit einem erhöhten Umsetzungsrisiko behaftet. Oberflächennahe Erdwärmesonden sind hingegen grundsätzlich möglich (vgl. Abschnitt 4.2).

Für vertiefende Erkenntnisse zur Nutzung geothermischer Potenziale im Planungsgebiet wird die Durchführung einer weiterführenden Machbarkeitsstudie empfohlen.

4.4 Grundwasser

Das Grundwasser ist als Wärmequelle aufgrund seiner weitgehend konstanten Temperatur im Jahresverlauf interessant. Durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe kann diese Temperatur auf ein für Wärmenetze 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 geringen Feinbestandteilen (Feinsand, Schluff, Ton), einem möglichst geringen Grundwasserflurabstand einer großen Ergiebigkeit. 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 verhindern. Die Grundwassertemperatur wird maßgeblich von der Sonneneinstrahlung und dem versickernden Niederschlag beeinflusst. An der Oberfläche ist die saisonale Temperaturschwankung am größten und nimmt in der Tiefe ab. Ab etwa 10 bis 15 m ist sie in der Regel nicht mehr nachweisbar.

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

Über die vom Landesamt für Geologie und Bergwesen bereitgestellte Standortabfrage können für spezifische Standorte Informationen zu folgenden Aspekten abgerufen werden:

- Grundwasserschutz,
- geologische und hydrogeologische Verhältnisse,
- Hinweise für Anlagenplanung und
- Altbergbau.

In der Stadt Wernigerode steht Grundwasser nach den Ergebnissen einer 234,9 m tiefen Bohrung (ID: SABIS_4130/HY/6) aus dem Jahr 1977 bereits ab einer Tiefe von etwa 20 m zur Verfügung (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Bundesrepublik Deutschland 2025). Zu der entnommenen Wasserprobe liegen jedoch keine weiterführenden Angaben vor. Um die Gefahr einer Verschlackung von Anlagen zu verhindern, sollte die chemische Zusammensetzung des Grundwassers geklärt werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die vorliegenden Daten mehr als 30 Jahre alt sind. Für eine belastbare Bewertung des Grundwasserspotenzials im Planungsgebiet wird daher empfohlen, ein ergänzendes Gutachten zur Nutzung des Grundwassers einzuholen.

4.5 Oberflächengewässer

Im Planungsgebiet der Stadt Wernigerode befinden sich neben den Teichen im Bürgerpark Wernigerode auch die Flüsse Holtemme in Wernigerode sowie die Kalte Bode in Schierke, die im Folgenden näher untersucht werden.

4.5.1 Teichwassernutzung

Im Bürgerpark Wernigerode im Nordwesten der Stadt befinden sich fünf künstlich angelegte und verbundene Teiche mit einer Gesamtfläche von 55 000 m². Eine thermische Nutzung wäre

grundsätzlich möglich, indem die Teiche als Wärmequelle für eine Wärmepumpe genutzt werden. Für eine überschlägige Abschätzung des theoretischen Potenzials wurde eine Abkühlung des Wasserkörpers um 1 K berechnet. Dabei wurde von einer durchschnittlichen Wassertiefe von 1,5 m ausgegangen.

Auf dieser Grundlage ergibt sich ein Potenzial von weniger als 100 MWh Wärme. Zwar könnte dieser Vorgang in den Sommermonaten aufgrund der natürlichen Regeneration der Wassertemperatur mehrfach wiederholt werden, dennoch ist das verfügbare Wärmepotenzial zu gering, um eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Nutzung zu ermöglichen.

4.5.2 Flusswassernutzung

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden für Wernigerode das Flusswasser der Holtemme sowie der Kalten Bode, die durch den Ortsteil Schierke fließt, untersucht. Aufgrund der geringen Abflussmengen besteht jedoch für keines der Gewässer ein ausreichendes Potenzial, um wirtschaftlich als Wärmequelle für eine Wärmepumpe genutzt zu werden. Wie in Abbildung 36 zu sehen ist, liegen die Durchflüsse der Holtemme sowohl an der Messstelle Steinerne Renne in Wernigerode als auch in Mahndorf über weite Teile des Jahres deutlich unter $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

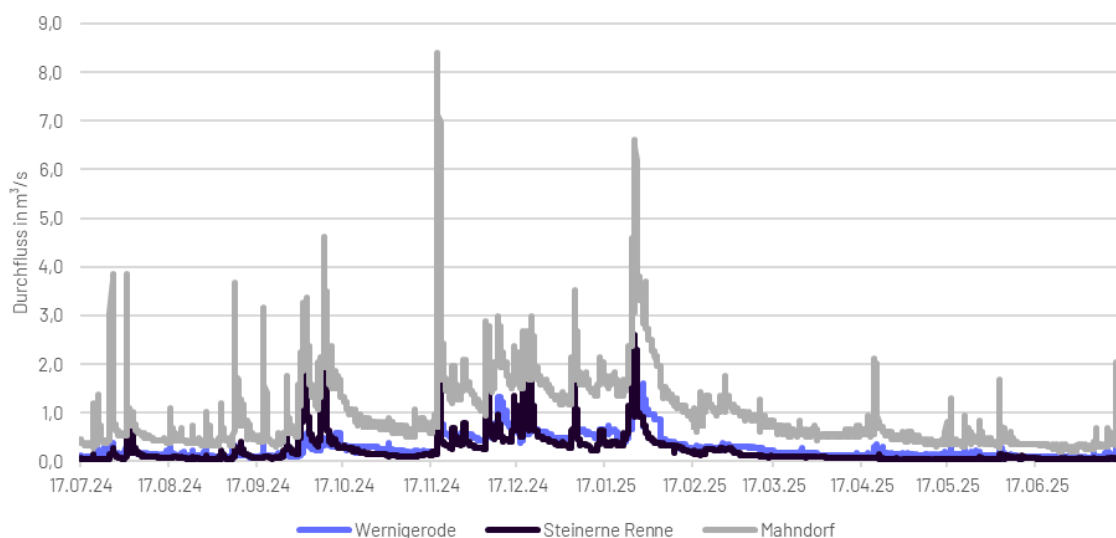


Abbildung 36: Durchfluss der Holtemme an verschiedenen Messstellen in Wernigerode nach Daten der Hochwasservorhersagezentrale des Landes Sachsen-Anhalt (Land Sachsen-Anhalt 2025)

Der Trockenwetterabfluss der Holtemme beträgt in Wernigerode (Messstelle am Zillierbach) $0,111 \text{ m}^3/\text{s}$. Am Zufluss der Steinernen Renne werden $0,053 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen, was insgesamt einen Trockenwetterabfluss von $0,164 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt. Unterhalb der Messstelle in Wernigerode münden weitere Zuflüsse in die Holtemme, die nicht kontinuierlich gemessen werden, zum Beispiel das Braune Wasser, der Barrenbach und der Silstedter Bach. Auch an der Messstelle in Mahndorf, unterhalb von Wernigerode, liegt der Trockenwetterabfluss der Holtemme nur bei etwa $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$. Dabei ist zu beachten, dass dort bereits der Abfluss der Kläranlage in die Holtemme geleitet wurde (vgl. Kapitel 4.7).

Der Trockenwetterabfluss der Kalten Bode im Bereich Schierke liegt bei unter $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$. Die entsprechende Messstelle befindet sich in Elend flussabwärts hinter weiteren Zuflüssen.

Nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Leßmann und Riedmüller 2025) sollten maximal 10 % des jeweiligen Durchflusses für eine thermische Nutzung entnommen werden. Die daraus resultierende nutzbare Wassermenge liegt bei allen potenziell betrachteten Fließgewässern deutlich unter dem minimal erforderlichen Durchfluss von etwa $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ für eine wirtschaftliche Nutzung als Wärmequelle.

4.6 Umgebungsluft

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

Auch das technische Potenzial von Luft-Großwärmepumpen für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze ist erheblich. Eine Herausforderung bei der Standortsuche stellen die Geräuschemissionen der L/W-Wärmepumpe dar. Daher wurden die aktuellen Vorgaben zur Schallimmission und die Abstände zu Schutzflächen detailliert geprüft. Die folgende Tabelle enthält die berechneten Immissionsgrenzen gemäß TA Lärm (TA Lärm 2025) sowie die daraus abgeleiteten Abstände zu Schutzobjekten in Abhängigkeit vom jeweiligen Schallleistungspegel (80, 85, 90 dB(A)) der Wärmepumpe auf Basis des Leitfadens Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp) 2023).

Die gewählten Schallleistungspegel entsprechen in etwa den Angaben vieler Hersteller in den technischen Datenblättern. Durch entsprechende Schallschutzmaßnahmen, beispielsweise eine Vergrößerung der Luftkollektorenflächen und daraus resultierende Reduktion der Ventilator Drehzahl, können jedoch geringere Schallemissionen erreicht werden. Die Karte in Abbildung 37 dient somit nur als grobe Indikation von möglichen Flächen. Im Rahmen einer weiterführenden Machbarkeitsstudie sollte vertiefend untersucht werden, an welchen Standorten große Luftwärmepumpen technisch und ökonomisch sinnvoll errichtet werden können und welche Schallschutzmaßnahmen gegebenenfalls erforderlich wären.

Tabelle 23: 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	Immissionsrichtwertgrenze Nacht (22-6 Uhr)	Mindestabstand in m bei Schallleistungspegel:		
	in dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)
Wohngebäude	35	141,3	251,2	446,7
GHD-Gebäude	45	44,7	79,4	141,3
Öffentliche Gebäude	35	141,3	251,2	446,7
Industriegebäude	70	2,5	4,5	7,9
Friedhof	55	14,1	25,1	44,7
Kleingartenanlagen	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 $DI = 0 \text{ dB(A)}$, Zuschlag Ton- und Informationsgehalt: $K_t = 0 \text{ dB(A)}$, Raumwinkelmaß Aufstellung: $K_0 = 3 \text{ dB(A)}$, Zuschlag für empf. Zeiten $K_r = 0 \text{ dB(A)}$, Nachtreduzierung: $K_n = 0 \text{ dB(A)}$, Irrelevanz-Zuschlag: $K_{irr} = 6 \text{ dB(A)}$

¹ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm

Als potenzielle Aufstellgebiete für L/W-Großwärmepumpen wurden zudem die folgenden Flächentypen ausgeschlossen: Gehölze, Sümpfe, Moore, Gewässer, Wälder, Naturschutzgebiete, Stadien und Spielfelder.

Welche Aufstellgebiete im Planungsgebiet geeignet sind, macht die folgende Abbildung deutlich. Dabei wurden die vorgeschriebenen Mindestabstände des Schallschutzes berücksichtigt. Die Analyse zeigt, dass in der Stadt Wernigerode grundsätzlich geeignete Standorte für Luft-Wasser-Großwärmepumpen in räumlicher Nähe zu potenziellen Wärmenetzgebieten vorhanden sind, beispielsweise im Gewerbegebiet Nord-West oder in Smatvelde. Die tatsächliche Verfügbarkeit dieser Flächen muss in einem späteren Planungsschritt gesondert geprüft werden.

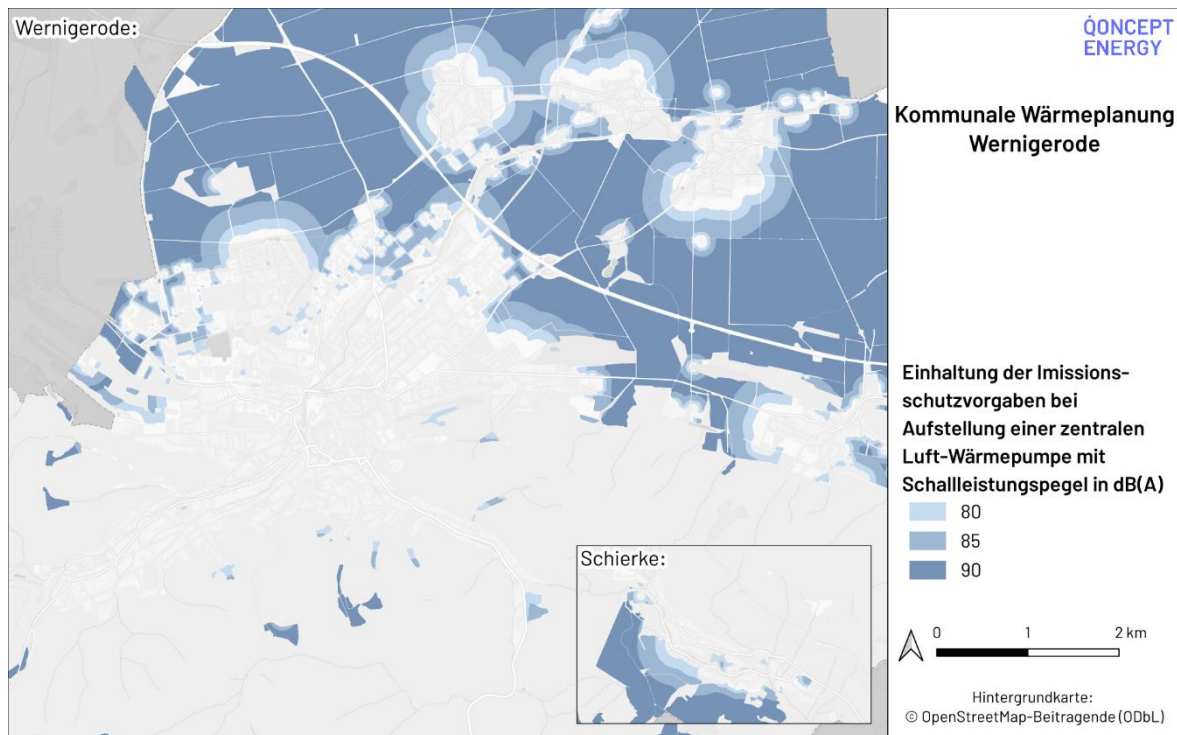


Abbildung 37: Mögliche Aufstellgebiete für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel.

Zur Abschätzung des Potentials für Luftwärmepumpen wurden im Rahmen der Transformationsplanung mehrere Hersteller angefragt. Da die Wärmepumpe ganzjährig in Betrieb sein sollte, wurde darauf geachtet, dass Wärmepumpen ausgewählt werden, die in der Regel bis zu Außentemperaturen von mindestens $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ betrieben werden können.

Aufgrund der derzeit hohen Vorlauftemperaturen in bestehenden Wärmenetzen und der daraus resultierenden hohen Temperaturspreizung zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ist es nötig, einen zweistufigen Wärmepumpenkreis aufzusetzen. So können Luft-Wasser-Wärmepumpen zunächst einen Solekreis vorerwärmen, bevor eine nachgeschaltete Booster-Wärmepumpe die Sole weiter nutzt, um das Temperaturniveau auf die entsprechende Vorlauf-Zieltemperatur anzuheben. Eine hohe Temperaturspreizung führt jedoch zu einer geringen Effizienz der Wärmepumpe. Daher sollte angestrebt werden, die erforderlichen Vorlauftemperaturen in den Wärmenetzen auf das Mindestmaß abzusenken.

4.7 Abwasser

Für die Potenzialanalyse wurden die kommunalen Abwässer auf ihre energetische Nutzbarkeit hin untersucht. Kläranlagen weisen in der Regel das größte Potenzial als Wärmequelle für den Einsatz von Großwärmepumpen auf. Im Stadtgebiet Wernigerode befindet sich eine Kläranlage im Ortsteil Silstedt, in der neben den Abwässern aus Wernigerode auch die Abwässer aus Ilsenburg, Derenburg und Heudeber gereinigt werden. Das Abwasser aus Schierke wird hingegen über ein Pumpwerk in Elend zur Kläranlage Rübeland geleitet und steht somit in Wernigerode nicht als gereinigtes Abwasser für eine energetische Nutzung zur Verfügung.

Grundsätzlich bieten auch Abwasserkanäle mit einem Normdurchmesser von DN 800 oder größer die Möglichkeit, Wärme bereits vor der Kläranlage aus dem Abwasser zu entziehen. Für die biologischen Reinigungsprozesse in Kläranlagen ist jedoch eine Mindesttemperatur erforderlich. Deshalb sollte das ungereinigte Abwasser vor der Kläranlage nicht unter etwa 12 °C abgekühlt werden. In den Wintermonaten liegt die Abwassertemperatur im Kanalnetz häufig darunter, sodass ein ganzjährig wirtschaftlicher Betrieb einer Wärmepumpe in der Regel nicht möglich ist.

Zur Ermittlung des Potenzials der Kläranlage Silstedt wurden zunächst die verfügbaren Betriebsdaten ausgewertet. Das nutzbare Wärmepotenzial ergibt sich aus dem Volumenstrom und der Temperatur am Auslauf der Kläranlage sowie einer möglichen Temperaturabsenkung des Abwassers. Das Temperaturprofil des gereinigten Abwassers weist hohe saisonale Schwankungen auf. Dennoch werden auch in den Wintermonaten meist Temperaturen von mindestens 10 °C erreicht (vgl. Abbildung 38).

Die Messdaten zu Temperatur und Volumenstrom der Kläranlage Silstedt wurden vom Wasser- und Abwasserverband Holtemme-Bode bereitgestellt (vgl. Kapitel 3.1).

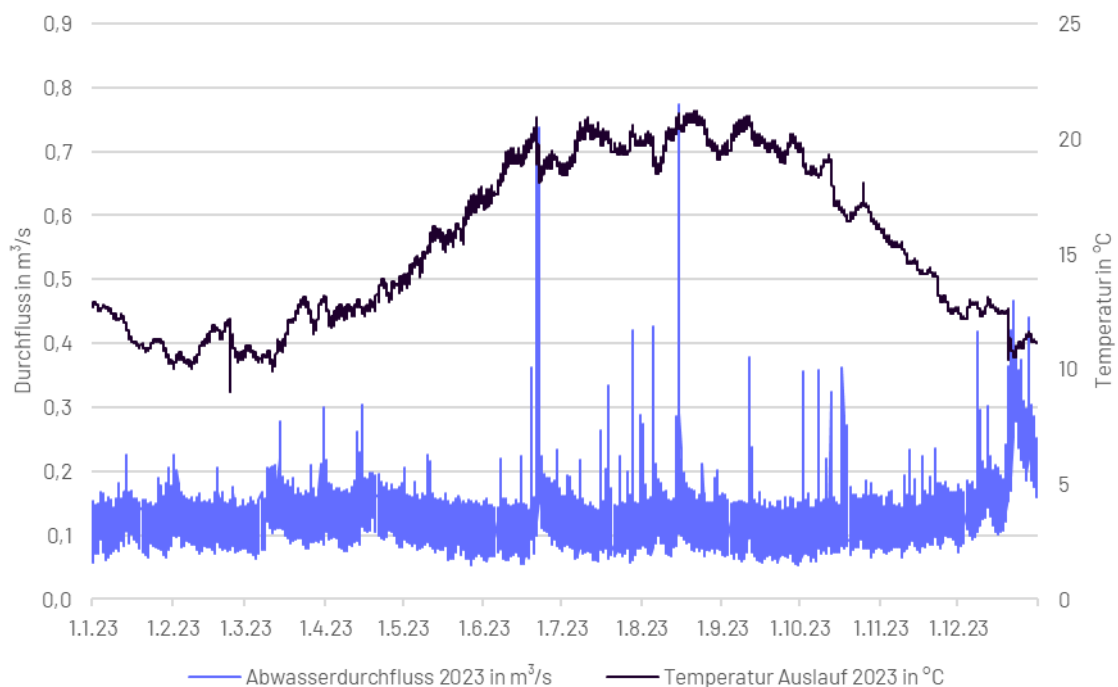


Abbildung 38: Durchfluss und Temperatur am Abfluss des Klärwerks Silstedt

Zur Potenzialermittlung der Abwassernutzung wurde der Trockenwetterabfluss zugrunde gelegt. Dafür wurden die Volumenstromwerte bestimmt, die in 80 % der Messpunkte beziehungsweise der Zeit auftreten. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass die Wärmepumpe in etwa 20 % der Zeit nicht mit Volllast betrieben werden kann. Auf dieser Grundlage lässt sich die Wärmepumpe technisch und wirtschaftlich sinnvoll mit entsprechenden Vollbenutzungsstunden auslegen.

Für das Jahr 2023 beträgt der Trockenwetterabfluss der Kläranlage Silstedt rund $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$, wie Tabelle 24 zu entnehmen ist. Bei einer angenommenen Nennwärmeleistung einer Wärmepumpe von 5 MW könnten jährlich rund 36 GWh Wärme bereitgestellt werden. Dies entspricht dem technischen Potenzial der Abwassernutzung an der Kläranlage.

Tabelle 24: Überblick über verschiedene Auslegungsvarianten einer Wärmepumpe an der Kläranlage Silstedt

Quantil 2023	Durchfluss in m^3/s	Nennwärmeleistung in MW_{th}	Vollbenutzungsstunden in h/a	Wärmepotenzial in GWh/a	SCOP
0,1	0,083	4,0	7.500	31,5	2,65
0,2	0,098	5,0	7.260	36,5	2,65
0,3	0,115	6,0	7.000	41,5	2,65
0,4	0,126	6,5	6.850	44,3	2,64
0,5	0,134	7,0	6.700	46,0	2,64
0,6	0,141	7,2	6.500	47,2	2,64
0,7	0,147	7,5	6.370	48,0	2,64
0,8	0,157	8,0	6.100	49,0	2,64
0,9	0,174	9,0	5.600	50,0	2,64

4.8 Solarthermie und Photovoltaik

Große solarthermische Anlagen sind eine bewährte Technologie, mit der bei geringem Primärenergieeinsatz hocheffizient Wärme für Wärmenetze bereitgestellt werden kann. Hierfür werden überwiegend Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren eingesetzt. Das Wärmeangebot solarthermischer Anlagen unterliegt tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen. Voraussetzung für einen effizienten Einsatz sind geeignete Flächen in räumlicher Nähe der Wärmenetze. Meist empfiehlt sich eine Kombination mit Kurzzeit- oder Saisonspeichern.

Potenzielle Flächen für große solarthermische Anlagen eignen sich alternativ auch zur Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, deren erzeugter Strom vor Ort zur Wärmebereitstellung insbesondere über Wärmepumpen eingesetzt werden kann und so zur Senkung der Wärmegestehungskosten beiträgt. Zusätzliche wirtschaftliche Effekte ergeben sich dadurch, dass überschüssiger Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

In diesem Kapitel werden die Potenziale der theoretisch verfügbaren Flächen untersucht, die grundsätzlich für die Nutzung durch Solarthermie oder Photovoltaik in Betracht kommen. Eine gleichzeitige Nutzung derselben Fläche für beide Technologien wird dabei ausgeschlossen.

In der Potenzialanalyse geht es vorrangig um die Ermittlung geeigneter Flächen. Zur Identifikation potenziell geeigneter Standorte für die Errichtung großer Solarthermieranlagen für Wärmenetze wurden die verfügbaren Geodaten ausgewertet. Die angewandte Methodik orientiert sich an (KNE 2024) und (Günnewig, et al. 2022).

In der Kategorie „Gunstkriterien“ wurden Flächen zusammengefasst, bei denen eine Nutzung für Freiflächen-solarthermie grundsätzlich denkbar ist (vgl. Tabelle 25). In der Kategorie

„Eignung mit Einschränkung“ wurden Flächentypen aufgenommen, bei denen die Errichtung großer Solarthermieranlagen zwar grundsätzlich möglich wäre, jedoch aufgrund möglicher Nutzungskonflikte eingeschränkt sein kann. Darüber hinaus wurde eine Liste mit „Ausschlusskriterien“ erstellt. Die darin enthaltenen Flächenkategorien lassen eine Nutzung für große Solarthermieranlagen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu.

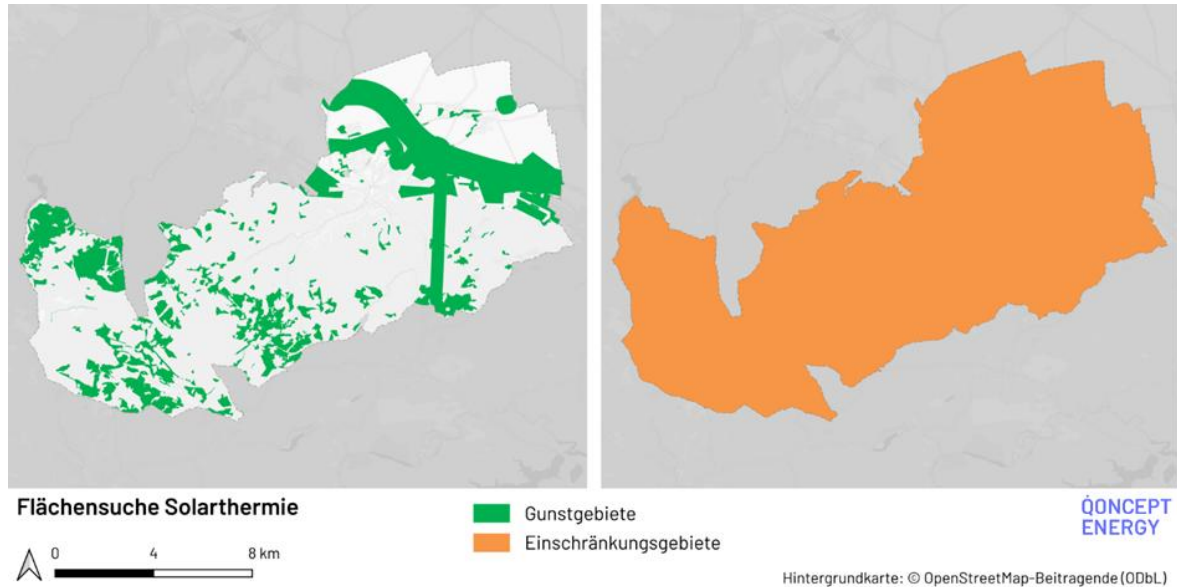


Abbildung 39: Positivauswahl (links) und Einschränkunggebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in Wernigerode

Zunächst werden die Einschränkunggebiete mit den Gunstgebieten für Solarthermie überlagert. Zur Bestimmung der potenziell geeigneten Flächen für die Aufstellung von Solarthermieranlagen wurden die Ausschlussgebiete (Abbildung 40 links) von den Flächen der Positivauswahl (Abbildung 39 links) abgezogen und anschließend mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten (Abbildung 39 rechts) überlagert. Zusammenhängende Flächen mit einer Größe von weniger als 2 000 m² wurden aus der Auswahl entfernt, da der Erschließungsaufwand erst ab einer entsprechenden Mindestgröße wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Das Ergebnis der Überlagerung ist in Abbildung 40 rechts dargestellt.

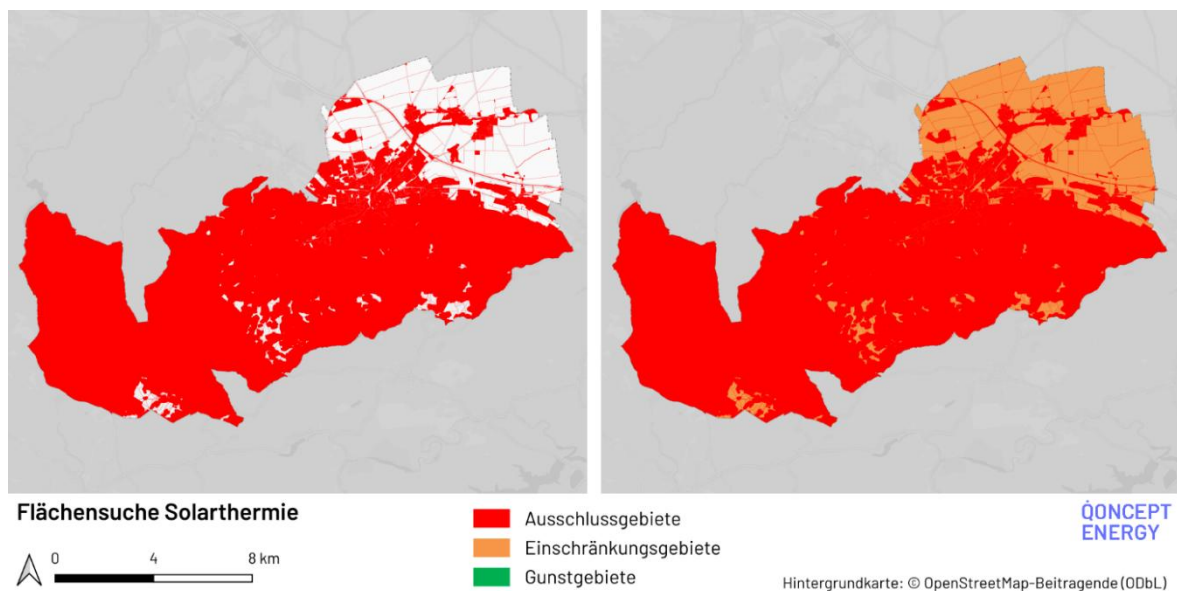


Abbildung 40: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in Wernigerode. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.

Tabelle 25: Freiflächenfindung für Solarthermie und Photovoltaik: Zuordnung der Flächenkategorien

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
Seitenflächen regionalbedeutsamer Verkehrsinfrastrukturen (bis 500 m) ¹⁰	Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft ¹¹	Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete ¹²
Intensiv genutztes Grünland ¹⁰	Vorbehaltsgebiete Kultur und Denkmalpflege ¹¹	Nationalparke ¹²
Technisch überprägte Flächen (250 m zu Oberleitungen, Umspannstation oder Kläranlagen) ¹⁰	Vorbehaltsgebiete Ökologisches Verbundsystem ¹¹	Wasser- und Heilquellenschutzgebiete (Zone I und II) ¹²
Deponien, Halden ¹⁰	Vorranggebiete Militärische Nutzung ¹¹	Siedlungsgebiete, Friedhöfe, Kleingartenanlagen ¹⁰
Intensiv genutzte Ackerflächen mittlerer und geringer Bodengüte (Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl < 55) ¹³	Bundes- und landesweit bedeutsame Landschaften (Naturlandschaften, historisch gewachsene Kulturlandschaften etc.) ¹⁴	Hochwasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete ¹²
	Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete ¹²	Vorranggebiete Natur und Landschaft ¹¹

¹⁰ (LVermGeo 2025)

¹¹ (MID 2013)

¹² (BfN 2025)

¹³ (LAGB 2023)

¹⁴ (BfN 2024)

Naturpark ¹²	Vorranggebiete Rohstoffgewinnung ¹¹
UNESCO-Weltkulturerbe (Pufferzone) ¹⁵	Vorranggebiete Hochwasserschutz ¹¹
Naturdenkmale, Naturmonumente (Umgebung) ¹²	UNESCO-Weltkulturerbe (Kernzone) ¹⁵
Wasser- und Heilquellenschutzgebiete (Zone III) ¹⁶	Waldflächen (+ 50 m Puffer) ¹⁰
Entwicklungszonen Biosphärenreservate (Zone III) ¹²	Natürliche Seen und Stillgewässer ¹⁰
Moorböden ¹⁰	Bestehende Freiflächenanlagen ¹⁰
Bodenfunktionsbewertung: Ackerzahl > 55 ¹³	Fließgewässer (+ Gewässerbegleitflächen) ¹⁰
	Straßen, Wege ¹⁰

Das Flächenpotenzial für Wernigerode ist in Abbildung 41 dargestellt. Wie auf der Karte zu erkennen ist, enthält es für große Solarthermieranlagen ausschließlich Gunstgebiete mit Einschränkungen. Potenzielle Gunstgebiete ohne Einschränkungen konnten nicht identifiziert werden. Die Gesamtfläche der Kategorie „Gunstgebiete mit Einschränkungen“ beträgt etwa 1 600 ha. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen wurde noch nicht berücksichtigt. Die identifizierten Flächen können daher zunächst als Anhaltspunkt für die Planung neuer Wärmenetze dienen. Im Einzelfall müssen weitere Einschränkungen durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse oder mögliche Hindernisse auf den jeweiligen Flächen überprüft werden.

¹⁵ (UNESCO 2025)

¹⁶ (BfG 2025)

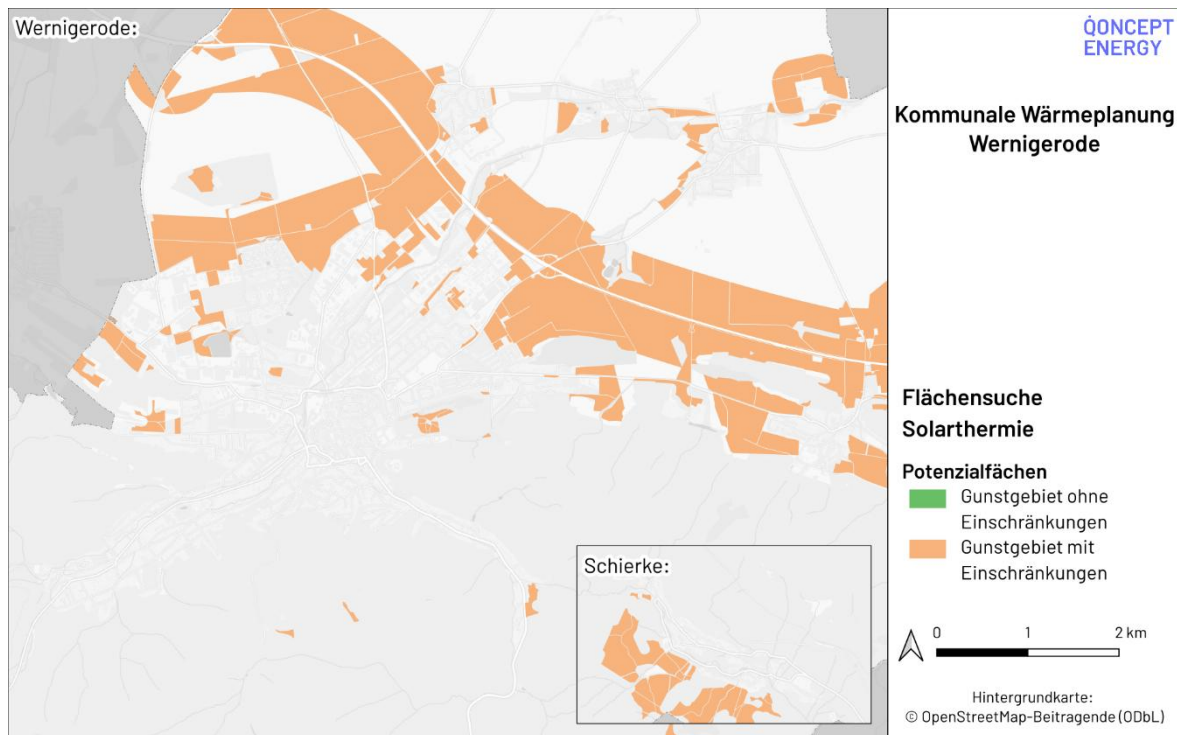


Abbildung 41: Flächen für Solarthermieranlagen nach Verschneidung

Auf den identifizierten Flächen kann theoretisch ein sehr hohes solarthermisches Potenzial erschlossen werden, dessen gesamter Ertrag den sommerlichen Wärmebedarf von Wernigerode deutlich übersteigt. Die Ergebnisse der Potenzialsabschätzung sind in Tabelle 26 dargestellt.

Grundsätzlich sollte die Installationsfläche das 1,5- bis 3-Fache der tatsächlichen 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, beispielsweise Wohnbebauung oder Landwirtschaft, ab.

Wird eine Solarthermieranlage auf die sommerliche Last ausgelegt, sollte sie so dimensioniert werden, dass Wärmeüberschüsse an besonders einstrahlungsreichen Tagen möglichst gering gehalten oder vermieden werden.

Um die tagsüber gewonnene Wärme auch in den Nachtstunden verfügbar zu machen, sind Tagesspeicher üblich. Aufgrund der vergleichsweise geringen Wärmeüberschüsse und der relativ kurzen Speicherdauer erreichen solche Anlagen hohe spezifische Erträge und dementsprechend niedrige solare Wärmegestehungskosten. Allerdings sind die solaren Deckungsanteile am gesamten Wärmebedarf durch solche Speicher – abhängig von der saisonalen Lastverteilung – auf etwa 5 % bis etwa 15 % begrenzt. Der überwiegende Teil der Wärme muss durch weitere Wärmeerzeuger bereitgestellt werden. Die konkreten Vorteile der Nutzung von Tagesspeichern hängen daher stark von den jeweiligen Randbedingungen des Einzelfalls ab.

Soll die im Sommer produzierte Wärme auch im Winter genutzt werden, sind saisonale Wärmespeicher erforderlich. Diese unterscheiden sich deutlich in Konstruktion und Speichervolumen von Kurzzeitspeichern. Aufgrund der deutlich längeren Speicherdauer treten je nach Bauweise und Anzahl der Speicherzyklen Wärmeverluste von etwa 10 % und 30 % auf.

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

Damit sind solare Deckungsraten des Wärmebedarfs von über 30 % erreichbar, unter besonders günstigen Voraussetzungen auch von deutlich über 50 %. Welche Deckungsrate angestrebt wird, muss jedoch im Einzelfall anhand ökologischer und ökonomischer Kriterien festgelegt werden.

Durch die zentrale Installation einer großen Solarthermie-Freiflächenanlage verringern sich zudem die Investitionskosten (Universität Kassel 2022), da größere Anlagen geringere spezifische Installationskosten aufweisen.

Tabelle 26: Theoretisches Potenzial Solarthermie

Flächenkategorie	Flächengröße in ha	Kollektorfläche (brutto) auf Freifläche in Mio. m ²	Theoretisches Wärmepotenzial bei solarem Ertrag von	
			350 kWh/m ² Kollektorfläche in GWh/a	550 kWh/m ² Kollektorfläche in GWh/a
Gunstgebiete ohne Einschränkungen	0	0	0	0
Gunstgebiete mit Einschränkungen	1.600	8	2.800	4.400

Im Folgenden werden beispielhaft zwei Auslegungsvarianten 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 Wärmebedarf hier nur im Sommer gedeckt wird und dann sehr gering ist, werden pro Jahr Deckungsraten von durchschnittlich 10 % bis 15 % erreicht.

- **Auslegung einer Solarthermieanlage mit Saisonspeicher zur Erreichung hoher solarer Deckungsraten**

Diese Variante beinhaltet einen Saisonspeicher und erzielt mittlere spezifische Solarerträge von etwa 350 kWh/(m²·a). Durch die größere installierte Kollektorfläche können Wärmebedarfe auch in den Übergangszeiten, wie im Herbst und Frühjahr, gedeckt werden. Je nach Größe des Saisonspeichers können zudem Teile des Wärmebedarfs in den Wintermonaten bereitgestellt werden.

Die genannten spezifischen solaren Erträge können in Abhängigkeit von den mittleren Betriebstemperaturen im Wärmenetz schwanken. Es ist auf eine möglichst niedrige Rücklauf-temperatur im Wärmenetz zu achten. Das Ziel ist eine jährliche, mittlere Rücklauf-temperatur von unter 50 °C im Wärmenetz. Denn mit steigender mittlerer Kollektortemperatur – abhängig von den Rücklauf-temperaturen 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 rund 1 000 MWh/a erwartet (Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. 2023).

Tabelle 27: Theoretisches Potenzial Photovoltaik

Flächenkategorie	Flächengröße in ha	Potenzial Installierte Leistung in MW _{Peak}	Potenzial Ertrag in GWh/a
Gunstgebiete ohne Einschränkungen	0	0	0
Gunstgebiete mit Einschränkungen	1.600	1.600	1.600

Die ermittelten Potenziale können durch lokale Rahmenbedingungen eingeschränkt sein.

Bereits im Vorfeld hat die Stadtwerke Wernigerode GmbH Freiflächen auf ihre Eignung für große Solarthermieranlagen und Photovoltaik untersucht und Angebote für Solarthermieranlagen in verschiedenen Größen und Varianten eingeholt. Die zur Verfügung stehenden Flächen werden in Abbildung 42 dargestellt und in

Tabelle 28 benannt. Ergänzend zur Potenzialanalyse für große solarthermische Anlagen wurden in Anlehnung an die Angebote der Firma Viessmann zwei Varianten entwickelt, die im Folgenden näher betrachtet werden:

- Die Variante „Solarthermie klein“ kann auf der Fläche D realisiert werden. Es wird eine Kollektoraperturfläche von $17\,280\text{ m}^2$ Vakuumröhrenkollektoren angenommen. Dazu kommt ein Tagesspeicher mit $5\,000\text{ m}^3$ und eine angenommene Länge einer Anbindeleitung zum Wärmenetz von 250 m.
- Die Variante „Solarthermie groß“ würde die Flächen A bis D benötigen. Hier werden Vakuumröhrenkollektoren mit einer Kollektoraperturfläche von $44\,960\text{ m}^2$ angenommen. Dazu kommt ein Speicher mit $10\,000\text{ m}^3$ und eine Anbindeleitung zum Wärmenetz mit einer Länge von 500 m.

Die Flächen E und F alle anderen Flächen relativ weit von den bestehenden Wärmenetzen entfernt. Daher eignen sich weniger für die Nutzung durch Solarthermie und sollten eher für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Betracht gezogen werden.

Tabelle 28: Mögliche Freiflächen zur Nutzung durch Solarthermie

Bezeichnung Fläche	Größe der Freifläche in ha
Fläche A	2,7
Fläche B	2,1
Fläche C	0,4
Fläche D	3,8
Fläche E	5
Fläche F	10

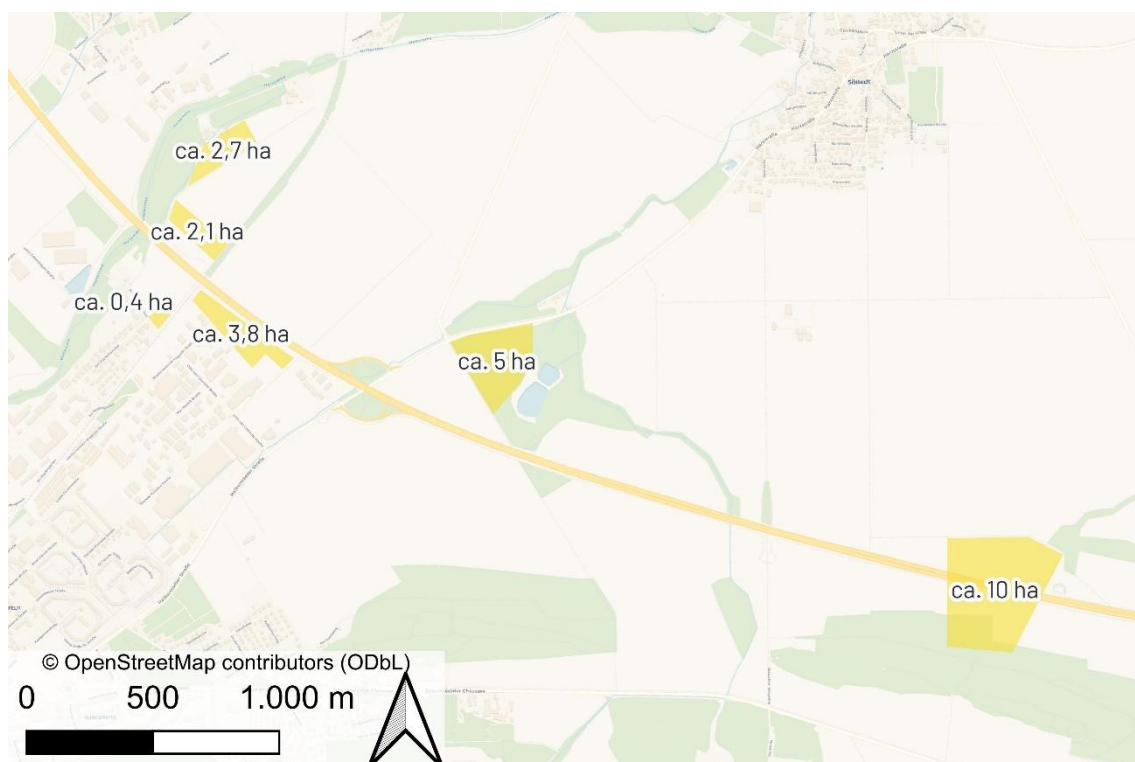


Abbildung 42: Mögliche Freiflächen zur Nutzung durch Solarthermie

Neben den von den Stadtwerken untersuchten Flächen ist auch die stillgelegte Deponie „Am Turm“ an der Autobahnabfahrt Wernigerode Nord erwähnenswert. Auf dem Gelände befinden sich eine Alt- sowie eine Neudeponie.

Die Altdeponie mit einer Grundfläche von rund 15 ha befindet sich seit 2010 in der Nachsorgephase. Sie ist bereits Bestandteil der planerischen Erarbeitung eines Konzeptes zur Installation von Photovoltaiktechnik. Auch im Nachnutzungskonzept der Neudeponie werden die Flächen planerisch mit Blick auf eine zukünftige PV-Nutzung berücksichtigt.

Voraussetzung für die eine Umsetzung ist jedoch, dass der technisch einwandfreie Zustand des Deponiekörpers sowie die Funktionsfähigkeit der Abdichtungs- und Entwässerungssysteme jederzeit gewährleistet bleiben, woraus sich erhöhte technische Anforderungen an

die Ausführung der Photovoltaiktechnik stellen. Die Dauer der Nachsorgephase wird für diesen Deponiestandort aktuell bis zum Jahr 2060 prognostiziert.

4.8.1 Photovoltaik auf Dachflächen

Neben großen Freiflächenanlagen bergen auch Photovoltaikanlagen (PV) auf Gebäudedächern ein erhebliches Potenzial zur lokalen Energieerzeugung. Sie ermöglichen häufig eine direkte Nutzung der erzeugten elektrischen Energie vor Ort, beispielsweise für den Betrieb von Wärmepumpen oder elektrischen Heizsystemen.

In Wernigerode sind aktuell über 1 300 PV-Anlagen in Betrieb, sofern diese im Marktstammdatenregister gemeldet wurden. Werden nur die großen Dachflächenanlagen mit einer Leistung von mehr als 30 kWp berücksichtigt, so sind insgesamt 57 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 9 MW (Wechselrichterleistung) vorhanden (vgl. Abbildung 43). Die bislang ungenutzten Dachflächen bieten ein erhebliches Potenzial, das durch eine systematische Erschließung künftig stärker genutzt werden kann.



Abbildung 43: Installierte PV-Dachflächenanlagen nach dem Marktstammdatenregister

4.9 Biomasse

Biomasse umfasst alle organischen Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft, die zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt werden können. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die lokalen Biomasseangebote auf dem beplanten Gebiet untersucht.

Aus dem Stadtwald Wernigerode könnten nach Auskunft des städtischen Forstamts jährlich rund 2 000 bis 3 000 Festmeter Rohholz bereitgestellt werden. Dieses Holz wird derzeit jedoch anderweitig vermarktet.

In der Untersuchung „Innovative Konzepte und Geschäftsmodelle für zukunftsfähige Bioenergiedörfer – klimafreundlich, demokratisch, bürgernah“ (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen 2022) wurden auf Landkreisebene Potenziale für energetisch nutzbare Biomasse erhoben. Diese sind für den Landkreis Harz in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 29: Biomassepotenziale im Landkreis Harz (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen 2022)

Biomasse	Potenziale
Rapsstroh	38.199 t Fm/a
Körnermaisstroh	2.810 t Fm/a
Gras aus Dauergrünlandflächen	185.171 t Tm/a
Garten-/Parkabfälle	12.061 t Fm/a
Bioabfälle (Biotonne)	1.679 t Fm/a
Restholz unter stärkerer Berücksichtigung des Naturschutzes (WEHAM-Szenario)	118.099 t TS/a
Restholz mit Holznutzungsmaximierung im Vordergrund (WEHAM-Szenario)	156.968 t TS/a
Großvieheinheiten umgerechnet in Biogas pro Jahr	16.260.843 m ³ BG/a

Dieses Potenzial ist auf Ebene des Landkreises verortet und steht der Stadt Wernigerode daher nicht vollständig zur Verfügung.

4.10 Unvermeidbare Abwärme

Unvermeidbare Abwärme wird in § 3 Abs. 1 Nr. 13 WPG definiert. Hierzu zählen unter anderem unvermeidbare Nebenprodukte aus industriellen Produktionsprozessen, der Stromerzeugung oder Wärmepotenziale aus der Abfall- und Klärschlammverbrennung. Die dargestellten Potenziale stammen entweder aus eigenen Erhebungen oder wurden aus öffentlichen Datenbanken wie dem Marktstammdatenregister oder der Plattform für Abwärme (§ 17 EnEfG) entnommen.

4.10.1 Industrielle Abwärme – Direktabfrage

Für die Identifikation von Abwärme-Potenzialen konnte auf die Ergebnisse der BEW-Transformationsplanung der Stadtwerke Wernigerode GmbH zurückgegriffen werden. Relevante Unternehmen, die zum Zeitpunkt der Transformationsplanung nicht berücksichtigt werden konnten, wurden kontaktiert und um Rückmeldung in Form eines Fragebogens zu Abwärmepotenzialen gebeten. Darüber hinaus wurden Daten aus der bundesweiten Plattform für Abwärme ausgewertet, die erstmals am 15.1.2025 veröffentlicht wurden und seitdem regelmäßig aktualisiert werden (Bundesstelle für Energieeffizienz 2024). Die Online-Plattform verzeichnet zum Stand Januar 2026 über 26 000 Abwärmepotenziale. Angaben zu Abwärme

aus Brennkesseln zur Wärmeerzeugung wurden hierbei nicht berücksichtigt, da diese nicht als unvermeidbare Abwärme einzustufen ist.

Tabelle 30: Überblick untersuchte Abwärmepotenziale

Unternehmen	Wärmequelle / Abwärmeprozess	Abwärmepotenzial in GWh/a	Bewertung / Kommentar
KSM Castings	Drei große Öfen	6,4	Abgastemperaturen: 300–400 °C Unternehmen schließt interne Nutzung aus und ist bereit, die Nutzung der Abwärme für ein Wärmenetz zu prüfen.
	Kühltürme zur Kühlung eines Kühlbeckens	1,6	Kühlbecken: 60 °C, 400–500 kW (Spitzenlast) Annahme: 4.000 Volllaststunden Unternehmen schließt interne Nutzung aus und ist bereit, die Nutzung der Abwärme für ein Wärmenetz zu prüfen.
MWG Alutec GmbH (MWG-Gruppe)	Kühlung eines Eloxal-bades	3,0	Temperaturniveau: 15 °C Internes Nutzungspotenzial vorhanden
Hanomag	Abgaswärme Schornsteine	1–2	Abgastemperatur: > 200 °C Potenzial verteilt auf ca. 15 Schornsteine, daher nur schwer nutzbar.
	Kühlung (Abschrecken von Bauteilen)	5	Abschrecken bei ca. 80 °C
NEMAK	Kühlung Gießanlagen und Maschinen, Deckenabsaugung. Neun Schmelzöfen in Betrieb	8	Kühlprozesse: Temperaturniveaus 20–30 °C Schmelzöfen: Abgastemperaturen 100–300 °C Selbst ermittelt durch NEMAK.
VEM Motors	Abwärme aus Glüherei, Kühlturm und Kälteanlage	ca. 0,7	Daten basieren auf unternehmenseigenen Schätzungen. Abwärme voraussichtlich intern nutzbar.
Kaufland	Abwärme aus Gewerbekälte	2,1	Daten aus der öffentlichen Abwärmeplattform. Keine überbetriebliche Nutzung zu erwarten, da Überschüsse nur in den Sommermonaten anfallen.
Pharma Wernigerode GmbH	Abwärme aus Kältemaschinen	ca. 0,9	Daten aus der öffentlichen Abwärmeplattform. Kein direkter Austausch mit dem Unternehmen.

Wergona Schokoladen GmbH	Abwärme aus Kältemaschinen	ca. 4,7	Daten aus der öffentlichen Abwärmeplattform. Eine überbetriebliche Nutzung ist unwahrscheinlich, da hohe interne Nutzungspotenziale bestehen.
Kaufland	Abwärme Drucklufterzeugung	ca. 1,3	Daten aus der öffentlichen Abwärmeplattform. Eine überbetriebliche Nutzung ist nicht anzunehmen, da Überschüsse nur in den Sommermonaten zu erwarten sind.
Schneider GmbH & Co.	-	-	Keine Abwärmepotenziale vorhanden.
PSFU-Gießerei	-	-	Abwärme wird intern genutzt, darüber hinaus keine relevanten Abwärmepotenziale.
Hasseröder Brauerei	-	-	Abwärmepotenziale werden laut eigener Aussage bereits intern genutzt.
Novatex	-	-	Abwärmepotenziale werden laut eigener Aussage bereits intern genutzt.

Tabelle 30 zeigt eine Übersicht über die Abwärmepotenziale in den kontaktierten Unternehmen einschließlich weiterer Details zu den untersuchten Prozessen. Insgesamt konnten bis zu 27 GWh/a identifiziert werden. Für relevante Teile dieses Potenzials steht jedoch die Nutzung für ein Wärmenetz in Konkurrenz zu einer internen Nutzung im Betrieb. Eine detaillierte Prüfung der Nutzung des Abwärmepotenzials sollte insbesondere für die Unternehmen KSM Castings sowie NEMAK erfolgen, da dort Abwärme ganzjährig und auf einem vergleichsweise hohen Temperaturniveau zur Verfügung steht. Die übrigen Abwärmepotenziale liegen auf niedrigeren Temperaturniveaus und stehen mittelfristig in Konkurrenz zu einer internen Nutzung in den Betrieben.

4.10.2 Klärschlammverbrennung

Die thermische Behandlung ist in Deutschland der vorherrschende kommunale Entsorgungsweg für Klärschlamm. Sowohl bei der Mono- als auch bei der Mitverbrennung entsteht ein beträchtliches Abwärmepotenzial. In der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 3.10.2017 ist geregelt, dass zukünftig in allen Kläranlagen eine Phosphorrückgewinnung ab einem Phosphorgehalt von 20 g oder mehr je Kilogramm Trockenmasse erfolgen muss. Daher gewinnen neue Anlagen zur Monoverbrennung von Klärschlamm an Bedeutung und sollten mit Blick auf Wärmepotenziale weiterhin berücksichtigt werden.

In Silstedt bei Wernigerode befindet sich eine Kläranlage. Nach Auskunft der Stadtwerke Wernigerode GmbH fallen dort jährlich rund 5 100 t Klärschlamm in Originalsubstanz an. Dieser wird bereits durch Verbrennung thermisch verwertet.

Darüber hinaus ist geplant, die Kläranlage Silstedt verfahrenstechnisch mit einer Klärschlammfaulung auszustatten. Durch diese Maßnahme wird eine Verringerung des Klärschlammanfalls um etwa ein Drittel erwartet.

Gemäß Klärschlammverordnung (Stand: 3.10.2017) sind Betreiber von Kläranlagen ab dem Jahr 2029 verpflichtet, Phosphor zur Wiederverwertung aus dem Klärschlamm zurückzugewinnen. Wie die Umsetzung dieser Vorgabe in Wernigerode 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 für den Landkreis Harz 2025–2030“ (enwi 2025) geht hervor, dass der unter anderem in Wernigerode gesammelte Sperrmüll zur Beseitigung in einer KWK-Anlage in Staßfurt thermisch verwertet wird. In dem Konzept sind keine konkreten Daten für Wernigerode ausgewiesen. Werden die dort angegebenen Zahlen für den Landkreis Harz anteilig auf Grundlage der Einwohnerzahlen heruntergerechnet – Bevölkerungsanteil Wernigerode beträgt rund 15,3 % des Landkreises Harz –, so ergeben sich jährlich rund 1 900 t anfallender Sperrmüll in Wernigerode.

4.10.4 Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeabfall

Analog zum Sperrmüll im vorherigen Kapitel wird der anfallende Hausmüll und der hausmüllähnliche Gewerbeabfall in einer KWK-Anlage in Staßfurt thermisch verwertet, sodass von keinem nennenswerten Potenzial auszugehen ist.

4.10.5 Pyrolyse

Die Forstbetriebsgemeinschaft Ostharz w. V. (FBG) plant den Bau einer Pyrolyseanlage zur Herstellung von Pflanzenkohle. Dafür ist unter anderem ein Standort in Wernigerode angedacht. Im Rahmen verschiedener Gespräche zwischen der Qconcept Energy GmbH, der Stadtwerke Wernigerode GmbH und der FBG wurde deutlich, dass die potenziell zur Verfügung stehende Abwärme eine sehr interessante Wärmequelle für die Wärmenetze in Wernigerode darstellen kann. Aufgrund der zum Redaktionsschluss der Wärmeplanung noch offenen Fragen hinsichtlich einer möglichen Kooperation wurde diese Wärmequelle in den Ausbauszenarien für die Wärmenetze bislang nicht berücksichtigt. Es wird jedoch empfohlen, die Kooperationsgespräche fortzuführen und das Potenzial sowie dessen Bedeutung für den Wärmenetzausbau vertiefend zu prüfen (vgl. Kapitel 9.3).

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 sowohl die mit erneuerbaren Energieträgern (Biogas, Biomasse, Reststoffe) betriebenen KWK-Anlagen als auch potenziell umrüstbare Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) in Wernigerode betrachtet. Als Datengrundlage diente das Marktstammdatenregister mit Stand vom 25.11.2025.

In folgender Abbildung sind die Standorte aller Stromerzeugungsanlagen in Wernigerode dargestellt. Die Leistungskategorie ist markiert sowie der Brennstoff farblich differenziert.



Abbildung 44: Stromerzeugende Anlagen aus Marktstammdatenregister nach thermischer Nutzleistung

Im Planungsgebiet sind an 11 verschiedenen Standorten KWK-Anlagen installiert, wobei die größten Anlagen von der Stadtwerke Wernigerode GmbH betrieben werden und im Kapitel 3.7.4 beschrieben werden. Die übrigen 8 Standorte umfassen Anlagen mit einer thermischen Leistung von zwischen 78 kW und 860 kW, insgesamt knapp über 2 MW. Die installierte elektrische Leistung beläuft sich insgesamt auf rund 1,6 MW. Eine Übersicht findet sich in Tabelle 31.

Tabelle 31: Übersicht der weiteren KWK-Anlagen im Stadtgebiet

Name	Elektrische Bruttoleistung in kW	Thermische Nutzleistung in kW	Energieträger	Inbetriebnahme-Jahr
Agrargenossenschaft Silstedt	730	860	Biogas	2013
Hasseröder Brauerei	301	269	Biogas	1997
VEM Motors	239	372	Erdgas	2014
Schwimmbad	50	92	Erdgas	2017
Bildungsstätte Schierke	140	207	Erdgas	2012
DJH Wernigerode	34	78	Erdgas	2015
Hotel Marktplatz	42	92	Erdgas	2013
Hochschule Harz	70	117	Erdgas	2021

Es ist davon auszugehen, dass lediglich das Biogas-BHKW der Agrargenossenschaft Silstedt derzeit Wärme ungenutzt an die Umgebung abgibt. Dieses Potenzial wird daher im Folgenden näher untersucht.

In Silstedt betreibt die Agrargenossenschaft „Vorharz“ eG Silstedt-Benzigerode eine Biogasanlage, die aktuell mit einer Mischung aus Substraten – darunter Festmist aus der Tierhaltung, Silomais, Grünroggen, Zuckerrüben und Weizen – etwa 2,4 Mio. m³/a Biogas pro Jahr erzeugt (Agrargenossenschaft Vorharz eG 2025). Das Biogas hat einen Brennwert von rund 5 kWh/Nm³ und einen Methananteil von 49–53 %.

Aktuell wird das Biogas in 2 BHKW-Anlagen mit je 365 kW_{el} ohne thermische Nutzung verbrannt. Der Strom – rund 5 GWh pro Jahr – wird im Rahmen der EEG-Förderung ins Netz eingespeist. Die bestehenden BHKW-Anlagen erreichen bald das Ende ihrer technischen Nutzungsdauer und müssen perspektivisch ersetzt werden. In diesem Zusammenhang hat die AEV Energy GmbH gemeinsam mit der Agrargenossenschaft eine Machbarkeitsstudie für Satelliten-BHKWs durchgeführt. In dieser Studie wurde unter anderem das Szenario untersucht, eine Biogasfernleitung zu einem möglichen BHKW-Standort nördlich der Autobahn A 36 in der Nähe des bestehenden Wärmenetzes am Kupferhammer zu verlegen (vgl. Kapitel 3.7.4). Die Machbarkeitsstudie sieht zudem weitere Gasspeicher am Standort des Satelliten-BHKW vor.

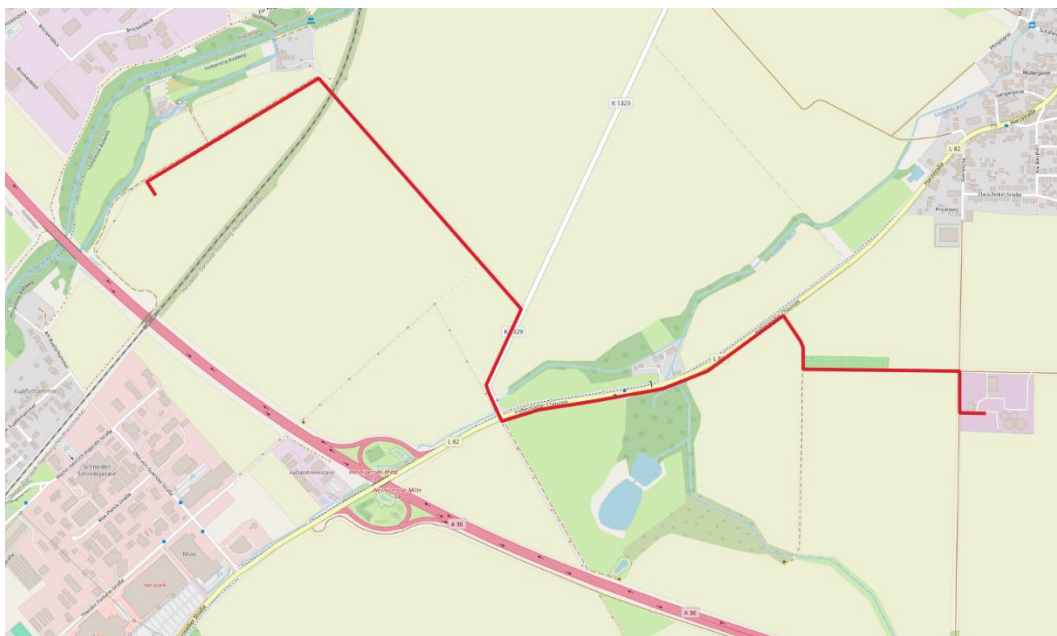


Abbildung 45: Möglicher Verlauf der Biogasfernleitung

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Anlage soll künftig eine größere Menge Substrat, darunter auch Mais, in die Biogasanlage eingebracht werden. Zudem sind zusätzliche Gasspeicher vorgesehen. Dadurch ließe sich der Gasertrag verdoppeln.

Laut Machbarkeitsstudie der AEV Energy GmbH ist ein Gasertrag von insgesamt 16 000 m³/d pro Tag zu erwarten. Davon können etwa 13 100 m³/d für ein Satelliten-BHKW genutzt werden, während der Rest für den Eigenbedarf benötigt wird. Dies entspricht einer jährlichen verfügbaren Biogasmenge von rund 4,78 Mio. m³/a.

Das Biogas könnte grundsätzlich auf zwei Arten genutzt werden: durch direkte Verbrennung in einem Gaskessel (Wärmeerzeugung etwa 21,7 GWh/a¹⁷) oder in einem BHKW, zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung. Bei einem angenommenen thermischen Jahresnutzungsgrad von 42,3 % ergäbe sich eine Wärmeerzeugung von rund 10,8 GWh pro Jahr, wobei davon etwa 9,2 GWh/a für die Einspeisung in das Wärmenetz genutzt werden könnten. Die Stromerzeugung beträgt bei einem elektrischen Jahresnutzungsgrad von rund 43 % etwa 10,9 GWh pro Jahr.

4.11.2 Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase

Nach Auskunft des Netzbetreibers bestehen derzeit keine konkreten Vorhaben zur Nutzung von grünem Wasserstoff oder synthetischen Gasen im Netzgebiet der Stadt Wernigerode. Entsprechend lässt sich aktuell kein Potenzial für eine entsprechende Nutzung feststellen.

Die Bundesnetzagentur hat den Aufbau des nationalen Wasserstoffkernnetzes am 22.10.2024 genehmigt (Bundesnetzagentur 2024). Das geplante Wasserstoffkernnetz soll etwa 30 km nördlich von Wernigerode verlaufen. Ob und in welchem Umfang die Städte südlich der geplanten Trassenführung angeschlossen werden, ist noch nicht klar.

4.11.3 Großwärmespeicher

Großwärmespeicher sind als Potenzial relevant, weil sie in Wärmenetzen mit hohem Anteil erneuerbarer Wärme den zeitlichen Versatz zwischen Wärmeangebot und Wärmenachfrage ausgleichen können. Großwärmespeicher werden nach ihrer Speicherdauer in kurzfristige (mehrere Stunden bis 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:** sind 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.

¹⁷ Brennwert 5,35 kWh/Nm³ Biogas, Nutzungsgrad 85 %

- **Aquifer-Speicher:** sind natürliche, im Untergrund vorhandene Gesteinskörper mit wassergefüllten Hohlräumen, in denen Wärme gespeichert werden kann. Eine Erschließung ist häufig unsicher und kostenintensiv.
- **Erdsonden-Wärmespeicher:** speichern Wärme in Tiefen von etwa 400 m, bei geringeren Temperaturen. Sie eignen sich eher für Netze mit niedriger Vorlauf-temperatur.

Eine Bewertung der Potenziale von Großwärmespeichern sollte stets im Zusammenhang mit der gesamten netzgebundenen Wärmeerzeugung eines betrachteten Gebiets erfolgen. Die technischen und wirtschaftlichen Einsatzbedingungen eines Speichers ergeben sich aus dem jeweiligen Gesamtsystem. Hier spielt vor allem das gewählte Erzeugerportfolio eine maßgebliche Rolle. Insbesondere wenn die Erzeugung auf stark schwankenden Wärmequellen aufbaut – beispielsweise bei industrieller Abwärme – oder wenn der saisonale Erzeugungslastgang stark vom Wärmebedarfslastgang abweicht, etwa bei solarthermischen Anlagen, können Großwärmespeicher eine wichtige Rolle für die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung übernehmen.

In Wernigerode wurden bisher keine konkreten Standortuntersuchungen für Großwärmespeicher unternommen. Es ist jedoch denkbar, die untersuchten Flächen für die Solarthermienutzung (vgl. Kapitel 4.8) ebenfalls als mögliche Standorte für Wärmespeicher in Erwägung zu ziehen.

4.11.4 Windkraft

Aktuell befindet sich der Sachliche Teilplan „Erneuerbare Energien – Windenergienutzung“ der Regionalen Planungsgemeinschaft Harz im Aufstellungsverfahren, an dessen Ende künftig Eignungsgebiete zur Nutzung von Windenergie in der Gemarkung Wernigerode ausgewiesen werden könnten. Dieses elektrische Potenzial stünde grundsätzlich für Wärmepumpen oder auch Power-to-Heat-Anlagen zur Verfügung.

4.12 Fazit der Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse nach § 16 WPG wurde zunächst die Wärmebedarfsentwicklung der Stadt Wernigerode bis zum Zieljahr 2045 prognostiziert. Dabei wurde auch das Potenzial der Wärmebedarfsreduktion bis zum Zieljahr ermittelt. Anschließend wurden die Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher untersucht. In diesem Rahmen wurde unter anderem ein Flächenscreening für das Planungsgebiet durchgeführt.

Für Wohngebäude ergibt sich eine Einsparung des Wärmebedarfs bis zum Zieljahr 2045 von etwa 36 GWh/a (20 %), für öffentliche Gebäude wurden etwa 7 GWh/a (22 %) und für Nichtwohngebäude von etwa 9 GWh/a (21 %) ermittelt. Für die Industrie wird aufgrund der hohen Prozesswärmebedarfe und der derzeitigen Unsicherheiten über deren weitere Entwicklung keine Einsparung angenommen.

Insgesamt bestehen in Wernigerode vielfältige Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme. Ein zentraler Baustein der zukünftigen Wärmeerzeugung sind Großwärmepumpen in Kombination mit Erdwärmesondenfeldern, insbesondere mit Blick auf spätere Ausbauszenarien für Wärmenetze. Damit bestehen für Wärmenetze erhebliche Potenziale zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeherzeugung.

Tabelle 32: Potenziale für erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme

Wärmequelle	Einschätzung / Potenzial in GWh/a
Oberflächennahe Geothermie	Theoretisches Potenzial: 182 GWh/a
Tiefe Geothermie	Vorhanden; voraussichtlich nur über moderne Verfahren (bspw. Closed-Loop-Verfahren) erschließbar
Grundwasser	Vorhanden; ggf. vertiefende Studien notwendig
Oberflächengewässer	Kein technisches Potenzial
Umgebungsluft	Theoretisch unbegrenzt, technisch durch nutzbare Flächen beschränkt
Abwasser	Technisches Potenzial: ca. 36 GWh/a
Solarthermie	Theoretisch: bis zu ca. 4.000 GWh/a, konkret untersucht: bis zu ca. 60 GWh/a
Photovoltaik	Theoretisch: bis zu ca. 1.600 GWh, konkret untersucht: bis zu 22 GWh/a
Biomasse	Potenziale vorhanden
Biogas	Technisches Potenzial: ca. 10,2 GWh/a
Unvermeidbare Abwärme	Industrie: ca. 27 GWh Pyrolyse-Anlage: ca. 40 GWh
Grüner Wasserstoff / synthetische Gase	Derzeit kein Potenzial

Insgesamt wurden in der Potenzialanalyse umfangreiche Quellen für die Versorgung mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme identifiziert. Diese zeigen in Bezug auf die ermittelte Wärmebedarfsentwicklung die Möglichkeit auf, den zukünftigen Wärmebedarf von Wernigerode vollständig mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme zu decken. Die vielversprechendsten Potenziale sind hierbei Abwärme, besonders aus der Pyrolyse-Anlage, Wärmepumpen mit Wärmeentnahme aus dem Ablauf des Klärwerks oder der Außenluft, die ungenutzte Abwärme der Biogasanlage Silstedt sowie unter Umständen die tiefe Geothermie.

5 Eignung für Wärmenetze

Das Planungsgebiet wurde gemäß § 18 Abs. 1 WPG in einem mehrstufigen Verfahren auf seine Eignung für Wärmenetze im Zieljahr geprüft. Zunächst wurden verschiedene Ausbauszenarien für Wärmenetze entwickelt. Als Indikatoren für eine wirtschaftliche Erschließbarkeit wurden die angestrebten Wärmelinienindichten herangezogen (vgl. Kapitel 5.1). Im

nächsten Schritt wurden voraussichtliche Investitions- und Betriebskosten für die verschiedenen Ausbauszenarien der Wärmenetze kalkuliert (vgl. Kapitel 5.2).

Zur Vereinfachung des Verfahrens wurde für alle Ausbauvarianten vorläufig mit einheitlichen Indikatoren und pauschalen Erzeugungskosten gearbeitet und erst nach der Priorisierung der Netzausbauszenarien das ortsangepasste Erzeugerportfolio detailliert entwickelt und die konkreten Erzeugungskosten berechnet (vgl. Kapitel 5.4).

In Kapitel 5.3 sind die Ergebnisse des Kostenvergleichs zwischen den Wärmegestehungskosten für die Netzausbauszenarien und den Kosten für dezentrale Alternativen der Wärmeerzeugung dargestellt. Auf dieser Basis erfolgte eine wirtschaftliche Priorisierung der Varianten.

Für die Erarbeitung des Zielszenarios (vgl. Kapitel 7) wurden zusätzlich zum Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen zentralen und dezentralen Versorgungsvarianten gemäß § 18 Abs. 1 WPG Satz 2 die folgenden Kriterien berücksichtigt:

- Geringe Wärmegestehungskosten
- Geringe Realisierungsrisiken
- Hohe Versorgungssicherheit
- Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

5.1 Entwicklung von Netzausbauszenarien

Die Entwicklung von Ausbauszenarien für Wärmenetze erfolgt zunächst primär auf Grundlage des Kriteriums möglichst geringer Wärmegestehungskosten. Diese sind maßgeblich von der Wärmebedarfsdichte in den potenziellen Ausbaubereichen abhängig. Je höher die Wärmebedarfsdichte, desto geringer die voraussichtlichen Wärmegestehungskosten. Für die konkrete Entwicklung von Netzausbauszenarien wurde die Wärmelinienendichte der Straßenzüge, differenziert nach Ortsteilen, als zentrales Kriterium herangezogen (vgl. Abbildung 24). Die Wärmebedarfe der Gebäude eines Straßenzugs im Zieljahr wurden zusammengefasst. Anschließend wurden die Wärmelinienendichten für die einzelnen Straßenzüge berechnet. Damit wird die Wärmemenge der Abnehmer pro Trassenmeter Leitungsnetz (Straßenlänge plus Hausanschlusslänge) bezeichnet. Dabei wurden je nach Gebäudetyp und Wärmebedarf unterschiedliche Anschlussraten angenommen:

- **Öffentliche Gebäude:** 100 % Anschlussquote. Bei Gebäuden im Eigentum der Stadt wird vermutet, dass dort ein besonderes Anschlussinteresse besteht, um den Wärmenetzausbau zu fördern.
- **Gebäude mit weniger als 100 MWh/a:** 60 % Anschlussquote
- **Gebäude ab 100 MWh/a:** 80 % Anschlussquote. Es ist anzunehmen, dass Eigentümer von Gebäuden mit geringem Wärmebedarf mehr Optionen für die Einzelversorgung durch Wärmepumpen haben und sich dies auf die Anschlussraten auswirken kann.

Zur Berechnung von Wärmelinienendichten auf Straßenzugebene wurden die jeweiligen Wärmebedarfe und Hausanschlussleitungslängen mit den Anschlussraten multipliziert.

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

Für das Stadtgebiet Wernigerode und die dort bereits vorhandenen Wärmenetze wurde in den Netzausbauvarianten ein zusammenhängendes Wärmenetz angenommen. Diese Annahme basiert auf dem bereits erstellten BEW-Transformationsplan der Stadtwerke Wernigerode GmbH. Dieser sieht einen Zusammenschluss der bestehenden Wärmenetze bis zum Jahr 2030 vor.

Neben dem Zusammenschluss der Netze wurden zudem alle konkret geplanten Trassen der Stadtwerke bis 2026 als Grundlage berücksichtigt. So entstand das in Abbildung 46 dargestellte Wärmenetz als Ausgangspunkt für die verschiedenen Netzausbauvarianten. Die in der Abbildung orange dargestellten geplanten Trassen haben eine Länge von insgesamt rund 4 km. Die Länge der Verbindungsleitungen beträgt 1,65 km. Zusammen mit den 30,9 km Bestandsleitungen (vgl. Kapitel 3.7.4) ergibt sich somit eine Gesamtleitungslänge von 36,55 km.

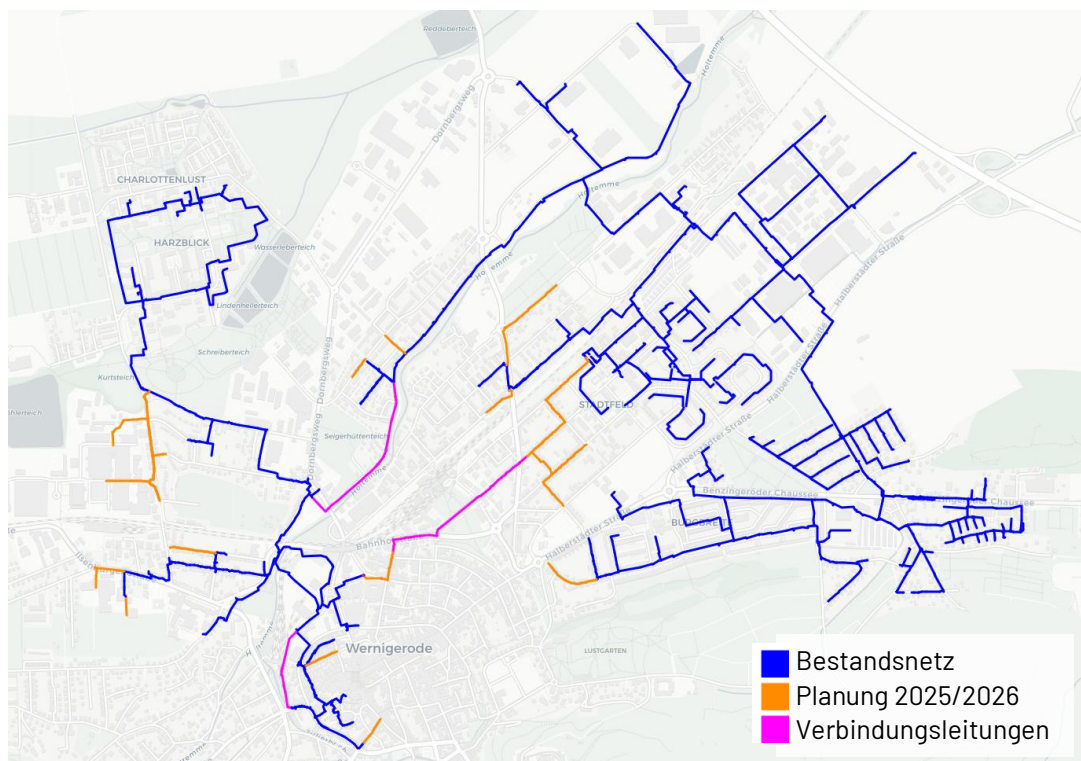


Abbildung 46: Darstellung des Bestandsnetzes und fest eingeplanter Trassen bis 2026

Darüber hinaus wurden Gebiete ausgeschlossen, die im Rahmen der Netzausbauszenarien nicht betrachtet werden sollen. Dazu zählt zum einen der Industrie- und Gewerbepark Nord-West, da es dort zwar potenzielle Anschlussnehmer mit hohen Wärmebedarfen gibt. Dort müssten jedoch individuell mit den einzelnen Gewerbetreibenden Potenziale und Anschlussoptionen geprüft werden (vgl. Kapitel 4.10.1). Zum anderen wurde der Ortsteil

Hasserode hier aus der Betrachtung herausgenommen, da dieser separat untersucht wurde. Hintergrund ist, dass in Hasserode zwar ein hoher Wärmeverbrauch existiert, die Erschließung aufgrund der räumlichen Lage und der topografischen Gegebenheiten des Ortsteils jedoch relativ schwierig erscheint.

Für das Stadtgebiet Wernigerode wurden insgesamt fünf Varianten für den Wärmenetzausbau mit Grenzwärmelinien-dichten von 1 000 kWh/(m·a) bis 2 500 kWh/(m·a) entwickelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt. Zusätzliche Anschlüsse an bestehende Wärmenetze in einer Entfernung von maximal 40 m wurden dabei als Verdichtung kategorisiert (vgl. Abbildung 17).

Tabelle 33: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in der Stadt Wernigerode

Ausbauvariante (Grenzwärmelinien-dichte) in kWh/(m·a)	Trassenlänge in km	Hausan- schlusslänge in km	Wärmebe- darf 2045 in GWh/a	Durchschnittl. Wärmelinien- dichte ¹⁸ in kWh/(m·a)
1.000	16,9	7,5	35,7	2.110
1.250	11,6	5,3	29,9	2.580
1.500	7,7	3,7	24,7	3.200
2.000	4,0	2,6	18,0	4.490
2.500	2,5	2,1	14,3	5.700

Tabelle 34: Kennzahlen für Verdichtung

Indikator	Wert
Trassenlänge (v. a. Hausanschlüsse (80 %))	5,0 km
Wärmebedarf 2045	9,6 GWh/a
Durchschnittliche Wärmelinien-dichte	8.850 kWh/(m·a)

Analog dazu wurden für die Ortsteile Hasserode, Benzingerode, Minsleben, Reddeber, Schierke und Silstedt mögliche Szenarien anhand von verschiedenen Grenzwärmelinien-dichten zukünftiger Wärmenetze untersucht. Der Ortsteil Hasserode wird im Folgenden detailliert dargestellt, während die weiteren Stadtteile anschließend zusammengefasst aufgeführt werden.

¹⁸ Die durchschnittliche Wärmelinien-dichte wird hier pro Meter Trassenlänge dargestellt, in Anlehnung an den Leitfaden Wärmeplanung (Ortner, Paar, et al., Leitfaden Wärmeplanung, Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche 2024)

Tabelle 35: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in Hasserode

Variante (Grenz- wertwärmelinien- dichte) in kWh/(m·a)	Trassenlänge in km	Hausanschluss- länge in km	Wärmebedarf 2045 in GWh/a	Durchschnittl. Wärmelinien- dichte in kWh/(m·a)
1.000	9,9	5,5	15,4	1.560
1.250	5,6	3,1	10,7	1.905
1.500	2,3	1,2	6,1	2.680
2.000	1,6	0,6	5,0	3.030

In Hasserode zeigt sich ein hohes Potenzial von etwa 15 GWh pro Jahr, das mit einer Trassenlänge von rund 10 km erschlossen werden könnte. Die resultierenden Wärmelinienindichten lassen auf eine mittlere bis hohe Eignung für ein Wärmenetz schließen. Die Ergebnisse der wirtschaftlichen Betrachtung werden im folgenden Kapitel dargestellt.

Für die übrigen Ortsteile sind in Tabelle 36 die Kennzahlen bei einer Grenzwärmelinienindichte von 500 kWh/(m·a) dargestellt. Es zeigt sich, dass lediglich in Schierke ein Wärmebedarf von mehr als 2 GWh pro Jahr erreicht werden könnte, bei einer resultierenden Wärmelinienindichte von gut 1 000 kWh/(m·a).

Aufgrund der topografischen Lage und des Untergrunds ist davon auszugehen, dass im Ortsteil Schierke vergleichsweise hohe Leitungskosten entstehen würden, sodass insgesamt nur eine geringe Eignung für Wärmenetze zu erwarten ist. Bei den übrigen Ortsteilteilen ergibt sich bereits aufgrund der geringen durchschnittlichen Wärmelinienindichten insgesamt nur eine geringe Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen.

Tabelle 36: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in den Ortsteilen

Ortsteil	Grenzwertwärme- liniendichte in kWh/(m·a)	Leitungslänge (Trasse und Hausan- schlüsse) in km	Wärmebedarf 2045 in GWh/a	Durchschnittliche Wärmelinienindichte in kWh/(m·a)
Benzingerode	500	3,2	1,5	790
Minsleben	500	2,2	1,1	790
Reddeber	500	4,1	1,7	610
Schierke	500	6,1	4,4	1.060
Silstedt	500	3,5	1,9	770

5.2 Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten

Nach § 18 Abs. 1 WPG umfassen die Wärmegestehungskosten die Vollkosten der Wärmeversorgung. Sie setzen sich aus den Investitionskosten für das Leitungsnetz (Transportleitungen,

Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen) sowie den Kosten für die Wärmeerzeugung zusammen. Zur Vereinfachung wurden in der ersten Phase für alle Ausbau-szenarien der Wärmenetze die gleichen pauschalen Erzeugungskosten von 90 €/MWh angenommen. Die Wärmeverluste der Netze wurden in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte (WLD) über eine Näherungsfunktion abgeschätzt. Grundlage hierfür ist eine angenom-mene spezifische Verlustleistung von 20 W/m. Die Formel ist im Folgenden dargestellt:

$$\text{Netzverluste} = 0,2057 \cdot \text{WLD}^{-0,85}$$

Zur Berechnung der Investitionskosten der Trassenleitungen wurde eine lineare Näherungsgleichung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte verwendet, da der genaue Standort der Wärmeerzeuger für das Wärmenetz zu diesem Zeitpunkt noch nicht festgelegt ist. Somit können weder eine Netzsimulation durchgeführt noch konkrete Rohrquerschnitte berechnet werden.

$$\text{spez. Kosten Trassenleitungen} = (0,1817 \cdot q + 1215,1) \cdot 0,9$$

Auf Basis angenommener Volllaststunden von 1 600 h/a wurde überschlägig für jedes Gebäude eine benötigte Heizleistung berechnet. Anhand dieser Leistung kann über den in Tabelle 37 dargestellten Zusammenhang ein Normdurchmesser (DN) für die Hausanschlussleitung bestimmt werden. Mithilfe des ermittelten Normdurchmessers werden anschließend über eine Kostenfunktion die spezifischen Kosten der Hausanschlussleitungen bestimmt.

Tabelle 37: Zusammenhang zwischen Hausanschlussleistung und Normdurchmesser (DN) für Hausan-schlussleitungen, sowie Kostenannahmen der Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite

Hausan-schlussleistung in kW	Nennweite DN		Nennweite DN	Spezifische. Kosten in €/m
10	20		20	773
20	20		32	933
50	32		40	1.070
100	40		50	1.182
200	50		65	1.297
500	65		80	1.387
1.000	100		100	1.479
2.000	125		125	1.706
5.000	150		150	1.865
10.000	200		200	2.070
20.000	300		250	2.275
50.000	400		300	2.502

Für die Hausanschlussstationen (HAST) wurde eine Kostenfunktion nach Durchmesser in Abhängigkeit von der Hausanschlussleistung angenommen:

$$\text{spez. Kosten HAST} = 0,026 \cdot dQ^{-0,46} \cdot 1,625$$

Für die Berechnung der Investitionskosten wurde abschließend angenommen, dass die Trassen- und Hausanschlussleitungen sowie die Hausübergabestationen mit jeweils 40 % der Investitionskosten gefördert werden.

Weitere Annahmen sind in folgender Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten

Annahme	Wert
Kalkulatorischer Zinssatz	6 %
Betrachtungszeitraum	20 Jahre (2026–2045)
BEW-Förderung (Hausanschlussleitungen und -stationen)	40 % bezogen auf Invest vor Förderung
Betriebskosten Netz (Hausanschlussleitung und Trassen)	1 %/a bezogen auf Invest vor Förderung
Betriebskosten Hausanschlussstationen	0,3 %/a bezogen auf Invest vor Förderung

Unter Berücksichtigung der Wärmebedarfe aus Tabelle 33 und der vorläufigen Annahme von 90 €/MWh Wärmeerzeugungskosten ergeben sich für die Kernstadt Wernigerode die in der folgenden Abbildung dargestellten Wärmegestehungskosten (LCoH).

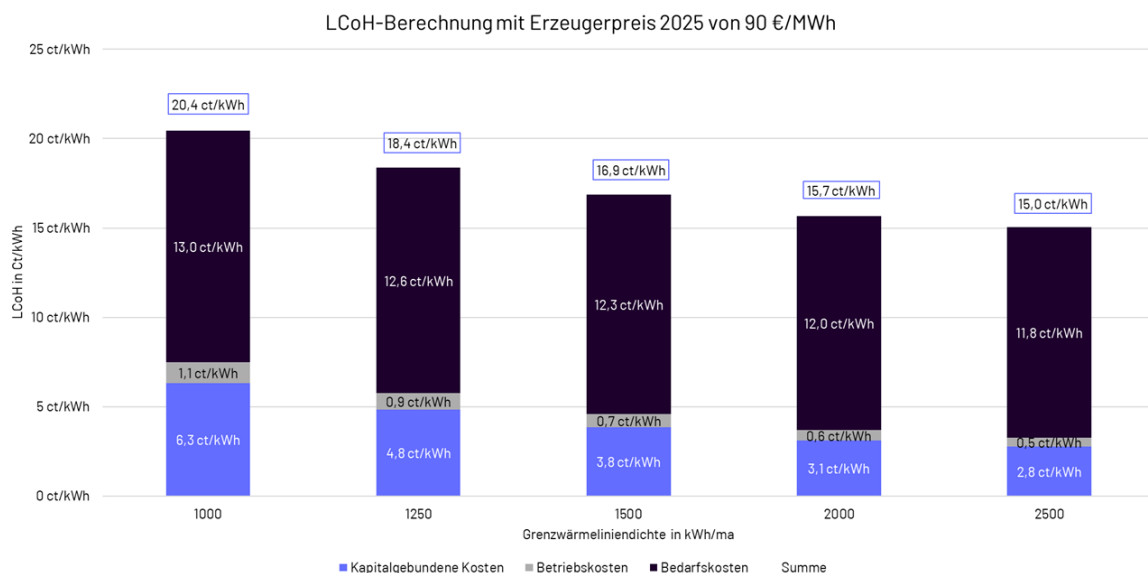


Abbildung 47: Wärmegestehungskosten für Netzausbauvarianten in der Kernstadt Wernigerode bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten

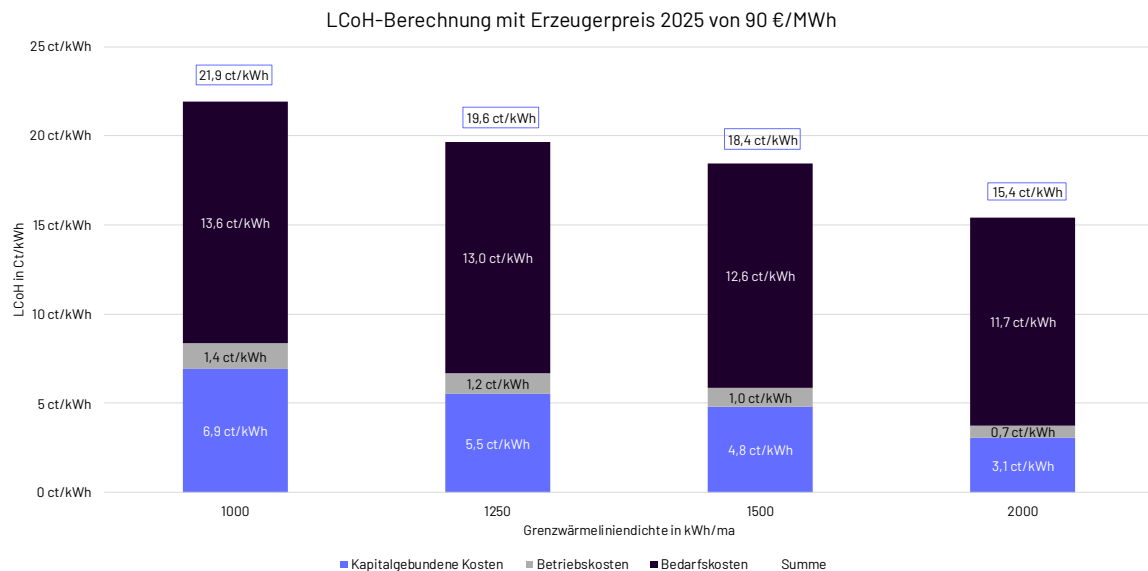


Abbildung 48: Wärmegestehungskosten für Netzausbauszenarien in Hasselrode bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten

Je geringer die Wärmeliniendichte, desto größer ist der erforderliche Netzausbau und entsprechend höher sind die damit verbundenen Investitionskosten. Da gleichzeitig der Wärmeabsatz entsprechend abnimmt, steigen die Wärmegestehungskosten. Eine detaillierte Bewertung der berechneten Wärmegestehungskosten erfolgt in den folgenden Kapiteln.

5.3 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung

Bevor im weiteren Verlauf die Berechnung der Wärmegestehungskosten der dezentralen Wärmeerzeugung dargelegt wird, soll hier auf einige Aspekte und Rahmenbedingungen hingewiesen werden. Für potenzielle Kunden ist ein Wärmenetz vor allem dann attraktiv, wenn dessen Wärmepreise nicht höher sind als die Wärmeversorgungskosten einer dezentralen Wärmeerzeugungslösung des Kunden. Wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten der Wärmenetze sind daher entscheidend, um ausreichende Absatzmengen und damit die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen sicherzustellen.

Der Anreiz zum Anschluss an ein Wärmenetz liegt für Kunden nicht allein in konkurrenzfähigen Wärmepreisen, sondern auch in weiteren Vorteilen gegenüber dezentralen Lösungen. (LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.) 2025). Zu nennen sind: keine Schallemissionen, geringer Platzbedarf, Entlastung bei den Anschaffungskosten, geringerer Aufwand für Wartung und Instandhaltung sowie höhere Versorgungssicherheit der Wärmenetze.

Dennoch wird es zukünftig Quartiere und Gebiete geben, die nicht durch ein Wärmenetz erschlossen werden und daher eine dezentrale Wärmeversorgung der Gebäude oder des Gebäudeblocks erforderlich ist.

Für die dezentrale Wärmeversorgung stehen gemäß § 71 GEG ab 1.7.2028 nur noch bestimmte Optionen zur Verfügung. Nach dem Gesetz dürfen Heizungsanlagen „zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 % der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder

unvermeidbarer Abwärme..." erzeugen. Gleiches gilt für Heizungsanlagen, die in ein sogenanntes Gebäudenetz einspeisen. Die maßgeblichen dezentralen Technologien sind zukünftig:

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

Diese Heizungssysteme werden bereits heute häufig in Kombination mit PV-Anlagen oder Solarthermieanlagen betrieben. Das wichtigste Förderprogramm für den Einbau solcher Heizungsanlagen ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Die aktuellen Förderbedingungen und Förderanteile sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 39: Annahmen zur Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand: 1.1.2025

Aktuelle 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 Sole-Wasser-Wärmepumpen, Wasser-Wasser-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)
Maximale förderfähige Kosten	30.000 € für die 1. Wohneinheit
	15.000 für die 2. bis 6. Wohneinheit
	8.000 € ab der 7. Wohneinheit

Die dezentralen Versorgungsoptionen Luft-Wasser-Wärmepumpe und Sole-Wasser-Wärmepumpe werden in Kapitel 6 dargestellt.

Der Einsatz von Wasserstoff zur Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung in Haushalten wird derzeit als ökonomisch nicht sinnvoll eingeschätzt, da Wasserstoff aktuell nur in begrenzten Mengen verfügbar ist und gleichzeitig bedeutende konkurrierende Anwendungsfelder bestehen (z. B. Hochtemperaturprozesse in der Industrie, der Stahlproduktion oder im

Fernverkehr). Zudem ist aktuell nicht zu erkennen, dass in absehbarer Zeit hinreichende Mengen Wasserstoff für eine Versorgung im Raumwärmebereich von Einzelgebäuden zur Verfügung stehen werden. Ebenso ist eine flächendeckende Umstellung der Gasverteilnetze auf vollständige Versorgung mit Wasserstoff derzeit nicht zu erwarten (vgl. Kapitel 2.2).

Zur Berechnung der Kosten für dezentrale Wärmeerzeuger wurden der Technikkatalog Wärmeplanung (Ortner, Paar, et al., Technikkatalog Wärmeplanung 2024) sowie die Ariadne-Analyse (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, und Kost, 2024) als Grundlage herangezogen.

Die Wärmegestehungskosten wurden anhand der LCoH-Methode ermittelt. Für die Berechnung wurde folgende Formel verwendet:

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

Dabei gilt:

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

Für die Referenzszenarien wurden folgende Annahmen getroffen:

- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- Diskontierungssatz: 4 %/a für EFH; 7 %/a für MFH
- Inflationsrate: 2 %/a (für Preissteigerung)
- Heizwärmebedarf: 20 MWh (Einfamilienhaus); 160 MWh (Mehrfamilienhaus)
- Leistung der Wärmeerzeuger:
 - 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 dem Technikkatalog Wärmeplanung (Stand: 10/2025) entnommen. Lediglich bei den Investitionskosten des Pelletkessels wurde auf den alten Stand (08/2024) zurückgegriffen.

In die Berechnungen wurde die BEG-Förderung einbezogen. Der Klimageschwindigkeitsbonus und der Einkommensbonus blieben in den Referenzszenarien unberücksichtigt. Für Wärmepumpen wurde eine Förderung von insgesamt 35 % angesetzt. 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. Zu Lebensdauer und Betriebskosten wurden folgende Annahmen getroffen:

- Wärmepumpen: 18 Jahre Lebensdauer und 2,5 %/a Betriebskosten
- Gas-Brennwertgeräte: 20 Jahre Lebensdauer und 3,0 %/a Betriebskosten
- Heizölkessel: 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
- Heizölkessel: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pelletkessel: 90 %

Die Energiepreise und deren Entwicklung, sowie die CO₂-Preise wurden anhand der Ariadne-Analyse bestimmt. Dabei wurde zwischen den dort aufgeführten Stützjahren linear interpoliert. Für die Berechnung der Wärmepumpen wurde der reguläre Haushaltsstromtarif verwendet, ein möglicher Wärmepumpentarif blieb unberücksichtigt. Die CO₂-Preise wurden entsprechend der Preisentwicklung der Kategorie „Standard“ für Erdgas bzw. Heizöl berücksichtigt. Diese sieht eine Erhöhung auf 116 €/2024/t im Jahr 2030 und auf 175 €/2024/t im Jahr 2040 vor. Die Werte für die Zeiträume dazwischen wurde linear interpoliert und mit brennwertbezogenen Emissionsfaktoren gemäß BEHG von 181 g_{CO2}/kWh_{th} für Erdgas und 249 g_{CO2}/kWh_{th} für Heizöl bestimmt. Eine Übersicht findet sich in folgender Abbildung.

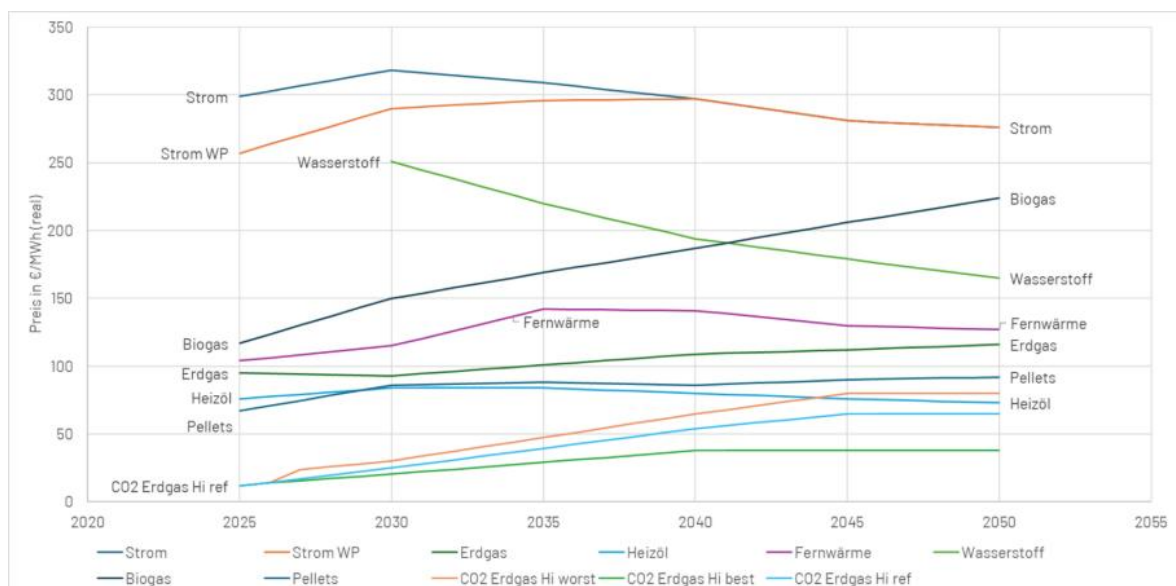


Abbildung 49: Kostenvergleich der Energieträger nach Ariadne-Analyse

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. Weiterhin sei an dieser Stelle auf den Zusammenhang zwischen Energieträgerpreisen und der Effizienz der Wärmeerzeuger hingewiesen. Werden rein die Betriebskosten betrachtet, so ergeben sich bei einer Wärmepumpe, die Strom für $30 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}}$ bei einer Jahresarbeitszahl von 3,0 nutzt, wärmebedarfsgebundene Kosten von $10 \text{ Ct/kWh}_{\text{th}}$.

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

Im Einfamilienhaus weist die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit etwa 217 €/MWh die günstigsten Wärmegestehungskosten (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 Wärmegestehungskosten (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.

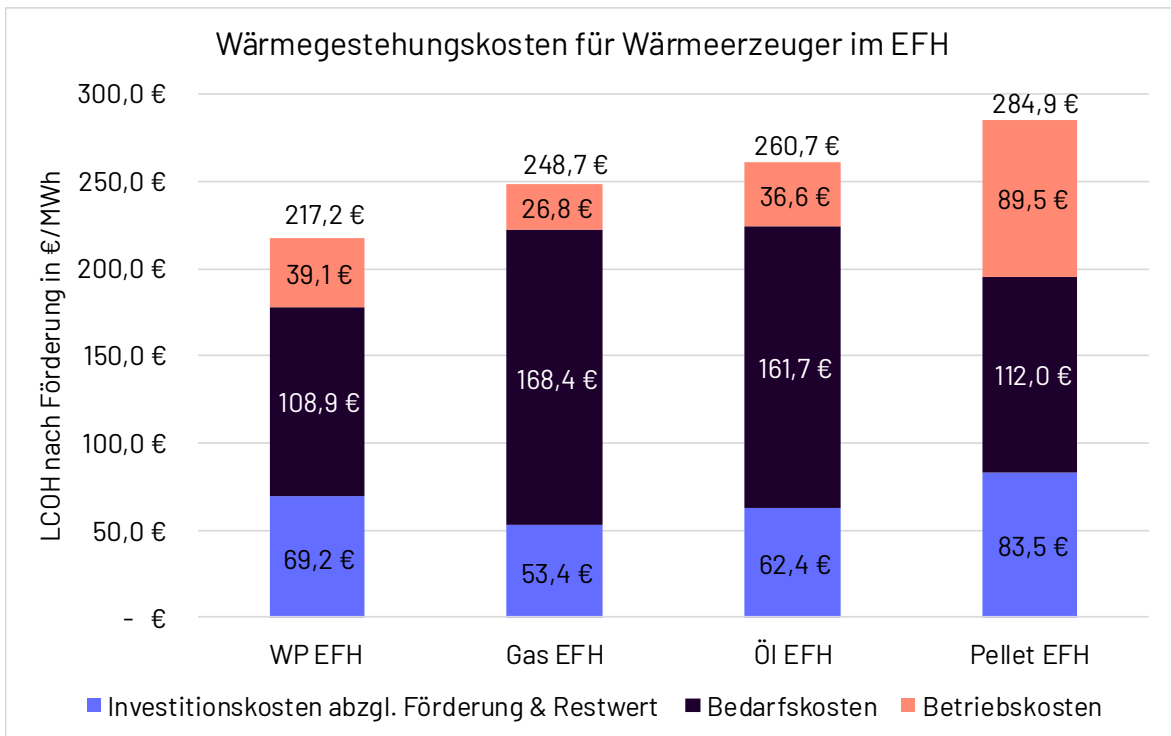


Abbildung 50: Vergleich der berechneten $LCOH_{\text{netto}}$ der Referenzszenarien im Einfamilienhaus

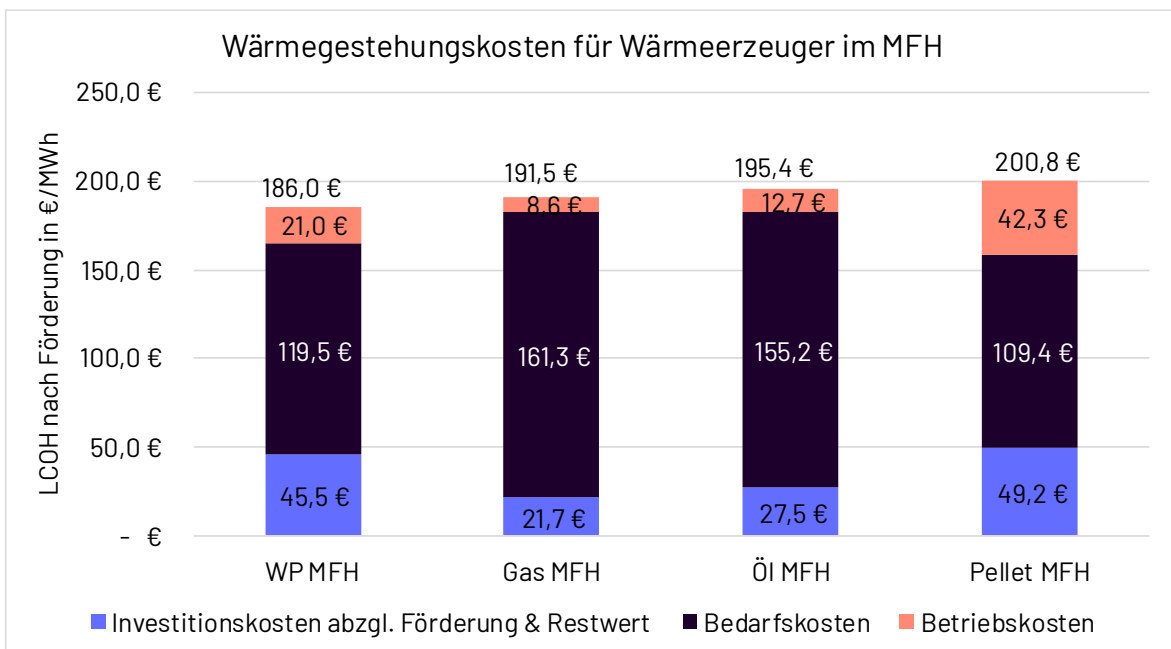


Abbildung 51: Vergleich der berechneten $LCOH_{\text{netto}}$ der Referenzszenarien im Mehrfamilienhaus

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 tiefergehende 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.

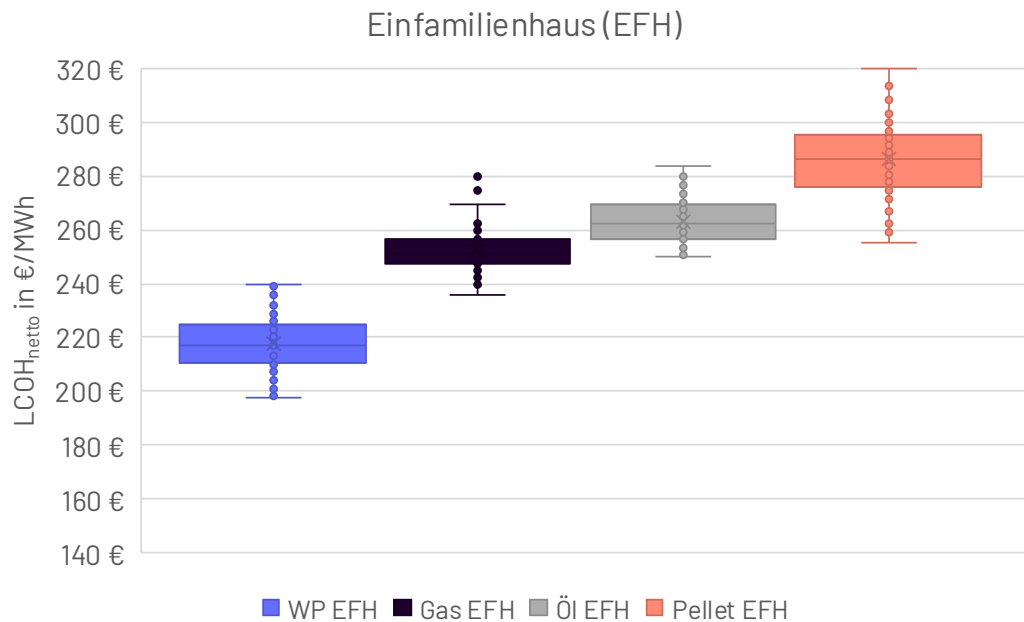


Abbildung 52: Sensitivitätsanalyse der untersuchten Varianten für dezentrale Lösungen im Einfamilienhaus

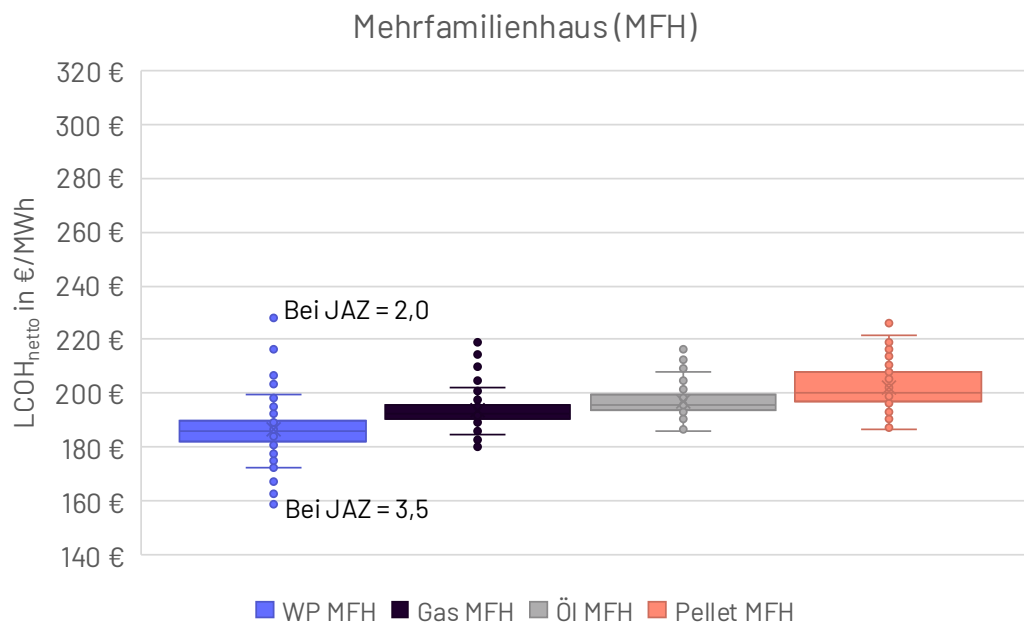


Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der untersuchten Varianten für dezentrale Lösungen im Mehrfamilienhaus

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 Wärmege-
stehungskosten des priorisierten Wärmenetzes sollten folglich unter diesem Wert oder zu-
mindest nicht wesentlich darüber liegen.

Da die Wärmege-
stehungskosten 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-Transformations-
planung erfolgen.

5.4 Wärmeerzeugungsvarianten

Die im Folgenden dargestellten Wärmeerzeugungsvarianten umfassen die bestehenden Netze
sowie die in Kapitel 5.1 dargestellten Ausbauszenarien im Stadtgebiet Wernigerode.
Hasserode und die weiteren Ortsteile wurden hier nicht näher berücksichtigt, da dort
entweder keine Wärmenetzeignung vorliegt oder für einen Ausbau von Wärmenetzen
besondere Bedingungen zu beachten sind (vgl. Kapitel 5.1 und Kapitel 5.5).

Aufgrund des Kostenvergleichs zwischen den ermittelten Wärmege-
stehungskosten für
verschiedene Wärmenetzvarianten (in Kapitel 5.2) und den in Kapitel 5.3 berechneten Werten
für dezentrale Erzeugungsoptionen wurde das Wärmenetzausbauszenario mit einer
Grenzwärmeliniendichte von 1250 kWh/(m·a) zunächst als zu priorisierende Variante
ausgewählt. Damit ist eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit des Wärmenetzes zu
dezentralen Wärmeversorgungsoptionen sehr aussichtsreich. Das favorisierte Wärmenetz
weist folgende Indikatoren auf:

Tabelle 40: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung
der Ausbauvarianten

Indikatoren	Ausbauvariante 1.250 kWh/(m·a)
Netzausbau und -verdichtung (Trassenlänge)	12,4 km
Netzausbau und -verdichtung (Hausanschlussleitung)	9,2 km
Gesamttrassenlänge Netz	49 km
Wärmebedarf des Netzes 2045	85 GWh/a
Anteil am Gesamtwärmebedarf 2045	22 %
Investition Ausbau	35,1 Mio. €
Investition Ausbau nach Förderung	21,1 Mio. €

Für diese Variante wurden im nächsten Schritt mehrere Erzeugerkonzepte entwickelt und im
Detail berechnet. Anschließend wurden diese Erzeugervarianten auf Basis der Bewertungs-
kriterien aus § 18 Abs. 1 WPG miteinander verglichen. Als Ergebnis lag ein priorisiertes
Erzeugerkonzept für das Ziel-Wärmenetz vor.

Das Vorgehen zur Entwicklung eines Erzeugerportfolios für das priorisierte Wärmenetz wird in den folgenden Kapiteln detailliert erläutert.

5.4.1 Erzeugerauslegung

Bei der Auslegung der Wärmeerzeuger wurde überwiegend auf die im Jahr 2024 erstellte Transformationsplanung der Stadtwerke Wernigerode GmbH zurückgegriffen. Seitdem haben sich durch die im Rahmen dieser Wärmeplanung durchgeführte Potenzialanalyse zusätzliche Optionen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung des Wärmenetzes (vgl. Kapitel 4) ergeben. Allerdings sind die Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Nutzbarkeit dieser ermittelten Potenziale derzeit noch zu hoch. Somit werden diese im zugrunde gelegten Erzeugerportfolio vorerst nicht berücksichtigt. Stattdessen werden weiterhin die bereits in der BEW-Transformationsplanung identifizierten Potenziale Solarthermie, Biogas und Großwärmepumpen mit der Wärmequelle Luft zugrunde gelegt.

Es wird jedoch empfohlen, insbesondere die zusätzlichen Potenziale aus industrieller Abwärme, der geplanten Pyrolyseanlage sowie die Kläranlage Silstedt intensiv zu prüfen und nach Möglichkeiten zu suchen, diese in das Erzeugerportfolio einzubinden (vgl. Kapitel 9.2, 9.3 und 9.4).

Die bisherige Wärmeerzeugung erfolgt hauptsächlich über bestehende erdgasbetriebene BHKWs, die spätestens bis zum Jahr 2032 außer Betrieb genommen werden sollen. Bis 2030 muss der Anteil erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme an der Wärmeerzeugung mindestens 30 %, bis 2040 mindestens 80 % und ab 2045 100 % (vgl. § 29 WPG) betragen. Das auf dieser Grundlage erarbeitete Erzeugerkonzept basiert im Wesentlichen auf fünf Säulen:

1. Solarthermie-Freiflächenanlagen
2. Großwärmepumpen (Luft-Wasser)
 - a. Strombezug aus dem Netz
 - b. Strombezug aus EE-Erzeugungsanlagen (Photovoltaik oder Windenergie)
3. Biogasnutzung in BHKWs
4. Spitzenlastdeckung bis 2045 über Erdgaskessel und ab 2045 über EE-Gase (z. B. Wasserstoff, Biomethan oder synthetische Gase)
5. Wärmespeicher (erhöht die Flexibilität des Gesamtsystems)

Die Annahmen zu einzelnen Erzeugern, einschließlich der installierten Leistungen sowie der vorgesehenen Einsatzreihenfolge, sind in folgender Tabelle dargestellt. Darüber hinaus sind dort auch die Jahre der Inbetriebnahme (IBN) bzw. Außerbetriebnahme (ABN) angegeben.

Tabelle 41: Priorisierung der Wärmeerzeuger für das Zielbild 2045

Erzeuger	Priorität	Nennleistung in MW _{th}	IBN	ABN
Solarthermie	1	≈ 8	2030/2040	–
BHKW Biogas	2	1,3	2030	–
Großwärmepumpen	3	≈ 15	2030–2045	–
BHKW Kupferhammer	4	7,2	–	2032
Kessel Kupferhammer	6	27	–	2033
BHKW Waldhof	4	2,4	–	2031
Kessel Waldhof	5	6	–	2061
BHKW Harzblick	4	2,1	–	2027/2028
Kessel Harzblick	6	8	–	2032

Das Erzeugerkonzept wurde zunächst für das Zieljahr 2045 entwickelt. Anschließend wurden die benötigten Erzeugerkapazitäten bis 2045 so verteilt, dass in allen definierten Stützjahren die Vorgaben des WPG eingehalten werden. Die Bestandsanlagen (insbesondere die BHKWs) wurden im Zieljahr 2045 nicht mehr berücksichtigt (vgl. Spalte „ABN“ in (Tabelle 41). Lediglich der Kessel in der Waldhofstraße wird weiterhin benötigt. Dabei wurde angenommen, dass dieser bis zum Jahr 2045 umgerüstet wird und anschließend mit erneuerbaren Gasen (Wasserstoff, Biomethan oder synthetische Gase) betrieben werden können, sodass von einer vollständig dekarbonisierten Wärmeerzeugung im Zieljahr auszugehen ist.

5.4.2 Simulation der Lastgänge

Auf Grundlage der aufgelisteten Potenzialen wurden mehrere Erzeugervarianten entwickelt und anschließend technisch und sowie wirtschaftlich miteinander verglichen, um abschließend eine priorisierte Variante festzulegen. In allen untersuchten Varianten wurde das Biogaspotenzial als Grundlast berücksichtigt. Dabei wurde angenommen, dass die Biogasproduktion über das Jahr hinweg leicht angepasst werden kann, sodass im Sommer etwas weniger Wärme und im Winter entsprechend mehr Wärme ($\pm 30\%$) bereitgestellt wird, wobei die jährliche Gesamtwärmemenge konstant bei 9,2 GWh bleibt (vgl. Kapitel 4.9).

Die Solarthermie wurde auf Grundlage potenziell verfügbarer Flächen dimensioniert und beträgt in den meisten Varianten etwa 40 000 m² Kollektoraperturfläche, die auf rund 8 ha installiert werden können. Damit können jährlich rund 20,6 GWh erreicht werden. Die erforderliche Leistung der Großwärmepumpen wurde anschließend so gewählt, dass der durch Gaskessel erzeugte jährliche Spitzenlastanteil stets unter 10 % der gesamten Wärmeerzeugung bleibt. In den meisten Varianten ergibt sich daraus eine Nenn-Wärmeleistung der Großwärmepumpen von rund 15 MW, mit der in der Regel knapp 70 GWh Wärme pro Jahr bereitgestellt werden können. Diese Werte sind unter anderem abhängig von der vorhandenen Wärmespeicherkapazität, die in den Simulationen entsprechend variiert wurde. Dabei wurde minimal ein Tagesspeicher mit einem Volumen von 5 000 m³ und maximal ein saisonaler Speicher mit 500 000 m³ Volumen angenommen.

Insgesamt wurden neun Erzeugervarianten für das Jahr 2045 simuliert. Dabei wurden verschiedene Parameter und Randbedingungen verändert, wie zum Beispiel die Wärmeerzeugungsmenge, die Größe der einzelnen Wärmeerzeuger sowie die Größe des Wärmespeichers. Um nicht sämtliche untersuchten Varianten darzustellen, wurden repräsentativ vier Varianten ausgewählt, die im Folgenden miteinander verglichen werden. Als Referenz dient dabei eine Variante ohne Netzausbau (Variante 0). In dieser Referenzvariante entwickelt sich die benötigte Wärmeerzeugung nicht von rund 68 GWh auf etwa 102 GWh pro Jahr, sondern nimmt im Zeitverlauf ab und beträgt im Jahr 2045 rund 57 GWh. Die Unterschiede der weiteren Varianten sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 42: Variantenübersicht mit Kenngrößen der Wärmeerzeuger bzw. weiterer Komponenten im Zielzustand

Variante	Variante 0 Ohne Netzausbau	Variante 1 Luftwärme- pumpe + Solarthermie	Variante 2 Luftwärme- pumpe + Photovoltaik	Variante 3 Saisonalspei- cher (ST + PV)
Wärmeerzeugung	55,8 GWh	104,4 GWh	104,4 GWh	107,6 GWh
Biogas	≈9,2 GWh	≈9,2 GWh	≈9,2 GWh	≈9,2 GWh
Solarthermie	17.280 m ²	40.000 m ²	-	40.000 m ²
Wärmepumpe	9 MW	15 MW	15 MW	15 MW
Wärmespeicher	5.000 m ³	20.000 m ³	20.000 m ³	200.000 m ³
Photovoltaik	-	-	15 MW _p	15 MW _p

Die in den Varianten erzeugten Wärmemengen sind auf die einzelnen Wärmeerzeuger aufgeteilt, die in Tabelle 43 dargestellt werden. In allen Varianten fungieren die Luft-Großwärmepumpen als Hauptwärmeerzeuger. Deren Anteil variiert zwischen 64 % (Variante 1) und 82 % (Variante 2). Der Anteil der Spitzenlastdeckung durch erneuerbare Gase (EE-Gas) schwankt zwischen 1 % (Variante 0 und 3) und 9 % (Variante 2).

Der Biogasanteil beträgt in allen Varianten mit Netzausbau rund 9 %, während er in der Variante ohne Netzausbau rund 17 % beträgt. Da die Trassenlänge der Verteilleitungen (ohne Hausanschlussleitungen) sowohl mit als auch ohne Netzausbau zwischen 25 km und 50 km liegen wird, darf der maximale Biomasseanteil gemäß Vorgabe bis zu 25 % betragen (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2025). Dies wird in allen Szenarien eingehalten, auch wenn für die Spitzenlastdeckung Biomethan als erneuerbares Gas eingesetzt würde.

Tabelle 43: Wärmebereitstellung nach einzelnen Wärmeerzeugern im Jahr 2045

Komponente	Variante 0 Ohne Netzausbau in GWh/a	Variante 1 Luftwärme- pumpe + Solarthermie in GWh/a	Variante 2 Luftwärme- pumpe + Photovoltaik in GWh/a	Variante 3 Saisonal- speicher (ST + PV) in GWh/a
Biogas	9,2	9,2	9,2	9,2
Solarthermie	8,9	20,6	-	20,6
Großwärmepumpen	36,8	67,3	86,1	76,2
EE-Gase	0,8	7,3	9,1	1,6
Speicherverluste	-0,3	-0,7	-0,7	-3,8
Summe	55,4	103,7	103,7	103,7

Aus Tabelle 43 geht nicht hervor, welcher Anteil des gesamten Strombedarfs der Wärmepumpen durch eigene erneuerbare Erzeugungsanlagen (EE-Anlagen) und welcher durch Netzstrom gedeckt wird. Es ist jedoch davon auszugehen, dass künftig der direkte Bezug von Strom aus EE-Anlagen günstiger zu beziehen ist als Netzstrom. Dies wurde in den Simulationen entsprechend berücksichtigt. Die Betriebszeiten der Wärmepumpe wurden dabei so optimiert, dass sie möglichst dann läuft, wenn erstens Strom aus der Photovoltaikanlage zur Verfügung steht und zweitens höhere Außentemperaturen vorliegen, da dann die Effizienz der Wärmepumpe steigt.

Tabelle 44: Kennzahlen der Luft-Großwärmepumpen aus der Erzeugersimulation für das Jahr 2045

Parameter	Variante 0 Ohne Netzausbau	Variante 1 Luftwärme- pumpe + Solarthermie	Variante 2 Luftwärme- pumpe + Photovoltaik	Variante 3 Saisonal- speicher (ST + PV)
Vollbenutzungsstunden Wärmepumpe	3.912	4.290	5.392	4.765
SCOP Wärmepumpe	2,02	2,03	2,11	2,12
Eigenstromquote Wärmepumpe in %	0	0	25,8	26,0

In Abbildung 54 und in Abbildung 55 sind exemplarisch für zwei Varianten die Lastgänge im Jahresverlauf sowie die mittlere Tagesleistung der einzelnen Wärmeerzeuger dargestellt. Wenn die Summe der Erzeugerleistungen über der erforderlichen Wärmeerzeugung liegt, wird der Wärmespeicher beladen. Liegt sie darunter, wird Wärme aus dem Wärmespeicher entnommen.

Die Simulation wurde auf Stundenbasis durchgeführt. Für eine bessere Übersicht der Diagramme wurde hier jedoch die mittlere Tagesleistung dargestellt. So liegt beispielsweise die maximale Spitze des Lastgangs im Tagesmittel bei knapp 30 MW, während die maximale Leistung bei stündlicher Betrachtung bei etwa 35 MW liegt.

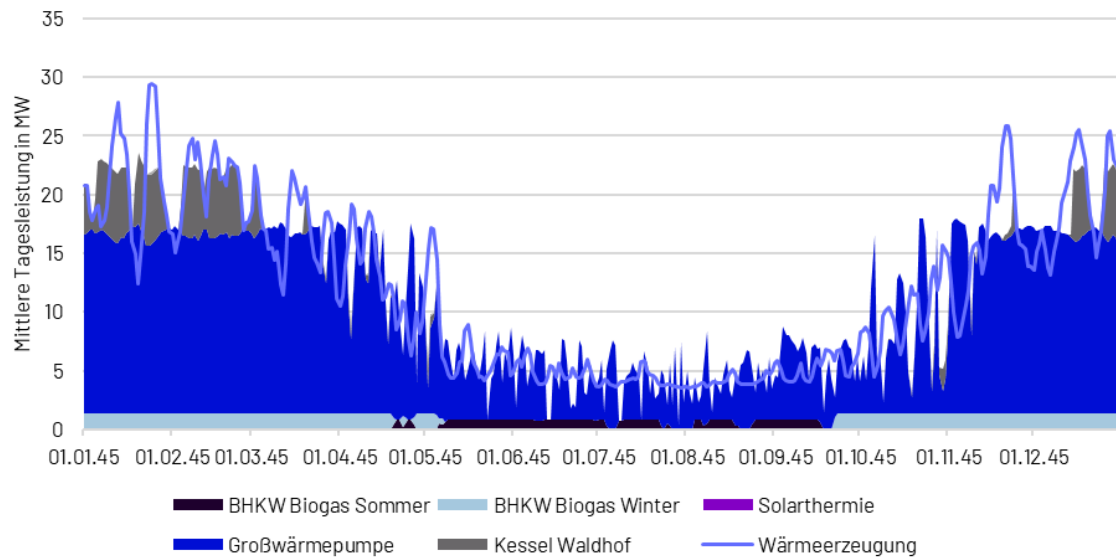


Abbildung 54: Lastgang für die Variante 2 (L/W-WP und PV) im Jahr 2045

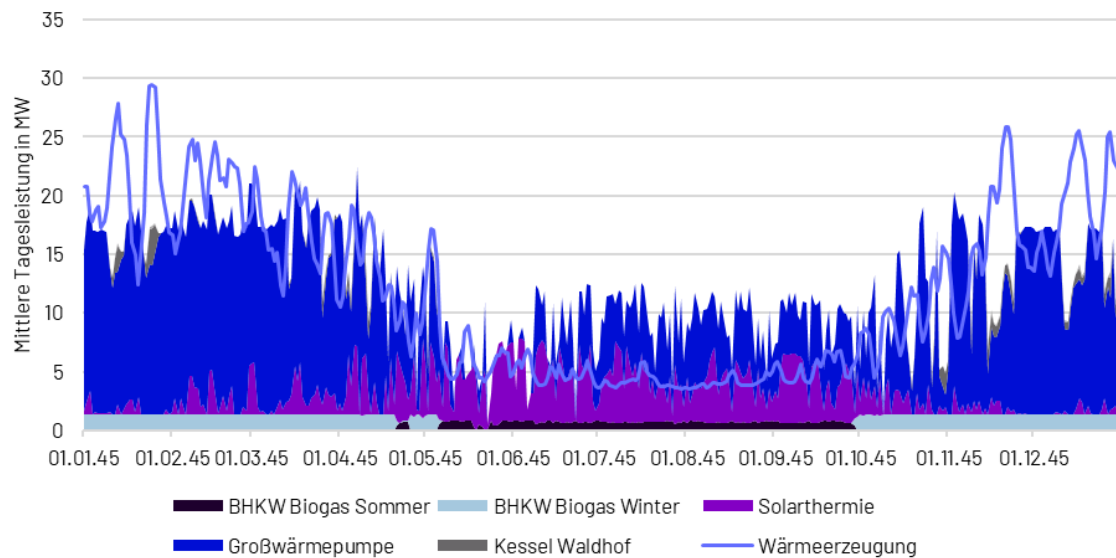


Abbildung 55: Lastgang für die Variante 3 (mit Saisonalspeicher) im Jahr 2045

Die verschiedenen Szenarien wurden neben ihren technischen Unterschieden auch wirtschaftlich miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Vorab wird hier jedoch festgehalten, dass von Seiten der Stadtwerke Wernigerode GmbH die Variante 2 (L/W-WP mit Photovoltaik, ohne Solarthermie) aufgrund der niedrigen Wärmegestehungskosten priorisiert wurde. Diese Variante wird daher in den folgenden Kapiteln ausführlicher dargestellt. Alle weiteren Varianten sind grundsätzlich ebenfalls umsetzbar, werden jedoch im Folgenden nicht so detailliert ausgeführt.

5.4.3 Kostenannahmen

Im nächsten Schritt wurden die Investitionskosten für Verteilung und Erzeugung für alle Ausbauvarianten ermittelt. Hierfür wurden Kostenfunktionen aus der Literatur sowie Erfahrungswerte aus Wernigerode und aus vergleichbaren Projekten herangezogen. Die

Investitionskosten wurden aus heutiger Sicht (Bezugsjahr 2025) abgeschätzt. Für Investitionen in zukünftigen Jahren wurde eine Preisanpassung von 2 % pro Jahr berechnet. Die ermittelten Investitionskosten sind einschließlich der ausgewiesenen Fördersummen in Tabelle 45 aufgeführt.

Dabei wurden für alle Investitionskosten zusätzlich Planungskosten in Höhe von 5 % sowie Kosten für Unvorhergesehenes in Höhe von 10 % der jeweiligen Investitionskosten berücksichtigt.

Die BEW-Förderung Modul 2 sieht für den Neubau oder die Transformation bestehender Wärmenetze aktuell einen Zuschuss von 40 % der förderfähigen Investitionskosten vor. Nicht förderfähig sind beispielsweise Investitionen in Photovoltaikanlagen, Spitzenlastkessel oder – wie hier angenommen – Kosten für Unvorhergesehenes. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Förderung auf die gesamten Kosten des Wärmenetzes einschließlich der Hausanschlüsse angewendet werden kann. Inwiefern die Kosten später über Anschlusskostenbeiträge oder Baukostenzuschüsse auf die Anschlussnehmer umgelegt werden, wird hier nicht näher betrachtet.

Tabelle 45: Investitionskosten netto in €₂₀₂₅, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten

Investition in Tausend €	Variante 0	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Wärmenetz inkl. Hausanschluss	0	30.600	30.600	30.600
Solarthermie	7.150	17.700	0	17.000
Biogas-BHKW	6.800	6.800	6.800	6.800
EE-Kessel	2.000	4.000	4.000	4.000
Luftwärmepumpe	20.700	30.750	30.750	30.750
Photovoltaik	0	0	12.000	12.000
Wärmespeicher	1.340	4.500	4.500	25.200
Planung	1.900	3.160	2.900	4.800
Unvorhergesehenes	3.800	6.300	5.800	9.600
Summe	43.700	107.700	102.000	145.300
BEW-Förderung	-12.300	-34.800	-27.600	-43.500
Summe abzgl. Förderung	31.400	72.900	74.400	101.800

Die Gesamtinvestitionskosten liegen vor Förderung für die Erzeugungsvarianten etwa zwischen 44 Mio. € und 145 Mio. €. Nach Abzug der BEW-Förderung liegen die Investitionskosten des Wärmenetzbetreibers zwischen etwa 31 € und 102 Mio. €.

Die jährlichen Betriebskosten, angegeben in Prozent bezogen auf die Investitionskosten und die angesetzten Lebensdauern der einzelnen Komponenten, sind in Tabelle 46 dargestellt. Für

alle Komponenten, deren technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum übersteigt, wird am Ende des Zeitraums ein entsprechender Restwert berücksichtigt.

Tabelle 46: Lebensdauer und Betriebskosten der Komponenten

Komponente	Lebensdauer in Jahren	Betriebskosten in % pro Jahr
Netz- und Hausanschlussleitung	30	1,0
Hausanschlussstationen	20	0,3
Solarthermie	20	0,3
EE-Kessel	20	3,0
Luftwärmepumpe	20	2,5
Photovoltaik	30	1,0
Wärmespeicher	30	0,5

Als jährliche Kosten für das Bestandsnetz wurden die realen Aufwendungen der Stadtwerke Wernigerode GmbH aus dem Jahr 2023 angesetzt und mit 2 % pro Jahr fortgeschrieben. Die betrieblichen Aufwendungen setzen sich zusammen aus Materialaufwand, Personalaufwand, Abschreibungen sowie sonstigen betrieblichen Aufwendungen. Insgesamt ergeben sich so rund 800 000 € pro Jahr.

Analog dazu wurden auch die tatsächlichen Kosten der Bestandserzeuger aus dem Jahr 2023 herangezogen. Diese belaufen sich auf rund 2 550 000 €. In der Berechnung wurden diese Kosten jedoch nur bis zum Jahr 2032 berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass die Bestandserzeuger spätestens im Jahr 2032 außer Betrieb genommen werden.

Neben den Investitionskostenzuschüssen können auch Betriebskostenförderungen für Solarthermie und Wärmepumpen über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren beantragt werden (BEW-Förderung Modul 4). Für solarthermische Anlagen beträgt die Förderung 1 ct/kWh_{th} (Wärmeerzeugung). Für Wärmepumpen wird eine Förderung grundsätzlich erst ab einer Jahresarbeitszahl von 2,5 gewährt. Die Höhe der Förderung hängt von der jeweiligen Jahresarbeitszahl ab. Weiterhin ist die Förderhöhe davon abhängig, ob die Wärmepumpe Strom aus dem Netz bezieht oder Strom aus erneuerbaren Energieanlagen ohne Netzdurchleitung nutzt.

Als verbrauchsgebundene Kosten wurden die jährlichen Kosten für Energieträger der neuen Wärmeerzeugungsanlagen sowie der Bestandserzeuger berücksichtigt. In Abbildung 56 sind die angenommenen Preisentwicklungen der Energieträger zwischen 2025 und 2050 dargestellt. Diese spezifischen Kosten wurden mit den Energiebedarfen aus der Erzeugersimulation multipliziert, um die verbrauchsgebundenen Kosten zu ermitteln.

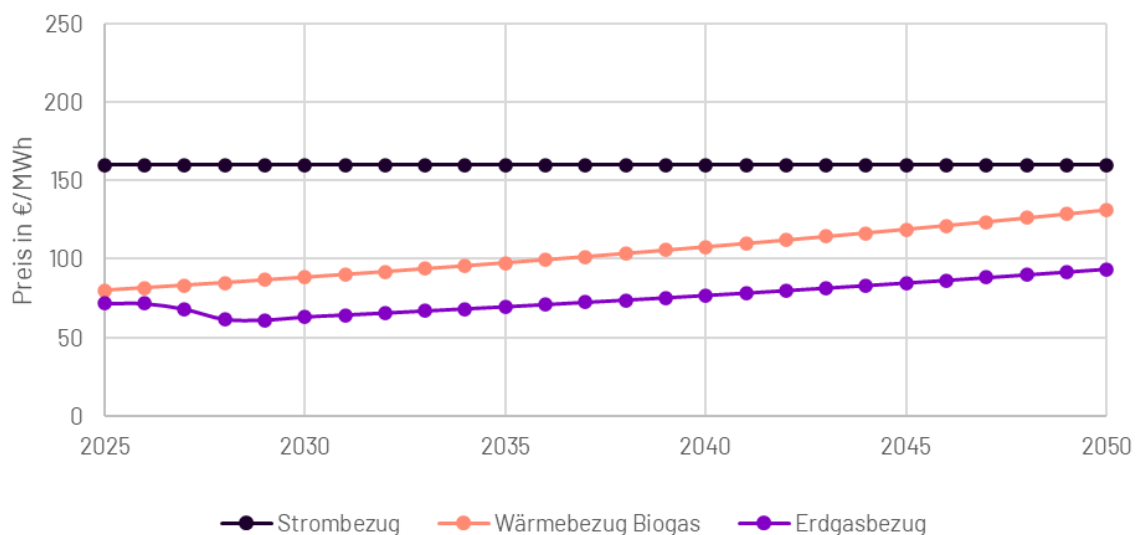


Abbildung 56: Angenommene Preisentwicklung der Energieträger bis 2050

Bezugspreis Strom

Der angenommene Bezugspreis für Strom wurde von der Stadtwerke Wernigerode GmbH bereitgestellt. Für die Berechnung wurde eine Wärmepumpe mit einer elektrischen Leistung von rund 1 MW und 5 000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr angenommen. Bei einem reinen Energiepreis von 8 ct/kWh und zusätzlichen Kostenkomponenten wie Netzentgelten, verschiedenen Umlagen sowie der Stromsteuer ergibt sich ein Mischpreis von rund 16 ct/kWh. Dieser wurde über den Betrachtungszeitraum als konstant angesetzt.

Bezugspreis Biogas

Für das Biogas wird ein direkter Wärmebezug angenommen. Der Preis wurde als grober Richtwert vom Betreiber der Biogasanlage (Agrargenossenschaft Vorharz e. G. Silstedt) genannt. Demnach könnte die Wärme aus Biogas im Jahr 2026 zu rund 8 ct/kWh bereitgestellt werden. Für die weitere Preisentwicklung wurde eine Steigerung von 2 % pro Jahr angenommen.

Bezugspreis Erdgas

Der angenommene Bezugspreis für Erdgas wurde ebenfalls von der Stadtwerke Wernigerode GmbH bereitgestellt. Dabei wurden für die nächsten Jahre aktuelle Portfoliopreise, eine Steigerung der Netzentgelte sowie Annahmen zur Entwicklung des CO₂-Preises berücksichtigt. Grundlage hierfür sind zunächst die Regelungen des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) und anschließend die erwarteten Auswirkungen des Europäischen Emissionshandelsystems (EU-ETS-2). Auf dieser Basis sinkt der Preis von 7,15 ct/kWh im Jahr 2026 zunächst auf 6,1 ct/kWh im Jahr 2029 und steigt anschließend wieder an, sodass im Zieljahr 2045 ein Preis von rund 8,5 ct/kWh angenommen wird.

Einspeisevergütung Photovoltaik

Die Photovoltaikanlagen produzieren ihren Strom prioritär für die Eigennutzung in den Großwärmepumpen. Dennoch wird ein Teil des Stroms in das Netz zur allgemeinen Versorgung eingespeist und dort vermarktet werden müssen. Es wurde ein konstanter Preis für die Einspeisevergütung von 5 ct/kWh angesetzt.

Einspeisevergütung Bestands-KWK-Anlagen

Die Einspeisevergütung der beiden Bestands-Blockheizkraftwerke (BHKW) wurde anhand der tatsächlichen Betriebsdaten als Mischpreis aus den verschiedenen Vergütungskomponenten ermittelt. Dafür wurde die Summe der Einnahmen der BHKWs aus dem Jahr 2023 (KWK-Zuschlag, Strompreisvergütung sowie vermiedene Netzentgelte) durch die produzierte Strommenge dividiert. Daraus ergibt sich eine mittlere Strompreisvergütung von rund 12 ct/kWh. Diese Vergütung wird für die produzierte Strommenge bis zum Jahr 2032 gewährt, unter der Annahme, dass das letzte Bestands-BHKW dann vom Netz geht.

5.4.4 Ergebnisse Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind in folgender Abbildung dargestellt.

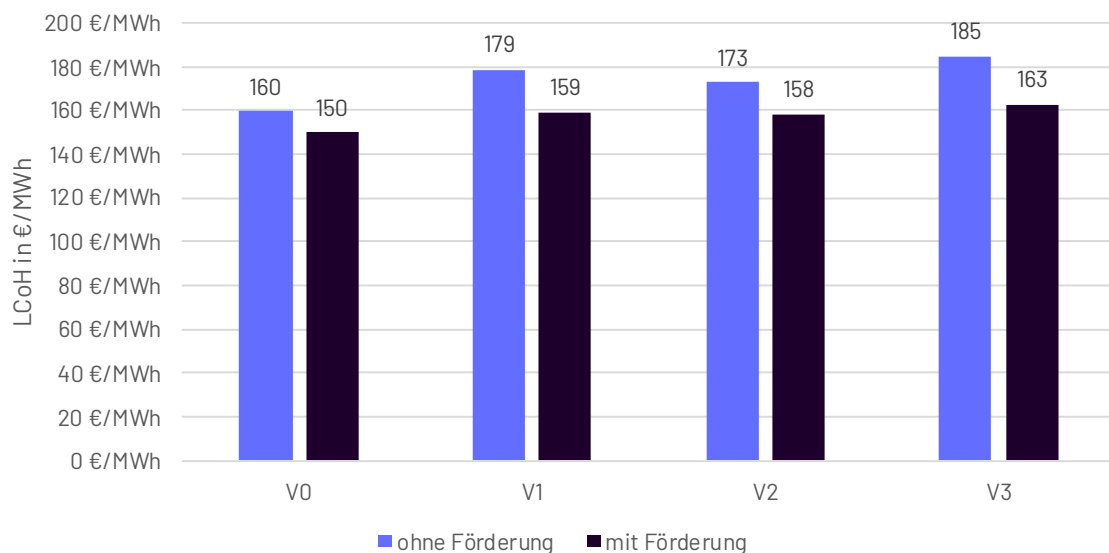


Abbildung 57: Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung; Wärmegestehungspreis der verschiedenen Varianten

Zunächst ist festzustellen, dass die Kosten aller Varianten mit Netzausbau höher liegen als die Kosten ohne Netzausbau (Variante 0). Werden ausschließlich die Varianten mit Netzausbau miteinander verglichen, ergibt sich unter Berücksichtigung der Fördermittel nur ein geringer Kostenunterschied zwischen den Varianten. Variante 2 (Luftwärmepumpen mit Photovoltaik) ist knapp die kostengünstigste Variante.

Werden die Wärmegestehungskosten rein auf die Wärmeerzeugung bezogen und die Netzkosten vernachlässigt, ergibt sich ein über 20 Jahre gerechneter durchschnittlicher Erzeuger-LCoH von rund 107 €/MWh. Dieser liegt unter der vorläufigen Annahme aus der Untersuchung der Netzausbauvarianten in Kapitel 5.1 (90 €/MWh oder rund 110 €/MWh über

20 Jahre gerechnet). Daraus lässt sich ableiten, dass vermutlich ein Netzausbau über das hier betrachtete Szenario (Grenzwärmelinienendichte 1 250 kWh/(m·a)) hinaus aus ökonomischer Sicht möglich erscheint.

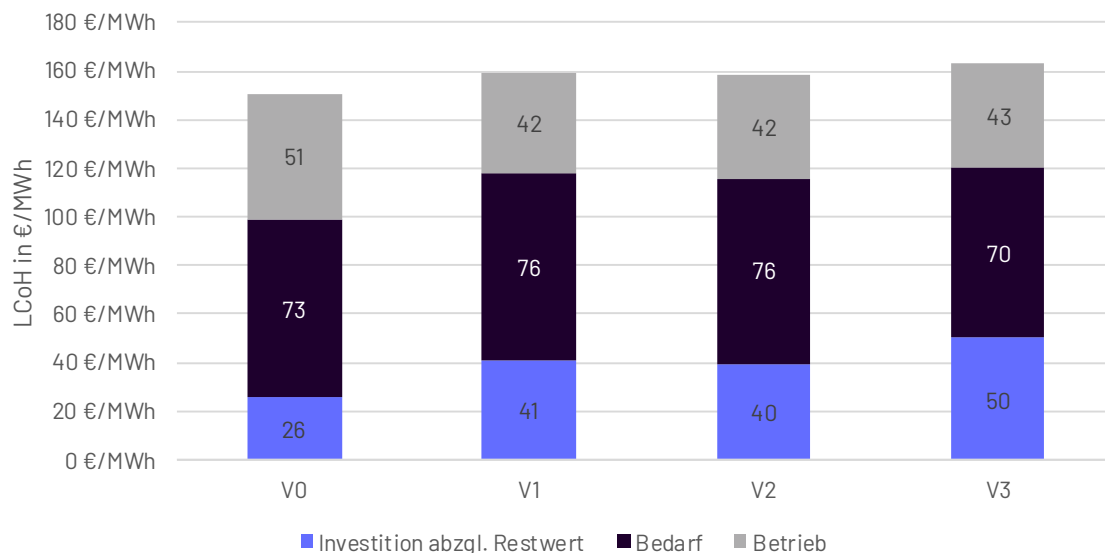


Abbildung 58: Vergleich der Wärmegestehungskosten unter Bezug zu den Erzeugervarianten nach LCoH mit Förderung

5.4.5 Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten

Um eine Einteilung der Quartiere der Stadt Wernigerode in zentrale und dezentrale Teilgebiete vorzunehmen, wurden die vier in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG definierten Kriterien zugrunde gelegt. Diese Bewertung erfolgt zunächst für die Wärmenetzvarianten. Die Bewertungskriterien sind gemäß § 18 Absatz 1 WPG:

- die voraussichtlichen Wärmegestehungskosten,
- die Realisierungsrisiken,
- die Versorgungssicherheit und
- die kumulierten Treibhausgasemissionen.

Wärmegestehungskosten für die Wärmenetzzeignungsgebiete

Wie in Kapitel 5.4.4 dargelegt, weist Variante 2 mit Luftwärmepumpe und Photovoltaik unter den berücksichtigten Potenzialen die niedrigsten Wärmegestehungskosten auf. Wie Kapitel 4 zu entnehmen ist, bestehen darüber hinaus weitere Potenziale, die bei der Erzeugerauslegung in Kapitel 5.4 aus verschiedenen Gründen nicht berücksichtigt wurden. Insbesondere die Potenziale der Abwärmenutzung aus einer Pyrolyseanlage, aus industrieller Abwärme sowie aus der Kläranlage in Silstedt bieten sowohl wirtschaftliche als auch technische Verbesserungspotenziale und sollten daher vertiefend geprüft werden (vgl. Kapitel 9).

Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit für die Wärmenetzeignungsgebiete

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

Die Versorgungssicherheit ist insbesondere bei Photovoltaik und Solarthermie hoch, ebenso bei Biogas, da dieses von einer lokalen Agrargenossenschaft bezogen werden kann.

Bei der Versorgung der Wärmepumpen mit elektrischer Energie besteht hingegen ein etwas höheres Risiko, da die anstehende Elektrifizierung in den Bereichen Mobilität und Wärme möglicherweise schneller voranschreitet als die erforderliche Anpassung der Stromnetze. Auch die noch zu geringe Ausbaugeschwindigkeit bei erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen kann kurz- bis mittelfristig ein begrenzender Faktor sein. Dieses Risiko kann reduziert werden, wenn zumindest ein Teil der benötigten elektrischen Energie lokal aus Photovoltaik- oder Windenergieanlagen bezogen wird.

Kumulierte Treibhausgasemissionen für die Wärmenetzeignungsgebiete

Der Unterschied der zwischen 2025 und 2045 emittierten CO₂-Emissionen der Wärmenetzvarianten ist in Abbildung 59 dargestellt. Die Differenz zwischen den untersuchten Erzeugerkonzepten ist gering, da jeweils vom gleichen Netzausbau ausgegangen wurde und der Treibhausgasausstoß nahezu gleich ist. Im Zielzustand des Jahres 2045 deckt das aktuelle Wärmenetz etwa 10 % des gesamten Wärmebedarfs. Der überwiegende Anteil der Emissionen entfällt daher auf die dezentrale Wärmeversorgung. Ein Teil der derzeitigen dezentralen Wärmeerzeuger wird durch den Anschluss an das auszubauende Wärmenetz ersetzt. Es ist erwartbar, dass die übrigen dezentralen Öl-, Biomasse- und Gaskessel bis 2045 zum überwiegenden Teil gegen dezentrale Wärmepumpen ausgetauscht werden. Stromdirektheizungen werden in der zugrunde gelegten Annahme nicht ausgetauscht.

In der Betrachtung stellt sich die Veränderung der dezentralen Wärmeversorgung über die verschiedenen Varianten gleich dar, sodass ausschließlich die unterschiedlichen Erzeugungsvarianten für ein Wärmenetz die CO₂-Emissionen beeinflussen. Variante 3 weist den geringsten kumulierten CO₂-Ausstoß mit rund 150 000 t auf. Jedoch sind das lediglich 0,4 % weniger als in der Variante 1 mit den höchsten Emissionen. Die kumulierten Treibhausgasemissionen liefern somit kein maßgebliches Entscheidungskriterium für die Auswahl der bevorzugten Wärmeversorgungsvariante für das Wärmenetz.

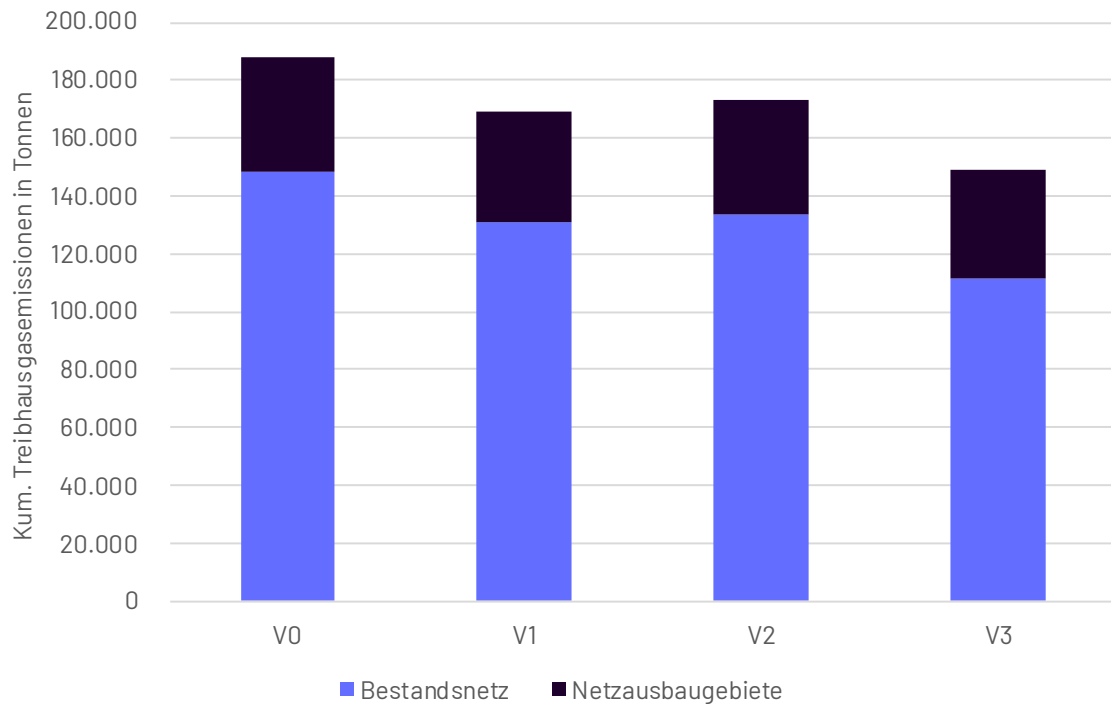


Abbildung 59: Kumulierte Treibhausgasemissionen zwischen 2026 und 2045 bei unterschiedlichen Wärmeerzeugungsvarianten

Festlegung des Zielszenarios für die zentrale Wärmeversorgung

Die Bewertung und zunächst vorläufige Festlegung des Netzausbauszenarios erfolgte bereits in der Einleitung zu Kapitel 5.4. Dort wurde das Szenario mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1250 kWh/(m·a) bevorzugt und anschließend in Kapitel 5.4.1 anhand von drei Erzeugervarianten näher untersucht. Nach der detaillierten Betrachtung der Varianten wurde in Kapitel 5.4.4 erläutert, dass bei geringeren Wärmeherstellungskosten auch ein weitergehender Netzausbau wirtschaftlich möglich sein könnte. Daher wurde nach Abstimmung mit der Stadt Wernigerode und der Stadtwerke Wernigerode GmbH das Zielszenario auf eine Grenzwärmeliniendichte von 1000 kWh/(m·a) angepasst. Dies führt zu einer zusätzlichen Trassenlänge von etwa 5,3 km sowie zu einem zusätzlichen Wärmebedarf im Jahr 2045 von rund 5,8 GWh pro Jahr.

Auf Grundlage der im vorangegangenen Kapitel erläuterten Bewertung der Erzeugervarianten wird Variante 2 (Luftwärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik) empfohlen.

5.4.6 Zeitliche Umsetzung Wärmenetzausbau

Für die gemäß § 18 Abs. 3 WPG vorgegebene Einteilung des beplanten Gebiets nach den Betrachtungszeitpunkten 2030, 2035 und 2040 ist die Entwicklung eines zeitlichen Verlaufs des Netzausbaus erforderlich. Auf diesen Verlauf ist auch der Ausbaupfad des Erzeugerportfolios anzupassen. Im Folgenden wird der zeitliche Ausbaupfad für das in den vorangegangenen Kapiteln entwickelte Netzausbau- und Erzeugerkonzept erläutert.

In Abbildung 60 ist die angenommene zeitliche Entwicklung des Wärmebedarfs für das Wärmenetz zu sehen. Dieser umfasst den Wärmebedarf der potenziellen Anschlüsse zuzüglich

der Netzverluste. Die berücksichtigten Wärmeverluste steigen hierbei von rund 15 % im Jahr 2025 auf rund 17 % im Zieljahr 2045. Es wird angenommen, dass der Ausbau des Wärmenetzes kontinuierlich bis zum Zieljahr erfolgt. Dem Netzausbau wirken jedoch die Wärmebedarfsreduktion durch energetische Sanierungen sowie der Klimawandel entgegen (vgl. Kapitel 4.1). Die daraus resultierende Entwicklung der Wärmeerzeugung im Wärmenetz ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

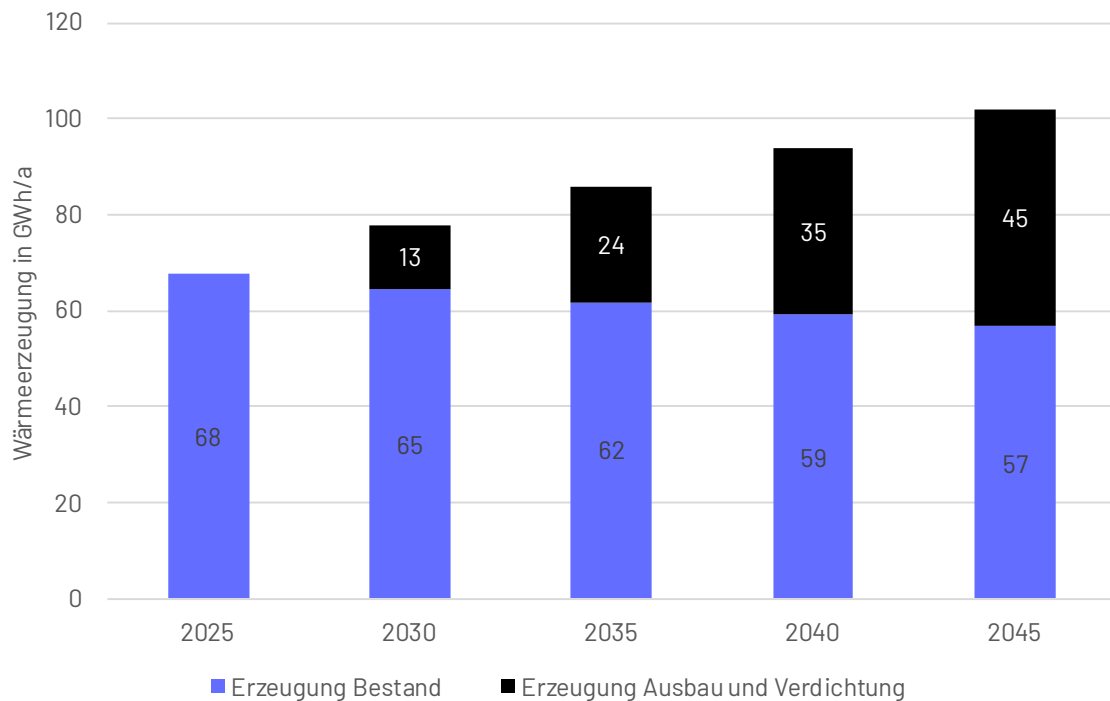


Abbildung 60: Wärmeabsatz im Wärmenetz im Zeitverlauf

In der folgenden Abbildung ist der angenommene Zubau von Wärmeerzeugungsleistung für das Wärmenetz in der Erzeugungsvariante 2 dargestellt. Ab dem Jahr 2028 könnte die Abwärme aus dem Biogas-BHKW das bestehende BHKW am Standort Harzblick ersetzen. Ab dem Jahr 2029 wird die Leistung von Großwärmepumpen kontinuierlich zugebaut.

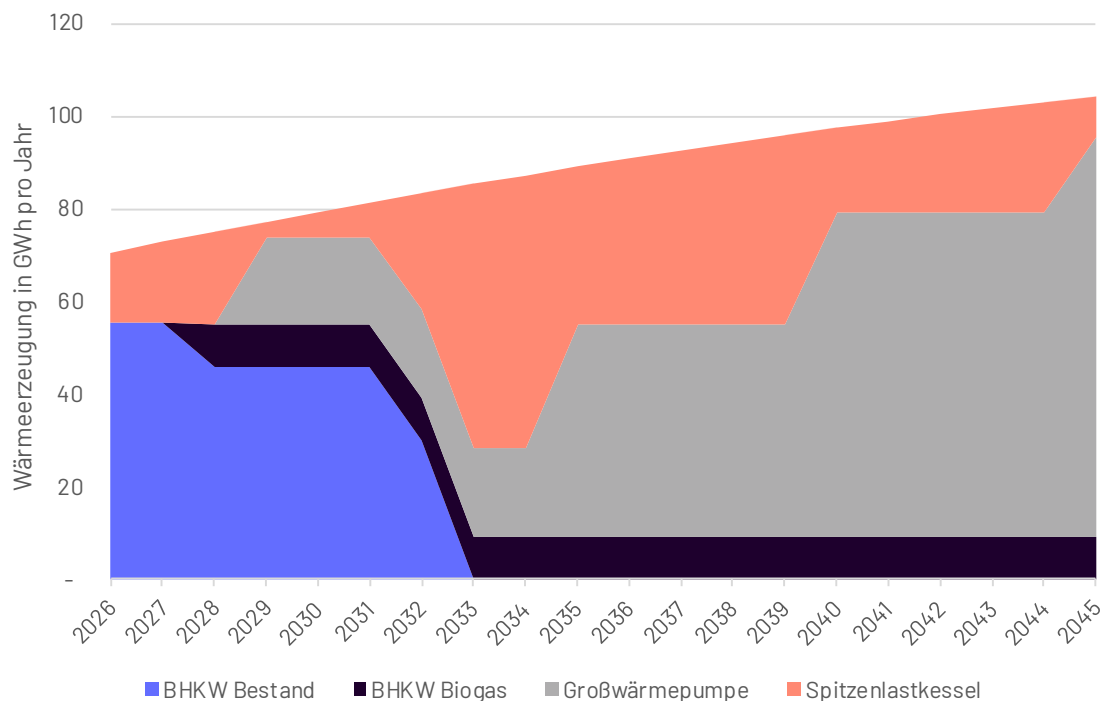


Abbildung 61: Zu- und Abbau von Wärmeerzeugungsleistung im Zeitverlauf

5.5 Insellösungen für Wärmenetze

Zusätzlich zu dem in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Zielszenario für die bestehenden Wärmenetze in der Kernstadt können für einzelne Stadtteile oder Quartiere kleinere leitungsgebundene Wärmeversorgungssysteme („Inselwärmenetze“) in Betracht gezogen werden. Voraussetzung hierfür sind neben einer ausreichend hohen Wärmedichte auch technisch und ökonomisch geeignete Erzeugungsanlagen, einschließlich der erforderlichen Flächen für deren Errichtung.

Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, wurde der Stadtteil Hasserode in den Netzausbauvarianten separat untersucht, da hier eine hohe Wärmedichte und damit eine wahrscheinlich hohe Eignung für ein Wärmenetz vorliegt. Aufgrund der Topografie wird die Errichtung eines Inselnetzes möglicherweise erschwert, da erneuerbare Wärmeerzeuger in der Regel größere Flächen benötigen, die in der vorhandenen Tallage nur begrenzt verfügbar sind. Beispielhaft sei hier die Flächenverfügbarkeit für zentrale Wärmepumpen in Kapitel 4.6 genannt (vgl. Abbildung 37). Aus diesem Grund könnte ein Anschluss an die bestehenden Wärmenetze vorteilhaft sein, was zukünftig detaillierter geprüft werden sollte.

Ein weiterer Stadtteil mit potenzieller Eignung für ein Wärmenetz ist Silstedt. Hintergrund ist die dort befindliche Kläranlage, die ein erhebliches Wärmepotenzial bietet (vgl. Kapitel 4.7). Sollte die dort gewonnene Wärme leitungsgebunden in Richtung der bestehenden Wärmenetze in Wernigerode transportiert werden, liegt Silstedt auf dieser Trasse, sodass es sinnvoll sein könnte, im Zuge dessen dort ein lokales Verteilnetz aufzubauen. Inwieweit die Errichtung wirtschaftlich realisierbar ist, sollte im Weiteren geprüft werden.

Die weiteren Ortsteile (Reddeber, Minsleben, Benzingerode, Schierke) wurden ebenfalls untersucht. In diesen Gebieten würden potenzielle Wärmenetze die Grenzwärmeliniedichte

von teilweise deutlich unter 1000 kWh/(m·a) erreichen. Zudem sind dort keine besonders kostengünstigen erneuerbaren Wärmepotenziale vorhanden. Vor diesem Hintergrund wäre eine Errichtung von Wärmenetzen voraussichtlich teurer als dezentrale Versorgungsoptionen. Daher werden diese Ortsteile als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ für den Aufbau von Wärmenetzen eingestuft.

5.6 Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Grundlage für die Festlegung von Eignungsstufen für Wärmenetze ist das in den vorangegangenen Kapiteln entwickelte Ausbaukonzept für das Wärmenetz. Hierfür wurde folgende Systematik angewendet:

Die Kategorien „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für die Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz gelten für Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zieljahr zu mindestens 25 % über das zukünftige Wärmenetz gedeckt wird.

Baublöcke, in denen der Wärmebedarf im Zieljahr zu weniger als 25 % über das zukünftige Wärmenetz versorgt wird, werden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Diese Einordnung gilt sowohl für Gebiete, die bereits aktuell durch ein Wärmenetz versorgt werden, als auch für Gebiete mit künftig geplantem Netzausbau, gemäß dem beschriebenen Zielszenario.

Eine Besonderheit ergibt sich dabei für Baublöcke, die zwar zu weniger als 25 % über ein Wärmenetz versorgt werden, deren Wärmebedarfsdichte jedoch gleichzeitig mindestens 415 MWh/(ha·a) beträgt. Diese werden ebenfalls als „wahrscheinlich geeignet“ für die eine Versorgung durch ein Wärmenetz kategorisiert. Hintergrund ist, dass gemäß Leitfadens zum Wärmeplanungsgesetz (WPG) bei einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 415 MWh/(ha·a) grundsätzlich von einer Wärmenetzeignung im Bestand ausgegangen werden kann. Auch dann, wenn gleichzeitig die in dieser Wärmeplanung entwickelten Ausbauszenarien entweder keinen Wärmenetzausbau vorsehen oder lediglich einen, der zu einem Wärmebedarfsanteil mit Wärmenetzen von weniger als 25 % führt. Sollten zukünftig veränderte Rahmenbedingungen – insbesondere wirtschaftliche – dazu führen, dass sich dort ein stärkerer Wärmenetzausbau ergibt, könnte der Wärmebedarfsanteil auch schon bei moderaten Änderungen der Rahmenbedingungen auf 25 % oder mehr steigen.

Dementsprechend erschien es nicht sinnvoll, diese Baublöcke als „wahrscheinlich ungeeignet“ für ein Wärmenetz einzustufen. Erst wenn sowohl der Wärmenetzanteil auf unter 25 % sinkt als auch die Wärmebedarfsdichte unter 415 MWh/(ha·a) liegt, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass keine hinreichende Eignung für eine netzgebundene Wärmever-sorgung besteht. Folgende Tabelle zeigt die zugrunde gelegten Grenzwerte sowie die daraus abgeleitete Einordnung im Überblick.

Tabelle 47: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Baublöcke	Wärmenetzanteile nach Netzausbau-szenario 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

Die hier dargestellten Anteile am Wärmebedarf beziehen sich jeweils auf den Wärmebedarf ohne industrielle Verbraucher innerhalb eines Baublocks. Auch die herangezogene Wärmebedarfsdichte wurde ohne Industrieanteile berechnet.

In Abbildung 62 sind die Eignungsstufen für die Stadt Wernigerode dargestellt. Die „sehr wahrscheinlich geeigneten“ Gebiete befinden sich überwiegend in Bereichen, in denen bereits heute ein Wärmenetz vorhanden ist. Darüber hinaus gibt es weitere Baublöcke, beispielsweise in der Innenstadt oder in Hasserode, die ebenfalls entsprechend kategorisiert wurden. Werden zusätzlich auch die „wahrscheinlich geeigneten“ Gebiete berücksichtigt, vergrößert sich die geeignete Fläche für Wärmenetze deutlich.

In den außenliegenden Stadtteilen ist der Großteil der Baublöcke aus den in Kapitel 5.5 genannten Gründen als ungeeignet eingestuft. Lediglich in Silstedt wurde vom standardisierten Vorgehen abgewichen und aufgrund des besonderen Potenzials der dortigen Kläranlage eine andere Einordnung vorgenommen.

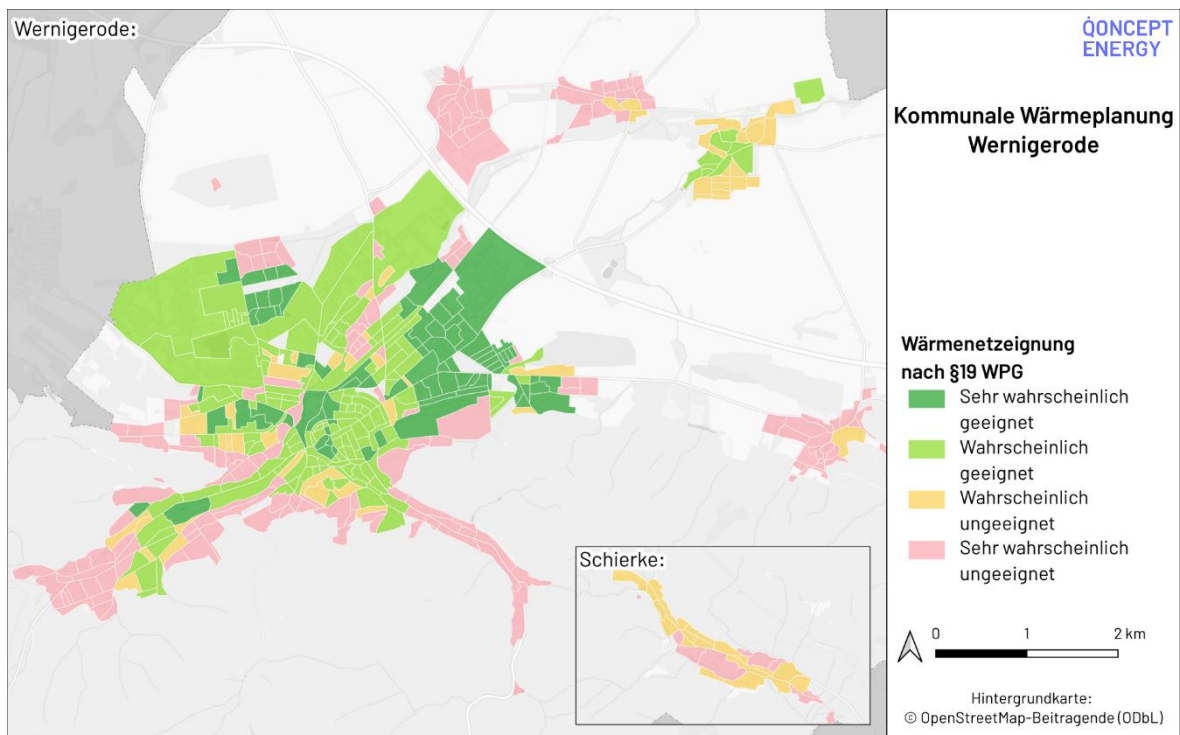


Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

6 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung

Um Gebiete zu ermitteln, in denen dezentrale Wärmeversorgungskonzepte für eine zukünftige dekarbonisierte Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich umsetzbar sind, wurden mögliche Wärmequellen zur Versorgung von Einzelgebäuden untersucht. Zu diesen zählen Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS). Diese Analysen erfolgten gebäudescharf auf Basis des erstellten Wärmeatlas (vgl. Kapitel 3).

6.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung

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

6.1.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die benötigte Heizleistung jedes Gebäudes wurde anhand der im Wärmeatlas enthaltenen Wärmebedarfe sowie unter Annahme idealerweise erreichbarer Volllaststunden von 2 500 Vbh pro Jahr für Wärmepumpen berechnet. Der Schallleistungspegel $L_{w,aeq}$ der L/W-WP lässt sich über den in Abbildung 63 gezeigten Zusammenhang bestimmen. Die dort angesetzte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.

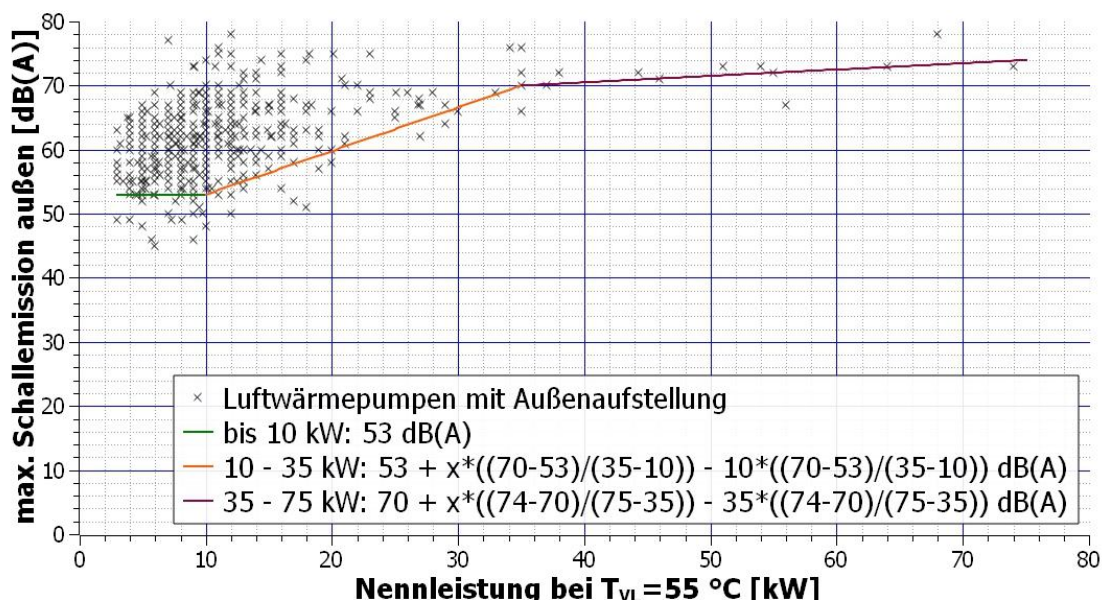


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung - Lebensgrundlagen und Energie, 2023).

Nach dem Leitfaden Schall des Bundesverbands Wärmepumpe (BWP) ergibt sich der erforderliche Mindestabstand s_m zum Nachbargebäude unter Einhaltung der Schallimmissionsschutzvorgaben wie folgt:

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

Die verwendeten Parameter sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 48: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionschutzvorgaben

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

In folgender Abbildung ist der Zusammenhang zwischen Mindestabstand und Schallleistungsdruck der Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP) mit den vorher genannten Annahmen dargestellt.

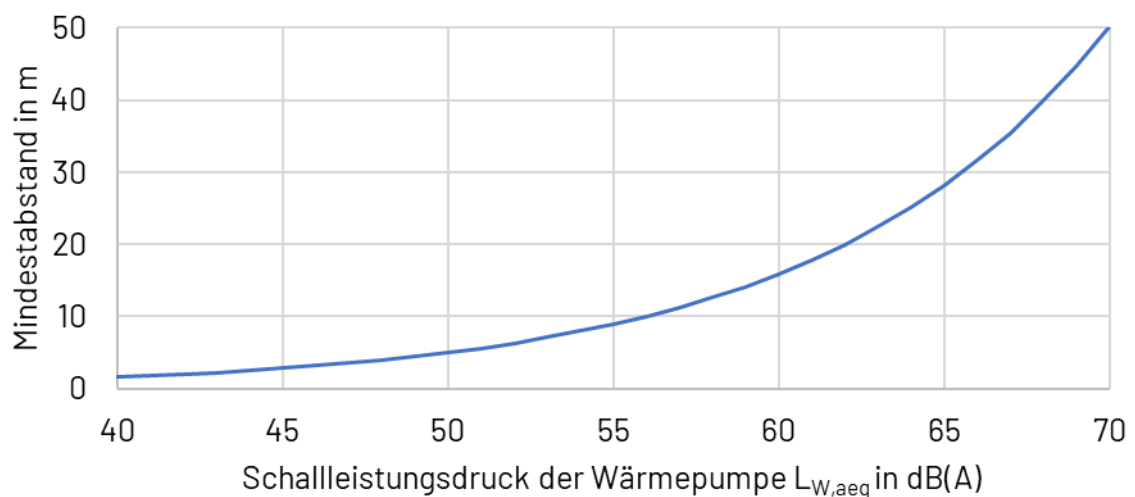


Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe

Als möglicher Aufstellbereich für Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurde ein ringförmiger Bereich mit einem Abstand von mindestens 0,3 m und höchstens 10 m Abstand um das Gebäude und innerhalb des jeweiligen Flurstücks festgelegt. Wie in Abbildung 65 (links) gezeigt, wurde ein Puffer mit dem vorher ermittelten Mindestabstand s_m um die benachbarten Gebäude gelegt. Wenn eine ausreichend große Fläche des Aufstellbereichs nach Abzug der Puffer zur Verfügung stand, wurde das entsprechende Gebäude als für die Versorgung mit L/W-WP geeignet eingestuft.

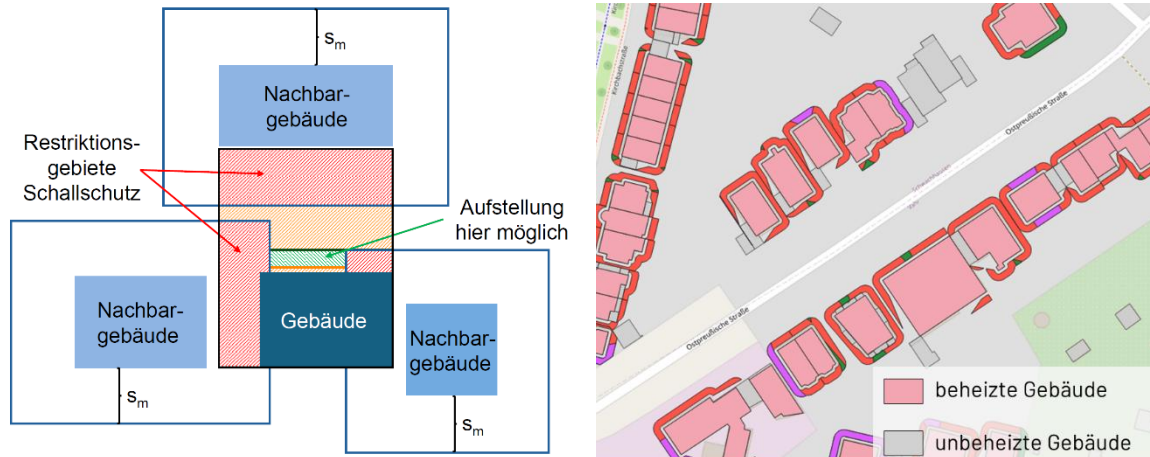


Abbildung 65: (links) Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; (rechts) Ausschnitt aus dem Wärmetatlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes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

Sofern bei der zunächst angesetzten Heizleistung in dem Aufstellbereich keine ausreichend große nutzbare Fläche verblieb, 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. Diese ist im Einzelfall gesondert zu prüfen.

6.1.2 Ergebnisse

In Abbildung 66 ist der mithilfe der zuvor beschriebenen Methode ermittelte Anteil des Wärmebedarfs dargestellt, der über L/W-WP versorgbar ist. Industrieunternehmen und große GHD-Betriebe (Wärmebedarf > 1 GWh/a) wurden bei dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt, da hier Prozesswärmebedarfe vermutet werden, die unter Umständen nicht durch Wärmepumpen bereitgestellt werden können. Ohne energetische Sanierung können rund 85 % und mit Sanierung (Reduktion des jeweiligen Wärmebedarfs um mindestens 50 %) können 90 % aller Gebäude mit Luft-Wasser-Wärmepumpen versorgt werden. Dabei zeigen sich zwischen den einzelnen Sektoren Unterschiede, wie Abbildung 66 zu entnehmen ist.

In Abbildung 67 ist der prozentuale Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Über alle betrachteten Sektoren hinweg (mit Ausnahme der Industrie) beträgt der Anteil des Wärmebedarfs, der durch L/W-WP gedeckt werden kann, im Ist-Zustand rund 67 %. Nach erfolgter energetischer Sanierung steigt dieser Anteil auf etwa 79 %.

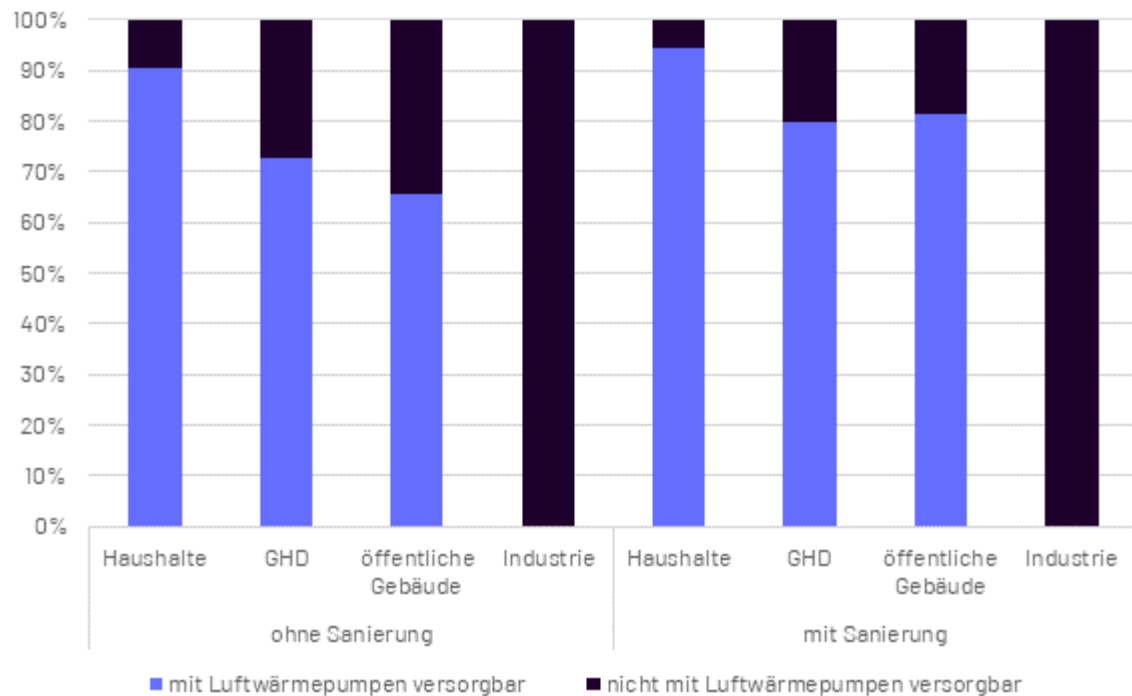


Abbildung 66: Anzahl der Gebäude nach Sektoren, die mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen versorgt werden können

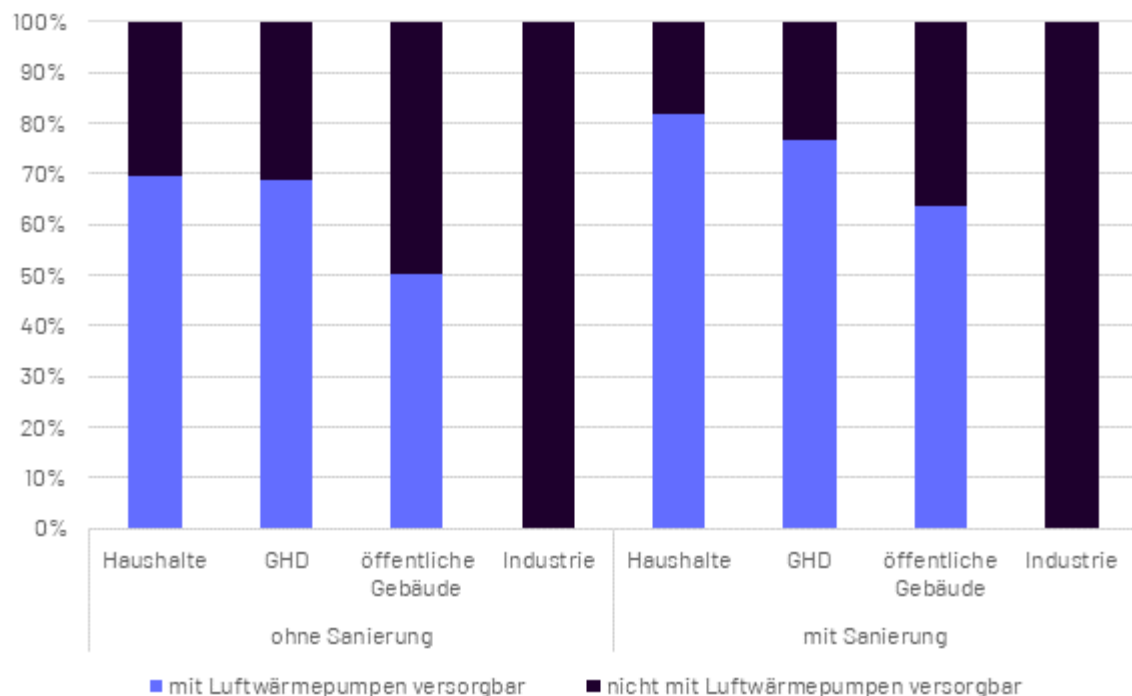


Abbildung 67: Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann

Die mögliche Deckung des Wärmebedarfs über dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) in den Baublöcken ist in Abbildung 68 dargestellt. In den meisten Baublöcken können große Anteile des Wärmebedarfs durch dezentrale L/W-WP gedeckt werden. Im dicht bebauten Stadtzentrum, im Stadtfeld sowie in der Burgbreite gibt es jedoch Baublöcke, in

denen eine Versorgung über dezentrale L/W-WP schwierig ist oder besondere dezentrale Lösungen erfordern würde. In diesen Baublöcken sollte daher eine Versorgung über Wärmenetze besonders priorisiert werden.

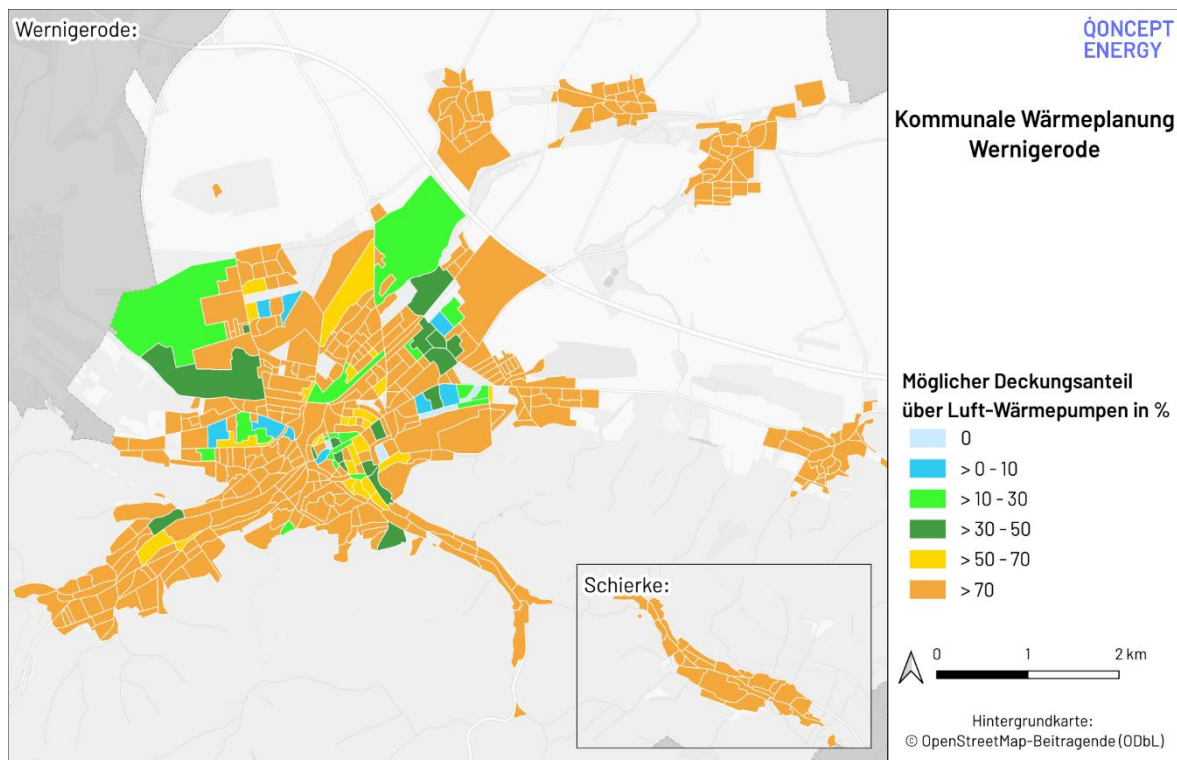


Abbildung 68: Mögliche Deckungsanteile mit dezentralen L/W-Wärmepumpen in den Baublöcken beim heutigen Wärmebedarf.

6.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

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

6.2.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die einzelnen Schritte der angewendeten Methode zur Ermittlung des Potenzials von S/W-WP mit EWS sind in Abbildung 69 schematisch dargestellt. Die Auslegung kleiner Erdwärmesondenanlagen (bis 30 kW Heizleistung) erfolgt gemäß VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrunds – Blatt 2“ (2019).



Abbildung 69: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude

Schritt 1: Anzahl möglicher Sonden pro Grundstück

Grundlage waren die Gebäude- und Grundstücksdaten aus dem Wärmeatlas. Es wurde ein Mindestabstand von 2 m zum Gebäude (inkl. unbeheizter Nebengebäude) und von 5 m zur Grundstücksgrenze angesetzt (Empfehlung VDI 4640: min. 10 m Abstand zwischen Nachbaranlagen). Mithilfe eines Algorithmus wurde automatisiert die maximal mögliche Sondenanzahl auf der restlichen Grundstücksfläche platziert (vgl. Abbildung 70). Dabei wurde ein Mindestabstand von 6 m zwischen den Sonden zugrunde gelegt. Die ermittelte Sondenanzahl wurde dann pauschal um 50 % reduziert, um nicht erfasste Hindernisse wie Bäume, Teiche, Pools u. a., die eine Flächennutzung einschränken können (stichprobenweise anhand von Luftbildern ermittelt), zu berücksichtigen.



Abbildung 70: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Mögliche Sondenstandorte (blaue Punkte)

Schritt 2: Entzugsleistung pro Sonde

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

Eine zentrale Randbedingung für den Betrieb von Erdwärmesonden ist die Einhaltung einer minimalen Fluidtemperatur von $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ am Sondereintritt. In der VDI 4640 sind Tabellenwerte für die spezifische Entzugsleistung pro Sondenmeter für Anlagen mit bis zu 5 Sonden und 30 kW Heizleistung enthalten. Um auch größere Anlagen berücksichtigen zu können, wurde ergänzend mit dem Simulationstool GEO-HANDlight (Hochschule Biberach 2022) in einer Standardanordnung die spezifische Entzugsleistung für Anlagen mit bis zu 25 Sonden berechnet.

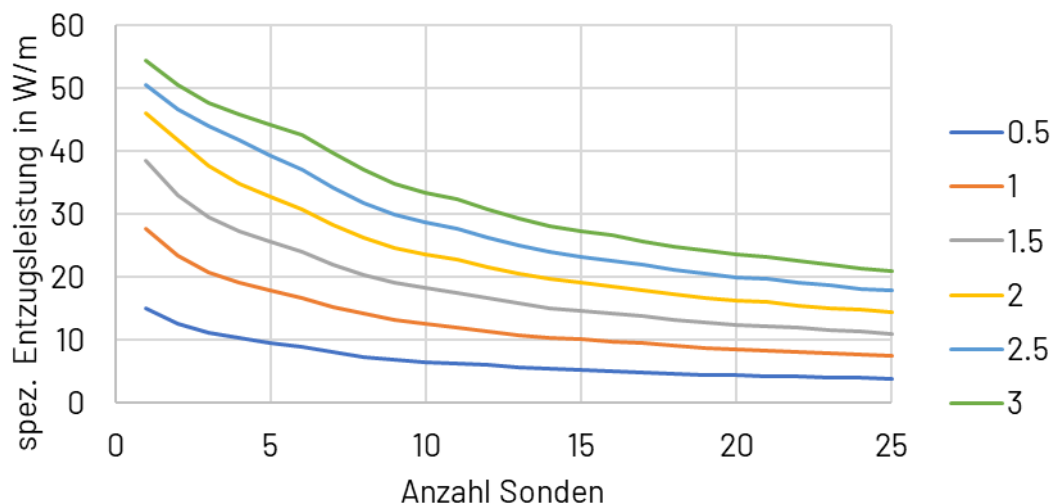


Abbildung 71: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit über eine Bohrtiefe von 100 m wurde mit $2,0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ angenommen.

Schritt 3: Mögliche Entzugsleistung pro Grundstück

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

Schritt 4: Erforderliche Entzugsleistung pro Grundstück

Die erforderliche Entzugsleistung eines Grundstücks ergibt sich aus der berechneten Heizleistung der auf dem Grundstück befindlichen Gebäude und der Jahresarbeitszahl der Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP). Diese wurde mit 4 angesetzt.

Schritt 5: Wärmebedarfsdeckung durch Geothermie pro Grundstück

Durch den Vergleich der erforderlichen Entzugsleistung (Schritt 4) mit der potenziell verfügbaren Entzugsleistung (Schritt 3) wurde geprüft, ob der aktuelle Wärmebedarf der Gebäude auf dem jeweiligen Grundstück vollständig über Erdwärmesonden gedeckt werden kann. Zusätzlich wurde eine energetische Sanierung mit Absenkung des Wärmebedarfs um bis zu 50 % berücksichtigt.

6.2.2 Ergebnisse

In Abbildung 75 ist der über Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) versorgbare Anteil des Wärmebedarfs anhand von Baublöcken kartografisch dargestellt. Berechnungsgrundlage war die zuvor beschriebene Methode. Industrie- und große GHD-Unternehmen ($>1 \text{ GWh/a}$) wurden in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Ohne energetische Sanierung können 53 % und mit Sanierung (bei Reduktion des Gebäude-Wärmebedarfs um mindestens 50 %) können 69 % aller Gebäude (ohne Industrie) mit Sole-Wasser-Wärmepumpen versorgt werden. Unterschiede zwischen den einzelnen Sektoren sind in Abbildung 72/Abbildung 66 dargestellt.

In Abbildung 73 ist der prozentuale Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Über alle betrachteten Sektoren hinweg (mit Ausnahme der Industrie) liegt der Anteil des versorgbaren Wärmebedarfs im Ist-Zustand bei 27 %. Nach erfolgter energetischer Sanierung steigt dieser Anteil auf 45 % an.

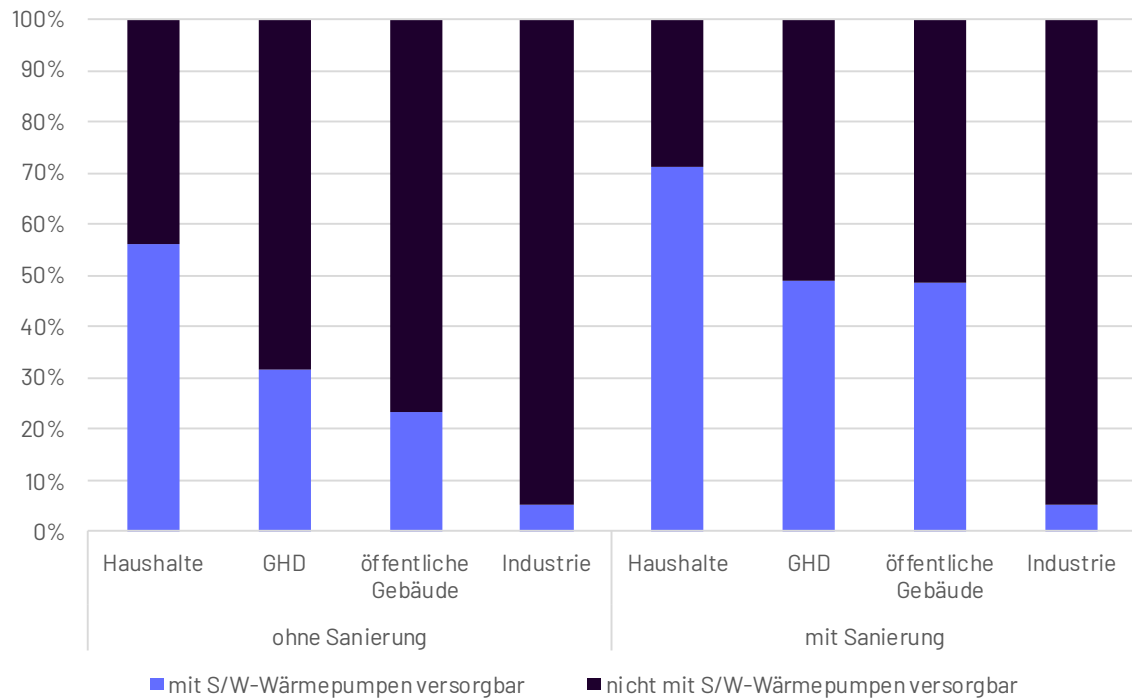


Abbildung 72: Anteil der Gebäude nach Sektoren, die mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen versorgt werden können

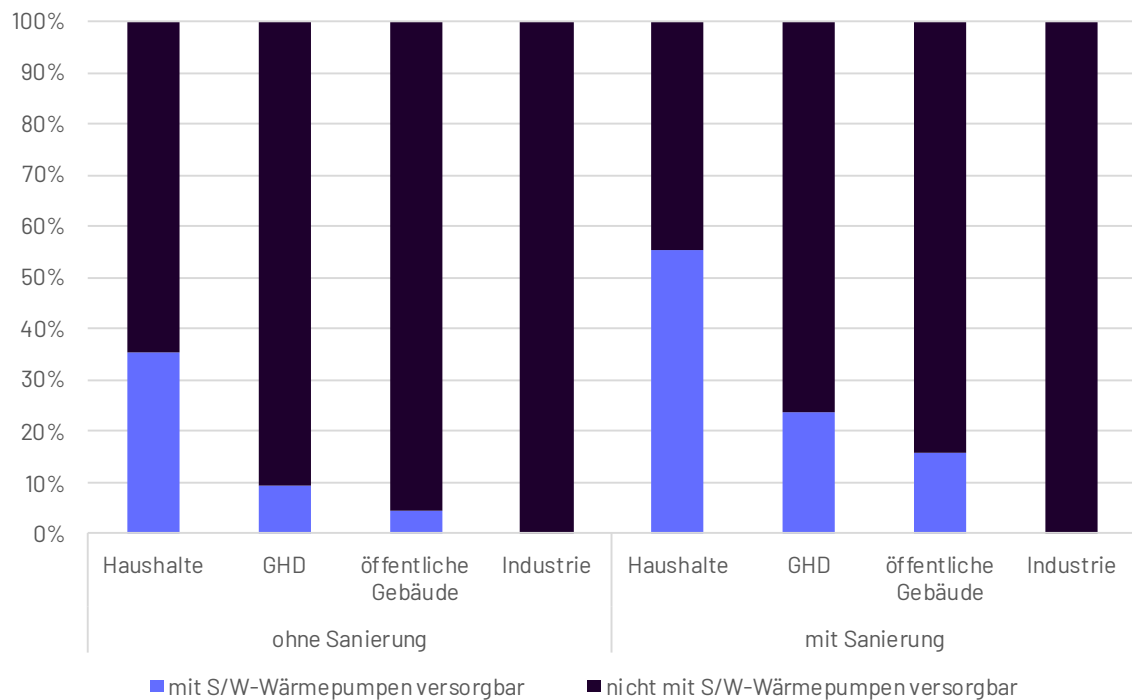


Abbildung 73: Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann

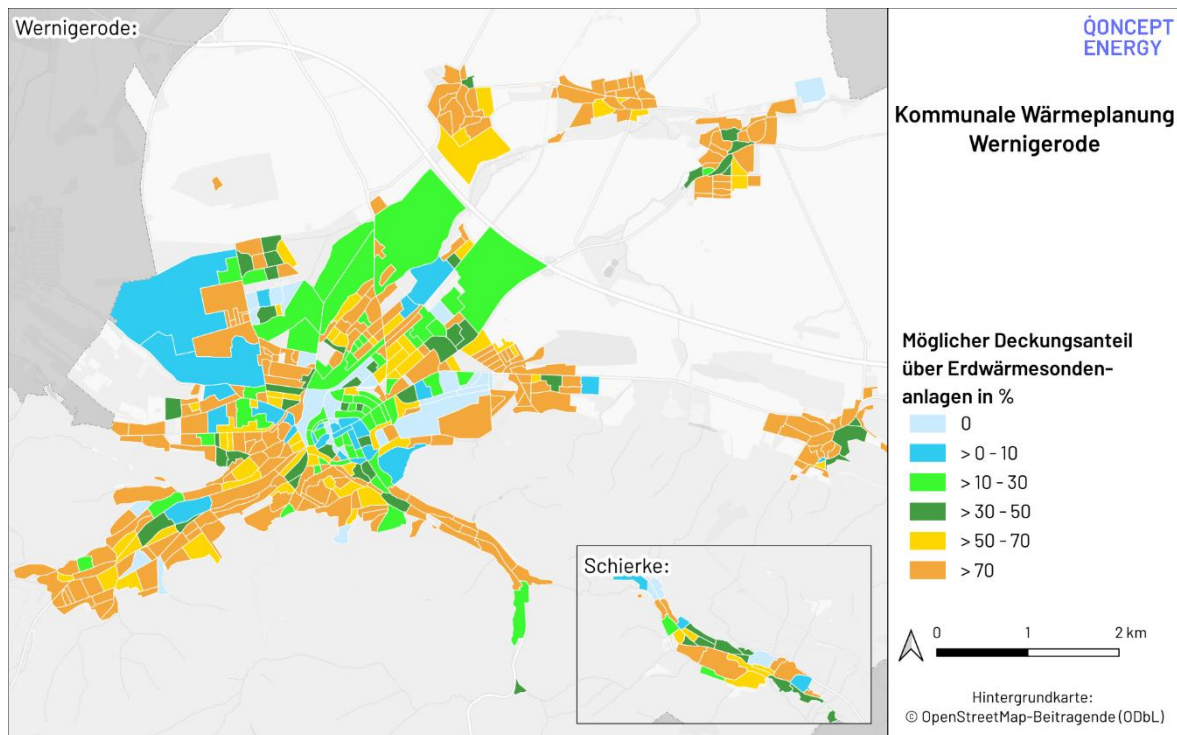


Abbildung 74: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf.

6.3 Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen

Die in den vorherigen Kapiteln angenommenen Voraussetzungen für die Eignung dezentraler Wärmepumpen zur Deckung des Wärmebedarfs von Einzelgebäuden sind:

- die Einhaltung der Vorgaben zu Schallemissionen bei Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) oder
- eine ausreichend große Grundstücksfläche zur Installation einer hinreichenden Anzahl von Erdwärmesonden für Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP).

Die dafür notwendigen Analysen wurden auf Basis des Wärmeatlas gebäudescharf durchgeführt. Zusätzlich wurde untersucht, 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 technisch möglich ist.

Bei den S/W-WP wurde die Möglichkeit der thermischen Regeneration des Untergrunds im Sommer, beispielsweise durch die Einleitung von Wärme aus Solarthermieanlagen, nicht berücksichtigt. Dadurch ließe sich die Anzahl benötigter Sonden deutlich reduzieren. Ein weiterer Vorteil von Erdwärmesondenanlagen besteht in der Möglichkeit zur passiven Gebäudekühlung im Sommer und der damit einhergehenden Regeneration des Untergrunds.

Es lässt sich festhalten, dass das Potenzial für dezentrale L/W-WP nach standardisiertem Vorgehen und ohne Berücksichtigung von Individuallösungen mit über 80 % bereits sehr hoch liegt. Dennoch sollten die Gebiete, in denen dezentrale Wärmepumpen nicht flächendeckend

eingesetzt werden können, verstärkt in die weitere Planung des Wärmenetzausbaus einbezogen werden.

Das Potenzial zur Versorgung des Wärmebedarfs mit S/W-WP ist im Vergleich zum Potenzial der L/W-WP deutlich geringer. Der wesentliche begrenzende Faktor sind dabei häufig die zu geringen Grundstücksgrößen, auf denen keine ausreichende Anzahl von Erdwärmesonden installiert werden kann.

6.4 Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG

Zur Festlegung der Eignungsstufen für die dezentrale Wärmeversorgung werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln herangezogen. Die Bewertung bezieht sich dabei ausschließlich auf die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen. Für die weiteren dezentralen Wärmeversorgungsoptionen erfolgt keine vergleichbar differenzierte Analyse. Pelletkessel sind grundsätzlich technisch immer dann möglich, wenn eine ausreichend große Aufstellfläche für Heizung, Pelletlager und dazugehörige Nebenanlagen vorhanden ist.

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 dezentrale Wärmepumpen versorgt werden kann, wurden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ eingestuft.

Die Kategorisierung folgt den Grenzwerten aus Tabelle 49. Hierbei wurde insbesondere die Realisierbarkeit auf dem jeweiligen Grundstück mithilfe der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Methodik ausgewertet. Die Eignung der vorhandenen Anlagentechnik des Gebäudes muss von einem Fachunternehmen individuell geprüft werden.

Tabelle 49: 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	≥ 75
Wahrscheinlich geeignet (WG)	≥ 50 und < 75
Wahrscheinlich ungeeignet	≥ 25 und < 50
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	≥ 0 und < 25

Insgesamt besteht für sehr viele Gebiete eine hohe Eignung für eine dezentrale Versorgung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Sole-Wasser-Wärmepumpen (vgl. Abbildung 75). Insbesondere in der Altstadt von Wernigerode gibt es jedoch Baublöcke, in denen sich eine Wärmeversorgung durch Wärmepumpen aufgrund verdichteter Bebauung oder Auflagen des Denkmalschutzes als schwierig erweisen könnte. Viele dieser Gebiete verfügen jedoch häufig gleichzeitig über eine hohe Wärmenetzeignung (vgl. Kapitel 5).

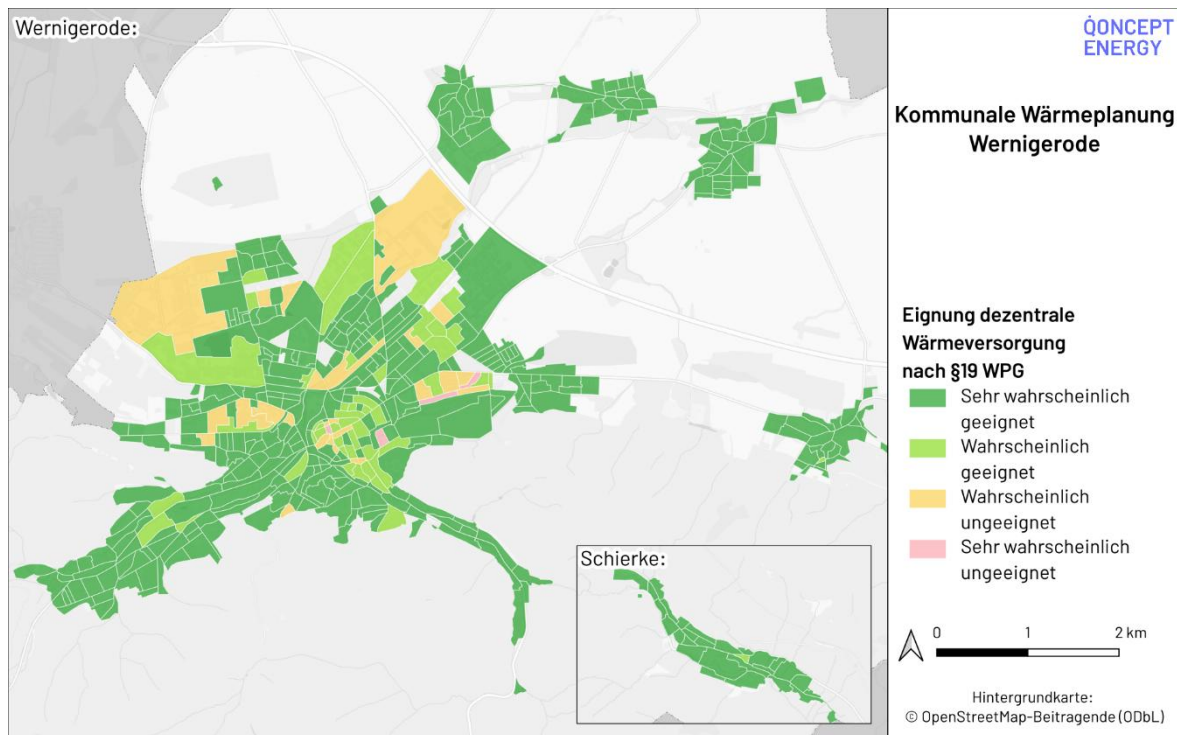


Abbildung 75: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG

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 beinhaltet sowohl einen Vergleich der dezentralen Versorgungsoptionen untereinander als auch deren Einordnung im Verhältnis zur netzgebundenen Wärmeversorgung.

Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung

Der Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Wärmeversorgung erfolgte bereits in Kapitel 5.3. Ein Wärmenetz wurde dementsprechend nur in den Gebieten entwickelt, in denen eine Versorgung über das Wärmenetz zu niedrigeren Wärmegestehungskosten für die Kunden führen kann als eine dezentrale Wärmeversorgung. Als Referenz für die dezentrale Versorgung wurden insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen betrachtet, da diese als tendenziell kostengünstigste dezentrale Versorgungsoption gelten. Unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten wäre daher in diesen Gebieten dem Wärmenetz der Vorzug einzuräumen.

Auch hinsichtlich der Versorgungssicherheit weist ein Wärmenetz Vorteile auf. Durch die üblicherweise vorgesehene Redundanz in der Erzeugungsstruktur kann selbst beim Ausfall des größten Wärmeerzeugers eine vollständige Versorgung auch an sehr kalten Tagen sichergestellt werden. 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 des vorgeschlagenen Wärmenetzes 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 Bewertung zu der Empfehlung, in den Gebieten, für die in Kapitel 5 eine Wärmenetzeignung festgestellt wurde, ein Wärmenetz als präferierte Versorgungsart vorzusehen. Dies gilt auch dann, wenn in diesen Gebieten gleichzeitig eine hohe Eignung für dezentrale Wärmepumpen gemäß den Kapiteln 6.1 oder 6.2 nachgewiesen werden konnte.

Voraussichtliche Wärmegestehungskosten dezentraler Versorgungsoptionen

Der Kostenvergleich erfolgte ebenfalls bereits in Kapitel 5.3. Als kostengünstigste Option zeigt sich unter den getroffenen Annahmen die Luft-Wasser-Wärmepumpe. Im Vergleich zu erdwärmegekoppelten Wärmepumpen ist allerdings zu beachten, dass diese insbesondere aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen teurer sind. Dieser Kostennachteil der Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) wird über die Laufzeit zumindest teilweise durch geringere Bedarfskosten (Strombezug) kompensiert. Je nach angenommener Entwicklung des Strompreises kann sich somit auch eine andere Beurteilung ergeben. Zudem entsteht bei S/W-Wärmepumpen eine höhere Planungssicherheit, da steigende Stromkosten aufgrund des besseren Wirkungsgrades die entstehenden Wärmeversorgungskosten weniger beeinflussen. Bei Kesseln mit fester Biomasse besteht ebenfalls 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 gemäß den Kapiteln 6.1 und 6.2 nur dort angenommen wurde, wo die durchgeführten Analysen eine entsprechende technische Umsetzbarkeit nachgewiesen haben. Ähnliches gilt für Kessel mit fester Biomasse. Sofern auf dem Grundstück bzw. im Keller hinreichend Platz verfügbar ist, sind keine besonderen Realisierungsrisiken zu beachten.

Versorgungssicherheit

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

Treibhausgasemissionen

In Abbildung 76 sind die spezifischen Treibhausgasemissionsfaktoren in der angenommenen Entwicklung bis zum Jahr 2045 dargestellt (Ortner, Paar, et al., Technikkatalog Wärmeplanung

2024). Mit Ausnahme des Strommixes in Deutschland wird für alle übrigen Energieträger von konstanten Emissionsfaktoren ausgegangen.

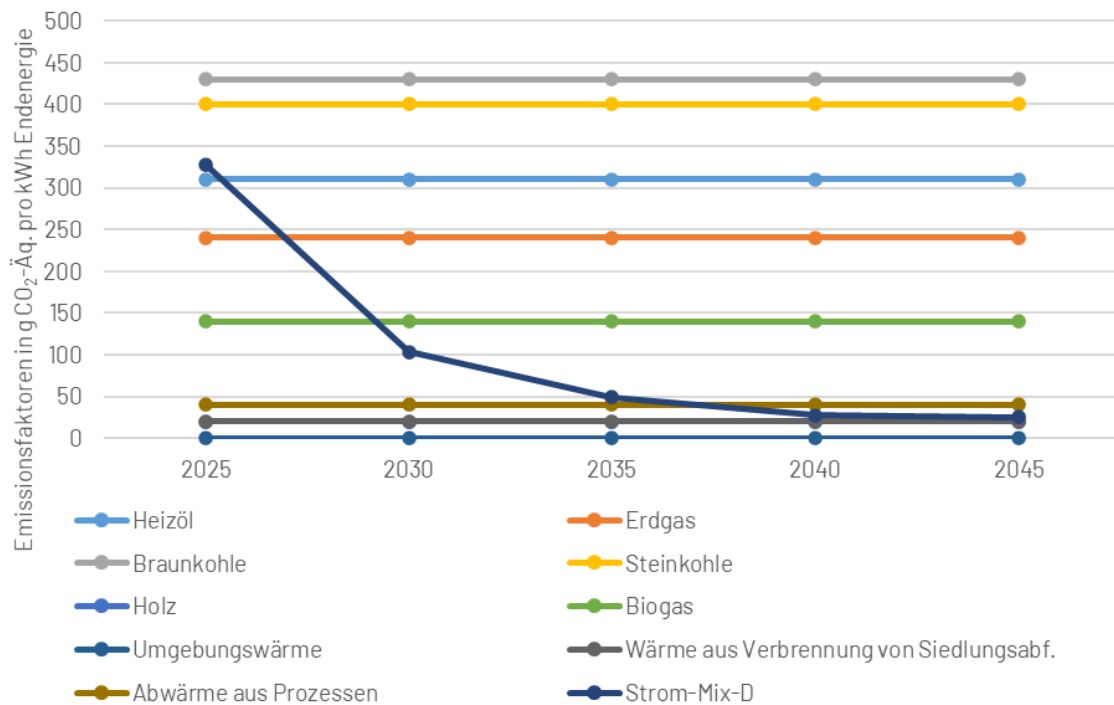


Abbildung 76: Spezifische Emissionsfaktoren der Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung

7 Zielszenario

Mit der Erstellung des Zielszenarios wird das beplante Gebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Ziel dieser Einteilung ist es, die Erkenntnisse aller vorangegangenen Schritte der Wärmeplanung zu einem konsistenten, langfristig ausgerichteten Zielbild für die Stadt Wernigerode 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 Abs. 1 Nr. 14 WPG sein:

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

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

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 Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung für jedes Teilgebiet und differenziert für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040 dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige Teilgebiet besonders eignet. Eine Wärmeversorgungsart gilt dann als besonders geeignet, wenn sie im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweist. Dazu wurde das Stadtgebiet in verschiedene Kategorien von Wärmeversorgungsgebieten (Wärmenetz, dezentrale Wärmeversorgung und Prüfgebiet) aufgeteilt. Die sich daraus ergebende Einteilung des beplanten Gebiets zeigt folgende Abbildung.

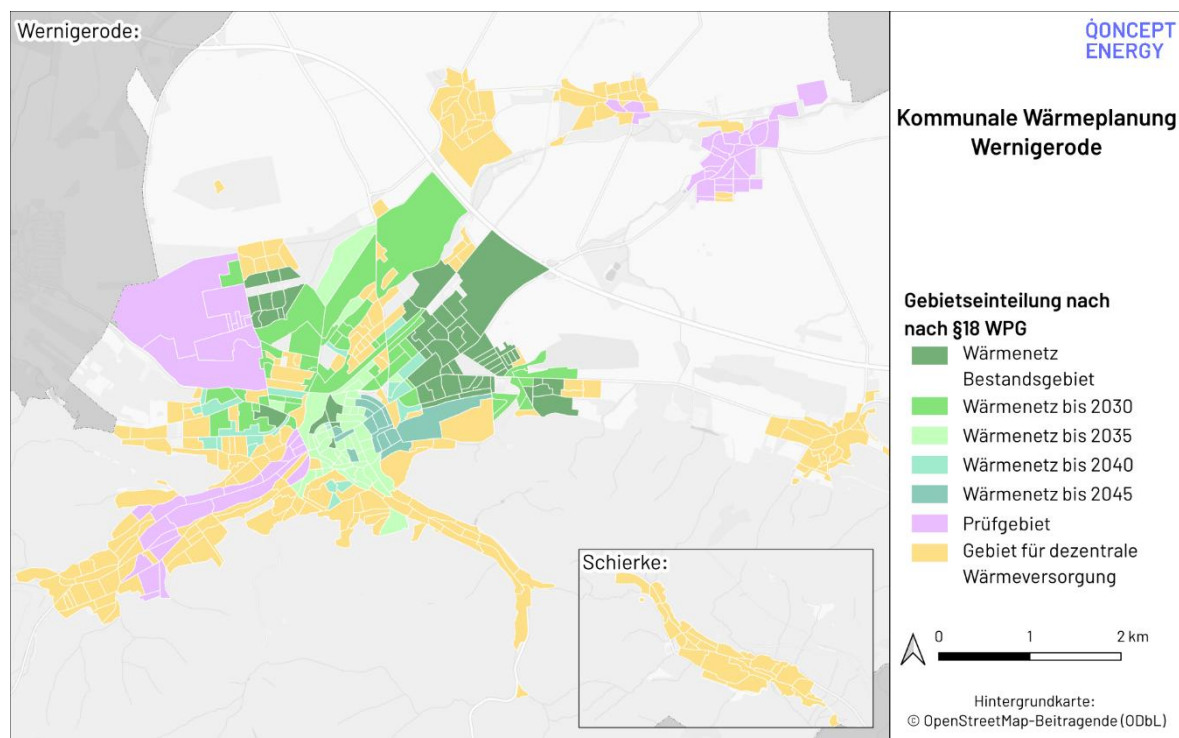


Abbildung 77: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG

Wärmenetzgebiete

Die in Kapitel 5.1 beschriebenen Netzausbauszenarien für ein Wärmenetzgebiet wurden zunächst hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Zentrales wirtschaftliches Beurteilungskriterium war, inwieweit der Netzausbau zu Wärmegestehungskosten führt, die unter denen dezentraler Wärmeversorgungsoptionen liegen (vgl. Kapitel 5.4.4).

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 5.4.5 erfolgte eine Bewertung Erzeugervarianten für die Wärmenetze.
- Für die Wärmenetze wurden die Realisierungsrisiken insbesondere durch die Annahme von realistisch umsetzbaren jährlichen Leitungsnetzkilometern minimiert.
- Die Kriterien für Realisierungsrisiken und damit implizit die Versorgungssicherheit bezüglich des Einsatzes dezentraler Wärmepumpen wurden in Kapitel 6 berücksichtigt.

Auf Basis dieser Bewertungen wurde festgelegt, dass die als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für die Versorgung mit einem Wärmenetz klassifizierten Gebiete (vgl. Kapitel 5.6) als Wärmenetzgebiete definiert werden. Wärmenetze stellen dort die gemäß § 18 Abs. 1 WPG vorgegebene „möglichst kosteneffiziente Versorgung“ dar und sollten daher priorisiert werden.

Prüfgebiete

Baublöcke wurden als Prüfgebiete definiert, wenn diese aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet sind, jedoch durch den Algorithmus nicht für das Wärmenetz identifiziert wurden (vgl. Kapitel 5.1). Diese Gebiete können entweder über ein Inselnetz (vgl. Kapitel 5.5) versorgt werden oder bei der Ausführungsplanung für ein großes Wärmenetz mitbetrachtet werden.

Gebiete für dezentrale Versorgung

Gebiete für die dezentrale Versorgung werden in der Auswertung aus Kapitel 6.4 als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für eine dezentrale Nutzung von Wärmepumpen klassifiziert (L/W-WP oder S/W-WP). In diesen Gebieten wird eine Versorgung über dezentrale Wärmeerzeuger (meist Wärmepumpen) empfohlen.

7.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen

Für die Stadt Wernigerode ist auf Basis des Zielszenarios eine klimaneutrale Wärmeversorgung grundsätzlich möglich. Diese wird zu einem relevanten Anteil über eine netzgebundene Wärmeversorgung erfolgen. Gleichzeitig wird ein erheblicher Anteil der Wärmeversorgung durch dezentrale Wärmepumpen bereitgestellt.

Der hohe Bedarf an Prozesswärme in der Industrie (vgl. Kapitel 3.3) muss ebenfalls bis zum Jahr 2045 dekarbonisiert werden. Welche Energieträger dafür künftig eingesetzt werden, ist unklar und wird daher im Folgenden nicht weiter dargestellt.

In Abbildung 78 ist die Entwicklung des Wärmebedarfs bis zum Jahr 2045 für ganz Wernigerode, mit Ausnahme der Industrie, dargestellt. Der Gesamtwärmebedarf sinkt von rund 270 GWh im Jahr 2025 auf etwa 220 GWh im Jahr 2045 aufgrund von energetischen Sanierungsmaßnahmen und tendenziell milderem Wintern. Mit dem Ausbau der Wärmenetze steigt der über Wärmenetze bereitgestellte Wärmebedarf von rund 55 GWh im Jahr 2025 auf etwa 89 GWh im Jahr 2045 (vgl. Kapitel 5). Gleichzeitig wird angenommen, dass der Erdgasanteil bis zum Jahr 2045 linear auf Null absinkt, da diesem Zeitpunkt kein fossiles Gas mehr verbrannt werden darf. In den Gebieten ohne Anschlussmöglichkeit an ein Wärmenetz wird die Wärmepumpe den überwiegenden Teil des Wärmebedarfs übernehmen. Lediglich ein kleiner Anteil des Wärmebedarfs wird weiterhin durch Biomasse gedeckt.

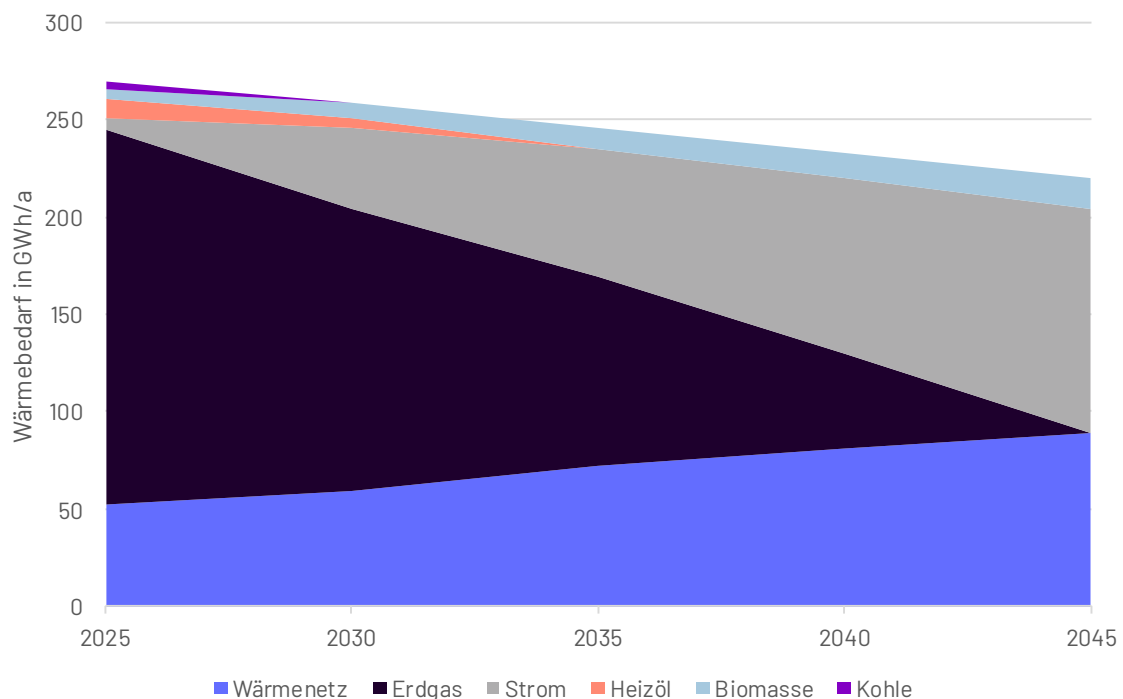


Abbildung 78: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das geplante Gebiet bis 2045

Zu beachten ist, dass die ausgewiesenen Prüfgebiete (vgl. Kapitel 7.1) als Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung angenommen wurden. Würden diese stattdessen als Wärmenetzausbaubereiche ausgewiesen, würden sich die Anteile der Energieträger entsprechend verschieben.

Der Verlauf der spezifischen Treibhausgasemissionen für die unterschiedlichen Energieträger und das Wärmenetz ist in Abbildung 79 dargestellt. Die Treibhausgasbilanzierung basiert dabei auf den Annahmen aus dem Technikkatalog für kommunale Wärmeplanung (Ortner, Paar, et al., Technikkatalog Wärmeplanung 2024). Die Vorkette der Energieträger (Transport und Bereitstellung) findet hier Berücksichtigung. Die aktuell dominierenden Emissionen durch Erdgas gehen im Zeitverlauf zurück, da der Erdgasbedarf abnimmt (vgl. Abbildung 78). Gleichzeitig sinken auch die spezifischen Emissionen des Wärmenetzes, obwohl deren Ausbau voranschreitet. Dies ist auf die zunehmende Dekarbonisierung der Wärmenetze zurückzuführen. Die Emissionen der Wärmepumpen sind kaum sichtbar, trotz eines angenommenen massiven Ausbaus. Hintergrund ist die Annahme eines stark dekarbonisierten Strommixes in

Deutschland. Die spezifischen Emissionen des Energieträgers Strom sinken im Zeitverlauf deutlich, sodass es insgesamt nur zu geringen Treibhausgasemissionen kommen wird.

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

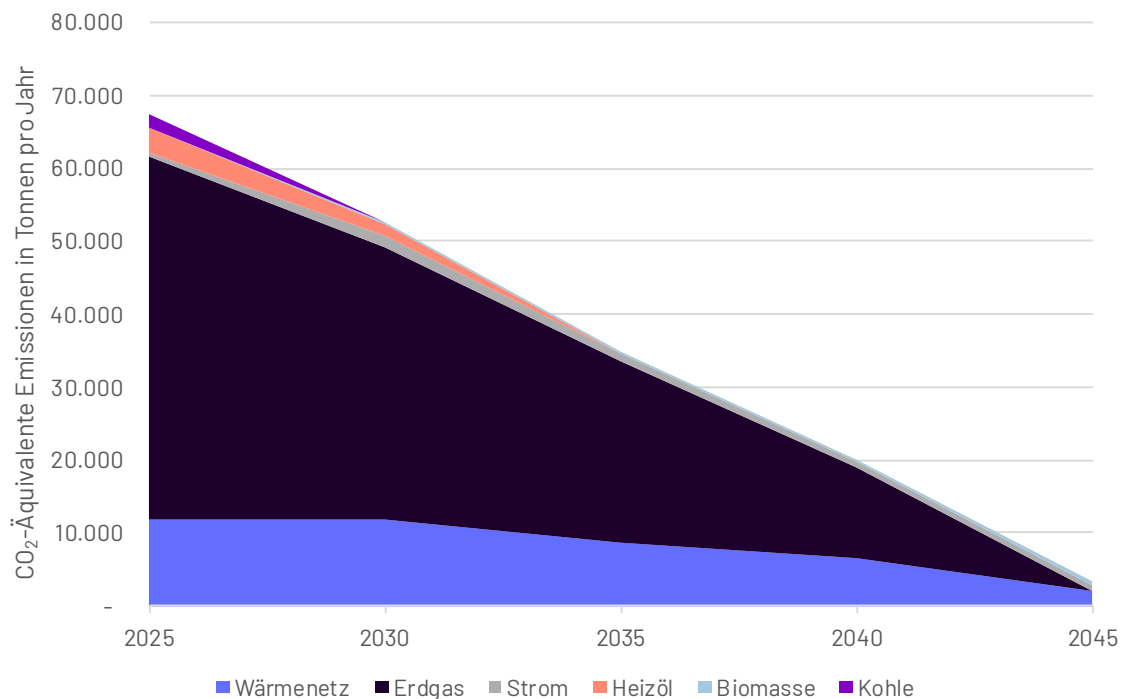


Abbildung 79: Verlauf der Treibhausgasemissionen für das geplante Gebiet bis 2045

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 beschriebenen Indikatoren. Diese soll im Einklang mit der Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG, der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG sowie mit den Zielen des WPG stehen.

Die Beschreibung erfolgt anhand der in den folgenden Tabellen dargestellten Indikatoren. Diese sind in drei Kategorien gegliedert: unterteilt in eine Tabelle mit allgemeinen Indikatoren, eine Tabelle spezifischen Indikatoren für Wärmenetze und sowie eine weitere Tabelle zu Gasnetzen. Alle Indikatoren werden für das geplante Gebiet als Ganzes jeweils für die Jahre 2030, 2035 und 2040 und für das Zielszenario angegeben. Als Vergleichsgröße dient, entsprechend den Vorgaben des WPG, der Endenergiebedarf in GWh pro Jahr.

Tabelle 50: Indikatoren Endenergie vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Ziel-szenario
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Sektor HH in GWh/a	187	174	164	155	145
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Sektor GHD in GWh/a	45	42	40	37	35
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Sektor öff. Gebäude in GWh/a	34	32	30	28	27
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Sektor Industrie in GWh/a	194	194	194	194	194
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Erdgas in GWh/a	219	164	109	55	0
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Erdgas KWK in GWh/a	125	125	0	0	0
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Strom in GWh/a	1,8	22	43	63	79
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Heizöl in GWh/a	14	5,4	0	0	0
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Biomasse in GWh/a	6,2	9,4	13	16	19
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Biogas in GWh/a	0,0	25	25	25	25
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger synthetische Gase in GWh/a	0	0	0	0	11
Endenergiebedarf Wärmeversorgung Energieträger Kohle in GWh/a	4,4	0	0	0	0
Treibhausgasemissionen Wärmeversorgung in t CO ₂ -eq/a	67.428	52.598	34.851	20.157	3.246

Tabelle 51: Indikatoren Wärmenetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Ziel-szenario
Endenergiebedarf Wärmenetze in GWh/a	136	141	86	79	76
Anteil am Gesamtbedarf für Wärme in %	37	40	45	50	57
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Erdgas in GWh/a	7,5	6,5	40	21	0
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	5,5	4,8	30	16	0
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Erdgas KWK in GWh/a	125	101	0	0	0
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	92	75	0	0	0
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Strom in GWh/a	0	9	21	33	41
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0,0	6,3	16	24	30
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Heizöl in GWh/a	2,7	0	0	0	0
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	2,0	0	0	0	0
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger Biogas in GWh/a	0	25	25	25	25
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0,0	18,7	18,7	18,8	18,7
Endenergiebedarf für Wärmenetze Energieträger synth. Gase in GWh/a	0	0	0	0	10,7
Anteil an Endenergiebedarf Wärmenetze in %	0	0	0	0	7,9
Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss	492	900	1.420	1.600	1.740
Anteil an der Gebäudegesamtheit in %	6,0	11	17	19	21

Tabelle 52: Indikatoren Gasnetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Ziel-szenario
Endenergiebedarf Gasnetze in GWh/a	362	272	181	91	0
Anteil am Gesamtbedarf für Wärme in %	98	77	95	57	0
Anzahl der Gebäude mit Gasnetzanschluss	8.105	6.080	4.050	2.020	0
Anteil an der Gebäudegesamtheit in %	98	74	49	25	0

7.4 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

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

Die Identifizierung dieser Gebiete erfolgte auf Grundlage der gebäudespezifischen und baublockbezogenen Wärmebedarfe aus dem Wärmeatlas (vgl. Kapitel 3.7.10).

Aus diesen Daten ergeben sich zunächst Indikationen über die potenziellen gebäudespezifischen Einsparpotenziale beim Wärmebedarf. In Kombination mit dem absoluten baublockbezogenen Wärmebedarf im jeweiligen Gebiet lässt sich ableiten, ob dort ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial besteht.

Nicht als Teilgebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial wurden dagegen Gebiete eingestuft, die zwar ein hohes gebäudespezifisches, aber gleichzeitig ein geringes absolutes Einsparpotenzial aufweisen (z. B. aufgrund geringer Bebauungsdichte). Gleiches gilt für Gebiete mit hohem absolutem gebietsspezifischem Wärmebedarf, aber gleichzeitig nur geringen gebäudespezifischen Einsparpotenzialen. Letzteres ist insbesondere dann der Fall, wenn zwar eine hohe Bebauungsdichte besteht, gleichzeitig jedoch bereits ein hoher Anteil der Gebäude weitgehend energetisch saniert ist.

Die zugrunde liegende Systematik wird in folgender Abbildung veranschaulicht.

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

Abbildung 80: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Das gebäudebezogene Einsparpotenzial wurde als relative Differenz zum aktuellen Wärmebedarf ermittelt. Das Reduzierungspotenzial stellt die Differenz aus aktuellem Wärmebedarf und dem gemittelten Wärmebedarf über die sanierten Gebäudetypen gemäß Maßnahmenpaket 2 des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU 2015) dar. Dabei wurde auf die vorliegenden Daten zur Baualtersstruktur zurückgegriffen (vgl. Kapitel 3.7.2).

Das Maßnahmenpaket 2 des IWU stellt dabei eine ambitionierte – von IWU als „zukunftsweisend“ bezeichnete – energetische Sanierung dar. Während beim sogenannten Energieeffizienz-Niveau 1 „konventionell“ die Mindeststandards der Energieeinsparverordnung 2014 eingehalten werden, orientiert sich das Energieeffizienz-Niveau 2 („zukunftsweisend“) an den zur Veröffentlichung der Deutschen Wohngebäudetypologie (IWU 2015) technisch und baupraktisch realisierbaren Techniken. Die beiden Wärmeschutzniveaus werden dabei vom IWU je nach Gebäudetyp unterschiedlich definiert.

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

Statistische Baublöcke mit niedriger Wärmebedarfsdichte von weniger als 1,5 MWh/(ha·a) wurden aus Gründen der geringen absoluten Relevanz im Ranking nachrangig behandelt und nicht kartografisch dargestellt. Damit wird ein Verzerrungseffekt in den Karten verhindert, der durch die großen Flächen dieser Baublöcke hätte entstehen können.

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

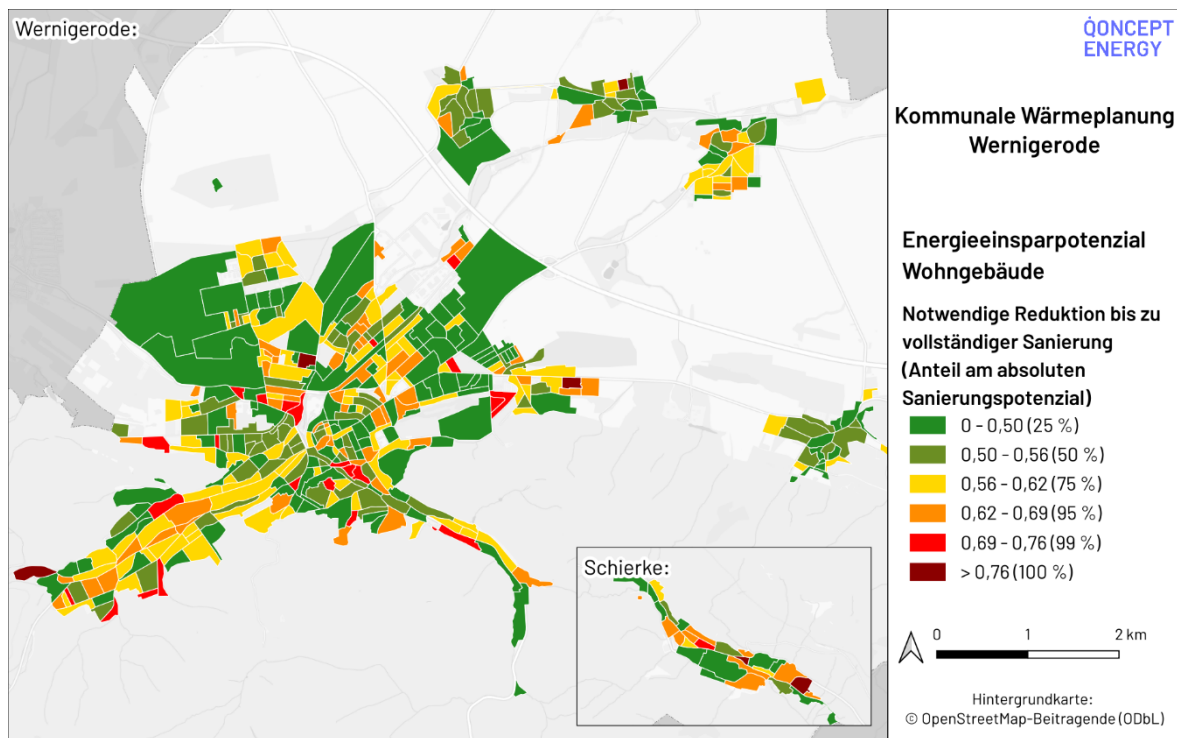


Abbildung 81: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken

Die dargestellte Karte in Abbildung 81 weist in verschiedenen Perzentilintervallen Gebiete nach ihrem Einsparpotenzial aus. Dunkelrot ist das 1 %-Perzentil und hellrot das 5 %-Perzentil markiert. Diese Gebietskategorien werden als Teilgebiete mit einem erhöhten Energieeinsparpotenzial ausgewiesenverstanden werden, da sie hinsichtlich des erzielbaren Einsparpotenzials besonders auffällige Bereiche abbilden.

Grundsätzlich könnten auch die orange und gelb markierten Gebiete als Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial gelten, da ihr Einsparpotenzial in der oberen Hälfte liegt. Die Fokussierung auf das obere 5 %-Perzentil folgt dem Grundsatz, dass sich gegebenenfalls zu entwickelnde Energiesparmaßnahmen zunächst auf die Gebiete mit sehr hohem Einsparpotenzial konzentrieren sollten. In diesen Gebieten ist nicht nur auf kleinem Raum eine besonders hohe Einsparung erzielbar, sondern es ist auch wahrscheinlich, dass dort die eingesetzten Mittel (etwa zur energetischen Gebäudesanierung) einen besonders hohen Effekt erzielen.

7.5 Auswirkungen auf das Stromnetz

Zur Abschätzung der Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz wurden auf Grundlage der geplanten Wärmeerzeugung mit zentralen und dezentralen Wärmepumpen aus Kapitel 7.3 stündliche und tägliche Lastgänge des zu erwartenden, zusätzlichen Strombedarfs simuliert. Für die zentralen Wärmepumpen wurde auf den Lastgang aus der Erzeugersimulation zurückgegriffen und für die dezentralen Wärmepumpen ein Lastgang in Anlehnung

an den Gesamtwärmebedarf angenommen (vgl. Kapitel 5.4.2). Die resultierenden Stromlastgänge im Tagesmittel sind in Abbildung 82 in 5-Jahres-Schritten bis zum Zieljahr dargestellt.

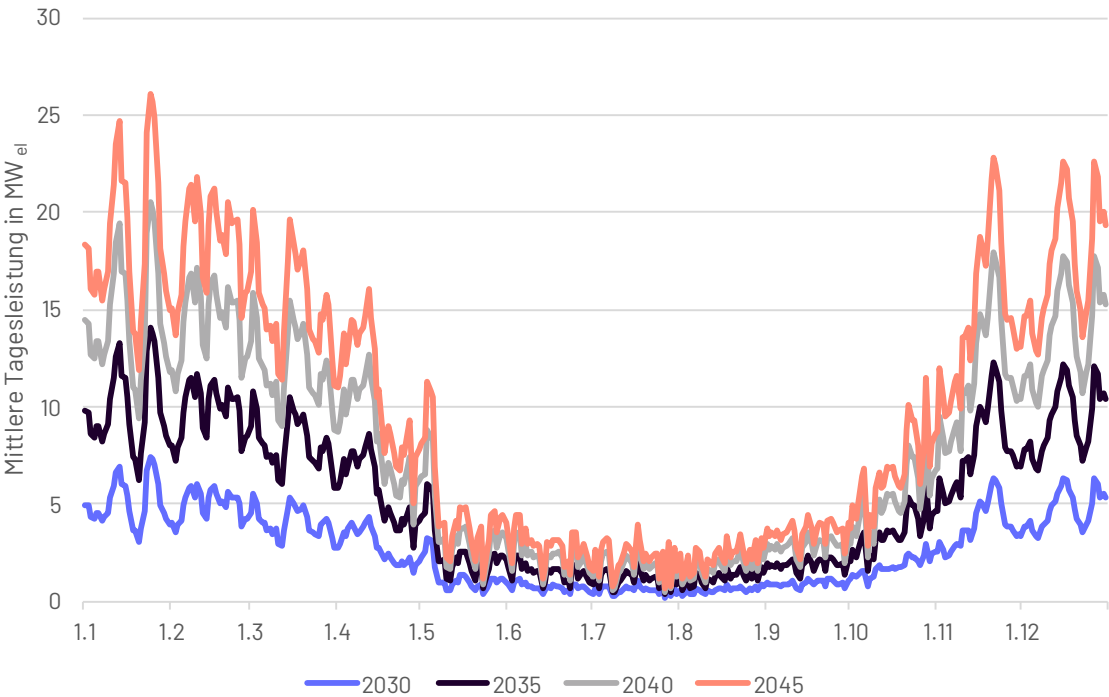


Abbildung 82: Entwicklung elektrischer Lastgänge zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Unter den getroffenen Annahmen steigt der Strombedarf für das gesamte Stadtgebiet bis zum Jahr 2045 um rund 80 GWh pro Jahr an. Die zusätzliche Lastspitze durch den Betrieb der Wärmepumpen beträgt im Tagesmittel insgesamt rund 26 MW und im Stundenmittel 30 MW. Diese Werte ergeben sich aus der im Zielszenario angenommenen minimalen Außentemperatur von – 5,7 °C (Tagesmittelwert) beziehungsweise – 9,7 °C (Stundenwert).

Tabelle 53: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz, Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Jahr	2030	2035	2040	2045
Dez. Strombedarf in GWh/a	13,8	22,1	30,1	38,5
Zentr. Strombedarf in GWh/a	8,6	21,1	32,9	40,8
Gesamter Strombedarf in GWh/a	22,4	43,2	63,0	79,3
Bedarfsanteil dezentrale Wärmepumpen in %	62	51	48	49
Bedarfsanteil zentrale Wärmepumpen in %	38	49	52	51
Lastspitze Tagesmittel in MW	7	13	19	24
Lastspitze Stundenmittel in MW	9	16	24	30

8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung

Während des Projektverlaufs war die kommunale Wärmeplanung Thema in den öffentlichen Bau- und Umweltausschusssitzungen am 31.03.2025 und am 24.11.2025. Ziel dieser Veranstaltungen war es, über die geplanten Inhalte sowie den Stand der Wärmeplanung zu informieren und die Bedeutung des Beschlusses zur kommunalen Wärmeplanung zu erläutern.

Im Projektverlauf fanden zudem mehrere Gespräche zwischen den Planungsverantwortlichen und der Stadtwerke Wernigerode GmbH statt. Ziel war die Abstimmung einer Zusammenarbeit bei der Transformation und dem Ausbau der bestehenden Wärmenetze sowie der zugehörigen Wärmeerzeugung.

Am 11.02.2025 fand ein Treffen mit Unternehmen aus der Branche der Automobilzulieferer statt. Dabei wurde über den Stand und die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert sowie die Datenabfrage zur Bestandsanalyse angekündigt.

Am 17.07.2026 wurde Herr Prof. Dr. Arno Willingmann, stellvertretender Ministerpräsident und Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, im Rahmen seiner „Energie-Sommertour“ über den Stand der kommunalen Wärmeplanung in seiner Heimatstadt Wernigerode informiert.

Am 21.01.2026 wurden die Vorgehensweise und die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung im Rahmen einer öffentlichen Bürgerinformationsveranstaltung im Rathaus-saal vorgestellt. Dazu wurden alle Bürgerinnen und Bürger aus Wernigerode sowie aus den Ortsteilen Reddeber, Minsleben, Silstedt, Benzingerode und Schierke eingeladen. Ziel der Veranstaltung war es, eine möglichst breite Akzeptanz für die notwendigen Schritte zum Erreichen der Wärmewende bei der Bewohnerschaft zu schaffen und so langfristig eine gemeinsam getragene Umsetzung zu ermöglichen. Zentraler Bestandteil war ein Vortrag der Qoncept Energy GmbH, in dem die Vorgehensweise sowie die wesentlichen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt wurden. Im Anschluss an die Vorträge bestand die Möglichkeit für die Teilnehmenden, mit den beteiligten Akteuren und individuelle Fragen zu klären. Anwesend waren:

- Qoncept Energy GmbH (Erstellerin der kommunalen Wärmeplanung)
- Stadtwerke Wernigerode GmbH (Strom-, Gas- und Wärmenetzbetreiberin)
- Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH – LENA
- Stadt Wernigerode

An der Informationsveranstaltung nahmen rund 60 Bürgerinnen und Bürger in Präsenz teil. Zusätzlich wurde die Veranstaltung vom Offenen Kanal Wernigerode übertragen, sodass etwa 150 weitere Personen die Veranstaltung via über einen Livestream im Internet verfolgten. Der Vortrag wurde anschließend auf der Internetseite der Stadt Wernigerode öffentlich zur Verfügung gestellt.

Am 28.01.2026 wurden die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zudem den Mitgliedern der Kreishandwerkerschaft vorgestellt.

Bereits im Vorfeld der kommunalen Wärmeplanung erfolgte eine Einbindung verschiedener Industrieunternehmen im Rahmen des von der Stadtwerke Wernigerode GmbH erstellten Transformationsplans nach BEW. Auf die Ergebnisse dieser Gespräche konnte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zurückgegriffen werden. Darüber hinaus wurden Gespräche mit der Forstbetriebsgemeinschaft Ostharz w. V. (FBG) geführt. Die FBG plant die Errichtung einer Pyrolyseanlage, aus der gegebenenfalls Abwärme bereitgestellt werden könnte.



Abbildung 83: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung am 21.01.2026

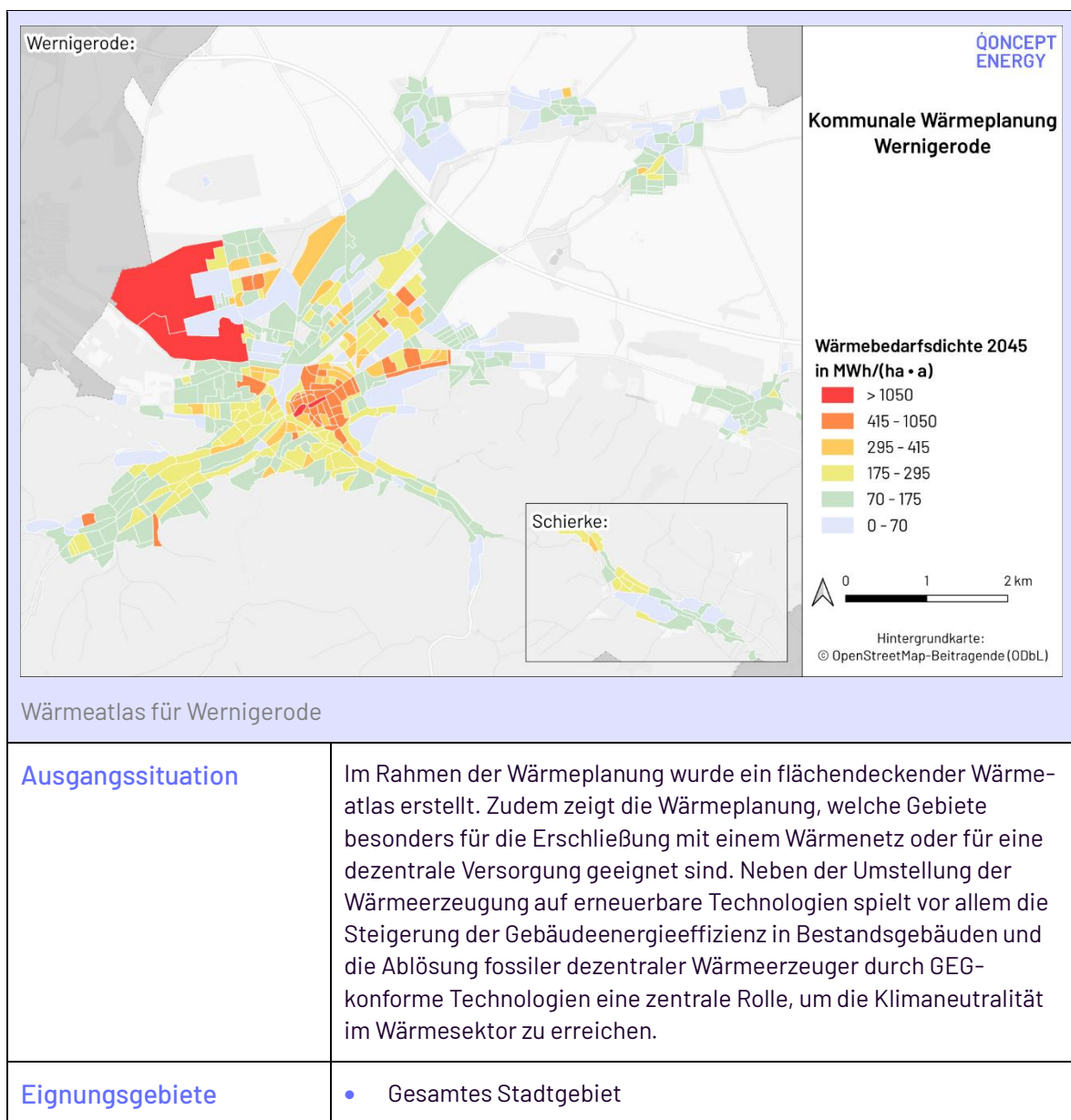
9 Umsetzungsstrategie

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Schritte der Umsetzungsstrategie zum Erreichen des Zielszenarios und damit einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 dargestellt. Im Rahmen der Umsetzungsstrategie wurden zehn Maßnahmen entwickelt, die in den folgenden Kapiteln jeweils in Form von Projektskizzen konkretisiert werden.

1. Informationskampagnen zu niedrigschwelligen Energieberatungsangeboten
2. Fortführung der Gespräche mit der Industrie zur Abwärmenutzung
3. Vertiefte Prüfung der Abwärmepotenziale der geplanten Pyrolyseanlage und möglicher Kooperationen mit den Anlagenbetreibern
4. Vertiefte Prüfung der Kläranlage in Silstedt als Wärmequelle und des damit verbundenen potenziellen Aufbaus eines Wärmenetzes in Silstedt

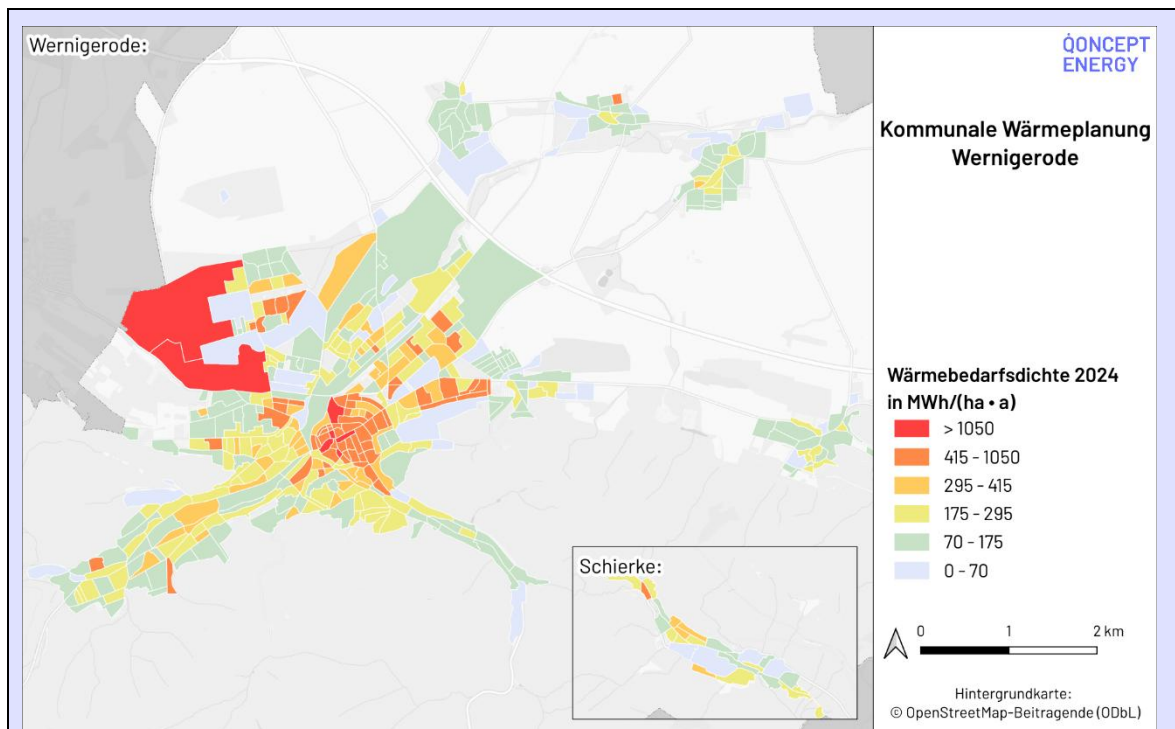
5. Beantragung von Fördermitteln für den Ausbau der Wärmenetze in der Kernstadt und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen
6. Prüfen der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung
7. Vertiefte Prüfung der Rahmenbedingungen für einen Wärmenetzausbau in Hasserode
8. Synchronisieren der Infrastrukturprojekte
9. Aufbau eines Wärmeplanungs-Beirats
10. Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wernigerode

9.1 Informationskampagnen zu niedrigschwelligen Energieberatungsangeboten



Zielsetzung	- Die in der Potenzialanalyse der Wärmeplanung ermittelte Wärmebedarfsreduktion, insbesondere im Sektor Haushalte, sollen mindestens erreicht oder übertroffen werden. - Dazu sollen niedrigschwellige Beratungsangebote insbesondere für Gebäudeeigentümer, zum Beispiel in Form einer aufsuchenden Energieberatung oder ähnlicher Konzepte geschaffen werden.
Maßnahmen	- Prüfen, ob öffentliche Fördermittel für eine aufsuchende Energieberatung genutzt werden können. - Prüfen, welche weiteren öffentlichen Informationsangebote diesbezüglich infrage kommen (z. B. Angebote der Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt e. V. oder der Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH) - Prüfen, ob Energieberatungsangebote mit Kooperationspartnern wie der Stadtwerke Wernigerode 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	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.
Kosten und Finanzierung	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.
Nächste Schritte	Siehe Abschnitt Maßnahmen
Verantwortlich	- Stadt Wernigerode, ggf. in Zusammenarbeit mit der - Stadtwerke Wernigerode GmbH
Wichtige Akteure	- Stadtverwaltung Wernigerode, - Stadtwerke Wernigerode GmbH, - Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH, - Handwerkskammer, - Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt e. V., - lokal tätige Energieberater und Heizungsinstallateure, - Gebäudeeigentümer
Zeitplan	Start der Umsetzung: ab Februar 2026 möglich
Priorität	Hoch

9.2 Fortführung der Gespräche mit der Industrie zur Abwärmenutzung

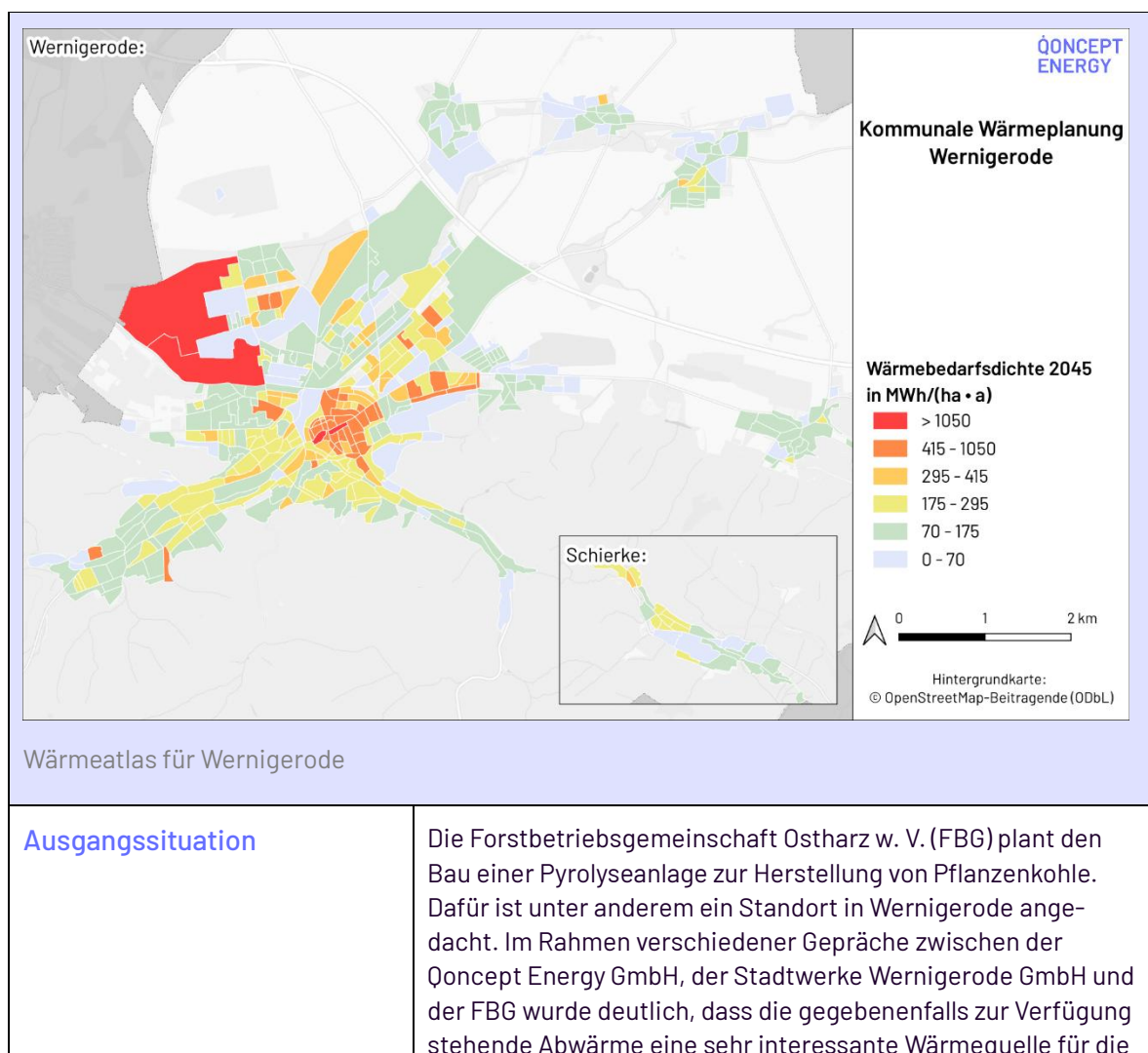


Wärmeatlas für Wernigerode

Ausgangssituation	In den Industriegebieten bestehen zum Teil sehr hohe Prozesswärmebedarfe. Diese wurden in der Potenzialanalyse erfasst. Es hat sich gezeigt, dass in Einzelfällen Abwärmemengen auch für die Nutzung im Wärmenetz interessant sein können (z. B. KSM Castings Group GmbH und NEMAK Wernigerode GmbH). Es wurden im Rahmen der Wärmeplanung mit verschiedenen Unternehmen bereits Gespräche geführt.
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete und Prüfgebiete
Zielsetzung	Steigerung der Wirtschaftlichkeit potenzieller Wärmenetze durch Nutzung günstiger Wärmequellen
Maßnahmen	Fortsetzung und Vertiefung der Gespräche mit Industrieunternehmen mit dem Ziel einer Abwärmenutzung sowie einer Kooperation beim Ausbau von Wärmenetzen.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt vom Umfang der Bereitstellung von Abwärmemengen ab. Dieser Umfang soll im Rahmen der vorgeschlagenen Gespräche ermittelt werden.
Kosten und Finanzierung	- Es entstehen Kosten für die Koordination und Durchführung weiterer Kooperationsgespräche. - Dazu gehören gegebenenfalls auch die Erfassung und Auswertung weitere Daten der Unternehmen und die inhaltlich Begleitung der Gespräche.

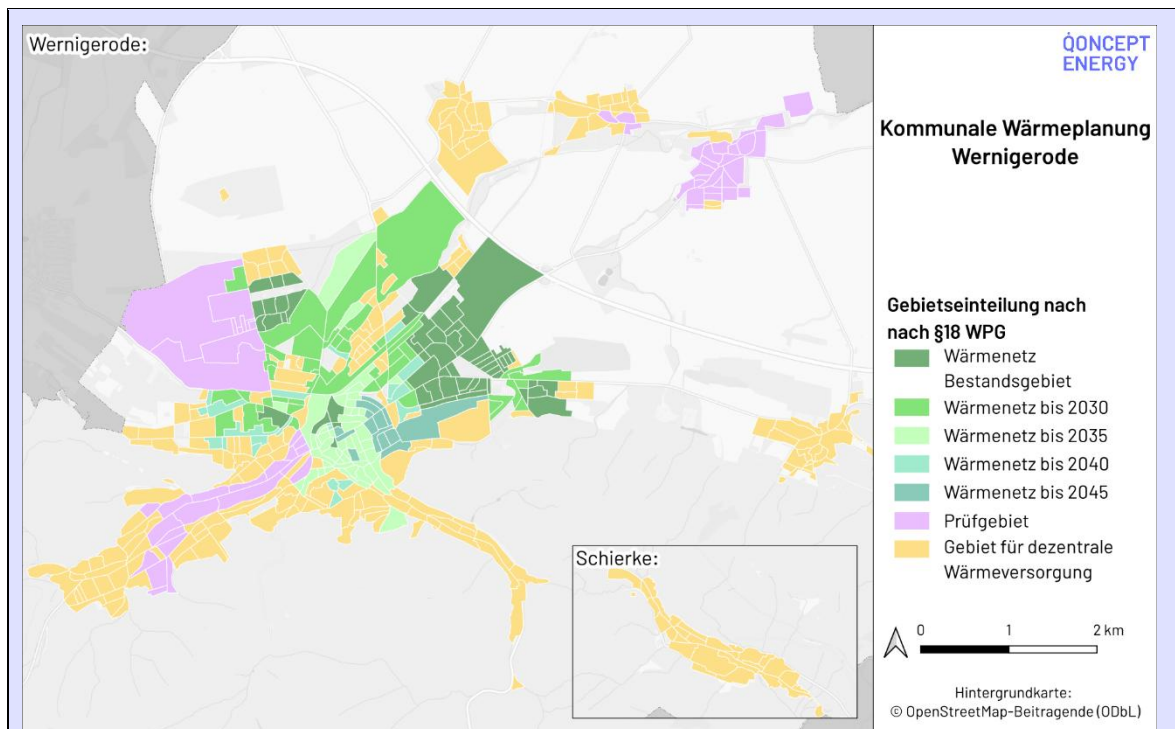
	Sollten auf Basis der ersten Gespräche konkretisierende Analysen notwendig sein, werden diese auf 20-25 T€ pro Unternehmen geschätzt.
Nächste Schritte	- Ansprache der entsprechenden Unternehmen zur Klärung der grundsätzlichen Kooperationsbereitschaft - Vorbereitung und Durchführung eines oder mehrerer entsprechender Auftakttermine
Verantwortlich	Stadt Wernigerode
Wichtige Akteure	- Stadtverwaltung Wernigerode - Stadtwerke Wernigerode GmbH - diverse Industrieunternehmen
Zeitplan	Start der Maßnahme: im ersten Quartal 2026 möglich
Priorität	Sehr hoch

9.3 Vertiefte Prüfung der Abwärmepotenziale der geplanten Pyrolyse-Anlage und möglicher Kooperationen mit den Anlagenbetreibern



	Wärmenetze in Wernigerode sein kann. Aufgrund der zum Redaktionsschluss der Wärmeplanung noch bestehenden offenen Fragen hinsichtlich einer möglichen Kooperation, wurde diese Wärmequelle im Rahmen der Ausbauszenarien für die Wärmenetze noch nicht berücksichtigt.
Eignungsgebiete	• Zentrale Wärmeversorgungsgebiete und Prüfgebiete
Zielsetzung	• Vertiefte Prüfung einer möglichen Wärmelieferung aus der angedachten Pyrolyseanlage der FBG an die Stadtwerke Wernigerode GmbH. Daraus können sich eine deutliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit für die Wärmenetze und konkurrenzfähigere Wärmepreise bei den Wärmenetzkunden ergeben.
Maßnahmen	• Die im Rahmen der Wärmeplanung geführten Gespräche sollten vertieft werden, um zu prüfen, ob eine Zusammenarbeit für alle Beteiligten zu hinreichenden Vorteilen führt.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt vom Umfang der Bereitstellung von Wärmemengen ab. Dieser Umfang soll im Rahmen der vorgeschlagenen Gespräche ermittelt werden.
Kosten und Finanzierung	• Es entstehen Kosten für die Koordination und Durchführung weiterer Kooperationsgespräche. Dazu gehören gegebenenfalls auch die Erfassung und Auswertung weiterer Daten hinsichtlich der bereitstellbaren Wärmemengen und der Nutzungsmöglichkeiten durch die Stadtwerke Wernigerode GmbH. • Die Kosten für konkretisierende Analysen werden auf 10-20 T€ geschätzt.
Nächste Schritte	• Vorbereitung und Durchführung weiterer Gespräche zwischen FBG und Stadtwerke Wernigerode GmbH, ggf. unter Einbindung der Stadt Wernigerode etwa zur Standortfindung und zu genehmigungsrechtlichen Fragen. • Sofern sich eine entsprechende Zusammenarbeit weiter konkretisiert, ist zu prüfen, inwieweit sich dabei positive Auswirkungen auf die entwickelten Netzausbauszenarien ergeben. Daraus könnte sich auch eine andere Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG ergeben.
Verantwortlich	• Stadtwerke Wernigerode GmbH
Wichtige Akteure	• Stadtverwaltung Wernigerode • Stadtwerke Wernigerode GmbH • Forstbetriebsgemeinschaft Ostharz w. V.
Zeitplan	• Die Maßnahme setzt auf bereits durchgeführte Gespräche auf und könnte unmittelbar umgesetzt werden.
Priorität	• Sehr hoch

9.4 Vertiefte Prüfung der Kläranlage in Silstedt als Wärmequelle und des damit verbundenen potenziellen Aufbaus eines Wärmenetzes in Silstedt

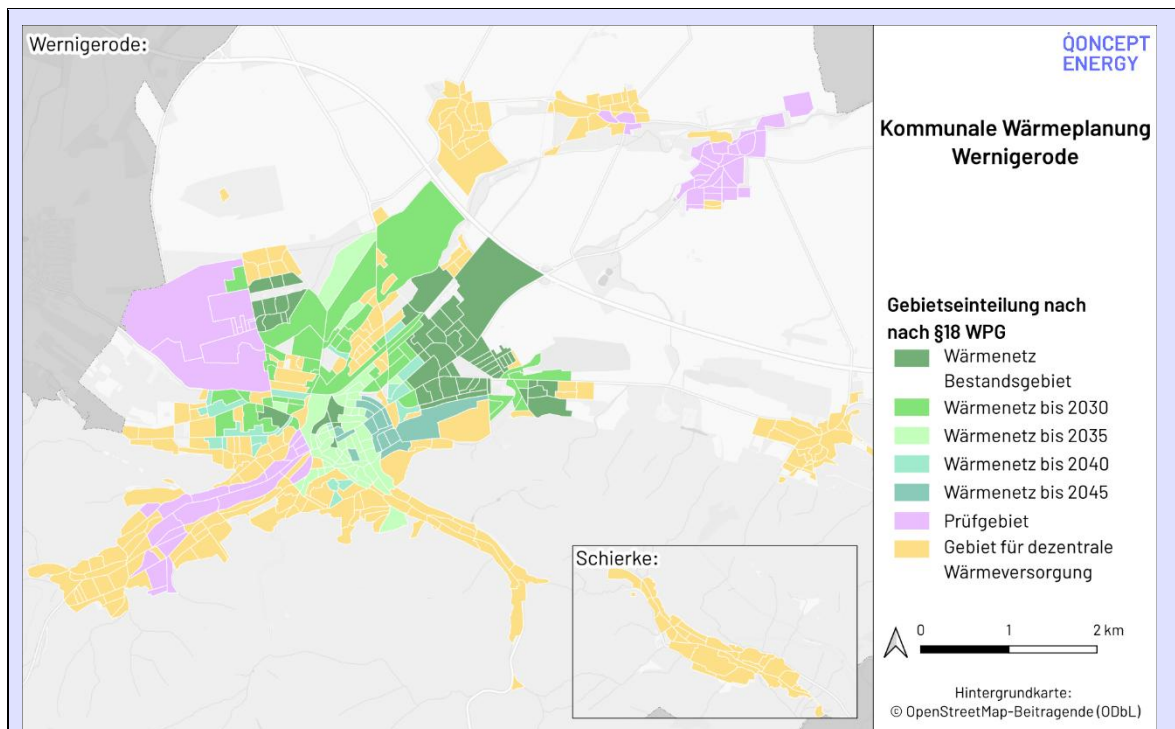


Wärmeversorgungsgebiete in Wernigerode

Ausgangssituation	Der Auslauf von Kläranlagen stellt grundsätzlich eine interessante Wärmequelle für Großwärmepumpen dar. Für die Kläranlage in Silstedt wurde mit 36 GWh ein sehr hohes Wärmeerzeugungspotenzial identifiziert. Dieses ist so hoch, dass eine Nutzung nicht nur für Silstedt, sondern auch für die Kernstadt Wernigerode in Betracht gezogen werden kann. Aufgrund einer Entfernung von über 5 km zu dem bestehenden Wärmenetz „Kupferhammer“ wäre allerdings ein aufwändiger Leitungsbau notwendig, der zudem zu weiteren Wärmeverlusten führen würde. Daher ist zunächst eine entsprechende Detailprüfung notwendig. Das Wärmepotenzial der Kläranlage wurde im Rahmen des Zielszenarios noch nicht in das priorisierte Erzeugerportfolio integriert.
Eignungsgebiete	• Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt und Prüfgebiete in der Kernstadt und in Silstedt
Zielsetzung	• Detailprüfung einer Nutzung des Auslaufs der Kläranlage Silstedt in Kombination mit einer Großwärmepumpe und einer Verbindungsleitung zu den bestehenden Wärmenetzen in der Kernstadt Wernigerode. • Prüfung der Möglichkeiten einer Wärmenetzerschließung in Silstedt, sofern eine Anbindung der Kläranlage an die bestehenden Wärmenetze infrage kommt.

Maßnahmen	• Führen von Gesprächen mit dem Wasser- und Abwasserverband Holtemme-Bode hinsichtlich der Kooperationsbereitschaft zur Wärmenutzung. • Untersuchung der Machbarkeit einer Nutzung des Auslaufs der Kläranlage (technische Machbarkeit, Investitions-/Betriebskosten und Auswirkungen auf das Erzeugerportfolio der Wärmenetze in der Kernstadt von Wernigerode). • Kalkulation der Leitung zur Anbindung an die bestehenden Wärmenetze. • Kalkulation einer Wärmenetzerschließung von Silstedt im Zusammenhang mit der Anbindungsleitung für die Kernstadt von Wernigerode.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt vom Umfang der Bereitstellung von Wärmemengen und des Wärmenetzausbaus ab. Dieser Umfang soll im Rahmen der vorgeschlagenen Maßnahmen bzw. Analysen ermittelt werden.
Kosten und Finanzierung	• Eine erste Grobanalyse kann gegebenenfalls mit Eigenleistungen der Stadtwerke Wernigerode GmbH erbracht werden. • Für vertiefende Analysen wird ein Volumen von 10–20 T€ geschätzt.
Nächste Schritte	• siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	• Stadtwerke Wernigerode GmbH
Wichtige Akteure	• Stadtverwaltung Wernigerode • Wasser- und Abwasserverband Holtemme-Bode • potenzielle Ankerkunden in Silstedt
Zeitplan	• Die Maßnahme setzt auf die Analysen aus der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte zu Beginn des Jahres 2026 gestartet werden.
Priorität	• Sehr hoch

9.5 Beantragung von Fördermitteln für den Ausbau der Wärmenetze in der Kernstadt und anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen

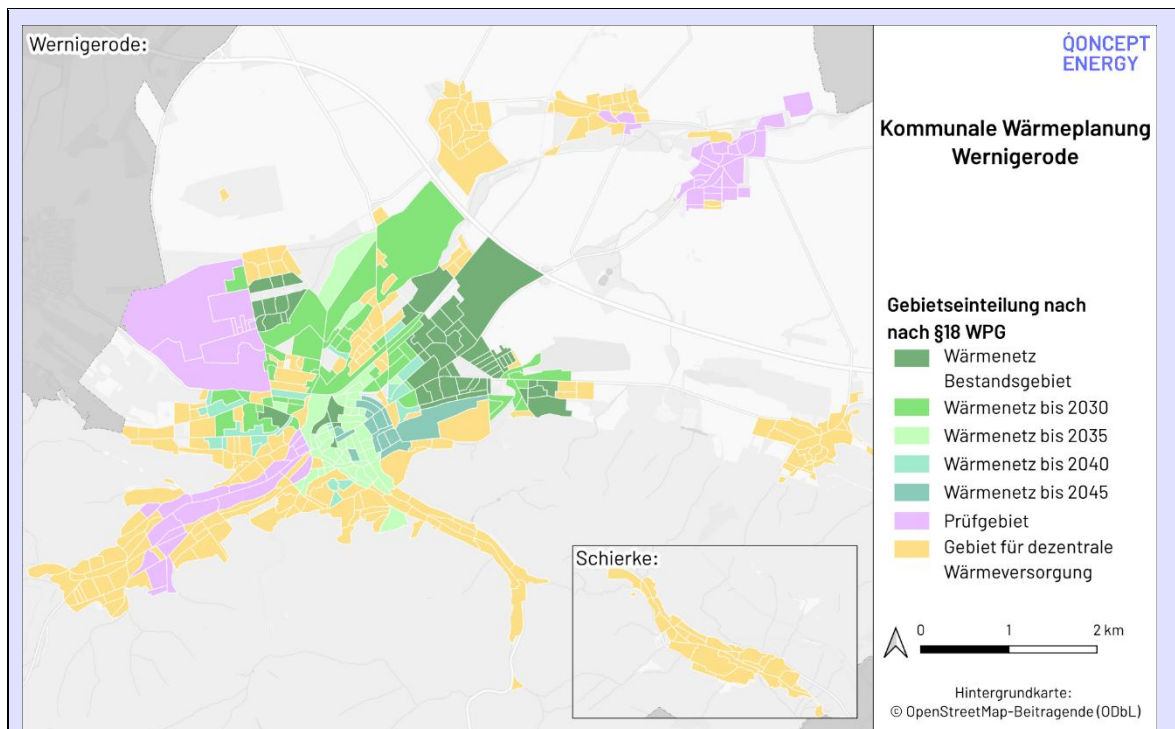


Wärmeversorgungsgebiete in Wernigerode

Ausgangssituation	Im Zielszenario wird der Ausbau der bestehenden Wärmenetze in der Kernstadt von Wernigerode empfohlen. Die Stadtwerke Wernigerode GmbH hat dafür bereits einen Transformationsplan nach BEW erarbeitet.
Eignungsgebiete	Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt
Zielsetzung	- Erhalt von Fördermitteln für den Ausbau der bestehenden Wärmenetze in der Kernstadt von Wernigerode auf der Grundlage der erarbeiteten BEW-Transformationsplanung. - Umsetzung des geförderten Konzepts für den Ausbau der bestehenden Wärmenetze in der Kernstadt von Wernigerode.
Maßnahmen	- Prüfen, inwieweit neue Erkenntnisse zum Wärmenetzausbau seit der Fertigstellung des BEW-Transformationsplans vorliegen, z. B. hinsichtlich neuer Wärmequellen (vgl. Kapitel 9.2, 9.3 und 9.4). - Da aktuell die Wärmenetzausbaumaßnahmen der Stadtwerke Wernigerode GmbH über das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz – KWKG) gefördert werden, ist zu prüfen, ab wann ein Umstieg auf die BEW-Förderung sinnvoll ist. - Stellen des Fördermittelantrags nach BEW (ggf. unter Berücksichtigung notwendiger Aktualisierungen).

	Nach Vorliegen des Förderbescheids kann der Ausbau umgesetzt werden.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung wurde in Kapitel 7.2 dargestellt. Dieses Potenzial kann sich auf Basis neuer Erkenntnisse gegenüber der bestehenden BEW-Transformationsplanung ändern.
Kosten und Finanzierung	- Die Kosten für die Erstellung eines Fördermittelantrags werden auf 10–15 T€ geschätzt. Die Kosten wären vom Antragsteller (der Stadtwerke Wernigerode GmbH) zu tragen. - Die Kosten des Ausbaus der Wärmenetze ergeben sich aus der BEW-Transformationsplanung beziehungsweise deren Aktualisierung.
Nächste Schritte	siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	Stadtwerke Wernigerode GmbH
Wichtige Akteure	- Stadtverwaltung - BAFA
Zeitplan	Start der Maßnahme: unmittelbar nach Vorabklärung mit Fördermittelgeber BAFA möglich
Priorität	Sehr hoch

9.6 Prüfen der Anwendungsmöglichkeiten des Förderprogramms KfW 432 – Energetische Stadtsanierung



Wärmeversorgungsgebiete in Wernigerode

Ausgangssituation

Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmeatlas 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.

Eignungsgebiete

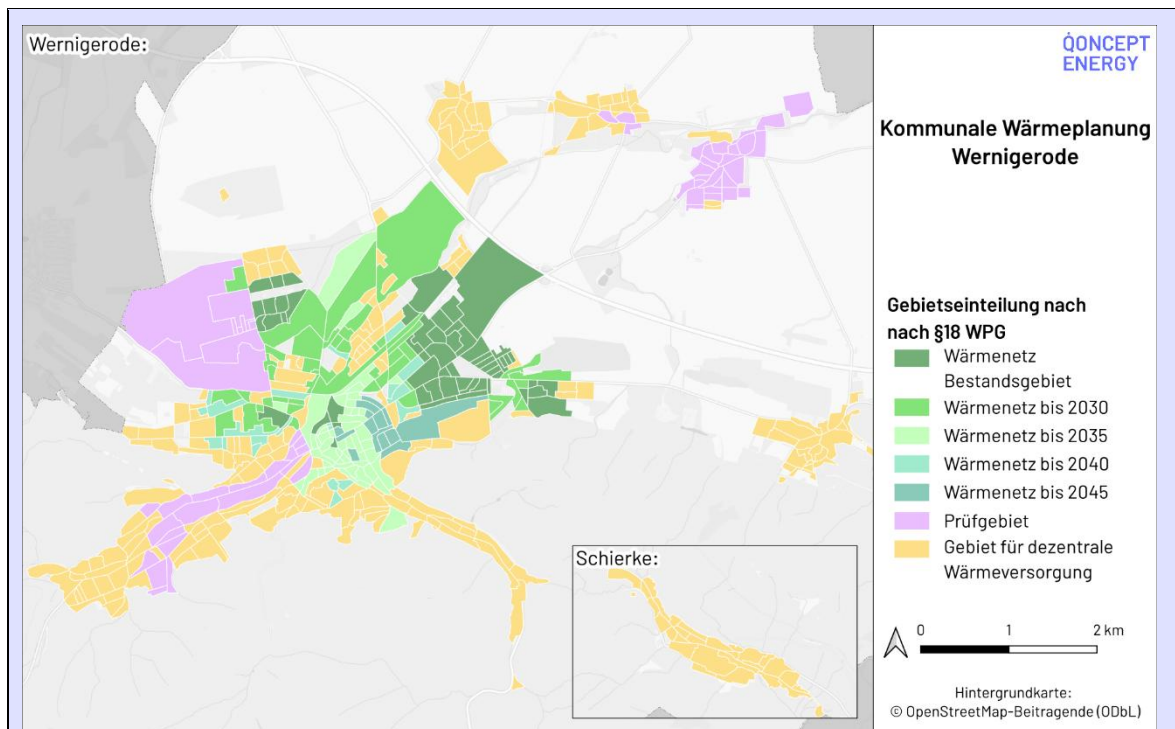
- Gesamtes Stadtgebiet

Zielsetzung

- Das Förderprogramm KfW 432 dient der finanziellen Förderung von Quartierskonzepten und dem lokalen Sanierungsmanagement. Neben der Erstellung von Konzepten werden auch Personal- und Sachkosten für ein Sanierungsmanagement gefördert (75 % für alle Kommunen und 90 % für finanzschwache Kommunen).
- Ziel ist es, dieses Programm für die Umsetzung von Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie der kommunalen Wärmeplanung oder auch weiterer Maßnahmen aus dem Bereich der Energiewende zu nutzen. Förderfähig sind zudem Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, grüne Infrastruktur und klimafreundliche Mobilität. Die

	Kombination dieser Programmpunkte zu einem für ausgewählte Quartiere geeigneten Gesamtkonzept sollte geprüft werden.
Maßnahmen	• Prüfung, für welche Quartiere das Förderprogramm sinnvoll sein kann. Quartiere können individuell festgelegt werden, müssen aber unterhalb der Ebene eines Stadtteils definiert werden. Es können parallel auch mehrere Anträge für verschiedene Quartiere gestellt werden. Diese Gebiete sollten sich strukturell unterscheiden. • Prüfung der förderrechtlichen Rahmenbedingungen. • Stellen eines entsprechenden Förderantrags, sofern dies inhaltlich und finanziell sinnvoll erscheint.
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt von den ausgewählten Quartieren und den beantragten Maßnahmen ab. Das entsprechende Minderungspotenzial kann ermittelt werden, wenn diese Maßnahmen definiert sind.
Kosten und Finanzierung	• Grundsätzlich kann ein Fördermittelantrag von der Kommune in Eigenleistung erstellt werden. Sofern Unterstützung benötigt wird, werden die Kosten auf ca. 5 € pro Antrag geschätzt (bei mehreren parallelen Anträgen ergeben sich voraussichtlich Synergien, die zu Kostensenkungen führen können). Die Anträge wären von der Stadt Wernigerode zu stellen. Dort sind auch die Kosten für die Antragstellung zu tragen. • Die Fördermittel können auch an privatwirtschaftliche oder gemeinnützige Akteure weitergegeben werden (z. B. Stadtwerke, Wohnungsunternehmen, Eigentümergemeinschaften oder Bürgerenergiegenossenschaften).
Nächste Schritte	• siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	• Stadt Wernigerode
Wichtige Akteure	• Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) • Stadtverwaltung Stadtwerke Wernigerode GmbH • Wohnungsunternehmen oder Eigentümergemeinschaften in Wernigerode • ggf. weitere Stakeholder
Zeitplan	• Die Maßnahme setzt auf die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte zu Beginn des Jahres 2026 unmittelbar gestartet werden.
Priorität	• Sehr hoch, • da die Fördermittel begrenzt sind und die Vergabe nach der Reihenfolge der gestellten Anträge erfolgt.

9.7 Vertiefte Prüfung der Rahmenbedingungen für einen Wärmenetzausbau in Hasserode

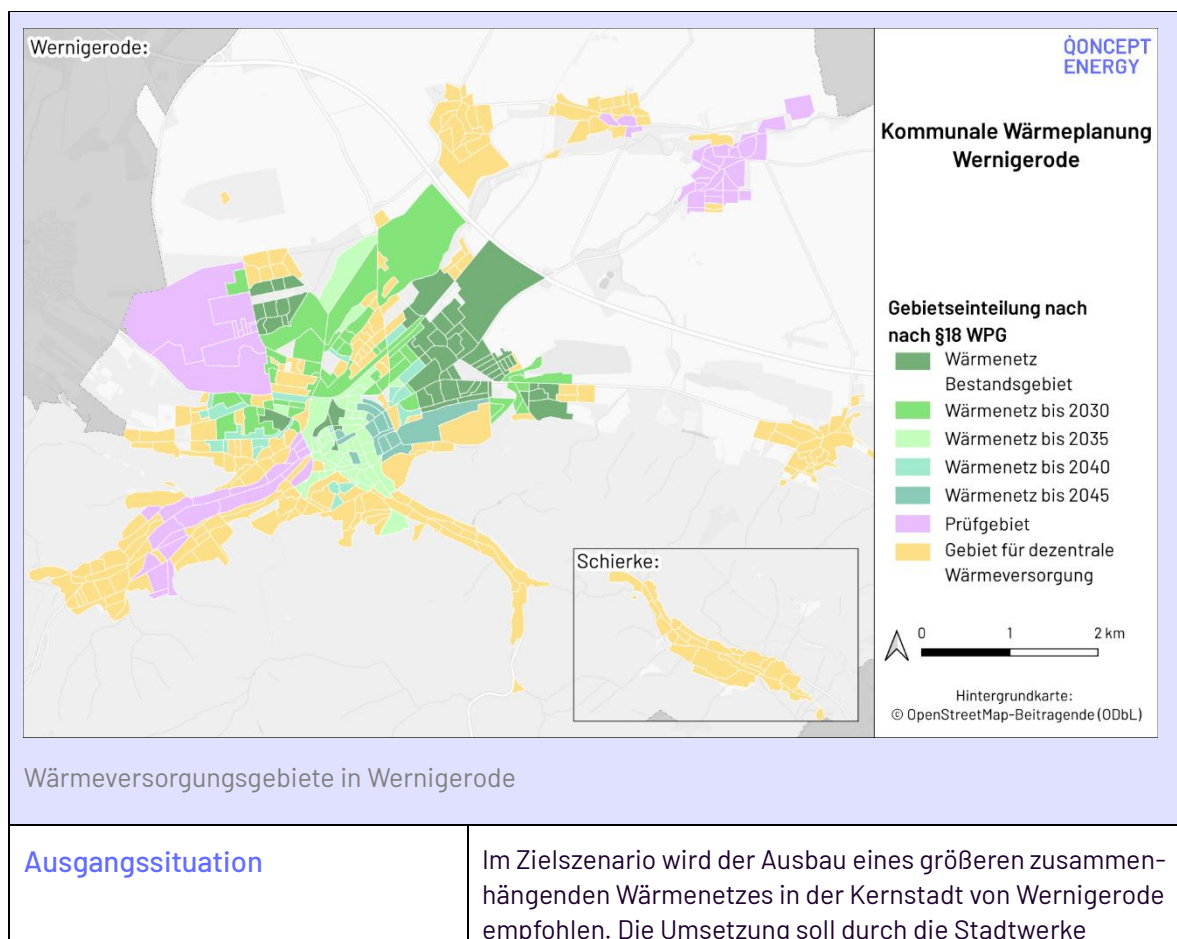


Wärmeversorgungsgebiete in Wernigerode

Ausgangssituation	Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, wurde der Stadtteil Hasserode in den Netzausbauvarianten separat untersucht, da hier eine hohe Wärmedichte und somit eine wahrscheinlich hohe Eignung für ein Wärmenetz vorliegt. Aufgrund der Topografie wird die Errichtung eines Inselnetzes möglicherweise schwierig, da erneuerbare Wärmeerzeuger in der Regel viel Fläche benötigen, die in der vorhandenen Tallage nur schwer zu finden ist. Aus diesem Grund könnte ein Anschluss an die bestehenden Wärmenetze in der Kernstadt Wernigerode sinnvoll sein.
Eignungsgebiete	Prüfgebiete in Hasserode
Zielsetzung	Prüfung der Möglichkeiten einer Wärmenetzerschließung in Hasserode und der Auswirkungen auf das bisher geplante Zielszenario der KWP.
Maßnahmen	- Technisch-ökonomische Detailprüfung eines Anschlusses von Hasserode an die bestehenden Wärmenetze der Kernstadt Wernigerode. - Prüfen der Bedeutung der weiteren Erzeugerpotenziale (vgl. Kapitel 9.2, 9.3 und 9.4) für den Ausbau der Wärmenetze in den Stadtteil Hasserode. - Prüfung, ob diese Themen über ein Quartierskonzept im Rahmen des Programms KFW 432 – Energetische Stadttsanierung bearbeitet werden können (vgl. Kapitel 9.6).

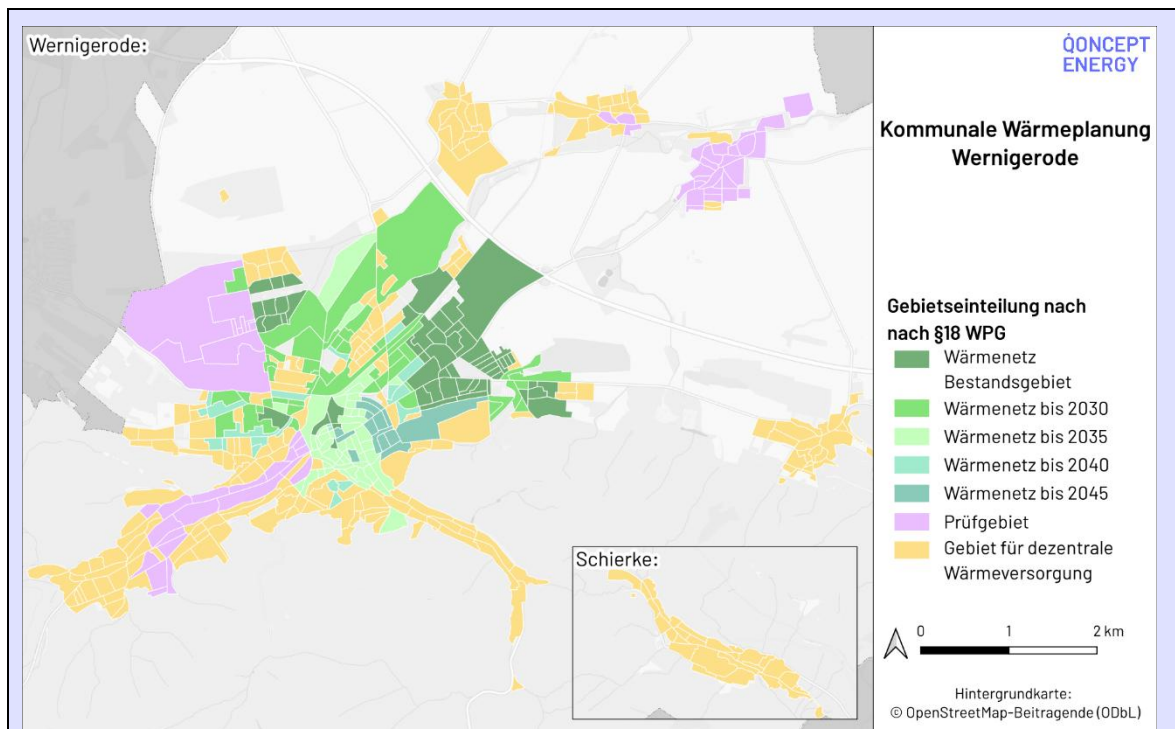
Treibhausgasminderung	Das Potenzial für die Treibhausgasminderung hängt vom Umfang des Wärmenetzausbaus und der dafür zusätzlich benötigten Erzeugungskapazitäten ab. Dieser Umfang soll im Rahmen der vorgeschlagenen Maßnahmen bzw. Analysen ermittelt werden.
Kosten und Finanzierung	- Die erste Grobanalyse kann gegebenenfalls mit Eigenleistungen der Stadtwerke Wernigerode GmbH erbracht werden. - Für vertiefende Analysen wird ein Volumen von 10–20 T€ geschätzt.
Nächste Schritte	siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	Stadtwerke Wernigerode GmbH
Wichtige Akteure	- Stadtverwaltung - potenzielle Ankerkunden in Hasserode
Zeitplan	Die Maßnahme setzt auf die Analysen aus der kommunalen Wärmeplanung auf und könnte im Verlauf des Jahres 2026 durchgeführt werden.
Priorität	Die Priorität der Maßnahmen ist hoch.

9.8 Synchronisieren der Infrastrukturprojekte



	Wernigerode GmbH auf Basis des bestehenden BEW-Transformationsplans erfolgen.
Eignungsgebiete	• Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt
Zielsetzung	• Ziel ist es, die Tiefbaumaßnahmen für den Ausbau der Wärmenetze und den Ausbau oder Aufbau neuer Erzeugungsanlagen mit anderen Infrastrukturprojekten zu koordinieren. • Diese Koordination soll dazu beitragen, Kosten zu senken und die Belastungen durch die Bauprojekte für Anlieger und andere Betroffene zu minimieren.
Maßnahmen	• Analyse der in den nächsten ca. 10 Jahren erwarteten oder bereits geplanten Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Verkehrswege, Kanalbau, Baumaßnahmen der Leitungsträger) • Prüfung, inwieweit diese Baumaßnahmen mit den potenziellen Baumaßnahmen für die Wärmenetze koordiniert werden können. • Zeitliche und fachliche Abstimmung mit den jeweils für die Baumaßnahmen Verantwortlichen
Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Mögliche Kostensenkungen können zu einem attraktiveren Wärmeversorgungspreis führen, woraus sich gegebenenfalls eine schnellere Umstellung von Heizungssystemen auf GEG-konforme Varianten ergibt. Daraus können sich Reduzierungen des Ausstoßes von Treibhausgasen ergeben.
Kosten und Finanzierung	• Es entsteht vorrangig interner Aufwand.
Nächste Schritte	• Erfassung geplanter Infrastrukturprojekte mit potenziellen Synergien zum Ausbau des Wärmenetzes. • Durchführung von Gesprächen mit den für die Baumaßnahmen Verantwortlichen. • Sofern sich Wärmenetzpotenziale in den außenliegenden Stadtteilen ergeben (vgl. Kapitel 9.4), wären ähnliche Analysen auch dort sinnvoll.
Verantwortlich	• Stadt Wernigerode
Wichtige Akteure	• Stadtverwaltung Wernigerode • Stadtwerke Wernigerode GmbH • Leitungsträger, Straßenbaulastträger
Zeitplan	• Anfragen an die für entsprechende Baumaßnahmen Verantwortlichen könnten in der ersten Jahreshälfte 2026 gestellt werden. • Die Analyse der selbst geplanten Maßnahmen sollte in der ersten Jahreshälfte 2026 durchgeführt werden.
Priorität	• Hoch

9.9 Aufbau eines Wärmeplanungs-Beirats

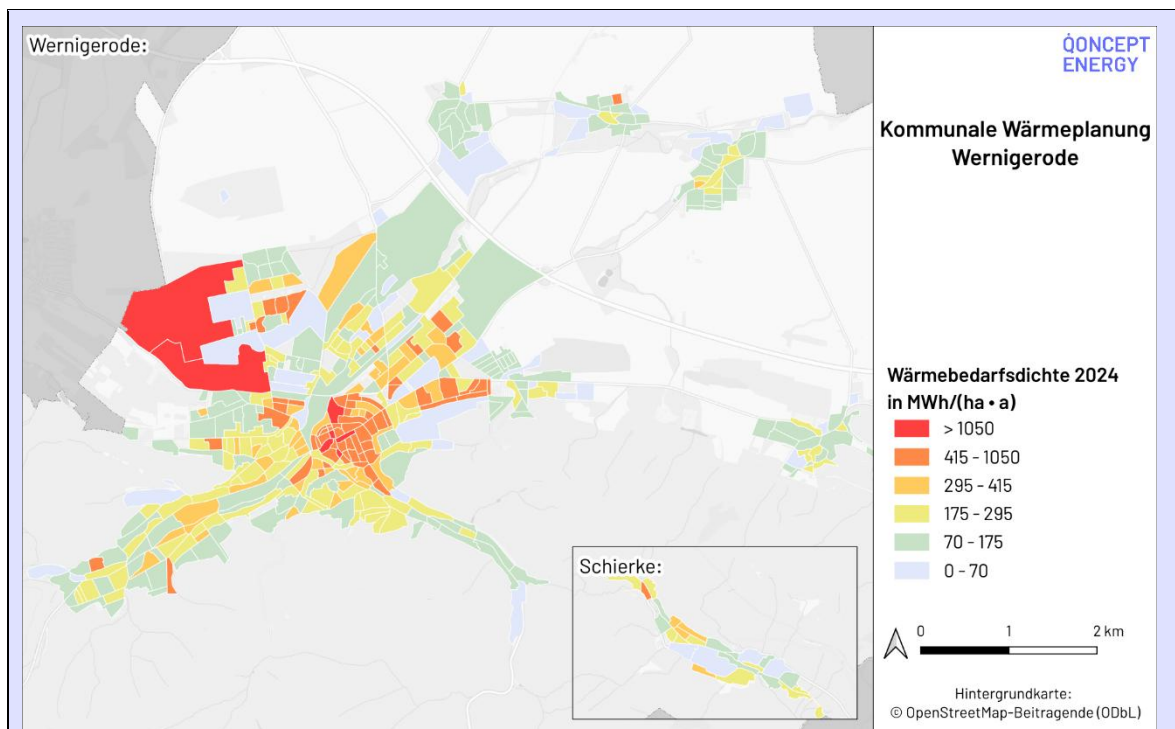


Wärmeversorgungsgebiete in Wernigerode

Ausgangssituation	Mit der vorliegenden Wärmeplanung existiert eine langfristige Wärmewendestrategie. Für eine zielgerichtete Umsetzung ist das Engagement der Bürgerschaft und einer Vielzahl von Stakeholdern notwendig.
Eignungsgebiete	Gesamtes Stadtgebiet
Zielsetzung	- Mit dem Wärmeplanungs-Beirat könnte weiteres Expertenwissen aus der Stadt genutzt werden. Zudem könnte die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht und die Kommunikation mit der Öffentlichkeit weiterentwickelt werden. - Der Wärmeplanungs-Beirat könnte den weiteren Umsetzungsprozess hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung fachlich und politisch begleiten. Damit würden sowohl die Kommunikation der Maßnahmen als auch die weitere Gestaltung der politischen Umsetzung vorbereitet werden. - Es wäre zudem möglich, den Wärmeplanungs-Beirat zu einem umfassenden Klimaschutz-Beirat weiterzuentwickeln.
Maßnahmen	- Entwicklung eines Konzepts für einen Wärmeplanungs-Beirat. - Diskussion des Konzepts in den Gremien der Stadt. - Konstituieren des Wärmeplanungs-Beirats.

Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Der zusätzliche fachliche Input und die Steigerung der Akzeptanz können den Umstellungsprozess zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung beschleunigen.
Kosten und Finanzierung	• Es entsteht vorrangig interner Aufwand.
Nächste Schritte	• siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	• Stadt Wernigerode
Wichtige Akteure	• Stadtverwaltung, Gremien der Stadt • Stadtwerke Wernigerode GmbH • Verbände, wie IHK und Handwerkskammer • Wohnungswirtschaft • Industrie • fachkundige Bürger
Zeitplan	• Die Diskussion zum Aufbau eines Wärmeplanungsbeirats könnte in der ersten Jahreshälfte 2026 beginnen.
Priorität	• Mittel

9.10 Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Wernigerode



Wärmeatlas für Wernigerode

Ausgangssituation	Die Stadt Wernigerode verfügt über eine große Zahl eigener Immobilien. Die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz in Bestandsgebäuden spielt eine wesentliche Rolle, um die Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen. Grundsätzlich werden bei Gebäudesanierungen auch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt.
Eignungsgebiete	• Gesamtes Stadtgebiet
Zielsetzung	• Die durch die Nutzung der stadt eigenen Gebäude verursachten Treibhausgasemissionen sollen konsequent reduziert werden.
Maßnahmen	• Festlegung von Zielen für die Senkung von Treibhausgasemissionen in den stadt eigenen Gebäuden. • Analyse der im aktuellen Gebäudesanierungsprogramm enthaltenen Maßnahmen auf ihre konkreten Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen. • Prüfung von Optimierungsmaßnahmen zur Senkung der im Zusammenhang mit der Nutzung der stadt eigenen Gebäude entstehenden Treibhausgasemissionen. • Stärkere Fokussierung der Gebäudesanierung auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen.
Treibhausgasminderung	Die Treibhausgasminderung ergibt sich aus den konkret geplanten bzw. umgesetzten Maßnahmen und muss für diese jeweils separat ermittelt werden.

Kosten und Finanzierung	• Im Rahmen der Vorbereitung und Verabschiedung von Maßnahmen zur Gebäudesanierung erfolgen standardmäßig maßnahmenbezogene Kostenschätzungen • Die Finanzierung kann aus der Kombination von Förderprogrammen (BEG, Klimaschutzrichtlinie, KfW 432, Mittel aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) o. a.) und eigenen Haushaltsmitteln der Stadt erfolgen.
Nächste Schritte	• siehe Rubrik Maßnahmen
Verantwortlich	• Stadtverwaltung Wernigerode
Wichtige Akteure	• Stadtverwaltung • Nutzer der jeweiligen stadteigenen Gebäude
Zeitplan	• Start der Maßnahmen: kann in 2026 beginnen • Überprüfung: einmal jährlich
Priorität	• Mittel

10 Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung entwickelt ein Zielbild für eine umfassende klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045. Zusätzlich wird über die Umsetzungsstrategie das Maßnahmenkonzept zur Erreichung dieses ambitionierten Ziels entwickelt. Während die erste Erarbeitung dieser Strategien und Maßnahmen ein zeitlich begrenztes Projekt darstellt, sind deren Umsetzung dauerhafte Aufgaben. Diese müssen entsprechend in der bestehenden Organisationsstruktur der beteiligten Akteure (insb. der Kommunalverwaltung und ggf. auch der Energieversorger oder der Wohnungsunternehmen) verankert werden.

Zentraler Bestandteil einer Verstetigungsstrategie ist zunächst die Festlegung der organisatorischen Zuständigkeit für:

- die Gesamtkoordination der Maßnahmenumsetzung,
- das Controlling (Überwachung der Maßnahmenumsetzung, Kontrolle der Zielerreichung, Einleitung zusätzlicher Maßnahmen, wenn nötig) und
- die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung (alle fünf Jahre gemäß WPG).

Diese Aufgaben sollten an einer Stelle in der Kommunalverwaltung zusammengeführt werden. Da es sich um übergreifende planerische Aufgaben handelt, die zudem relevante stadtplanerische Aspekte betreffen, wird diese Aufgabe häufig im Planungsamt verortet. Alternativ kommt eine Zuordnung zum Umweltamt in Betracht, da es sich zumeist um Maßnahmen mit hohem Einfluss auf den Ausstoß von Treibhausgasen oder anderen Luftschadstoffen handelt. Ebenfalls denkbar ist eine Verortung im Hauptamt, da im Rahmen der Gesamtkoordination die Aktivitäten verschiedener Ämter zusammengeführt und koordiniert werden müssen.

In Wernigerode wurde die erste Erstellung der kommunalen Wärmeplanung über das Amt für Stadt- und Verkehrsplanung und hier insbesondere über die Nachhaltige Stadtentwicklung bearbeitet. Es wird empfohlen, dort auch die weiteren Aktivitäten zur Umsetzung der Maßnahmenplanung und zur Fortschreibung der Wärmeplanung zu koordinieren. Zusätzlich bietet es sich an, in regelmäßigen Abständen über den Stand und den Fortgang der Maßnahmen in einer geeigneten verwaltungsinternen Gesprächsrunde zu informieren. Diese Runde sollte aus den an der Umsetzung der in Kapitel 9 beschriebenen Maßnahmen beteiligten Verwaltungseinheiten bestehen. Es erscheint ausreichend, dies ein- bis zweimal pro Jahr durchzuführen.

Im Rahmen der Verstetigungsstrategie sollte der zeitliche Rhythmus zur Aktualisierung des Wärmeatlas festgelegt werden. Dabei müssen die neuen Verbrauchs-, Schornsteinfeger- und ALKIS-Daten eingepflegt werden und die Wärmebedarfe von Neubaugebieten oder Verdichtungsmaßnahmen erfasst werden. Daraus wird die Wärmebedarfsentwicklung abgeleitet. Es ist zu prüfen, ob die Aktualisierung gemäß WPG im vorgeschriebenen Rhythmus von fünf Jahren oder gegebenenfalls häufiger erfolgt. Ziel eines Zwischenschrittes wäre es, zumindest eine Grobprüfung vorzunehmen, ob sich die für die Einteilung der Stadt Wernigerode in Wärmeversorgungsgebiete relevanten Parameter entscheidend geändert haben. Sollte dies der Fall sein, wäre zu prüfen, ob die Fortschreibung der Wärmeplanung vorgezogen oder einzelne Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie zügiger umgesetzt werden sollten. Da die Schornsteinfegerdaten im Rahmen der Wärmeplanung nicht mehr rechtzeitig bereitgestellt wurden, sollten diese in jedem Fall schon unmittelbar nach Fertigstellung der Wärmeplanung und nicht erst bei der ersten Aktualisierung nach fünf Jahren in den Wärmeatlas aufgenommen werden.

Zusätzlich sollte kontinuierlich erfasst werden, ob neue Wärmequellen (erneuerbare Energien oder Abwärme) nach Abschluss des Wärmeplanungsprojekts bekannt werden oder anvisiert sind. In Wernigerode betrifft dies insbesondere die Abwärmepotenziale aus der Industrie (vgl. Kapitel 9.2), die geplante Pyrolyseanlage (vgl. Kapitel 9.3) und die Kläranlage in Silstedt (vgl. Kapitel 9.4).

Neben der Gesamtkoordination sollten auch die Zuständigkeiten für die Umsetzung der Einzelmaßnahmen geklärt werden. Im Rahmen des Projektmanagements sind zusätzlich die Ziele, die Meilensteine und die Zeitpläne für Maßnahmen oder Teilschritte im Detail festzuhalten. Erste Hinweise dazu finden sich in den Projektskizzen in Kapitel 9.

Zusätzlich zu den verwaltungsinternen Zuständigkeiten empfehlen wir, ein Gremium zu etablieren, in dem sich die für die Maßnahmen relevanten Akteure regelmäßig austauschen. Wesentliche Inhalte sind:

- Austausch zum Umsetzungsstand der definierten Maßnahmen
- Bericht über die Erreichung von Zielen und Zwischenzielen
- Entwicklung neuer Maßnahmen
- Planung und Durchführung der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung

Dieser Austausch kann über den in der Maßnahmenplanung vorgeschlagenen Wärmeplanungs-Beirat erfolgen (vgl. Kapitel 9.9). Denkbar wäre auch, einen regelmäßigen Austausch

der wichtigsten Stakeholder (Energieversorger, Leitungsträger, Straßenbaulastträger o. a.) zu organisieren. Damit könnte sichergestellt werden, dass alle relevanten Akteure des Wärme- netzausbaus gemeinsam kontinuierlich an einer effizienten Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen arbeiten.

11 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept dient der systematischen Steuerung der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und der Zielerreichung.

Schwerpunkte des Controllings sind:

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

Die Verantwortung für das Controllingkonzept sollte bei der gleichen Verwaltungseinheit verankert sein, die auch die Verantwortung für die Koordination der Maßnahmenumsetzung und der Verstetigungsstrategie trägt (vgl. Kapitel 10).

Die Erfolgskontrolle zu den inhaltlichen Zielen insgesamt (Reduzierung der Treibhausgasemissionen über die Betrachtungszeitpunkte bis zur Klimaneutralität in 2045) kann über die regelmäßige Aktualisierung des Wärmeatlas und im Rahmen der Aktualisierung der Wärmeplanung nach fünf Jahren erfolgen.

Das Controlling des Maßnahmenplans und der Maßnahmenumsetzung aus der Umsetzungsstrategie (inhaltlich, zeitlich und hinsichtlich der Einhaltung wirtschaftlicher Vorgaben bzw. vereinbarter Budgets) kann im Rahmen der Projektsteuerung der jeweiligen Projekte etabliert werden.

Zudem sollte ein übergreifendes Berichtswesen zum Stand aller Maßnahmen der Umsetzungsstrategie etabliert werden. Darin sollte ein Überblick über den jeweils erreichten Umsetzungsstand der Maßnahmen und die maßnahmenbezogene Zielerreichung gegeben werden. Grundlage dafür können die oben dargestellten Projektskizzen sein. Der Bericht sollte ein- bis zweimal jährlich erstellt werden.

12 Zusammenfassung

Die Wärmeplanung für Wernigerode wurde im Zeitraum November 2024 bis Februar 2026 erarbeitet. Zum Zeitpunkt des Projektstarts bestand noch keine gesetzliche Verpflichtung für die Stadt Wernigerode zur Erstellung einer Wärmeplanung.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden zunächst Gebiete identifiziert, die nach den Kriterien des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind. Obwohl Wärmenetze für einige Teile der Stadt voraussichtlich nicht infrage kommen, wurde auf eine vereinfachte Wärmeplanung für diese Gebiete verzichtet. Alle

Gebiete wurden in den weiteren Projektschritten umfassend berücksichtigt. Die Eignung für ein Wasserstoffverteilnetz zur dezentralen Erzeugung von Wärme kann demgegenüber als sehr wahrscheinlich nicht gegeben betrachtet werden.

Das zentrale Ergebnis der Bestandsanalyse ist ein gebäudescharfer Wärmeatlas. Der Wärmeatlas der Stadt Wernigerode basiert auf den Zählerdaten für Gas und Strom des Jahres 2024. Zusätzlich wurden Daten aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS) sowie Infrastrukturdaten zu Gas-, Strom- und Abwassernetzen einbezogen.

Auf Basis der zugrunde liegenden Daten wurde die aktuelle Beheizungsstruktur ausgewertet und eine Treibhausgasbilanz erstellt. Die bestehenden Wärmeversorgungsinfrastrukturen wurden zudem georeferenziert erfasst und räumlich abgebildet. Die Bestandsanalyse zeigt, dass der Wärmebedarf der Stadt Wernigerode derzeit weitgehend fossil gedeckt wird, insbesondere durch Erdgas. Daraus resultieren Treibhausgasemissionen von knapp 120 000 t CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst die Wärmebedarfsentwicklung prognostiziert. Hierbei wurde zwischen den Sektoren Haushalte, öffentliche Gebäude, Industrie und dem Bereich Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) unterschieden. Insgesamt wird ein Rückgang des Wärmebedarfs von rund 6 % bis zum Jahr 2030 und von rund 22 % bis zum Jahr 2045 prognostiziert.

Weiterhin wurde das Potenzial erneuerbarer Energien für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung ermittelt. Ein erhebliches Potenzial besteht insbesondere bei der unvermeidbaren Abwärme einer geplanten Pyrolyseanlage zur Pflanzenkohleherstellung sowie weiterer Industriebetriebe und der Kläranlage in Silstedt.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgte im nächsten Schritt die Bewertung der Eignung für verschiedene Wärmeversorgungsarten. Dabei stand eine wirtschaftliche Bewertung im Vordergrund. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die Konkurrenzfähigkeit eines möglichen Wärmeversorgungspreises, der auf Basis einer Vollkostenrechnung über einen Zeitraum von 20 Jahren berechnet wurde.

Dabei konnte in vielen Bereichen auf den BEW-Transformationsplan der Stadtwerke Wernigerode GmbH zurückgegriffen werden, der im Jahr 2025 fertiggestellt wurde. Der Fokus dieses Transformationsplans liegt auf einem wirtschaftlich attraktiven Wärmenetzausbau der Bestandsnetze sowie auf der Umstellung der vorhandenen Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien. Die kommunale Wärmeplanung geht darüber hinaus, indem sie auch umliegende Gebiete einbezieht und zusätzlich die Möglichkeiten einer dezentralen Wärmeversorgung aufzeigt.

Bis zum Jahr 2030 sollen die beide bestehenden Wärmenetze miteinander verbunden werden und auf einen Anteil von mindestens 30 % erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung umgestellt werden. Darauf aufbauend wurde detailliert berechnet, welche Versorgungsgebiete bis zum Jahr 2030 an das Wärmenetz angeschlossen werden können und welche erneuerbare Wärmeerzeugungskapazitäten hierfür erforderlich sind. Der Netzausbau wurde nach der Höhe der Wärmebedarfsdichten priorisiert und entsprechend auch für die weiteren Entwicklungskorridore bis zum Jahr 2045 ein baublockscharfer Ausbau der Wärmenetze

angenommen. Für die Innenstadt wurde dabei eine geringere Ausbaugeschwindigkeit berücksichtigt, sowie die Tatsache, dass die Breite Straße erst im Jahr 2022 grundlegend saniert wurde.

Dennoch wird die Innenstadt bis zum Jahr 2045 überwiegend als Wärmenetzausbaubereich eingestuft, weil dort eine hohe Wärmebedarfsdichte vorliegt und alternative Wärmeerzeuger aus Gründen des Denkmalschutzes sowie der engen Bebauungsstruktur nicht überall eingesetzt werden können. Neben dem Ausbau in der Innenstadt liegt der Fokus auf der Verdichtung der bestehenden Wärmenetze sowie der Erschließung weiterer Quartiere in den südlich an die Innenstadt angrenzenden Stadtteilen sowie im Westen der Stadt.

In den Stadtteilen Reddeber, Minsleben, Benzingerode und Schierke ist eher nicht von der Errichtung zentraler Wärmenetze auszugehen, da die niedrigen Wärmebedarfsdichten eine leitungsgebundene Erschließung vergleichsweise teuer machen. Eine Ausnahme bildet Silstedt, das bei der möglichen Erschließung des Wärmepotenzials im Klärwerk Silstedt voraussichtlich an einer Wärmenetztrasse in Richtung Wernigerode liegen würde und somit mitversorgt werden könnte. Sollten genossenschaftlich organisierte Wärmenetze ohne Renditeanforderungen und mit geringeren Kostenstrukturen als Möglichkeit in Betracht gezogen werden, könnten sich unter Umständen auch in weiteren Ortsteilen Wärmenetze entwickeln lassen.

Im Rahmen der Untersuchung zu dezentralen Wärmeversorgungsmaßnahmen wurden Wärmepumpen mit den Wärmequellen Luft und Erdreich als zukünftige Haupttechnologien zur Wärmeversorgung detailliert betrachtet. Dabei konnte gezeigt werden, dass große Teile des aktuellen Wärmebedarfs der Gebäude mit dezentralen Wärmepumpen versorgt werden können. Dieses Potenzial wurde kartografisch auf Gebäude- und Quartiersebene erfasst. Mit zunehmender energetischer Gebäudesanierung steigen die Anteile des durch Wärmepumpen deckbaren Wärmebedarfs weiter an. Hinsichtlich der Wärmegestehungskosten von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen erweist sich die Luft-Wasser-Wärmepumpe als wirtschaftlichste Option.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Detailanalysen zu zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsoptionen wurde das Zielszenario anhand zentraler Kennzahlen beschrieben. Hierzu gehören die Darstellung der Anteile der Wärmeversorgungsarten, die eingesetzten Energieträger und der Verlauf der Treibhausgasemissionen bis zur Klimaneutralität ab dem Jahr 2045.

Aufbauend auf dem Zielszenario wurde eine Wärmewendestrategie abgeleitet. Hierfür wurde ein Maßnahmenkatalog entwickelt und für alle Maßnahmen entsprechende Projektskizzen erarbeitet. Schwerpunkte liegen dabei in den Handlungsfeldern energetische Gebäudesanierung und Heizungstausch sowie im Wärmenetzausbau.

Abschließend wurden eine Verstetigungsstrategie und das Controllingkonzept entwickelt. Die Verstetigungsstrategie soll sicherstellen, dass die entwickelten Maßnahmen als kontinuierliche Aufgabe in der Stadtverwaltung verankert werden. Das Controllingkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung, ob der eingeschlagene Weg zur Erreichung der Klimaneutralität in der Wärmeversorgung bis 2045 weiterhin zielführend ist. Es unterstützt dabei, fundierte

Entscheidungen zu treffen und gegebenenfalls korrigierende Maßnahmen einzuleiten, mit denen das Ziel effizienter oder schneller erreicht werden kann.

Die durchgeführte Wärmeplanung zeigt, dass eine klimaneutrale Wärmeversorgung für die Stadt Wernigerode bis zum Jahr 2045 technisch und wirtschaftlich möglich ist. Das Umsetzungskonzept basiert maßgeblich auf dem Ausbau der bestehenden Wärmenetze, der Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung sowie dem verstärkten Einsatz dezentraler Wärmepumpen. Ergänzend dazu spielt die energetische Gebäudesanierung eine entscheidende Rolle zur Senkung des aktuellen Wärmebedarfs.

Abkürzungsverzeichnis

ABN	Außerbetriebnahme
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG)
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BFD5L	Bodenfunktionsbewertung
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BHKW	Blockheizkraftwerk
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 / Leistungszahl der Wärmepumpe
EFH	Einfamilienhaus
EU-ETS 2	Europäisches Emissionshandelssystem 2
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
GTZ 20/15	Gradtagszahlen bei Innentemperatur 20 °C und Heizgrenztemperatur 15 °C
HAST	Hausanschlussstationen

HBO	Hessische Bauordnung
HH	Haushalte
HEG	Hessisches Energiegesetz
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
IBN	Inbetriebnahme
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW(h)el	Kilowatt(stunden) elektrisch
kW(h)th	Kilowatt(stunden) thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LW Grün- land	Landwirtschaftliches Grünland
L/W-WP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
LCoH	Levelized Cost of Heat, Deutsch: Wärmegestehungskosten
LEA Hes- sen	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: Übersichtskarte über Wernigerode und die definierten Ortsteile.....	16
Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	17
Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	17
Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	18
Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger (vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	18
Abbildung 7: Darstellung der Anteile überwiegender Energieträger eines Baublocks am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	19
Abbildung 8: Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung im Jahr 2024	20
Abbildung 9: Grafische Darstellung der dezentralen Wärmeerzeuger (ohne unbekannte Energieträger); links Zentralheizungen, rechts Einzelfeuerstätten	21
Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel).....	22
Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestation).....	22
Abbildung 12: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpe).....	23
Abbildung 13: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (unbekannt - vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse).....	23
Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps	24
Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude	26
Abbildung 16: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG).....	27
Abbildung 17: Lage der bestehenden Wärmenetze und Wärmeerzeuger	29
Abbildung 18: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung).....	29

Abbildung 19: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung	30
Abbildung 20: Gesamter Erdgasverbrauch in Wernigerode im Jahr 2024.....	31
Abbildung 21: Abwassernetze und -leitungen (größer DN 800 in Rot)	32
Abbildung 22: Lage eines bestehenden, ungenutzten Gasspeichers.....	33
Abbildung 23: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in MWh/(ha•a)	36
Abbildung 24: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinienichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr	37
Abbildung 25: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts).....	38
Abbildung 26: Wärmebedarfsreduktion von 2024 bis 2045 differenziert nach Sektoren.....	40
Abbildung 27: Ampelkarte zu Möglichkeiten geothermischer Nutzung mit Erdwärmesonden. Grün: Keine flächenhaften Einschränkungen bekannt; Gelb: Flächenhafte Einschränkungen bekannt; Rot: Nicht möglich. Quelle: Geothermisches Informationssystem – GeotIS (LIAG 2025).	41
Abbildung 28: Positivauswahl (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wernigerode.....	43
Abbildung 29: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Wernigerode. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.	43
Abbildung 30: Potenzielle Flächen für Erdwärmesondenfelder.....	44
Abbildung 31: Potenzielle Flächen für Erdwärmesondenfelder nach Flächentyp.....	44
Abbildung 32: Gesamtgröße der einzelnen Flächentypen in Hektar	45
Abbildung 33: Sondenanordnung 8 × 9.....	46
Abbildung 34: Temperatur in 3 000 m Tiefe aus GeotIS-ST Geologie und Bergbau (LAGB 2025).....	48
Abbildung 35: Auszug aus GeotIS mit Darstellung der untersuchungswürdigen Gebiete für Geothermie (LAGB 2025)	48
Abbildung 36: Durchfluss der Holtemme an verschiedenen Messstellen in Wernigerode nach Daten der Hochwasservorhersagezentrale des Landes Sachsen-Anhalt (Land Sachsen-Anhalt 2025).....	51
Abbildung 37: Mögliche Aufstellgebiete für Luft-Wasser-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben, dargestellt für drei verschiedene Schallemissionspegel.	54
Abbildung 38: Durchfluss und Temperatur am Abfluss des Klärwerks Silstedt.....	55

Abbildung 39: Positivauswahl (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in Wernigerode	57
Abbildung 40: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in Wernigerode. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.	58
Abbildung 41: Flächen für Solarthermieranlagen nach Verschneidung	60
Abbildung 42: Mögliche Freiflächen zur Nutzung durch Solarthermie	64
Abbildung 43: Installierte PV-Dachflächenanlagen nach dem Marktstammdatenregister.....	65
Abbildung 44: Stromerzeugende Anlagen aus Marktstammdatenregister nach thermischer Nutzleistung.....	70
Abbildung 45: Möglicher Verlauf der Biogasfernleitung.....	71
Abbildung 46: Darstellung des Bestandsnetzes und fest eingeplanter Trassen bis 2026	76
Abbildung 47: Wärmegestehungskosten für Netzausbauszenarien in der Kernstadt Wernigerode bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten.....	80
Abbildung 48: Wärmegestehungskosten für Netzausbauszenarien in Hasserode bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten	81
Abbildung 49: Kostenvergleich der Energieträger nach Ariadne-Analyse.....	84
Abbildung 50: Vergleich der berechneten $LCoH_{\text{netto}}$ der Referenzszenarien im Einfamilienhaus	86
Abbildung 51: Vergleich der berechneten $LCoH_{\text{netto}}$ der Referenzszenarien im Mehrfamilienhaus	86
Abbildung 52: Sensitivitätsanalyse der untersuchten Varianten für dezentrale Lösungen im Einfamilienhaus.....	88
Abbildung 53: Sensitivitätsanalyse der untersuchten Varianten für dezentrale Lösungen im Mehrfamilienhaus	88
Abbildung 54: Lastgang für die Variante 2 (L/W-WP und PV) im Jahr 2045.....	94
Abbildung 55: Lastgang für die Variante 3 (mit Saisonalspeicher) im Jahr 2045	94
Abbildung 56: Angenommene Preisentwicklung der Energieträger bis 2050	97
Abbildung 57: Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung; Wärmegestehungspreis der verschiedenen Varianten	98
Abbildung 58: Vergleich der Wärmegestehungskosten unter Bezug zu den Erzeugervarianten nach $LCoH$ mit Förderung.....	99
Abbildung 59: Kumulierte Treibhausgasemissionen zwischen 2026 und 2045 bei unterschiedlichen Wärmeerzeugungsvarianten.....	101
Abbildung 60: Wärmeabsatz im Wärmenetz im Zeitverlauf.....	102

Abbildung 61: Zu- und Abbau von Wärmeerzeugungsleistung im Zeitverlauf	103
Abbildung 62: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG.....	105
Abbildung 63: Zusammenhang zwischen der Schallleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung - Lebensgrundlagen und Energie, 2023).....	106
Abbildung 64: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe	107
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 nach Sanierung (grün).....	108
Abbildung 66: Anzahl der Gebäude nach Sektoren, die mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen versorgt werden können	109
Abbildung 67: Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann.....	109
Abbildung 68: Mögliche Deckungsanteile mit dezentralen L/W-Wärmepumpen in den Baublöcken beim heutigen Wärmebedarf.....	110
Abbildung 69: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude	111
Abbildung 70: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Mögliche Sondenstandorte (blaue Punkte).....	112
Abbildung 71: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid.....	112
Abbildung 72: Anteil der Gebäude nach Sektoren, die mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen versorgt werden können	114
Abbildung 73: Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann.....	114
Abbildung 74: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf.	115
Abbildung 75: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG.....	117
Abbildung 76: Spezifische Emissionsfaktoren der Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung.....	119

Abbildung 77: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG	120
Abbildung 78: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das beplante Gebiet bis 2045	122
Abbildung 79: Verlauf der Treibhausgasemissionen für das beplante Gebiet bis 2045	123
Abbildung 80: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	127
Abbildung 81: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken	128
Abbildung 82: Entwicklung elektrischer Lastgänge zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045	129
Abbildung 83: Impressionen aus der Bürgerinformationsveranstaltung am 21.01.2026	131

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 (zu § 15) WPG	11
Tabelle 2: Gradtagszahlen (GTZ) und Korrekturfaktoren für die Witterungsbereinigung der Jahre mit vorliegenden Verbrauchsdaten.....	13
Tabelle 3: Angenommene Jahresnutzungsgrade verschiedener Wärmeerzeuger	13
Tabelle 4: Jährlicher Endenergiebedarf im Jahr 2024 in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Sektoren	14
Tabelle 5: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	14
Tabelle 6: Endenergiebedarf nach Energieträgern und Ortsteilen in GWh/a	15
Tabelle 7: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger nach Energieträgern im Jahr 2025.....	20
Tabelle 8: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp (Städtische Daten).....	25
Tabelle 9: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp in Wernigerode (Zensus 2022).....	25
Tabelle 10: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp (freistehend, Doppelhaus, Reihenhaushaus)	25
Tabelle 11: Anzahl der Gebäude nach Baujahr in Wernigerode	26
Tabelle 12: Kennzahlen zu den Bestandswärmenetzen in Wernigerode	27
Tabelle 13: Kennzahlen zu den bestehenden Wärmeerzeugern der leitungsgebundenen Wärmeversorgung.....	28
Tabelle 14: Gesamtabgabe von Gas im Jahr 2024 im Netz der Stadtwerke Wernigerode	30
Tabelle 15: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Wernigerode	31
Tabelle 16: Bestehende Wärmespeicher an den Erzeugerstandorten (Stand: 2023)..	33
Tabelle 17: Darstellung der Strukturmerkmale Strom nach § 23c Abs. 1 EnWG zum Stand 31.12.2024	34
Tabelle 18: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).....	36
Tabelle 19: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg, 2019).....	37
Tabelle 20: Studien für Wärmebedarfsentwicklung bezüglich der Sanierungseffizienz	39
Tabelle 21: Wärmebedarfsentwicklung in den Bezugsjahren nach Sektoren in GWh pro Jahr.....	39
Tabelle 22: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien	42

Tabelle 23: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schallleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp) 2023) sowie Immissionsgrenzen Nacht (TA Lärm 2025).....	53
Tabelle 24: Überblick über verschiedene Auslegungsvarianten einer Wärmepumpe an der Kläranlage Silstedt	56
Tabelle 25: Freiflächenfindung für Solarthermie und Photovoltaik: Zuordnung der Flächenkategorien	58
Tabelle 26: Theoretisches Potenzial Solarthermie	61
Tabelle 27: Theoretisches Potenzial Photovoltaik	62
Tabelle 28: Mögliche Freiflächen zur Nutzung durch Solarthermie	64
Tabelle 29: Biomassepotenziale im Landkreis Harz (Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen 2022)	66
Tabelle 30: Überblick untersuchte Abwärmepotenziale	67
Tabelle 31: Übersicht der weiteren KWK-Anlagen im Stadtgebiet	70
Tabelle 32: Potenziale für erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme	74
Tabelle 33: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in der Stadt Wernigerode.....	77
Tabelle 34: Kennzahlen für Verdichtung	77
Tabelle 35: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in Hasserode	78
Tabelle 36: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in den Ortsteilen	78
Tabelle 37: Zusammenhang zwischen Hausanschlussleistung und Normdurchmesser (DN) für Hausanschlussleitungen, sowie Kostenannahmen der Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite	79
Tabelle 38: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten	80
Tabelle 39: Annahmen zur Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand: 1.1.2025	82
Tabelle 40: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung der Ausbauvarianten	89
Tabelle 41: Priorisierung der Wärmeerzeuger für das Zielbild 2045	91
Tabelle 42: Variantenübersicht mit Kenngrößen der Wärmeerzeuger bzw. weiterer Komponenten im Zielzustand	92
Tabelle 43: Wärmebereitstellung nach einzelnen Wärmeerzeugern im Jahr 2045	93
Tabelle 44: Kennzahlen der Luft-Großwärmepumpen aus der Erzeugersimulation für das Jahr 2045	93
Tabelle 45: Investitionskosten netto in € ₂₀₂₅ , Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten.....	95
Tabelle 46: Lebensdauer und Betriebskosten der Komponenten.....	96

Tabelle 47: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG	105
Tabelle 48: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben	107
Tabelle 49: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG	116
Tabelle 50: Indikatoren Endenergie vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario	124
Tabelle 51: Indikatoren Wärmenetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario	125
Tabelle 52: Indikatoren Gasnetze vom Ist-Zustand bis zum Zielszenario	126
Tabelle 53: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz, Zahlen für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045	129

Literaturverzeichnis

- Agrargenossenschaft Vorharz eG. *Bioenergie, Agrargenossenschaft „Vorharz„ eG Silstedt-Benzingerode*. 2025. <https://www.ag-vorharz.de/bioenergie/> (Zugriff am 03. 03 2025).
- Bdl e.V. „Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft.“ Bundesverband der deutschen Industrie e.V, 21. 10 2021.
- BfG. *Wasserschutzgebiete – Bundesanstalt für Gewässerkunde*. 07. 10. 2025. <https://geoportal.bafg.de/inspire/download/AM/waterProtectionArea/datasetfeed.xml> (Zugriff am 09. 10 2025).
- BfN. *Bedeutsame Landschaften Deutschlands – Bundesamt für Naturschutz*. 23. 04. 2024. *Bedeutsame Landschaften Deutschlands* (Zugriff am 17. 10. 2025).
- . *Schutzgebiete in Deutschland (WFS) – Bundesamt für Naturschutz*. 2025. <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete> (Zugriff am 16. 10. 2025).
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. „Bundesförderung effiziente Wärmenetze.“ *Merkblatt Antragstellung, technische Anforderungen und Verwendungsnachweis*. 2025. https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Bundesrepublik Deutschland. *Bohrpunktkarte Deutschland*. 26. 11 2025. <https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html?lang=de>.
- Bundesnetzagentur. „Bundesnetzagentur genehmigt Wasserstoff-Kernnetz.“ https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20241022_H2Kernnetz.html, 22. 10 2024.
- Bundesstelle für Energieeffizienz. *Plattform für Abwärme*. 2024. https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html (Zugriff am 20. 5 2025).
- Bundesverband Wärmepumpe e. V. (bwp). „Leitfaden Schall.“ Berlin, 2023.
- Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. „Freiflächen-Photovoltaikanlagen.“ Straubing, 2023.
- enwi, Entsorgungswirtschaft des Landkreises Harz AöR. „Abfallwirtschaftskonzept für den Landkreis Harz 2025-2030 Fortschreibung.“ Halberstadt, 2025.
- G.E.O.S., Ingenieurgesellschaft mbH. „Vormachbarkeitsstudie zur Untersuchung unterschiedlicher Geothermiesysteme für die Stadt Wernigerode.“ 2024.
- GeoCollect Management GmbH. „Machbarkeit Erdkollektorfeld und PVT Wernigerode, Stadtwerke Wernigerode.“ 2025.

- Greif, Simon. „Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland.“ München: TUM, 2023.
- Günnewig, Dieter, et al. *Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA), 2022.
- Hochschule Biberach. „Auslegung von Erdwärmesondenanlagen - GEO-HANDlight V5.0.“ 2022. <https://innosued.de/energie/geothermie-software-2/> (Zugriff am 17. 1 2025).
- IWU. „Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden.“ Darmstadt, 2015.
- KNE. „Kriterien für eine naturverträgliche Standortwahl von Solar-Freiflächenanlagen - Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende.“ 2024.
- LAGB. *Bodendaten Sachsen-Anhalt (WFS-Downloaddienst) - Landesamt für Geologie und Bergwesen*. 24. 07. 2023. https://www.geodatenportal.sachsen-anhalt.de/arcgis/services/LAGB/LAGB_Bodendaten_B1_OpenData/MapServer/WFSServer?SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities& (Zugriff am 08. 10. 2025).
- LAGB, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. *GeoIS-ST Geologie und Bergbaus, Anzeige- und Informationssystem für Bohrungen und Geothermie*. 03. 12 2025. www.geodaten.lagb.sachsen-anhalt.de.
- Land Sachsen-Anhalt, Staatskanzlei und Ministerium für Kultur. *Hochwasservorhersagezentrale*. 26. 11 2025. <https://hochwasservorhersage.sachsen-anhalt.de/> (Zugriff am 26. 11 2025).
- LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.). *Leitfaden zur Planung und Errichtung von Wärmenetze. Perspektiven für die Wärmewende*. Wiesbaden, 2025.
- Leßmann und Riedmüller. *Grundlagen und Leitlinien für eine ökologisch verträgliche Nutzung von Gewässern zur Wärmegewinnung, Empfehlungen zu ökologischen Anforderungen für Fließgewässer und Seen für den behördlichen Vollzug*. Cottbus / Titisee-Neustadt: Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) & LAWA O 5.23 Gewässerthermie-Studie, Empfehlungen für den behördlichen Vollzug 2, 2025.
- LIAG. *Geothermisches Informationssystem (GeotIS) - Der digitale Geothermieatlas - Institut für Angewandte Geophysik*. 2025. <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php> (Zugriff am 13. 10. 2025).
- LVerGeo. *Digitales Basis-Landschaftsmodell - Geodatenportal Sachsen-Anhalt - Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt*. 2025. <https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/gdp-basis-dlm-lsa.html> (Zugriff am 06. 10. 2025).
- MID. *Landesentwicklungsplan 2010 des Landes Sachsen-Anhalt (WFS-Downloaddienst) - Ministerium für Infrastruktur und Digitales Sachsen-Anhalt*. 15. 01. 2013.

https://www.geodatenportal.sachsen-anhalt.de/gfds/ws/wfs/GDI-LSA_LEP_2010_LSA/ows.wfs?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WFS& (Zugriff am 30. 09. 2025).

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

Ortner, Sara, Angelika Paar, Lea Johannsen, Philipp Wachter, Dominik Hering, und Martin Pehnt. *Leitfaden Wärmeplanung, Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, 2024.

Ortner, Sara, Angelika Paar, Lea Johannsen, und Peter Mellwig. „Technikkatalog Wärmeplanung.“ 2024.

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). 31. 03 2025.

Stadtwerke Wernigerode GmbH. 19. 01 2026. <https://www.stadtwerke-wernigerode.de/privatkunden/fernwaerme/kennzahlen-fernwaerme.html>.

Statistisches Bundesamt. *zensus22*. 20. 11 2025. <https://ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/statistic/3000G/table/3000G-1009/table-toolbar#filter=JTdCJTlyaGlkZUVtcHR5Q29scyUyMiUzQWZhbnHNIJTJDJTlyaGlkZUVtcHR5Um93cyUyMiUzQWZhbnHNIJTJDJTlyY2FwdGlubiUyMiUzQSU1QiU3QiUyMnZhcmlhYmxlSWQIMjIM0EIMjIzMDAwRyU> (Zugriff am 6. 10 2025).

UNESCO. *World Heritage Sites*. 2025. <https://whc.unesco.org/en/interactive-map/> (Zugriff am 30. 09. 2025).

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

Universität Kassel und Georg-August-Universität Göttingen. „Leitfaden Vom Bioenergiedorf zum Energiewendedorf.“ Kassel, 2022.

VDI. „VDI 4640 Blatt 2 - Thermische Nutzung des Untergrunds - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.“ Düsseldorf, 2019.

VNBdigital. *VNBdigital*. 2. 4 2025. <https://www.vnbdigital.de/> (Zugriff am 12. 03 2025).

Wärmeplan
für die Stadt Wernigerode
Abschlussbericht

Bearbeitet von:

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

Im Auftrag von:

Stadt Wernigerode
Marktplatz 1
38855 Wernigerode

Kassel, März 2026