



Kommunale Wärmeplanung

Stadt Leinefelde-Worbis

Endbericht

Leinefelde-Worbis/Lampertheim,
10. Oktober 2025



Impressum

Auftraggeberin:



Stadt Leinefelde-Worbis
Bahnhofstrasse 43
37327 Leinefelde-Worbis
Telefon: 03605 200444
E-Mail: a.stitz@leinefelde-worbis.de
Web: www.leinefelde-worbis.de

Ansprechpartner:
Herr Alexander Stitz
Sachgebietsleiter Stadtplanung,
Förderprogramme, Bauordnung der
Stadt Leinefelde-Worbis

Auftragnehmerin:



TEAG Thüringer Energie AG
Schwerborner Straße 30
99087 Erfurt
Telefon: 0361 652-2920
E-Mail: jan.pilz@teag.de
www.thueringerenergie.de

Projektleitung:

Jan Pilz, M.Sc.

Projektteam:

Tobias Wurm, Dipl.-Ing.
Marcus Witter, Dipl.-Ing.
Simón Juárez, M. Sc.



EnergyEffizienz GmbH
Gaußstraße 29a
68623 Lampertheim
Telefon: 06206 30312718
E-Mail: ajuettner@e-eff.de
Web: www.e-eff.de

Projektteam:

Anne Jüttner, Dipl.-Ing.
Silvia Drohner, B.Sc.
Semen Pavlenko, M.A.
Romina Hafner, M.Sc.
Sophie Weisenbach, B.Eng.
Christopher Wild, M.Sc.
Daniel Leißner, M.Sc.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung.....	7
1.1. Hintergrund	7
1.2. Aufbau des Endberichts.....	8
1.3. Zentrale Ergebnisse	8
2. Grundlagen	11
2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans.....	11
2.2. Datenerfassung / Methodik	12
2.2.1. Bestandsanalyse.....	12
2.2.2. Potenzialanalyse	13
2.3. Datenschutz	15
3. Kommunikation und Beteiligung.....	16
4. Bestandsanalyse	18
4.1. Gemeindestruktur	18
4.2. Gebäudenutzung	20
4.3. Baualtersklassen	22
4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur.....	24
4.5. Wärmemengen und Wärmelinienindichten	26
5. Potenzialanalyse	29
5.1. Senkung des Wärmebedarfs	30
5.1.1. Hinweise und Einschränkungen.....	30
5.1.2. Potenzial.....	31
5.2. Zentrale Potenziale (Wärme)	31
5.2.1. Biomasse	31
5.2.2. Solarthermie auf Freiflächen	35
5.2.3. Agrothermie	39
5.2.4. Oberflächennahe Gewässer.....	42
5.2.5. Tiefengeothermie	43
5.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe	45

5.2.7.	Abwärme aus Abwasser	46
5.2.8.	Grüner Wasserstoff	47
5.3.	Dezentrale Potenziale (Wärme)	49
5.3.1.	Luft/Wasser-Wärmepumpen	49
5.3.2.	Oberflächennahe Geothermie	49
5.3.3.	Biomasse	56
5.3.4.	Solarthermie auf Dachflächen	56
5.4.	Stromerzeugungspotenziale	57
5.4.1.	Photovoltaik auf Dachflächen	57
5.4.2.	Photovoltaik auf Freiflächen	58
5.4.3.	Agri-PV	61
5.4.4.	Windkraft	64
6.	Zielszenario 2045	65
6.1.	Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme....	65
6.2.	Perspektiven der Gasversorgung in Leinefelde-Worbis	66
6.3.	Eignungsgebiete für Einzelversorgung und Wärmenetze	66
6.3.1.	Herleitung der Eignungsgebiete	66
6.3.2.	Festgelegte Eignungsgebiete	67
6.4.	Versorgungsstruktur Einzelversorgung	69
6.4.1.	Entwicklung der Beheizungsstruktur	69
6.5.	Versorgungsstruktur Wärmenetze	71
6.5.1.	Eignungsgebiet in Worbis – Nordwest	71
6.5.2.	Eignungsgebiet in Worbis – Süd	74
6.5.3.	Eignungsgebiet in Wintzingerode	77
6.5.4.	Prüfgebiet in Birkungen	79
6.6.	Versorgungssicherheit und Realisierungsrisiko	83
6.6.1.	Wärmenetzgebiete	83
6.6.2.	Wasserstoffnetzgebiet	84
6.6.3.	Gebiete für die dezentrale Versorgung	84
6.7.	Energie- und Emissionsbilanzen zum Zielszenario	85
6.7.1.	Energie- und Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren	85

6.7.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern	88
6.7.3.	Emissionsentwicklung bis 2045 auf einen Blick.....	92
7.	Umsetzungsstrategie	95
7.1.	Fokusgebiete.....	95
7.2.	Ergänzende Maßnahmen.....	120
7.2.1.	Maßnahmen Einzelgebäude.....	121
7.2.2.	Maßnahmen für kommunale Gebäude	122
7.2.3.	Zentrale Strom- und Wärmeversorgung	123
7.2.4.	Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit.....	124
7.2.5.	Strukturelle Maßnahmen.....	126
7.3.	Stadtteil-Steckbriefe	126
8.	Controlling-Konzept und Verstetigungsstrategie	160
8.1.	Kontrollziele	160
8.2.	Kontrollinstrumente und -methoden	161
8.3.	Datenerfassung und -analyse	161
8.4.	Berichterstattung und Kommunikation	161
	Literaturverzeichnis.....	162
	Tabellenverzeichnis.....	163
	Abbildungsverzeichnis.....	164
	Abkürzungsverzeichnis	168
	Anhangsverzeichnis	171

1. Einleitung und Zusammenfassung

1.1. Hintergrund

Eine umfassende Wärmewende in Deutschland ist von großer Bedeutung und Dringlichkeit, da der Wärmesektor hierzulande einen Großteil des Endenergieverbrauchs ausmacht, dieser bislang aber nur in unzureichendem Maße klimaverträglich durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Damit im Wärmesektor die nationalen Klimaschutzziele erfüllt werden, sind weitreichende Maßnahmen erforderlich.

Als eine dieser Maßnahme für die Wärmewende wurden mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) die Bundesländer dazu verpflichtet, kommunale Wärmepläne zu erstellen. Diese Verpflichtung wird durch Landesgesetze zur Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf die einzelnen Gemeinden und Städte übertragen. So soll das Bundesziel einer Treibhausgasneutralität bis 2045 entscheidend unterstützt werden. Vor Inkrafttreten des Bundesgesetzes konnte über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) eine Förderung zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beantragt werden, bei der 90 % der Kosten förderfähig sind. Weiterhin unterstützt das Land Thüringen die Stadt Leinefelde-Worbis finanziell, indem der 10 % Eigenanteil der Kommunen durch das Land übernommen wird.

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen und Bildungseinrichtungen.

Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Leinefelde-Worbis zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung eingestiegen. Im Juli 2023 hat die Stadtverwaltung einen Förderantrag zur Erarbeitung der Wärmeplanung über die Kommunalrichtlinie beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gestellt. Der Thüringer Energie AG (TEAG) ist der Zuschlag für die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Leinefelde-Worbis erteilt worden. Sie wird von der EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim im südhessischen Landkreis Bergstraße bei der Erarbeitung unterstützt.

Die Wärmeplanung bildet die strategische Grundlage für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt. Zugleich erfüllt die Stadt Leinefelde-Worbis mit der vorliegenden Wärmeplanung die Verpflichtung gemäß Wärmeplanungsgesetz und alle Förderbedingungen gemäß NKI.

1.2. Aufbau des Endberichts

Der vorliegende Wärmeplan ist im Anschluss an dieses einleitende Kapitel wie folgt aufgebaut:

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeitung dar. Dies sind insbesondere die Projektphasen und der organisatorische Rahmen, Grundbegriffe und Definitionen sowie die angewendete Methodik.
- Kapitel 4 widmet sich dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung in Leinefelde-Worbis (Bestandsanalyse).
- Kapitel 5 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in Leinefelde-Worbis bestehen (Potenzialanalyse).
- Kapitel 6 entwickelt ein Zielszenario für das Jahr 2045 sowie – als Zwischenziele – für die Jahre 2030, 2035 und 2040.
- Kapitel 7 beschreibt auf Basis der vorherigen Arbeitsschritte eine Wärmewendestrategie mit ausgewählten Fokusgebieten und dazu gehörigen Maßnahmen für die Umsetzungsphase.
- In Kapitel 8 wird das Controllingkonzept und die Verstetigungsstrategie vorgestellt.

Der Aufbau folgt damit den Vorgaben des Leitfadens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Wohnen, Gemeindeentwicklung und Bauwesen (BMWSB) zur kommunalen Wärmeplanung sowie den Vorgaben der NKL.

1.3. Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in Leinefelde-Worbis basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Ergänzt wird die Bestandsanalyse durch eigene Energiebedarfsrechnungen. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe mit dringendem Handlungsbedarf ist. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa 68 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen in der Wärmeversorgung ausmacht. 2024 lag der bundesweite Durchschnitt des Anteils fossiler Energien im Wärmesektor bei 82 %.¹ Gleichzeitig bietet sich durch den Tauschzyklus bei Heizungen eine wertvolle Gelegenheit, um in nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungs-lösungen zu investieren.

Im Rahmen der **Potenzialanalyse** wurde ein größeres Potenzial für Agrothermie und Freiflächensolarthermie identifiziert. Insgesamt ergibt sich ein technisches Wärmeerzeugungspotenzial

¹ Umweltbundesamt, 2025

aller betrachteten zentralen Technologien von 13.278 GWh. Auch der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dächern und Freiflächen kann einen wichtigen Beitrag zur regionalen Energiewende leisten. In weiteren Umsetzungsschritten sollten die wirtschaftliche Umsetzbarkeit sowie reale Einschränkungen – etwa durch Flächenverfügbarkeit, Akzeptanz oder Eigentumsverhältnisse – vertiefend geprüft werden.

Im **Zielszenario** wird dementsprechend anvisiert, die ermittelten Potenziale nach konkreter Flächenauswahl zu realisieren, mit besonderem Fokus auf Wärmenetze, Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse, oberflächennahe Geothermie sowie Energieeinsparung durch Sanierungen. Im Zieljahr 2045 resultiert dies entsprechend der vorliegenden Wärmeplanung in einem Energiemix zur Wärmeversorgung, der durch regenerative Energienutzung zur Wärmebereitstellung und einen reduzierten Wärmebedarf geprägt ist. Das Ziel der Treibhausgasneutralität wird nach aktuellen Annahmen erreicht.

Die Umsetzungsstrategie stellt dar, welche (kommunalen) Maßnahmen zur Erreichung des zuvor dargestellten Zielszenarios beitragen können. Mit höchster Priorität aus gesamtstädtischer Perspektive werden folgende fünf Fokusgebiete empfohlen (deren dazugehörige Maßnahmen siehe Kapitel 7 Wärmewendestrategie), die innerhalb der nächsten fünf Jahre begonnen werden sollten.

- 1) Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiete in Wintzingerode und Breitenholz: Die Potenziale der Biomasse, einer Großwärmepumpe und weiterer erneuerbarer Energieträger sollen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines Nahwärmenetzes geprüft werden.
- 2) Transformationsplan Wärmenetzausbaugebiete in den Stadtteilen Leinefelde und Worbis: Durch den Transformationsplan soll die Erschließung weiterer Anschlussgebiete untersucht werden und die Potenziale von weiteren Wärmequellen, wie Agrothermie und Großwärmepumpen, zur Versorgung dieser Gebiete geprüft werden. Mit einer Kampagne zur Nahwärme können weitere Anslussteilnehmer gewonnen werden.
- 3) Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Kampagne Prüfgebiete: Die Potenziale der Solar- und Agrothermie, einer Großwärmepumpe sowie weiterer erneuerbarer Energieträger sollen im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsprüfung zum Aufbau eines Nahwärmenetzes geprüft und mit der Einzelversorgung der Gebäude verglichen werden. Ziel ist es, die wirtschaftlichste Option für die Versorgung der Gebäude zu ermitteln. Im Falle von Birkungen kann eine Verknüpfung mit dem bestehendem Wärmenetzgebiet in die Überlegungen einbezogen werden.
- 4) Gebäudenetzeignungsgebiete in den Ortsteilen Kallmerode, Kaltohmfeld und Kirchohmfeld: Dabei soll die Wirtschaftlichkeit für Gebäudenetze, die bis zu 16 Gebäuden und bis zu

100 Wohneinheiten² umfassen können, berechnet werden, wichtige Ankerkunden eingebunden und die Beteiligungsbereitschaft abgefragt werden.

- 5) Dezentrale Versorgungsoptionen für die weiteren Gebiete: Informationsreihen zu dezentralen Wärmeversorgungsoptionen sollen in Zusammenarbeit mit lokalen Fachakteuren Bürger*innen zur Verfügung gestellt werden. Es sollen Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Fördermittelmöglichkeiten inklusive Hilfestellung bei der Antragstellung und grundlegende Informationen zur Gesetzeslage und den verschiedenen Technologien gegeben werden.

² Kriterium für Förderfähigkeit

2. Grundlagen

2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans

Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung gemäß Leitfaden der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) in **vier Hauptphasen**:

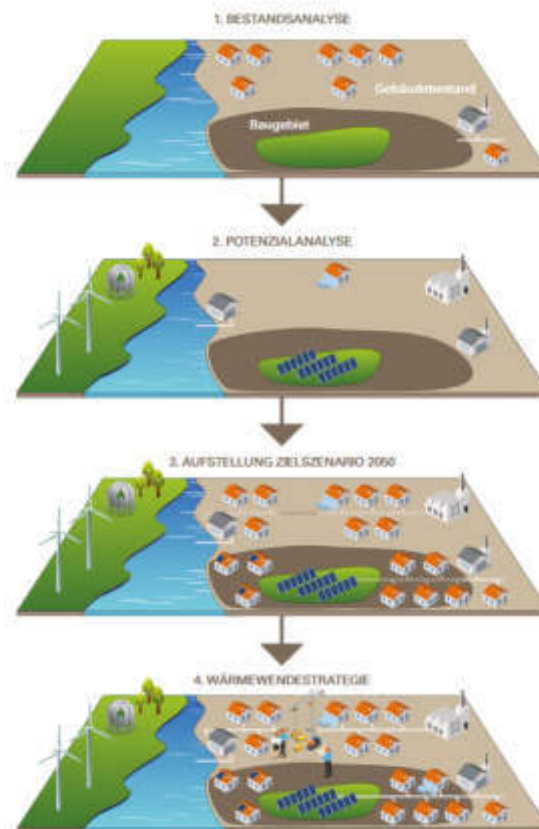


Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)

1. Bestandsanalyse

Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude. Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren.

2. Potenzialanalyse

Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie Erhebung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und der unvermeidbaren Abwärmepotenziale.

3. Zielszenario

Entwicklung eines Szenarios für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2045. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärme- und Wasserstoffnetze sowie in Eignungsgebiete zur Einzelversorgung, darunter auch Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial, erfolgen.

4. Wärmewendestrategie

Formulierung eines Transformationspfads zum Aufbau einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen sollen spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere eingehen. Insbesondere sollen der Ausbaupfad und der Endzustand der Infrastruktur für Wärme- und Gasnetze festgelegt werden. Prioritäre Maßnahmen zur Umsetzung in den nächsten fünf bis sieben Jahren sollen dabei möglichst detailliert beschrieben werden. Für mittel- und langfristige Maßnahmen sind ausführliche Skizzen ausreichend. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll zu den erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung führen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen sowie Vertreter*innen der Wirtschaft) soll am Entwurf des Wärmeplans beteiligt werden.

2.2. Datenerfassung / Methodik

2.2.1. Bestandsanalyse

Die Methodik zur Abbildung des Gebäudebestands beruht auf dem Bottom-Up-Prinzip. Dazu wurden zu dem Bestand verschiedene Basisdaten ermittelt. Mit eingeflossen sind dabei Geoinformationssystem (GIS)-Basisdaten der Stadt Leinefelde-Worbis, Daten aus dem Solarrechner der Landesenergieagentur ThEGA, Kkehrbuchdaten (straßenzugsweise geclustert), Verbrauchsangaben der Netzbetreiber (geclustert nach Wärmeplanungsgesetz), Openstreetmap, sowie die Daten des Zensus 2022 (Baualtersklassen in Clustern von 100x100 Metern). Zusätzlich wurden lizenzierte Daten der infas 360 GmbH zur Gebäudenutzung, zur Gebäudegrundfläche sowie zum Gebäudealter verwendet.

- Gebäudekubatur
 - Gebäudegrundfläche
 - Gebäudehöhe/ Geschossigkeit
- Gebäudenutzung
 - Anzahl der Bewohner
 - Nutzertyp

- Sektor
- Baualtersklasse
- Heizung
 - Typ
 - Nennleistung
 - Baujahr
- Verbrauch/Bedarf
 - Wärme, Strom für Wärmeerzeugung

Daraus ableitbar sind unter anderem

- Beheizte Wohn- und Gewerbefläche
- Spezifische Wärmemenge (Kilowattstunde pro Quadratmeter (kWh/m²))
- Aktuelle Versorgungsstruktur

Für jede Adresse wurden die Daten aus verschiedenen Quellen verknüpft, sodass die Gebäude alle genannten Merkmale umfassen. Mithilfe dieser Merkmale kann die Wärmemenge jedes Gebäudes pro Jahr abgeleitet werden. Bekannte Gasverbräuche, Verbräuche aus Wärmenetzen und Stromverbräuche für Stromheizungen oder Wärmepumpen, sofern sie bei Mehrfamilienhäusern gebäudescharf vorliegen, können nach einer Witterungsbereinigung und Plausibilisierung den errechneten Bedarf ersetzen. Die Wärmemengen werden nach dem Leitfadens der Wärmeplanung in Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser aufgeteilt und dargestellt. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger liegen straßenzugsweise vor und ermöglichen dadurch eine hohe Genauigkeit auf dieser Ebene. Um die Verbräuche auf einzelne Gebäude aufzuteilen, erfolgt eine Zuordnung anhand des errechneten Endenergiebedarfs. Dabei werden sowohl der Nutzertyp als auch die Baualtersklasse berücksichtigt.

Aufgrund dieser Methodik kann es zu Abweichungen bei gebäudescharfen Berechnungen und Abschätzungen kommen, während die Gesamtbilanz mit den vorliegenden Verbrauchsdaten straßenzugsweise stimmig ist.

2.2.2. Potenzialanalyse

Das Potenzial im Gebäudebereich wird mit Hilfe eines Transformationspfades beschrieben. Dazu werden ausgehend von der Wärmemenge im Status quo Sanierungsraten für die Jahre bis 2045 zugrunde gelegt. Diese beschreiben den prozentualen Anteil der zu sanierenden Gebäude und wurden dem Technikkatalog für die Kommunale Wärmeplanung entnommen, der im Auftrag des BMWK und des BMWSB erarbeitet wurde (Anhang A). Generell wird der Fokus dabei auf Gebäude gelegt, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Für die Zwischenjahre und das Zieljahr werden prognostizierte Wärmebedarfe unter der Annahme der Sanierungsraten berechnet. Dies verdeutlicht die bestehenden Potenziale der Bedarfsreduktion im Gebäudesektor.

Die Analyse der weiteren Potenziale unterscheidet sich je nach Energiequelle erheblich. In Kapitel 5.2 wird die jeweilige Methodik daher im Einzelnen für die verschiedenen Energiequellen dargestellt.

Bei Planungen, die in Natur und Landschaft eingreifen, müssen die gesetzlichen Vorgaben nach dem Bundesnaturschutzgesetz und weiteren gesetzlichen Regelungen beachtet werden. Hierbei sind insbesondere die Belange des Gebiets- und Artenschutzes, sowie natur- und wasserschutzrechtliche Belange zu berücksichtigen. Die Abbildung 2 zeigt die für Leinefelde-Worbis zu berücksichtigende Schutzgebiete für Flora und Fauna. Für den Hochwasserschutz bestehen auf der Gemarkung festgesetzte Überschwemmungsgebiete (Abbildung 3). Auch die Topografie kann für Flächenpotenziale eine Restriktion darstellen.

Potenzialflächen für erneuerbare Energien (Solar, Wind, Geothermie, Biomasse) können dort identifiziert werden, wo keine Ausschlusskriterien der Flächennutzung entgegenstehen. Bei der Standortbeurteilung wird zwischen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren unterschieden. Wobei Ausschlusskriterien eine Nutzung der Fläche mit ausschließen und restriktive Faktoren einer Beurteilung im Einzelfall bedürfen und bei denen mit Einschränkungen und/oder Auflagen zu rechnen ist. Die Standortbeurteilung ist je nach Betrachtungsgegenstand durch unterschiedliche Kriterien vorzunehmen. Die Kriterien werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

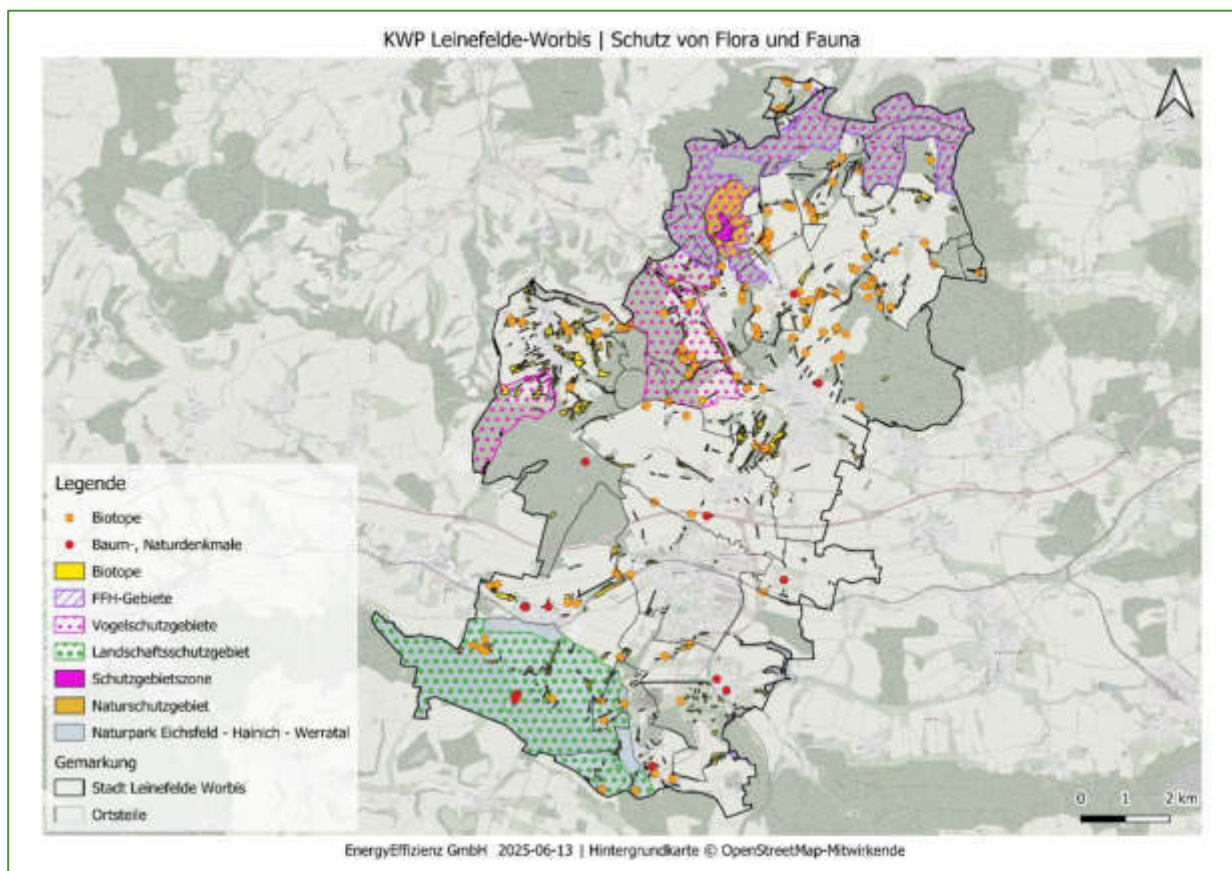


Abbildung 2: Naturschutz als restriktives Element

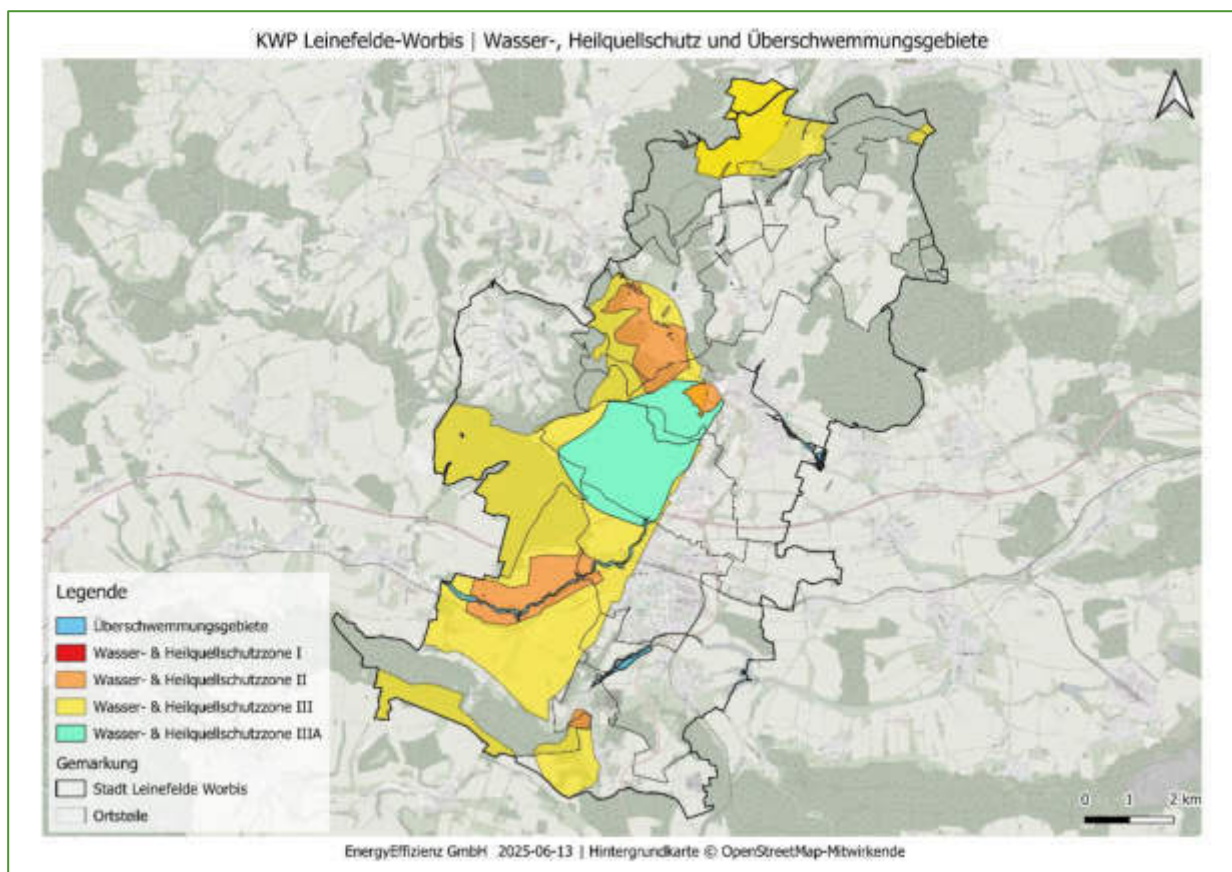


Abbildung 3: Hochwasserschutz in der Gemarkung

2.3. Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung der zu sammelnden Daten sind die Vorgaben an den Datenschutz eingehalten worden (Wärmeplanungsgesetz (WPG)). Veröffentlichtes Material lässt zudem keine Rückschlüsse auf personenbezogene Daten zu.

3. Kommunikation und Beteiligung

Die **Erfassung und Analyse der relevanten Akteur*innen** sowie ihrer Rollen im lokalen Akteursgefüge sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung und Umsetzung eines Wärmeplans. Es ist wichtig zu betonen, dass jeder Wärmeplan einzigartig ist und daher die örtlichen Gegebenheiten und die spezifischen Akteurskonstellationen sorgfältig berücksichtigen muss. Die Durchführung einer Akteursanalyse markiert den ersten Schritt in einem umfassenden Beteiligungskonzept und dient der gründlichen Vorbereitung aller Akteure, die am Prozess beteiligt sind.

Im Rahmen eines Stakeholder Mappings konnten folgenden Akteur*innen als zentral für die Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende in Leinefelde-Worbis identifiziert werden:

- Bürgerschaft / Eigentümer*innen / Mieter*innen
- Gewerbe und Handwerk
- Wohnungsgenossenschaft
- Stadtverwaltung
- Energieversorger und Netzbetreiber

Die Stadtverwaltung ist als Auftraggeber mit allen Akteursgruppen verbunden und spielt daher die zentrale Rolle, um alle aufgeführten Akteur*innen sowie ihre jeweiligen Erfahrungen und Kenntnisse in den Projektprozess sowie in den ab 2026 anstehenden Umsetzungsprozess zur Wärmeplanung einzubinden.

Die wichtigsten **Kommunikations- und Beteiligungsschritte im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans** sind nachfolgend dargestellt. Neben der Beteiligung von Öffentlichkeit/Bürgerschaft, dem Rat der Stadt und den weiteren Akteuren bildete im Projektverlauf die enge Abstimmung zwischen der Stadtverwaltung, der TEAG und dem beauftragten Büro im Rahmen der Steuerungsgruppensitzungen ein wichtiges Element. Nachfolgend nicht aufgeführt sind zusätzliche bilaterale Kontakte zwischen dem beauftragten Büro, der TEAG und diversen Akteur*innen zur Abstimmung einzelner Sachverhalte.

Tabelle 1: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Leinefelde-Worbis

Datum	Inhalt	Adressierter Akteurskreis
September 2024	Auftaktgespräch mit Stakeholder Mapping und Abstimmung zur Datenerhebung und den notwendigen Schritten im Projekt	Interne Steuerungsgruppe
Herbst 2024	Öffentliche Bekanntmachung zur Datenerhebung zwecks Erstellung des Wärmeplans für Leinefelde-Worbis	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leinefelde-Worbis
Herbst 2024	Befragung zu Abwärme und Energieverbräuchen	Gewerbetreibende in Leinefelde-Worbis
Juni 2025	Vorstellung der Ergebnispräsentation zu Bestands- und Potenzialanalyse	Steuerungsgruppe + Bürgermeister
Juni 2025	Vorstellung der Ergebnispräsentation zu Bestands- und Potenzialanalyse	Stadtrat + Öffentlichkeit
August 2025	Vorstellung und Diskussion der Wärmewendestrategie	Steuerungsgruppe
September 2025	Vorstellung Ergebnisse Zielszenario und Umsetzungsstrategie	Stadtrat + Öffentlichkeit
Oktober + November 2025	Öffentliche Auslegung des Endberichts der Kommunalen Wärmeplanung	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leinefelde-Worbis
Dezember 2025	Feststellungsbeschluss über den Wärmeplan	Stadtrat

Mit den erfolgten Beteiligungsschritten sind die Vorgaben des WPG für beide Beteiligungsphasen erfüllt.

Insgesamt legt der partizipative Erarbeitungsprozess der Wärmeplanung den Grundstein für die anschließende Umsetzungsphase, bei der wiederum eine gemeinsame engagierte Zusammenarbeit der örtlichen und regionalen Akteur*innen von entscheidender Bedeutung ist.

4. Bestandsanalyse

Die Analyse beschränkt sich auf die Aspekte, die sowohl für die energetische Beschreibung des Ist-Zustandes als auch für die künftigen energetischen Entwicklungen notwendig sind. Für die Abbildung des Ist-Zustandes wird das Bilanzierungsjahr 2022 verwendet. Das Plangebiet wird in sinnvolle Untersuchungsteilräume zergliedert, die künftig unterschiedliche Entwicklungen aufgrund des Ist-Zustands durchlaufen könnten. Für Leinefelde-Worbis bietet sich die Stadtstruktur mit ihren Stadtteilen als Betrachtungseinheit an. Die Gebäudenutzungstypen, die Baualtersklassen sowie die Versorgungs- und Beheizungsstruktur spielen eine zentrale Rolle bei der energetischen Auswertung. Als Ergebnisse der Bestandsanalyse werden die Wärmedichten und Wärmelinieindichten in Karten dargestellt. Die Bilanzen und Bilanzkennwerte zum Status quo werden zusammengefasst mit denen der Zwischenjahre und des Zieljahres im Zielszenario dargestellt.

4.1. Gemeindestruktur

Die Stadt Leinefelde-Worbis wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entsprechend ihren Stadtteilen analysiert. Dabei bilden die Stadtteile bereits sinnvolle Teilgebiete und ermöglichen eine effiziente Bearbeitung. Nach der Analyse werden die Teilgebiete zusätzlich zusammengefasst. Leinefelde-Worbis wird in folgende Stadtteile untergliedert:

- Beuren
- Birkungen
- Breitenbach
- Breitenholz
- Hundeshagen
- Kallmerode
- Kaltohmfeld
- Kirchohmfeld
- Leinefelde
- Wintzingerode
- Worbis

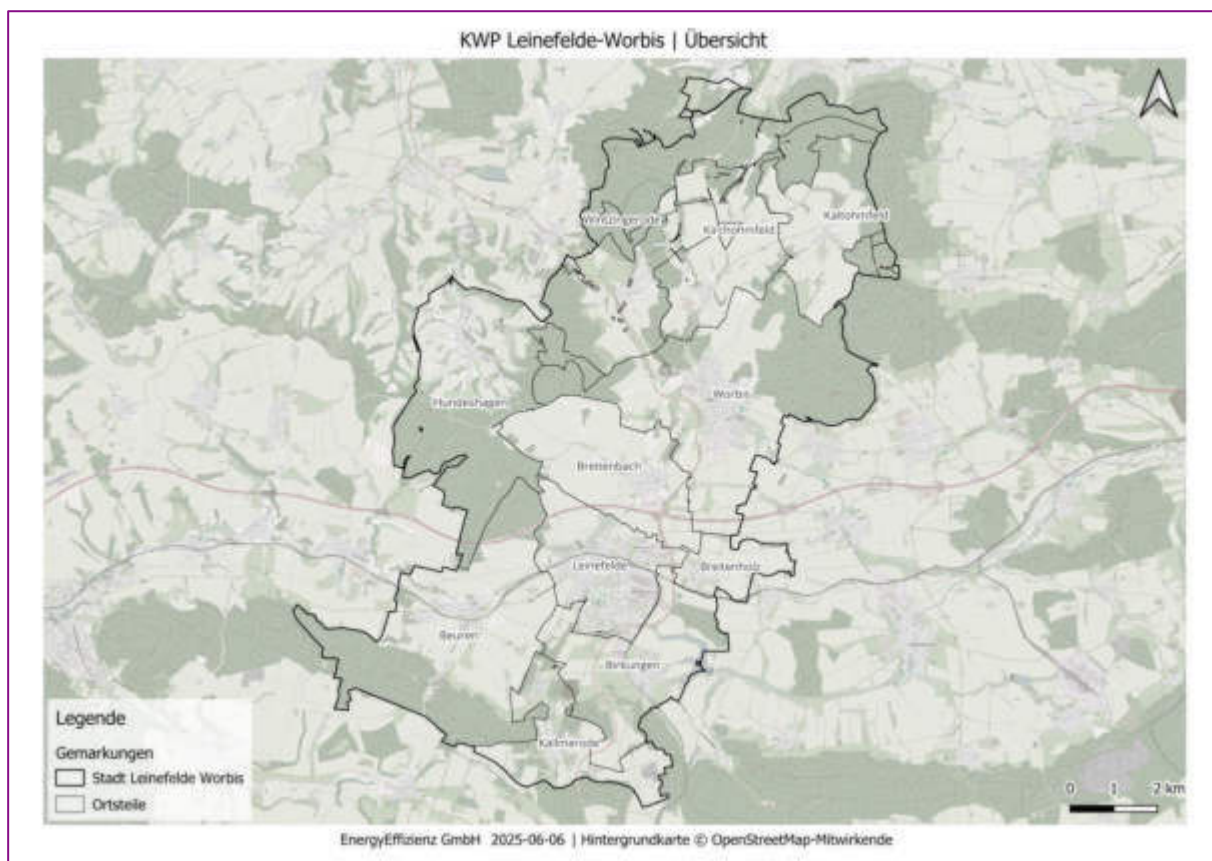


Abbildung 4: Übersicht Leinefelde-Worbis

In ihrer Charakteristik unterscheiden sich die Ortsteile zum Teil stark und werden im Folgenden genauer untersucht. Die Ortsteile Perl und Besch weisen einen größeren Anteil an Gewerbe und Industrie auf, während die anderen Ortsteile hauptsächlich von Wohnnutzung geprägt sind.

Tabelle 2: Kurzstatistik über Ortsteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2023)

Ortsteil	Einwohnerzahl
Beuren	1.211
Birkungen	1.356
Breitenbach	957
Breitenholz	535
Hundeshagen	1.205
Kallmerode	638
Kaltohmfeld	171
Kirchohmfeld	386
Leinefelde	8.857
Wintzingerode	652
Worbis	4.895

4.2. Gebäudenutzung

Im gesamten Plangebiet werden 78 % der Gebäude zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor haben einen Anteil von 16 %. Kommunale Gebäude spielen mit insgesamt 2 % eine geringere Rolle, können aber in ihrer Vorbildfunktion von größerer Bedeutung sein. Bezogen auf die beheizte Fläche zeigt sich eine Abweichung zur Verteilung nach Anzahl, da Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie die Industrie in Leinefelde-Worbis großflächig vertreten sind. Zusammen nehmen sie 47% der beheizten Fläche ein. Die Einteilung der Nutzertypen erfolgte auf Grundlage der infas 360 Daten. Die Verteilung wird in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt.

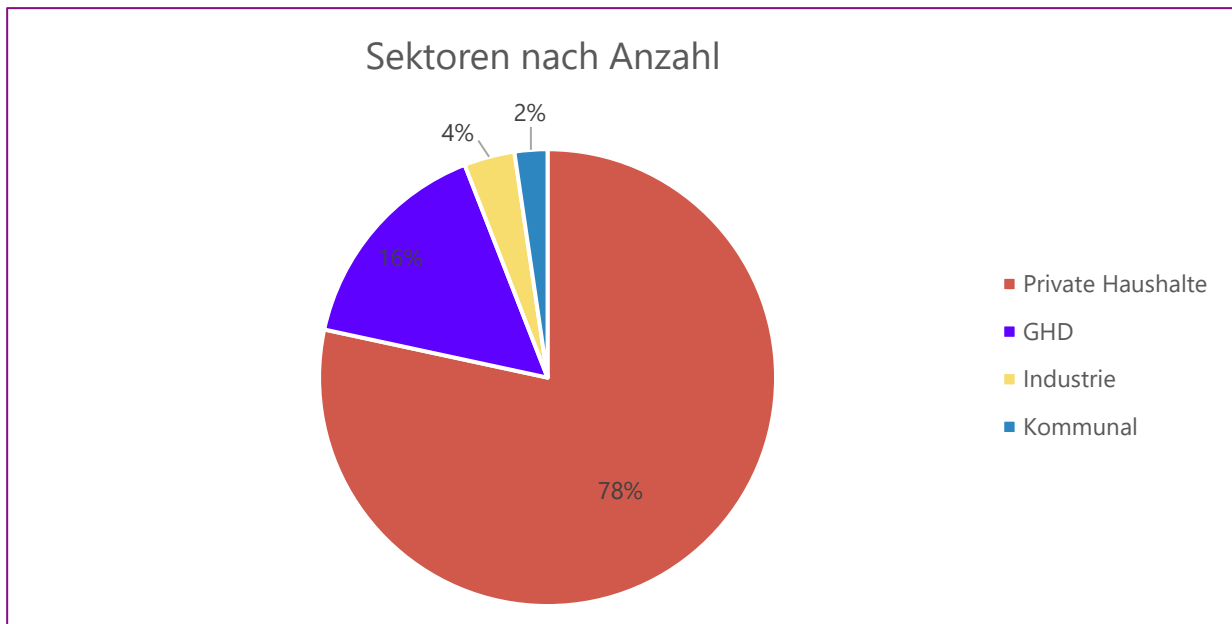


Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Anzahl)

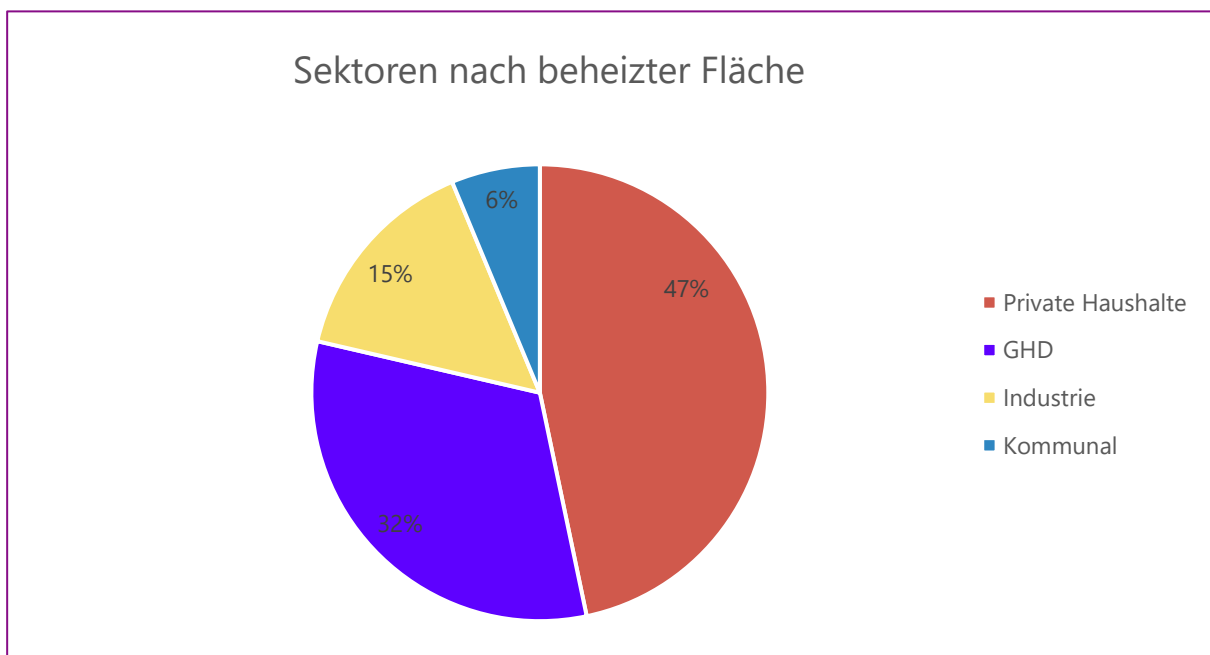


Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (beheizte Fläche) Quelle: infas 360 GmbH

Zusätzlich zur Gesamtbilanz für die Stadt erfolgt eine kartografische Darstellung der dominierenden Nutzungstypen der Gebäude auf Baublockebene (vgl. Abbildung 7). Die Konzentration verschiedener Nutzungstypen ist dabei von hoher Bedeutung bei der Beurteilung, ob Abwärme zur Verfügung steht, erneuerbare Potenziale nutzbar gemacht werden können oder sich Wärmenetze eignen. Gewerbliche oder öffentliche Gebäude können Ankerakteure beim Ausrollen von Wärmenetzen sein. Abbildung 7 zeigt beispielhaft die kartografische Darstellung. Die Karten für die weiteren Stadtteile sind im Anhang zu finden.

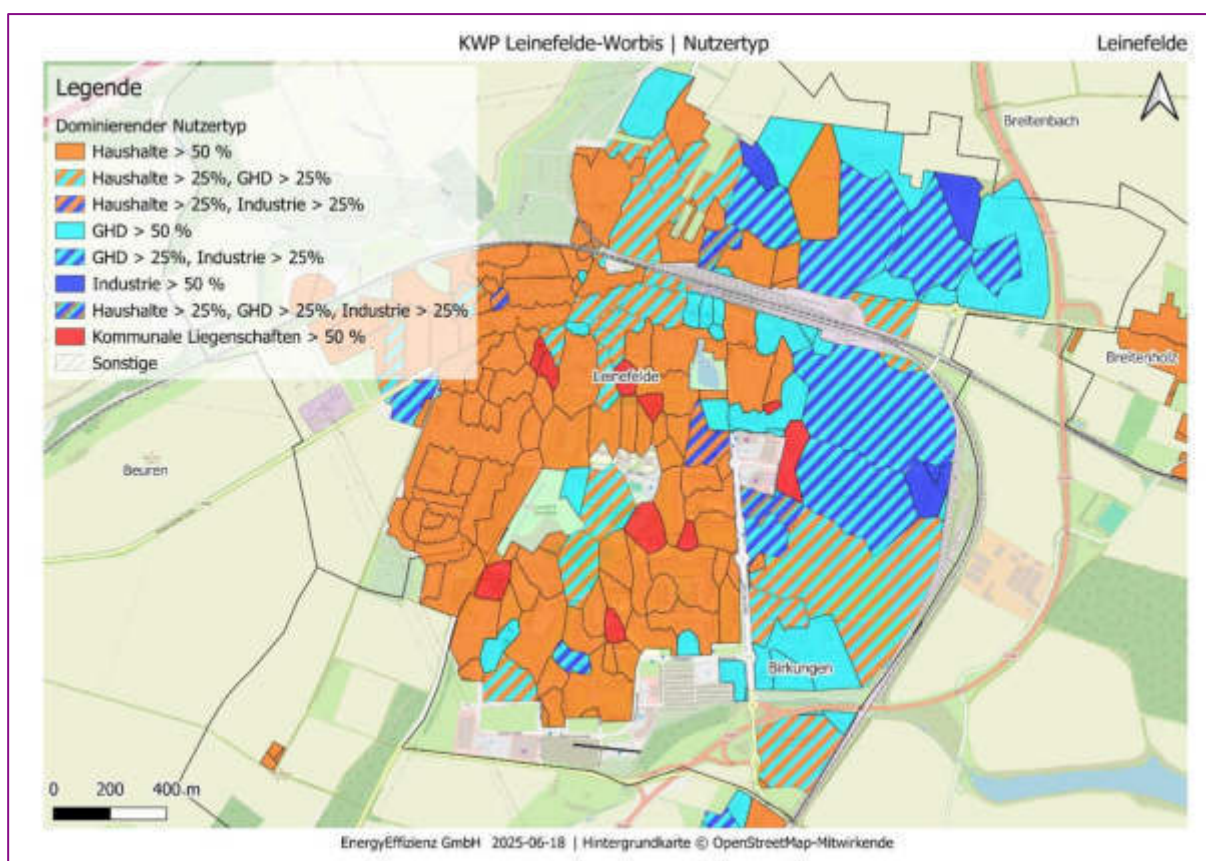


Abbildung 7: Leinefelde: Dominierender Sektor

4.3. Baualtersklassen

Im gesamten Plangebiet dominieren Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet worden sind. Diese Gebäude verfügen in der Regel über ein hohes Einsparpotenzial durch Hüllsanierungen. Ab dem Jahr 2000 wurden nur noch wenige Gebäude errichtet. Die Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Baualtersklassen. Die Baualtersklassen basieren auf den Daten des Zensus 2022 sowie den lizenzierten Daten der infas 360 GmbH.

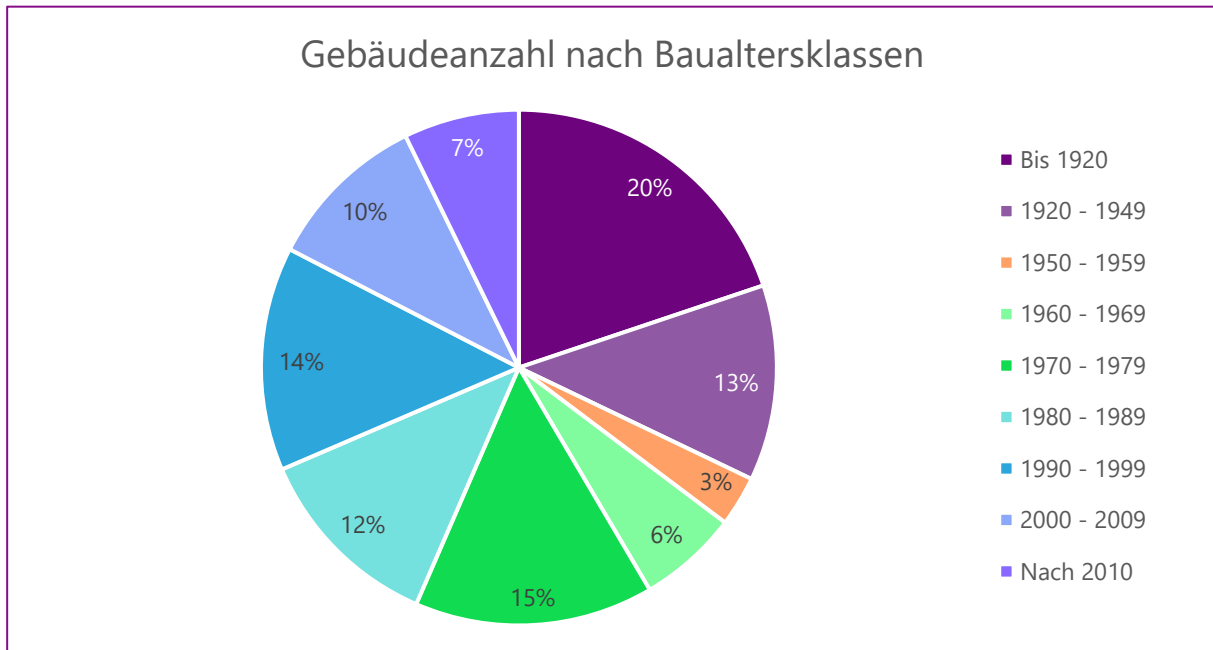


Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH

Die dominierenden Baualtersklassen der Gebäude auf Baublockebene in der Stadt Leinefelde-Worbis, werden in Abbildung 9 dargestellt. In den meisten Stadtteilen dominieren Gebäude, die vor 1919 erbaut wurden. Das weitere Wachstum erfolgte gleichmäßig über die weiteren Jahrzehnte hinweg. Nur vereinzelte Gebiete in Leinefelde-Worbis erlebten auch ab dem Jahr 2000 eine weitere Phase des Zubaus. Abbildung 9 zeigt beispielhaft die kartografische Darstellung. Die Karten für die weiteren Stadtteile sind im Anhang zu finden.

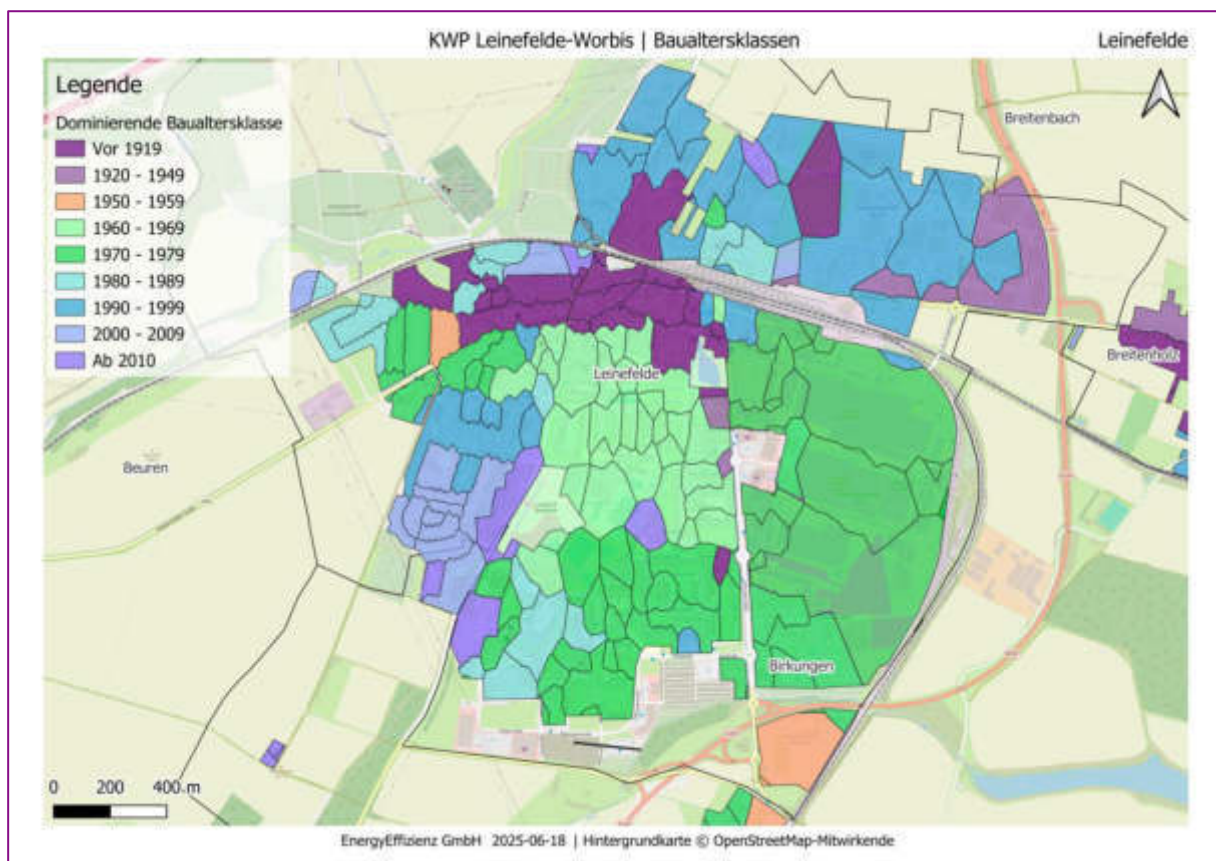


Abbildung 9: Leinefelde: Baualtersklassen

4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Bis auf den Stadtteil Kaltohmfeld ist die gesamte Stadt an das Gasnetz angeschlossen. Weiterhin werden weitere Gebäude über Heizöl oder Biomasse versorgt. Bestandswärmenetze sind in den Stadtteilen Leinefelde und Worbis vorhanden.

In Abbildung 10 ist die Verteilung der Energieträger der Hauptheizungen in Leinefelde-Worbis dargestellt. Neben dem leitungsgebundenen Energieträger Erdgas (63 %) wird vereinzelt in der Stadt Heizöl (3 %) verwendet. Flüssiggas sowie Braunkohle werden zu je 1 % genutzt. 14 % der Heizungsarten sind unbekannt. Demnach wird das Untersuchungsgebiet im Status quo zu mindestens 68 % durch fossile Energieträger versorgt. Unter den bekannten installierten Heizungstypen nehmen Stromdirektheizungen (ohne Wärmepumpen) 1 % der Hauptheizungen ein. Biomasseheizungen entfällt auf nur einen Anteil von 3 %. Wärmepumpen sind mit weniger als 1% der installierten Heizungen kaum vertreten. Ein Wärmenetz versorgt 9 % der betrachteten Objekte.

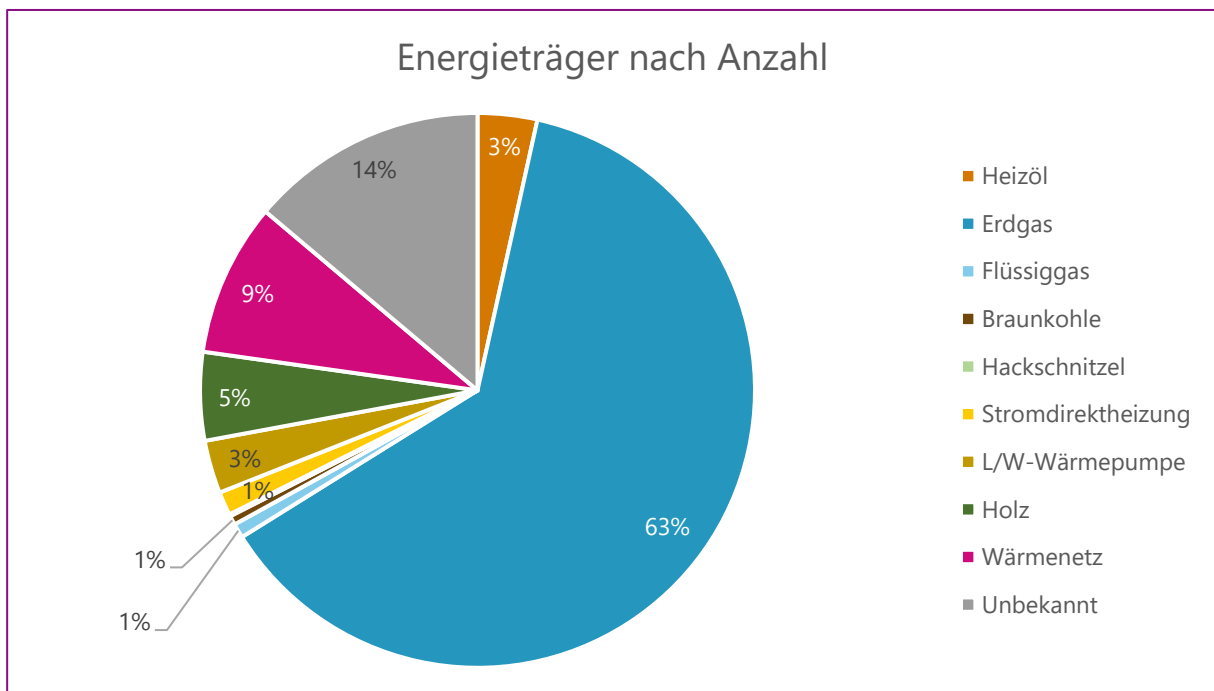


Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kkehrbuchdaten, 2022

Die Abbildung 11 zeigt die Verteilung der Energieträger auf Baublockebene. Sobald ein Heizungstyp mehr als 25 % Anteil am Energiemix im Baublock hat, wird er abgebildet. Das Kartenmaterial ist hilfreich, um den Entwicklungsstand der Stadtteile räumlich einzuschätzen und um den räumlichen Handlungsdruck in Planungen mit einzubeziehen. Flüssiggas ist in der Kartendarstellung Gas zugeordnet. Neben dem Energieträger Erdgas dominiert Heizöl in allen Gemeindeteilen. In einzelnen Blöcken haben Biomasseheizungen ebenfalls einen hohen Anteil. Hauptsächlich in Gebieten mit einer neueren Bausubstanz ist der Anteil von Wärmepumpen bzw. Stromheizung erhöht. Abbildung 11 zeigt beispielhaft die kartografische Darstellung. Die Karten für die weiteren Stadtteile sind im Anhang zu finden.

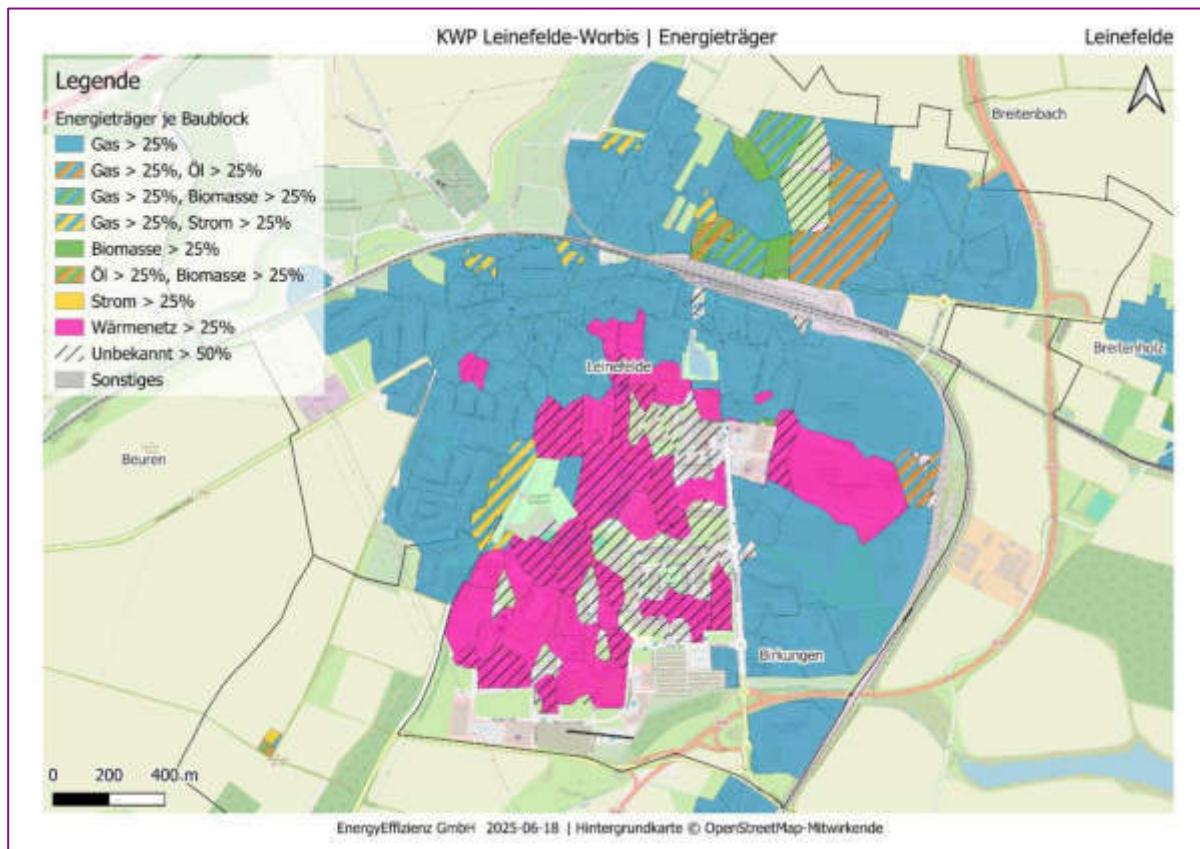


Abbildung 11: Leinefelde: Energieträger je Baublock

4.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten

Aus den in Kapitel 2.2.1 dargestellten Merkmalen wurde für jedes Gebäude der Stadt Leinefelde-Worbis der Wärmebedarf eines Jahres im Bestand ermittelt bzw. aus den Verbrauchsdaten übernommen. Zusammengefasst ergibt sich für Leinefelde-Worbis daraus eine **jährliche Wärmemenge von 258,21 Gigawattstunden (GWh)**.

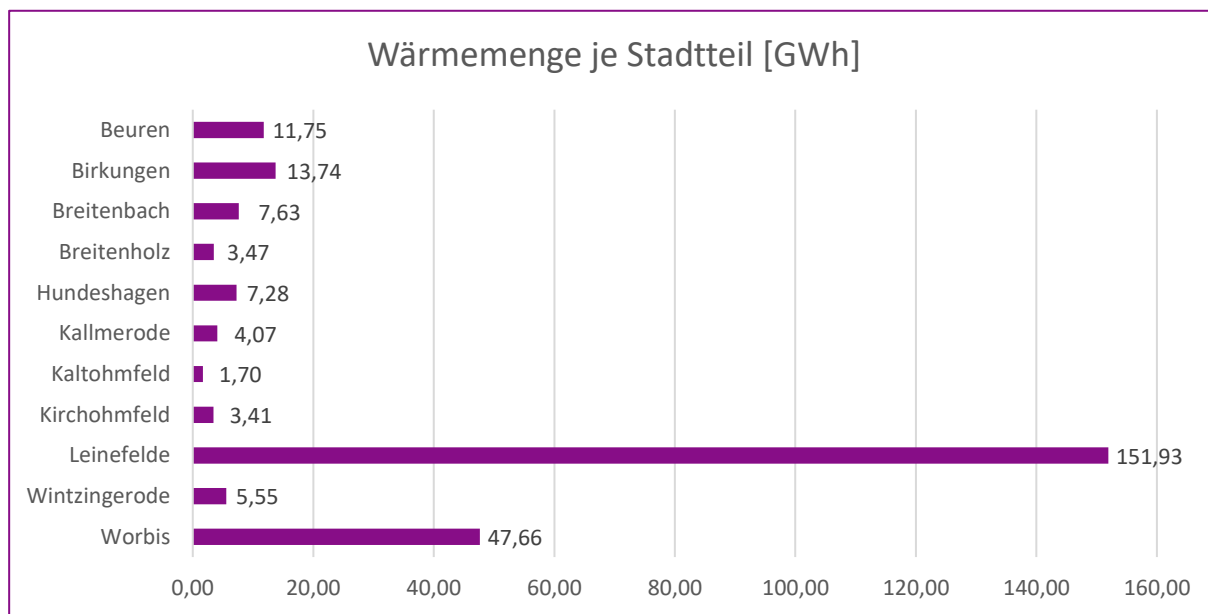


Abbildung 12: Wärmemenge im Status-Quo nach Stadtteilen [GWh/a] (2023)

Zur weiteren Analyse und Abschätzung von Entwicklungen sind Wärmedichte- und Wärmeliniendichtekarten notwendig. Die Wärmedichte gibt die innerhalb einer Fläche anfallende Wärmemenge in Megawattstunden pro Hektar an und wird auf Baublockebene angegeben, während die Wärmeliniendichte die Wärmemenge entlang einer Straße in Megawattstunden pro Meter beschreibt. Ein Richtwert von über 1,5 MWh/(m*a) bietet überschlägig laut Leitfaden der Wärmeplanung genügend Wärmeabnahme für ein konventionelles Wärmenetz (Tabelle 3).

Die angegebenen Richtwerte zeigen allerdings ausschließlich eine Eignung für konventionelle Wärmenetze. Für die Prüfung einer Eignung für Kalte Nahwärmenetze kann die Wärmeliniendichte nur bedingt herangezogen werden. Demnach kann nicht ausschließlich über die Wärmeliniendichte auf noch festzulegende Wärmenetz-Eignungsgebiete im Zielszenario geschlossen werden.

Tabelle 3: Einteilung der Wärmelinienindichte in Eignungskategorien (Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al., 2024))

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

Tabelle 4: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien (Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al., 2024))

Wärmedichte [MWh/(ha*a)]	Eignung für Wärmenetze
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

Die untenstehende Abbildung 13 und Abbildung 14 stellen die Wärmedichte pro Baublock und Wärmelinienindichten am Beispiel Leinefelde dar. Wärmedichten und Wärmelinienindichten der Zwischenjahre und des Zieljahrs werden zusätzlich als Grundlage für die Festlegung von Wärmenetzeignungsgebieten erarbeitet und demnach im Abschnitt Zielszenario dargestellt.

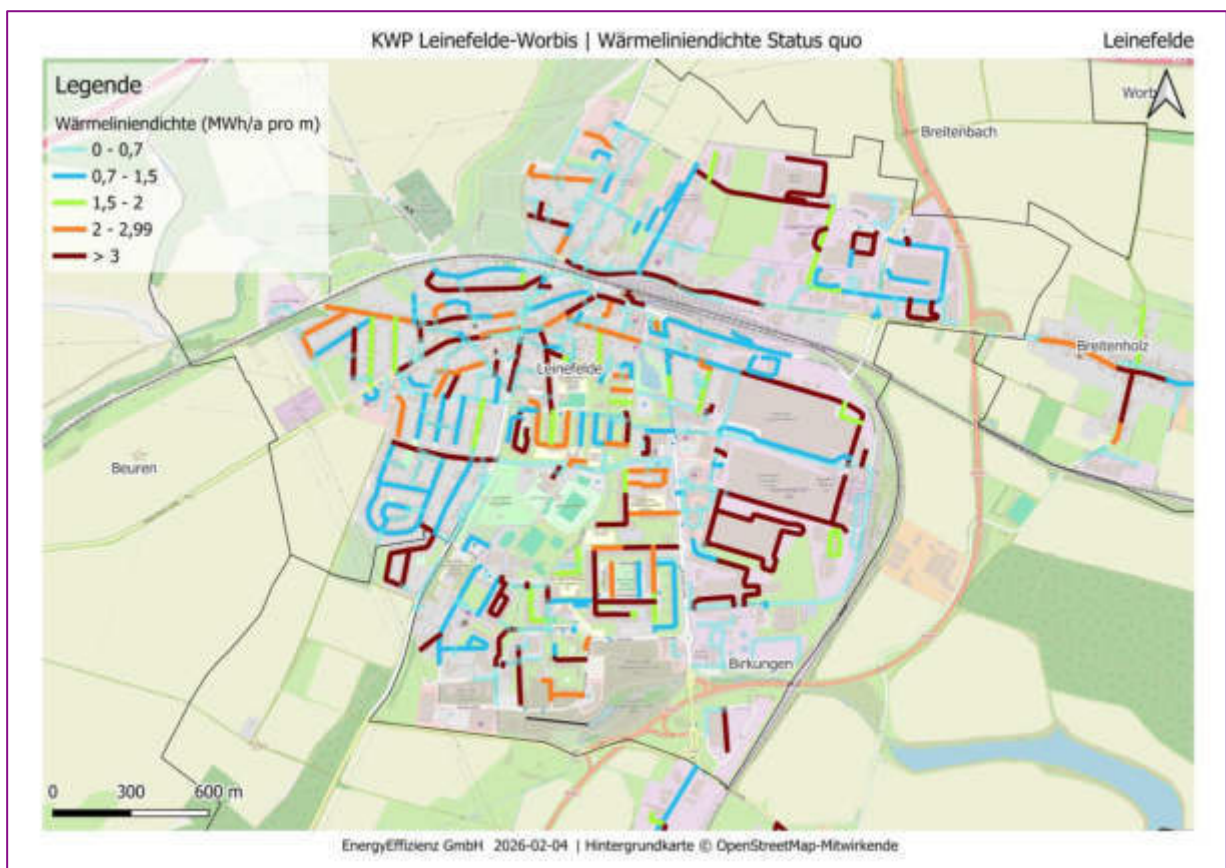


Abbildung 13: Wärmeliniendichte Status quo in Leinefelde

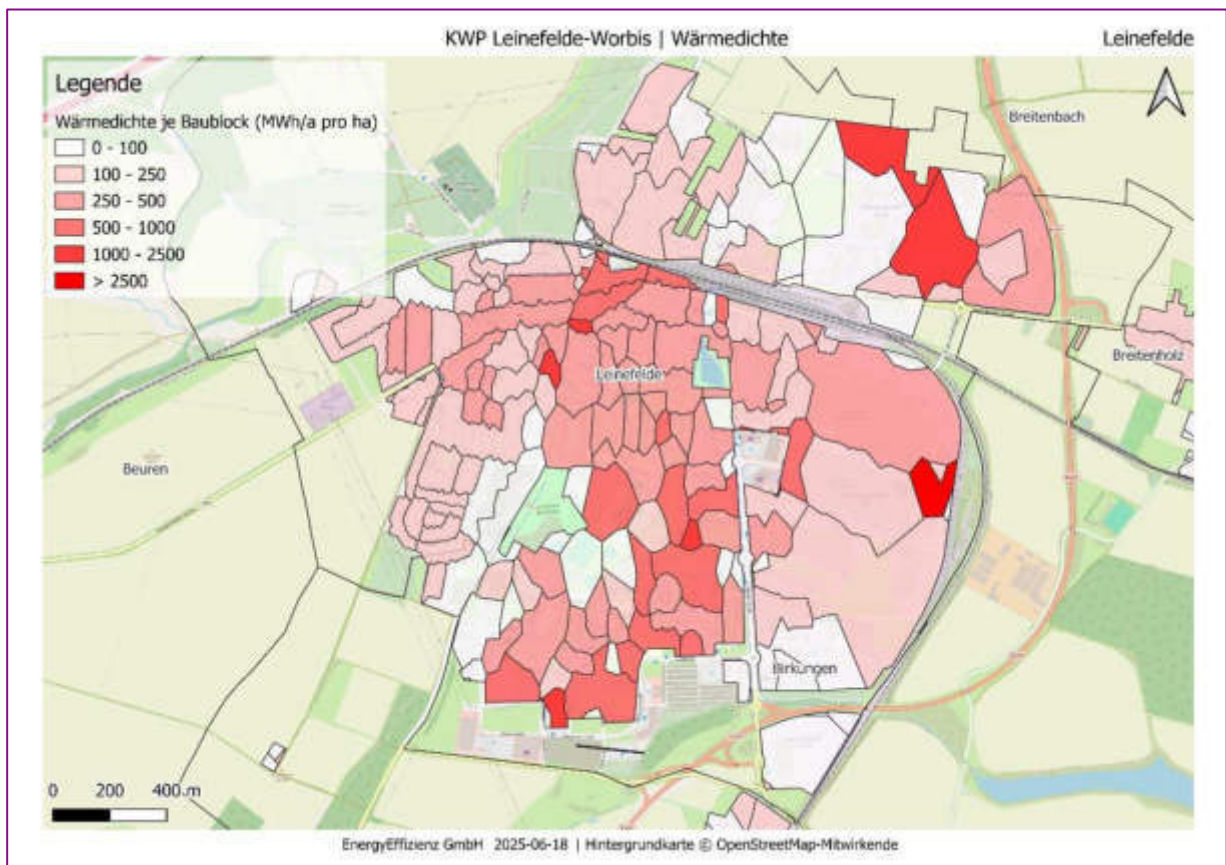


Abbildung 14: Wärmedichte je Baublock Status quo in Leinefelde

5. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse untersucht das Plangebiet auf Möglichkeiten, erneuerbare Energien zu nutzen und in die energetische Versorgung einzubinden. Dies kann die Nutzung von Sonnenenergie, Biomasse, Abwärme oder Umweltwärme aus Umgebungsluft und Oberflächengewässern oder Geothermie sein oder auch die Nutzung von Windkraft. Der künftig steigende Strombedarf, bedingt u.a. durch die deutlich stärkere Nutzung von Wärmepumpen, erfordert es, die lokale Stromproduktion zu erhöhen. Eine alternative Beheizung mittels Wärmenetzen kann diesen erzeugten Strom ebenfalls einbringen oder die Wärme durch lokale Potenziale zumindest in Teilen decken.

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Des Weiteren betrachtet sie das Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen (vgl. Kapitel 5.1). Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Visualisierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung erneuerbaren Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten (inkl. Argothermie)
- Tiefengeothermie: Nutzung des Wärmepotenzials aus tieferen Erdschichten
- Luftwärmepumpe: Energetische Nutzung der Umgebungsluft
- Fluss- und Seewasserwärmepumpen: Nutzung der Gewässerwärme
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen
- Grüner Wasserstoff: Aufbau einer Produktion oder Nutzung überregionaler Strukturen
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Photovoltaik (Freifläche, Agri-Photovoltaik & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Wasserkraft: z.B. Stromerzeugung durch Staustufen

Diese detaillierte Erfassung bildet eine Basis für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.

Nachfolgend werden in den jeweiligen Kapiteln zunächst Restriktionen beschrieben, welche die Verfügbarkeit von Potenzialen einschränken. Anschließend werden in den jeweiligen Kapiteln die Ergebnisse und deren Berechnung für die einzelnen erneuerbaren Energien sowie die Abwärme aus Industrieprozessen behandelt.

5.1. Senkung des Wärmebedarfs

Neben der Erschließung erneuerbarer Energien für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung sollte auch die benötigte Wärmemenge selbst reduziert werden. Dazu ist es erforderlich, insbesondere bei Gebäuden mit einer älteren Bausubstanz, energetische Sanierungen durchzuführen. Durch eine Wärmedämmung des Daches bzw. der Geschossdecke, der Wand oder der Kellerdecke ergeben sich erhebliche Energieeinsparungen. Da Fenster eine begrenzte Lebensdauer haben, kann beim Tausch auf besonders hohe energetische Güte Wert gelegt werden, um diese Sowieso-Maßnahme wirksamer zu gestalten. Durch die Senkung des Wärmebedarfs werden weniger Ressourcen benötigt und es entstehen geringere Betriebskosten für die Gebäudeeigentümer*innen.

5.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde die mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs aus dem Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung verwendet, der im Auftrag des BMWK und BMWSB erstellt wurde (Anhang A). Dabei wurde die niedrigere jährliche Reduktion gewählt, da diese ein realistischeres Zielszenario für 2045 zeichnet und die angegebene Sanierungsquote bis zum Zieljahr in der Stadt Leinefelde-Worbis erreichbar scheint. Diese basiert auf dem RedEff-Szenario der Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Fraunhofer ISI et. al., 2022). Es ist zu betonen, dass diese Sanierungsquote nicht nur technisch machbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist, um bis zum Jahr 2045 langfristig den Energieverbrauch zu senken und Betriebskosten einzusparen. Die jährliche Wärmebedarfsreduktion variiert je nach Nutzertyp und Baualtersklasse, da Gebäude mit bestimmter Nutzung oder eines bestimmten Baualters ein höheres oder niedrigeres Sanierungspotenzial aufweisen können als andere. Die Baualtersklassen mit dem höchsten Sanierungspotenzial sind demnach auch diejenigen, die die höchste jährliche Wärmebedarfsreduktion aufweisen. Die mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs stellt sicher, dass zum Zieljahr die angestrebte Senkung des Wärmebedarfs erreicht wird. Diese ist auch als absolute Zahl bezogen auf die beheizte Fläche im Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung angegeben. In den Berechnungen wird der Wärmebedarf in der Stadt Leinefelde-Worbis gleichmäßig bis zum Zieljahr 2045 reduziert. Diese Methodik wird angewendet, um bezogen auf Straßenzüge ein realistisches Ausbauszenario zu erhalten, auf dessen Basis Wärmenetze geplant und berechnet werden können. Demnach werden keine einzelnen Gebäude in ihrem Wärmebedarf so stark reduziert, wie es bei einer Vollsanierung möglich wäre, sondern die gesamten Gebäude werden leicht in ihrem Bedarf gemindert. In der Praxis kann der zu erzielende Wärmebedarf auf Einzelgebäudeebene abweichen, auf den gesamten Gebäudebestand gesehen, ist die Abschätzung allerdings als realistisch zu bewerten.

5.1.2. Potenzial

Das Einsparpotenzial im Bereich des Wärmebedarfs wurde für die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040 sowie für das Zieljahr 2045 ermittelt. Unter der Annahme der beschriebenen jährlichen Sanierungsraten (vgl. Anhang A) kann bis 2045 eine Reduktion des Wärmebedarfs um 27 % erreicht werden. Damit sinkt die Wärmemenge der Stadt Leinefelde-Worbis von derzeit 258,2 GWh/a auf 188,43 GWh/a.

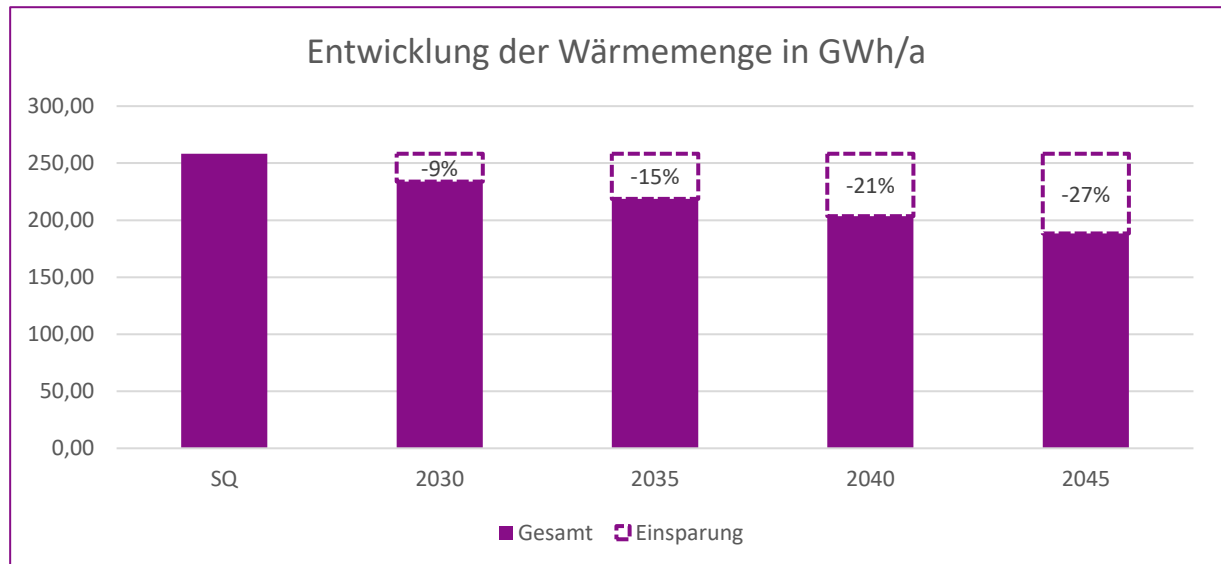


Abbildung 15: Senkung der Wärmemenge in GWh bis 2045

Die Auswirkung der Sanierungen auf den Wärmebedarf und die Wärmeliniendichte werden im Zielszenario kartografisch dargestellt. Davon ausgehend sind Planungen möglich, die auch zukünftige Sanierungen bereits aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht berücksichtigen.

5.2. Zentrale Potenziale (Wärme)

Im folgenden Kapitel werden die Technologien in der Stadt Leinefelde-Worbis untersucht, die sich für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen. Die Potenziale werden zunächst für das gesamte Stadtgebiet ermittelt, unabhängig davon, ob sich im weiteren Prozess der Wärmeplanung eine Wärmenetz-Eignung für ein bestimmtes Gebiet ergibt. Demzufolge kann es dazu kommen, dass ein Teil der nachfolgend errechneten Potenziale ungenutzt bleibt, sollte in der Nähe keine zentrale Wärmeversorgung aufgebaut werden können.

5.2.1. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger wird im Folgenden das Biomasse-Potenzial untersucht. Unter Biomasse wird in der vorliegenden Untersuchung das Waldgrün gefasst. Dieses kann zu Hackschnitzeln und Pellets verarbeitet werden. Zusätzlich ist auch die Produktion von Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen (Ackerfläche und Grünland) möglich. Insbesondere aus Naturschutz-Perspektive wird der Einsatz von Biomasse kritisch diskutiert, da Wälder als Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Senken und Habitate gelten. Es gilt daher die Biomasse verträglich mit den Bedarfen des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und dem

Naturschutz zu nutzen. Es soll abgeschätzt werden, wie hoch das gesamtstädtische Potenzial und das der einzelnen Stadtteile ist, ohne die lokalen Ressourcen zu überlasten.

5.2.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Rahmen der Analyse wurden diverse Restriktionen und Rahmenbedingungen einbezogen, sodass Naturausswirkungen minimiert werden. Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, führen Ausschlusskriterien zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche, da eine Nutzung des Potenzials unter keinen Umständen möglich ist. Restriktive Faktoren hingegen weisen nur auf eine bedingte Eignung einer Fläche hin und umfassen in der Regel Restriktionen, die vor einer Nutzung gegenüber einem möglichen Ertrag einer Fläche abgewogen werden sollten oder geben einen Hinweis darauf, dass bei einer Nutzung bestimmte Vorgaben eingehalten werden müssen. Im Folgenden werden Restriktionen aufgezählt, welche für Biomasse aus forst- und landwirtschaftlichen Reststoffen gelten:

Biomasse aus forstwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Biotope
- Kernzonen von Biosphärenreservaten
- Naturwaldparzellen
- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

Restriktive Faktoren

- Flora-Fauna-Habitat- (FFH)- oder Vogelschutzgebiet: FFH- und Vogelschutzgebiete sind gemäß EU-Richtlinien ausgewiesene Schutzgebiete zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Bei der Nutzung von Biomasse in diesen Gebieten müssen strenge Auflagen eingehalten werden, um negative Auswirkungen auf Flora und Fauna zu vermeiden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind notwendig, um mögliche Umweltauswirkungen zu diskutieren und somit die ökologischen Werte dieser Gebiete zu schützen.
- Pflege- und Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
- Weitere nach BNatSchG definierte Schutzzonen

Biomasse aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphärenreservaten

- Naturschutzgebiete
- Wasserschutzgebiete Zone I und II

Restriktive Faktoren

- FFH- oder Vogelschutzgebiet: FFH- und Vogelschutzgebiete sind gemäß EU-Richtlinien ausgewiesene Schutzgebiete zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Bei der Nutzung von Biomasse in diesen Gebieten müssen strenge Auflagen eingehalten werden, um negative Auswirkungen auf Flora und Fauna zu vermeiden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind notwendig, um die ökologischen Werte dieser Gebiete zu schützen.
- Weitere nach BNatSchG definierte Schutzzonen
- Wasserschutzgebiet Zone III
- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

Weiterhin sind die geltenden Gesetze und Verordnungen, welche den Biomassenanbau regulieren, zu berücksichtigen. Dazu zählen insbesondere die Düngeverordnung, die EU-GAP-Verordnung, die Chemikalien- und Pflanzenschutzverordnung sowie das Tierschutzgesetz.

5.2.1.2. Potenzial

Biomasse aus Waldgrün

Für die Berechnung des Biomasse-Potenzials eines Waldgebietes wird zunächst dessen Fläche ermittelt sowie eine Verteilung der Baumarten im Gebiet zugrunde gelegt. Auf dieser Basis werden für jede Baumart die jährlichen Zuwachsraten errechnet. Gemeinsam mit der Dichte und dem Heizwert wird daraus die maximal jährlich verfügbare Energiemenge errechnet. Die Berechnung des Potenzials kann nach zwei verschiedenen Methoden verlaufen, um die untere und obere Grenze der bestehenden Potenziale bestimmen zu können. Bei der herkömmlichen Aushaltungsvariante werden beim Einschlag nur 14 % des Baumes als Energieholz genutzt. Energieholz dient der Wärme- oder Stromerzeugung und umfasst ausschließlich Holz, das sich weder als Industrieholz für die Papier- oder Spanplattenproduktion noch als Stammholz für die Bau- und Möbelindustrie eignet (Abbildung 16). Die Stammholz-PLUS-Variante nutzt auch das Industrieholz. Bei der Berechnung des Potenzials für die KWP wird die herkömmliche Aushaltungsvariante als Potenzial ausgewiesen, um den Bedarf an Industrieholz nicht zu verschieben und damit den gesamten Holzbedarf zu erhöhen. Die herkömmliche Aushaltungsvariante stellt eine nachhaltige Nutzungsform dar, bei der kein Wald verloren geht.

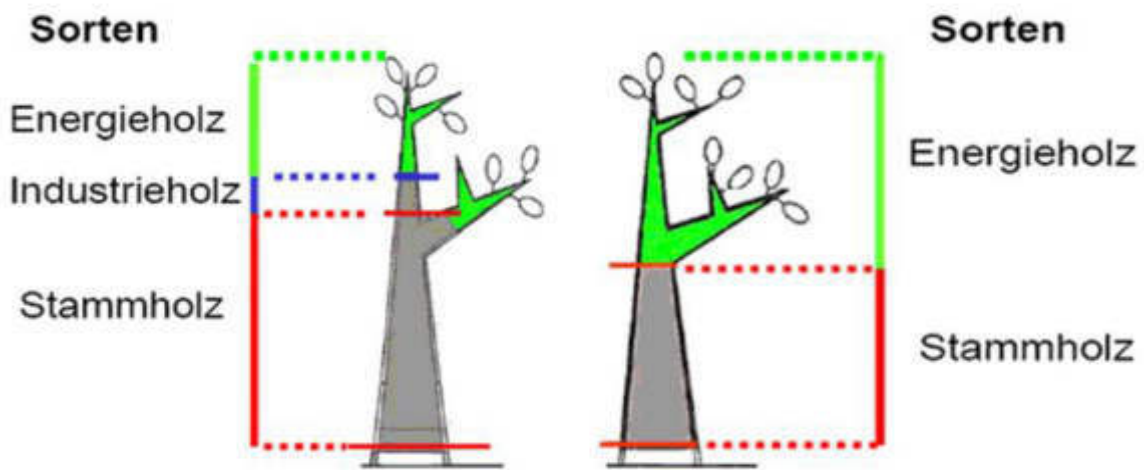


Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante.

Abb. 2: "Stammholz-PLUS" Variante.

Abbildung 16: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion³

Demnach wird lediglich der nachwachsende Baumanteil als Grundlage für die Potenzialberechnungen herangezogen, sodass eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wald- und Forstwirtschaftsflächen gewährleistet bleibt. Naturschutzflächen wie FFH-Gebiete werden in den Potenzialen als restriktive Faktoren berücksichtigt, da dort eine nachhaltige Forstwirtschaft möglich ist.

Unter der Annahme, dass die Heizwerte der Laubbaumarten zwischen 3,7 und 3,9 kWh/kg und der Nadelhölzer zwischen 4,1 und 4,2 kWh/kg liegen, ergibt sich für alle geeigneten Waldflächen im Untersuchungsgebiet ein Potenzial von 15 GWh.

Tabelle 5: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen

Stadtteile	Biomasse-Potenzial Wald, geeignet [MWh/a]	Biomasse-Potenzial Wald, bedingt geeignet [MWh/a]
Beuren	677,4	2.507,9
Birkungen	616,7	-
Breitenbach	98,7	0,5
Breitenholz	12,9	-
Hundeshagen	2.738,8	523,9
Kallmerode	230,7	230,0
Kaltohmfeld	475,1	210,8
Kirchohmfeld	1.057,8	1.339,2
Leinefelde	83,9	-
Wintzingerode	1.048,3	3.113,0
Worbis	-	10,2
Gesamt	7.040	7.935,5

³ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg- FVA, 2024

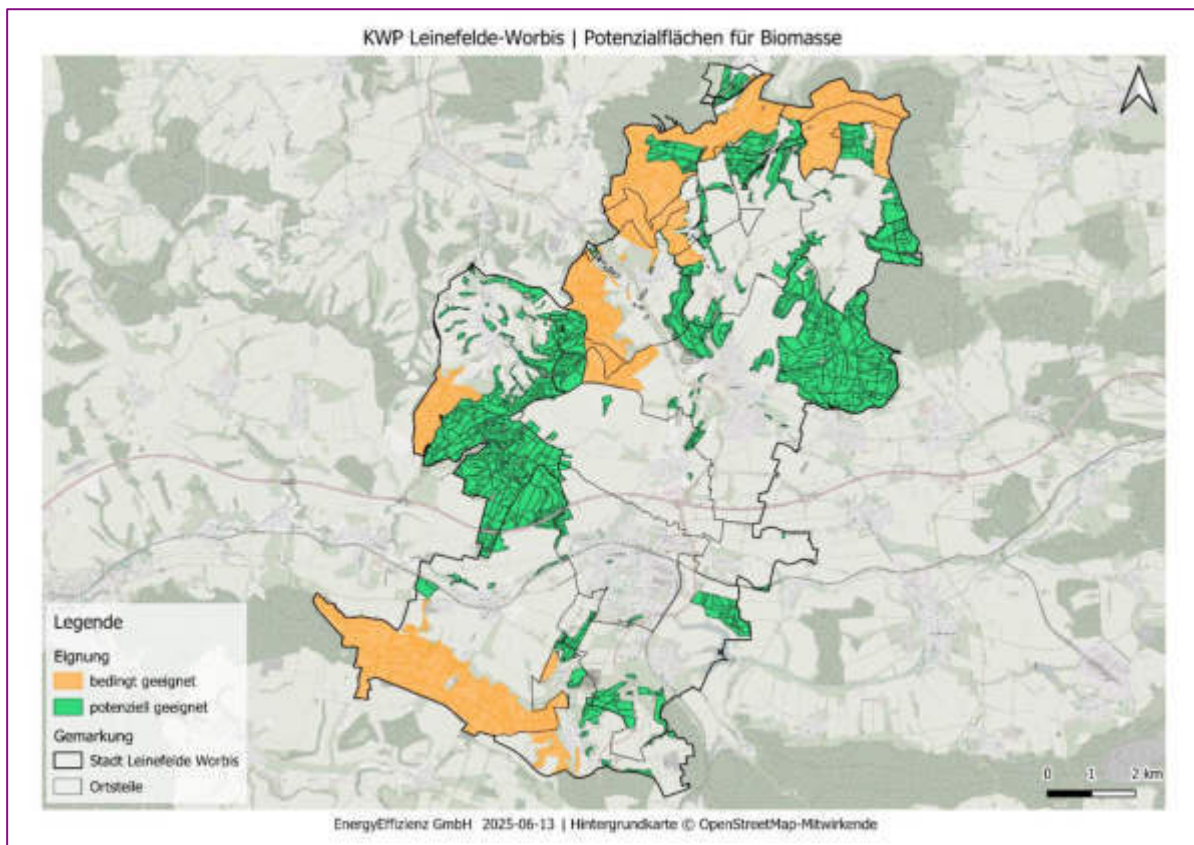


Abbildung 17: Biomassepotenzial

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

Biomassepotenziale aus Ackerflächen und Grünschnitt konnten in der Stadt Leinefelde-Worbis aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht ermittelt werden. Ein zukünftiges Potenzial aus dem Anbau von Energiepflanzen wurde aufgrund der starken Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion nicht berücksichtigt. Aufgrund der anhaltenden Flächenkonkurrenz ist davon auszugehen, dass sich das Potenzial in Zukunft nur minimal ändern würde. Dieses Potenzial wird bei der Fortschreibung des Wärmeplans berücksichtigt.

5.2.2. Solarthermie auf Freiflächen

Das Potenzial der Solarthermie zur Wärmeerzeugung wird sowohl auf Freiflächen als auch auf Dachflächen betrachtet. Während Freiflächen durch ihre Nähe zu Siedlungsgebieten sowie vorhandenen Restriktionen bewertet werden, wurde bei Dachflächen das technische Potenzial ohne Einbezug des Denkmalschutzes ausgewiesen. Insgesamt ermöglicht die Nutzung beider Flächentypen eine effiziente Anwendung der Solarthermie zur Deckung des Wärmebedarfs.

In diesem Kapitel wird das Potenzial von Solarthermie-Freiflächen untersucht. Im Gegensatz zu den Dachflächenpotenzialen, die Einzelgebäudelösungen unterstützen, ist bei Freiflächenanlagen die Nähe zu potenziellen Wärmenetzen erforderlich, um die Sonnenenergie effizient nutzbar zu machen. Im

Rahmen der Potenzialanalyse werden alle verfügbaren Flächen dargestellt, die im Zielszenario auf eine Einbindung in ein Wärmenetz geprüft werden müssen.

5.2.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Folgenden wird das Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen bestimmt. Hierbei werden die Bestimmungen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG, 2023), §37, Abs. 1, 2, 3 zu Grunde gelegt. Untersucht werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Flächenpotenziale, die kein entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden sind und bei denen es sich um

- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung handelt
- Flächen im Abstand von 500 m, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, längs von Autobahnen oder mehrgleisigen Schienenwegen handelt
- Ackerflächen oder Grünland handelt, die in einem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet liegen

Bei der Berechnung des Solarthermiepoteentials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen (Schutzzone I) von Naturparken
- Natura 2000-Gebiete / FFH und Vogelschutz
- Biotop
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebiete, Zone I
- Eine Hangneigung größer gleich 20 ° (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (LABO, 2023)
- Eine Entfernung von über 1000 m zur Siedlungsfläche (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, 2019)

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
- Pflegezonen (Schutzzone II) und Entwicklungszonen von Naturparken
- Wasserschutzgebiete, Zone II
- Hochspannungsfreileitungen
- Vorranggebiete für den Hochwasserschutz

Demnach wird unterschieden in gut geeignetes Potenzial (exkl. weicher Restriktionen und in einer maximalen Entfernung von 200 m zur Siedlungsfläche gelegen), geeignetes Potenzial (exkl. restriktiver Faktoren) und das bedingt geeignete Potenzial (inkl. restriktiver Faktoren). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Sonneneinstrahlung und die Nähe zur Wärmenetz-Heizzentrale entscheidend. Bei der Potenzialanalyse wurden diese Aspekte so gut wie möglich berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich aufgrund von methodischen Einschränkungen Ungenauigkeiten ergeben können und dass es in jedem Fall einer weiteren Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

5.2.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie-Anlagen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen eine räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit Wärmeverluste durch lange Rohrleitungen vermieden werden. Die Nutzung für Photovoltaik (PV) oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden. Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 2.000 MWh/a Ertrag angenommen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, 2019, S. 24). Im Durchschnitt wird von 2-2,5 GWh/a pro ha Bodenfläche ausgegangen⁴. Dies entspricht 200 kWh/m². Bei einem 2 bis 3-fachen Platzbedarf ergeben sich daraus 445 kWh pro m² Apperturfläche (Technikkatalog (Langreder et al., 2024))

Insgesamt ergibt sich für Leinefelde-Worbis ein technisches Potenzial von 5.464 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie-Freiflächenanlagen. Die untersuchten Gebiete unterliegen nur zu geringen Teilen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren. Die Integration dieses Potenzials beim Wärmenetzausbau ist im Detail zu prüfen. Für die Stadt Leinefelde Worbis wird aktuell ein sachlicher Teilplan Energie erstellt. Die dargestellten Flächen sind als Flächenpool zu verstehen, welche durch den Teilplan konkretisiert werden. Die Ergebnisse können von den hier dargestellten Eignungsgebiete abweichen.

⁴ <https://www.solare-waermenetze.de/>

Tabelle 6: Gesamtpotential Freiflächensolarthermie der einzelnen Stadtteile in GWh/a

Stadtteile	Technisches Potenzial gut geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]
Beuren	22,02	434,72	901,22
Birkungen	261,60	668,36	23,04
Breitenbach	60,62	229,36	21,74
Breitenholz	56,44	89,10	-
Hundeshagen	130,00	340,02	29,26
Kallmerode	56,10	147,48	222,96
Kaltohmfeld	95,54	555,16	-
Kirchohmfeld	83,60	421,88	6,76
Leinefelde	41,50	164,28	40,80
Wintzingerode	69,12	179,38	19,04
Worbis	-	90,06	3,56
Gesamt	876,54	3.310,8	1.268,38

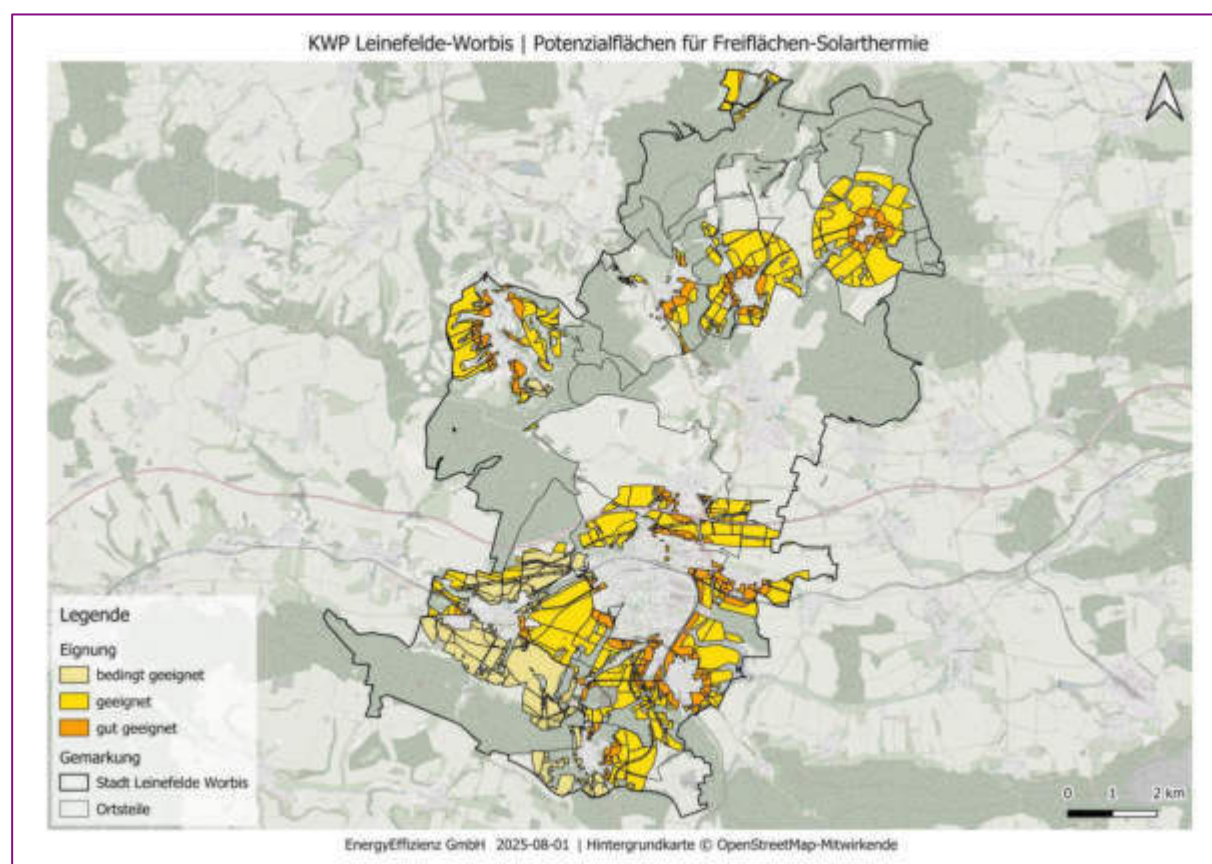


Abbildung 18: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie

5.2.3. Agrothermie

Agrothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme unter Ackerflächen. In einer Tiefe von zwei bis drei Metern werden großflächig Erdwärmekollektoren eingebracht. Das Verlegen des Kollektors in dieser Tiefe gewährleistet die zeitgleiche landwirtschaftliche Nutzung der Ackerflächen. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die inzwischen auch verlegt werden können, ohne den fruchtbaren Boden abtragen und wieder aufschütten zu müssen. Ähnlich wie bei genutzten Erdwärmekollektoren für die Einzelgebäudeversorgung handelt es sich um Oberflächennahe Geothermie. Die Erdwärme wird über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einem Wärmenetz geleitet. Dieses Wärmenetz kann in verschiedenen Formen ausgeführt werden, z.B. mit dezentralen Wärmepumpen in jedem angeschlossenen Gebäude oder einer zentralen Großwärmepumpe. Die konkreten Einbindungsmöglichkeiten werden im Zielszenario genauer beschrieben.

Da die Temperatur des Erdreichs in 2-3 Metern unter der Erdoberfläche im deutschen Mittel im Jahresverlauf zwischen mindestens 0 °C und maximal 18 °C liegt, muss das Temperaturniveau mithilfe einer Wärmepumpe auf die erforderliche Vorlauftemperatur der Heizung angehoben werden. Der Temperaturunterschied, den die Wärmepumpe ausgleichen muss, ist dennoch geringer als bei der Umgebungsluft in den Wintermonaten. Aus diesem Grund ist der Betrieb einer Sole/Wasser-Wärmepumpe in der Regel effizienter als eine Luft/Wasser-Wärmepumpe.

5.2.3.1. Hinweise und Einschränkungen

In den Bereichen der Wasserschutzzonen I – IIIA sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen kann Agrothermie in den Wasserschutzgebietszonen IIIB genehmigt werden. Gemäß dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg zählen zu diesen Voraussetzungen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht besteht oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig.

Bei der Berechnung des Agrothermiekpotenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Eine Entfernung von über 2.000 m zur Siedlungsfläche wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen
- Flachgründige Standorte
- Wasserschutzgebiete Zone I - IIIA

- Vorranggebiete Hochwasserschutz

Restriktive Faktoren:

- Wasserschutzgebiete Zone IIIB
- Vorbehaltsgebiete Hochwasserschutz

Ausschlusskriterien führen zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn diese in einem Wasserschutzgebiet Zone IIIB liegt. Dauergrünland wird als besonders geeignet für Agrothermie angesehen, weshalb diese Flächen als „gut geeignet“ markiert werden. Grünland wird als Abstufung dazu lediglich als „geeignet“ bezeichnet. Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Entzugsleistung des Bodens und die Nähe zum Siedlungsgebiet entscheidend. Bei der Potenzialanalyse wurden diese Aspekte so gut wie möglich berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich aufgrund von methodischen Einschränkungen Ungenauigkeiten ergeben können, und dass es in jedem Fall einer weiteren Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

5.2.3.2. Potenzial

Es besteht die Möglichkeit, dass sich die betrachteten Flächen auch für andere Energieträger, zum Beispiel Agri-PV eignen. Zum Teil kann eine Mehrfachnutzung der Fläche möglich sein. Dies ist allerdings im Einzelfall zu prüfen. Die räumliche Nähe des Erdwärmekollektors zur Heizzentrale ist, wie im Fall der Freiflächen-Solarthermie, für eine effiziente Nutzung der Wärme von Bedeutung. Die Einbindung in ein Wärmenetz ist daher im Einzelfall und im Rahmen der Wärmeplanung erst nach festgelegtem Zielszenario zu bewerten und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 400 MWh/a Ertrag angenommen (Professur für Agrarsystemtechnik der TU Dresden, Doppelacker GmbH, 2023). Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt als Kennwert einer Wärmepumpe das Verhältnis der erzeugten Wärme zur benötigten Antriebsenergie bzw. dem benötigten Strom und wird mit 4 angenommen.

Insgesamt ergibt sich für Leinefelde-Worbis ein technisches Potenzial von 1.655,6 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Agrothermie. Auf den untersuchten Gebieten liegen Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren vor.

Tabelle 7: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme nach Wärmepumpe)

Stadtteile	Technisches Potenzial geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]
Beuren	0,1	29,1
Birkungen	254,2	6,6
Breitenbach	88,0	3,4
Breitenholz	111,6	0,0
Hundeshagen	134,3	8,3
Kallmerode	101,4	36,9
Kaltohmfeld	237,9	0,0
Kirchohmfeld	243,2	1,6
Leinefelde	20,1	1,3
Wintzingerode	79,4	0,0
Worbis	284,4	13,9
Gesamt	1.554,6	101,0

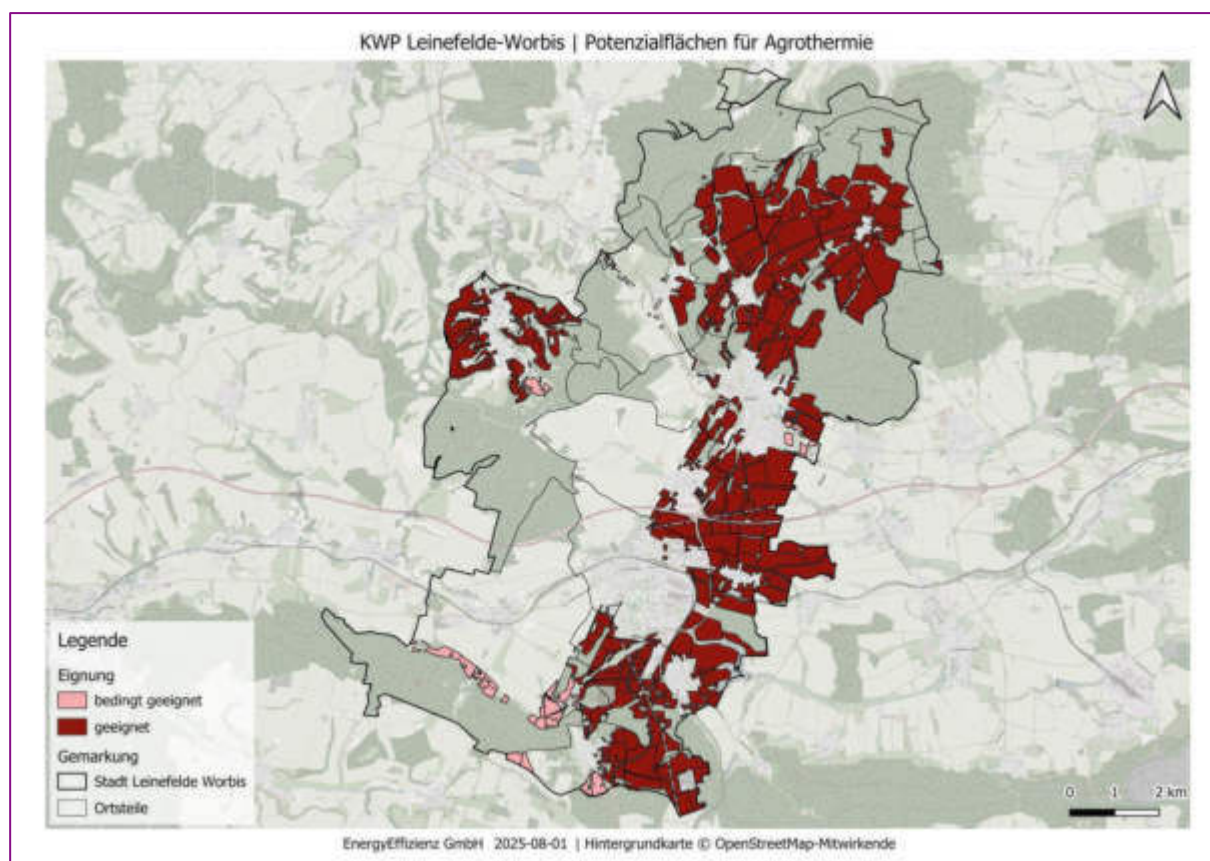


Abbildung 19: Potenzialflächen Agrothermie

5.2.4. Oberflächennahe Gewässer

Oberflächennahe Gewässer bieten ein großes Potenzial für die erneuerbare Wärmeerzeugung. Durch die Nutzung von Flusswärme und Seethermie kann Wärmeenergie effizient mithilfe von Wärmepumpen gewonnen werden. Dabei müssen jedoch zahlreiche ökologische und technische Faktoren berücksichtigt werden, um die natürlichen Gewässer nicht zu beeinträchtigen und die Ökosysteme zu schützen.

5.2.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Bei der Nutzung von oberflächennahen Gewässern zur Wärmeerzeugung müssen verschiedene ökologische und technische Aspekte berücksichtigt werden. Die Gewässerstrukturgüte, die unter anderem Abflussdynamik, Tiefenvariabilität und die Vielfalt des Sohlensubstrats umfasst, darf keinesfalls beeinträchtigt werden. Zudem muss der Abfluss des Gewässers uneingeschränkt bleiben, sodass keine Folgewirkungen den natürlichen Wasserfluss behindern. Ebenso dürfen bestehende Nutzungen wie die Schifffahrt und Maßnahmen des Gewässerschutzes, etwa der Hochwasserschutz, durch die Größe der Anlage nicht beeinträchtigt werden.

Auch die Gewässerökologie und -beschaffenheit müssen unverändert bleiben, um das ökologische Gleichgewicht zu erhalten. Temperaturveränderungen im Gewässer sind besonders kritisch, da sie das Artenspektrum, die Physiologie und die Reproduktion von Fischen und Makrozoobenthos beeinflussen können. Daher ist es notwendig, Maximaltemperaturen und Aufwärmspannen gewässerökologisch zu beurteilen, wobei die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) als Orientierungshilfe dienen kann.

Zum Schutz vor Leckagen sind angemessene Sicherheitsvorkehrungen und -einrichtungen zu treffen, wobei mögliche Folgen sorgfältig abzuschätzen sind. Vor der Umsetzung eines Projekts muss geprüft werden, ob alternative Wärmequellen besser geeignet sind, um die ökologischen Auswirkungen auf das Gewässer zu minimieren. So wird sichergestellt, dass die natürliche Beschaffenheit und Nutzung der Gewässer nicht beeinträchtigt werden.

5.2.4.2. Potenzial

Flusswärme

Zur Berechnung des Potenzials der Umweltwärme aus Oberflächengewässern wurde die Leine betrachtet. Die Pegel- und Durchflussdaten von der Leine wurden vom Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz Thüringen bereitgestellt. Für weitere kleine Bäche waren keine Durchflussdaten vorhanden. Durch die Größe und der damit einhergehenden niedrigen Wasserstand kann das Potenzial für Flusswärme bei weiteren Bächen ausgeschlossen werden. Hingegen wurde bei der Leine für eine Entnahmestelle in Beuren und Leinefelde insgesamt ein Potenzial von 1,2 GWh berechnet. Unter der Beachtung der Grenzwerte, dass die Temperaturdifferenz des Flusses und nach Wiedereinleitung des

abgekühlten Wassers maximal 1 K beträgt und nicht unter 2°C fällt, lässt sich bei der Leine eine potenzielle Entzugsenergie von 0,8 GWh/a berechnen. Der verfügbare Wärmeertrag ergibt sich aus der Multiplikation des mittleren Niederwasserabflusses mit der möglichen Abkühlung des Wassers und seiner Wärmespeicherkapazität. Unter Berücksichtigung der Volllaststunden sowie der zulässigen Wasserentnahmemenge lässt sich daraus der nutzbare Wärmeertrag bestimmen. Nach der Anhebung des Temperaturniveaus mittels Wärmepumpe ergibt sich eine Wärmeenergie von 1,2 GWh/a. Dabei wird der Leine 10 % des Massenstroms entnommen und über einen Wärmetauscher um 3 K abgekühlt. Die Mischtemperatur sinkt dabei maximal um 0,8 K. Bei der Veränderung der Mischtemperatur wird dabei nicht nur die entnommene Wassermenge und die maximale Temperaturveränderung zugrunde gelegt. Insbesondere die Strömung, die Beschaffenheit des Flussbetts sowie die Verwirbelungen im Gewässer bewirken eine Schwankung im Jahresverlauf und werden über einen Realitätsfaktor abgebildet. Zu erwähnen ist, dass die Wärmeenergie in den Wintermonaten am höchsten ist, was vor allem durch den höheren Massenstrom zustande kommt.

Seethermie

In der betrachteten Region gibt es keinen See, der sich für die Seethermie eignet. Geeignete Seen müssen eine ausreichende Tiefe aufweisen. Zudem ist eine stabile Temperaturschichtung erforderlich, um eine effiziente Wärmenutzung zu gewährleisten.

5.2.5. Tiefengeothermie

Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische und wissenschaftliche Konsens. Das Bundeswirtschaftsministerium startete 2022 einen Konsultationsprozess mit Bundesländern, Unternehmen und Verbänden zur verbesserten Nutzung von Erdwärme. Angestrebt wird eine zu 50 % treibhausgasneutrale Erzeugung von Wärme bis 2030. Hinsichtlich der Umsetzung dieses Ziels enthält die „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom Januar 2022 konkrete Ziele in Bezug auf den Ausbau der Nutzung des geothermischen Potenzials. 10 TWh/a aus der tiefen und mitteltiefen Geothermie sollen bis 2030 weitestmöglich erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022).

Die Maßnahmen zur Umsetzung des Ziels lauten wie folgt (BMWK, 2022):

- Austausch mit Akteuren – Dialogprozess zu notwendigen Maßnahmen
- Datenkampagne – Systematische Bereitstellung vorhandener Daten, um die Grundlage für erfolgreiche Projekte zu ermöglichen
- Explorationskampagne – vom Bund teilfinanzierte Exploration in Gebieten, die eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit für konkrete Projekte bieten
- Planungsbeschleunigung – Optimierungspotenziale in Genehmigungsverfahren identifizieren und heben
- Förderprogramme – Impulse für die Marktbereitung und Wettbewerbsfähigkeit geben
- Risikoabfederung – Prüfung von Risikoabsicherungsinstrumenten
- Fachkräftesicherung – Entwicklung von Strategien zur Nachwuchsgewinnung
- Akzeptanz – Informationsveranstaltungen und Akzeptanzprogramme als integraler Bestandteil eines jeden Projekts

Als erneuerbare Energiequelle nimmt Tiefengeothermie folglich eine bedeutende Stellung für die Wärmewende ein. Für Kommunen, die sich in Teilen Deutschlands mit einem hohen theoretischen Potenzial für Tiefengeothermie befinden, kann die mögliche Gewinnung von thermischer Energie durch Tiefengeothermieranlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutrale Wärmeversorgung bedeuten.

5.2.5.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Vergleich zu oberflächennahen Erdwärmesonden, werden tiefengeothermische Bohrungen in der Regel nicht in Wasserschutzzonen IIIB genehmigt. Eine umfassende Analyse der Realisierbarkeit einer Tiefengeothermieranlage und damit verbundenen Bohrungen, kann erst nach einer 3D-seismologischen Untersuchung erfolgen. Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte in der Umgebung kann die Umsetzbarkeit im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Leinefelde-Worbis nicht eingeschätzt werden.

5.2.5.2. Potenzial

Aufgrund fehlender detaillierter Untersuchungen und Daten kann im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für Leinefelde-Worbis kein Potenzial für Tiefengeothermie ermittelt werden, da Einzelfallprüfungen den Detailgrad einer Kommunalen Wärmeplanung überschreiten.

5.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Abwärme aus Industrie und Abwasser stellt ein erhebliches, oft ungenutztes Energiepotenzial dar. In industriellen Prozessen und Abwasserbehandlungsanlagen entstehen große Mengen an Wärme, die häufig ungenutzt in die Umgebung abgegeben werden. Die Rückgewinnung und Nutzung dieser Abwärme kann zur Energieeffizienzsteigerung und Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Technologische Fortschritte ermöglichen mittlerweile eine effektive Integration dieser Wärmequellen in bestehende Energiesysteme, was sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet.

Industriebetriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können. Bei Temperaturen unter 65 °C ist zwingend eine Wärmepumpe zur Anhebung des Temperaturniveaus erforderlich, wenn eine Einspeisung in ein warmes Wärmenetz erfolgen soll.



Abbildung 20: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023)

5.2.6.1. Hinweise und Einschränkungen

Die Nutzung gewerblich anfallender Abwärme bietet sich an, wenn z.B. im Rahmen von Industrieprozessen entstehende Wärme nicht im Betrieb selbst direkt genutzt werden kann. In solchen Fällen sollte geprüft werden, ob die anfallende Abwärme über Einbindung in ein Wärmenetz technisch und wirtschaftlich sinnvoll durch andere Wärmeverbraucher in der Umgebung genutzt werden kann. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass eine gesicherte Abwärmemenge auch zukünftig zur Verfügung stehen wird.

Zur Erhebung der gewerblichen Abwärmepotenziale in Leinefelde-Worbis wurde im Zuge der Erarbeitung der Wärmeplanung eine schriftliche Befragung durchgeführt. Hierbei wurde ein Fragebogen eingesetzt, der Fragen sowohl zu Energieverbräuchen als auch zu Abwärmepotenzialen umfasst. Angeschrieben wurden Unternehmen, die theoretisch über ein Abwärmepotenzial verfügen könnten. Darunter fallen beispielsweise Unternehmen, die der verarbeitenden Industrie angehören, aber auch Rechenzentren, Krankenhäuser, Biogasanlagen und Müllverbrennungsanlagen. Die anzuschreibenden Unternehmen wurden zuvor gemeinsam mit der Stadtverwaltung festgelegt. Insgesamt haben sich drei Unternehmen rückgemeldet. Ein Betrieb gab an, Abwärmepotenziale aufzuweisen.⁵

5.2.6.2. Potenzial

Folglich liegt für die Stadt Leinefelde ein quantifizierbares Potenzial industrieller Abwärme von 1 GWh vor.

5.2.7. Abwärme aus Abwasser

Abwärme aus Abwasser kann eine wertvolle Energiequelle darstellen. Neben großen Kanälen bieten sich insbesondere Kläranlagen durch ihren konstanten Zu- bzw. Abfluss an. Abwasser weist ganzjährig relativ hohe Temperaturen auf, sodass mit Wärmetauschern Energie zurückgewonnen und über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. Die Verfügbarkeit und Effizienz dieser Energiequelle hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter der Temperatur des Abwassers, der Durchflussmenge und der Infrastruktur der Kläranlage oder des Kanalquerschnitts.

⁵ Aus Datenschutzgründen wird betreffende Betrieb hier nicht genannt.

5.2.7.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Winter bleibt die Temperatur des Abwassers bei etwa 10 bis 12 °C, während es sich im Sommer auf 17 bis 20 °C erwärmt. Um es effizient zu nutzen, muss ein Minstdurchmesser der Kanäle von einem nominellen Rohrdurchmesser (DN) 800 vorliegen, was einem Durchfluss von 8-10 l/s und einem Einzugsgebiet von 7.000 Einwohner*innen entspricht. Die Entzugsleistung beträgt bei einer Länge von 1 m und einer Fläche von 1 m² etwa 2,5 Kilowattstunden (kWh) (für DN 800-1000). Diese berechnet sich durch die Multiplikation von der spezifische Wärmespeicherkapazität von Wasser, der Temperaturdifferenz und der Abwassermenge, hinzu kommt die Leistung einer Wärmepumpe mit einer JAZ von 4. Folglich entspricht 1 m Länge eines Wärmetauschers in einem Abwasserkanal ungefähr einer Heizleistung von 3,3 kW. Es ist wichtig zu beachten, dass jede Situation individuell geprüft werden muss, da sich Gefälle und Geometrie auf die Effizienz auswirken.

5.2.7.2. Potenzial

Um das Potenzial der Wärme aus dem Abwasser der Abwasserreinigungsanlagen in Worbis und Leinefelde zu berechnen, wurde der gereinigte Ablauf genauer untersucht. Mithilfe der Daten zu den angeschlossenen Einwohnern der Kläranlagen konnte unter Annahme einer Temperaturdifferenz von 4 K eine potenzielle Entzugsenergie von 3,2 GWh (Worbis) und 1,3 GWh (Leinefelde) berechnet werden. Deren Gewinnung erfolgt mittels einzubringendem Wärmetauscher im Kläranlagenablauf. Unter der Annahme einer Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,1 ergibt sich eine Wärmeenergie von 5,6 GWh (Worbis) und 3,3 GWh (Leinefelde).

5.2.8. Grüner Wasserstoff

Zur Nutzung von Wasserstoff gibt es bundesweit vielfältige Pilotprojekte. Zudem wurde die Thematik mit der Wasserstoffstrategie auch auf die politische Agenda gesetzt.

Gemeinsam mit den Fernleitungsnetzbetreibern Ferngas Netzgesellschaft mbH und GASCADE Gastransport GmbH will die TEN die Umstellung des Thüringer Erdgasnetzes auf Wasserstoff gemeinschaftlich vorantreiben. So soll eine thüringenweite Energieversorgung auf H₂-Basis mit überregionaler Anbindung entstehen⁶, die zunächst den Fokus auf Industriecluster und KWK-Anlagen legt (Abbildung 21).

Die Stadt Leinefelde-Worbis befindet sich nicht im Versorgungsgebiet Gas der TEN. Derzeit ist für die Stadt Leinefelde-Worbis keine vollständige oder partielle Umstellung des bestehenden, innerhalb der Gemeindegrenzen liegenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff geplant, da bislang keine entsprechenden Bedarfe gemeldet wurden. Dezentrale Projektkonzepte, die eine Vor-Ort-Versorgung mit Wasserstoff

⁶ Weitere Informationen unter: https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/Wasserstoffinfrastruktur

beinhalten, sind nicht bekannt.



Abbildung 21: Geplantes Wasserstoffnetz in Thüringen 2032

5.3. Dezentrale Potenziale (Wärme)

Im Folgenden werden Potenziale für eine dezentrale Wärmeversorgung untersucht. Die nachfolgenden Technologien sind für den Einsatz in einem einzelnen Gebäude geeignet und sollen die Möglichkeiten für Gebiete verdeutlichen, die nicht durch ein Wärmenetz versorgt werden können. In weiteren Planungen kann daraus abgeleitet das wirtschaftliche Potenzial berechnet werden.

5.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen

Die Installation von Luft/Wasser-Wärmepumpen hat das Potenzial, den Endenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, da die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle genutzt wird. Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft/Wasser-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen und lärmschutzrechtliche Aspekte.

5.3.1.1. Potenzial

Die Nutzung der Umgebungsluft ist grundsätzlich aufgrund der unbegrenzt vorkommenden Ressource nicht limitiert. Die Einsatzmöglichkeiten können allerdings durch Abstandsregelungen zu Gebäuden eingeschränkt sein. Im Vergleich erreichen Luft/Wasser-Wärmepumpen in der Regel geringere Wirkungsgrade; noch niedrigere Werte können bei Luft/Luft-Wärmepumpen auftreten. Das wirtschaftliche Potenzial kann dem Ausbauzustand im Zieljahr 2045 gleichgesetzt werden und wird im Zielszenario dargestellt.

5.3.2. Oberflächennahe Geothermie

Geothermie bezeichnet die Wärmeenergie unter der Erdoberfläche, die durch verschiedene Verfahren erschlossen und genutzt werden kann. Unterschieden wird nach VDI 4640 zwischen der Oberflächennahen Geothermie (< 400 m) und der Tiefengeothermie (> 400 m). In der Wissenschaft wird weitestgehend erst ab einer Tiefe von 1000 m von Tiefengeothermie gesprochen. Im mitteleuropäischen Durchschnitt beträgt die vertikale Temperaturzunahme, der geothermische Gradient, ca. 3 °C pro 100 m Tiefe (Bundesverband Geothermie). In Abhängigkeit der Nutzungsintention, d.h. Gewinnung thermischer Energie und / oder Stromerzeugung, der geologischen Gegebenheiten und der Größe der Endabnehmer muss dementsprechend tief gebohrt werden.

Oberflächennahe Geothermie kann mit Hilfe unterschiedlicher Technologien für die dezentrale sowie zentrale Wärmeversorgung eingesetzt werden. Für die Kommunale Wärmeplanung Leinefelde-Worbis stellen sich Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden als geeignete Technologien heraus. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die horizontal in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m unter der Oberfläche eingebracht werden. Sie nutzen die konstante Bodentemperatur und leiten diese Wärme

über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einer Wärmepumpe. Diese hebt das Temperaturniveau auf die erforderliche Vorlauftemperatur für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung an. Erdwärmesonden werden vertikal in Tiefen kleiner 100 m bis zu mehreren Hundert Metern eingebracht. Werden mehrere Erdsonden gekoppelt wird von einem Erdsondenfeld gesprochen, das in der Lage sein kann, große Gebäude oder Wärmenetze mit Wärme zu versorgen oder mindestens einen Beitrag am Wärmemix zu leisten.

Da die Temperatur des Erdreichs bis 100 Meter unter der Erdoberfläche im deutschen Mittel bei 11 °C liegt, muss das Temperaturniveau mithilfe einer Wärmepumpe auf die erforderliche Vorlauftemperatur der Heizung angehoben werden. Insbesondere bei der Nutzung einer Erdwärmesonde ist der Temperaturunterschied, den die Wärmepumpe ausgleichen muss, wesentlich geringer als bei der Umgebungsluft in den Wintermonaten. Aus diesem Grund ist der Betrieb einer Sole/Wasser-Wärmepumpe in der Regel effizienter als der einer Luft/Wasser-Wärmepumpe.

5.3.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Erdwärmekollektoren

In den Bereichen der Wasserschutzgebietszonen I – IIIA sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig. Unter Einhalten bestimmter Voraussetzungen können Erdwärmekollektoren in den Wasserschutzzonen IIIB festgesetzter und geplanter Wasserschutzgebiete sowie Heilquellschutzzonen III / IIIA nach Einzelfallbetrachtung eingebracht werden. Zu diesen Voraussetzungen zählen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht besteht oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig. In Bereichen festgesetzter oder vorläufig gesicherter Überschwemmungsgebiete wird der Einsatz von Erdwärmekollektoren ausgeschlossen.

Die Berechnung der Entzugsleistungen sowie die Bewertung der Erdwärmekollektoren erfolgte unter der Annahme, dass die unbebauten Grundstücksflächen vollständig unversiegelt sind. Die Potenzialberechnungen können nicht dazu dienen, eine konkrete Dimensionierung von Erdwärmekollektoren für ein Grundstück vorzunehmen. Dazu müsste zunächst die Bodenart konkret untersucht werden, da sich diese in Siedlungsgebieten stark vom lokal anstehenden Boden unterscheiden kann. Außerdem wurden die versiegelten Flächen der Grundstücke bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, sodass die zu realisierende Kollektorfläche abweichen kann.

Insgesamt gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials nur Grundstücke einschließt, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, welche die gleiche Energiequelle nutzen.

Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in den Wasserschutz- sowie Heilquellschutzzonen I – IIIA nicht zulässig. In festgesetzten sowie geplanten Wasserschutz- sowie Heilquellschutzzonen IIIB sind sie im Einzelfall bzw. unter Einhaltung von Vorgaben genehmigungsfähig. In Bereichen festgesetzter oder vorläufig gesicherter Überschwemmungsgebiete wird der Einsatz von Erdwärmesonden ausgeschlossen. Die Berechnung der Entzugsleistungen sowie die Bewertung der Erdwärmesonden erfolgte unter der Annahme, dass die unbebauten Grundstücksflächen zum Bau von Erdwärmesonden vollständig entsiegelt werden können. Die Potenzialberechnungen können nicht dazu dienen, eine konkrete Dimensionierung von Erdwärmesonden für ein Grundstück vorzunehmen. Da die Bodenbeschaffenheit und die Entzugsleistung eines konkreten Bohrfeldes nur mithilfe einer Probebohrung und eines Thermal-Response Tests (TRT) ermittelt werden kann, ist darauf hinzuweisen, dass die angegebene Entzugsenergie teilweise stark von den tatsächlich zu erreichenden Werten abweichen kann. Insgesamt gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials keine Flächenkonkurrenz aufweist, da beim Potenzial der Erdwärmekollektoren nur Grundstücke berücksichtigt wurden, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, welche die gleiche Energiequelle nutzen. Die Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

5.3.2.2. Potenzial

Erdwärmekollektoren

Das technische Potenzial wurde unter der Berücksichtigung der vorliegenden Restriktionen ermittelt und schließt einen Betrieb der Erdwärmekollektoren ein, der den Erdboden nicht durch einen erhöhten Wärmeentzug nachhaltig schädigt. Die nachfolgend beschriebenen Einflüsse und Parameter haben Eingang in die Berechnungen gefunden.

Potenzielle Entzugsleistungen: Die Entzugsleistung des Erdbodens wird in erster Linie durch die Bodenart bestimmt. Sowohl die Wärmeleitfähigkeit und -speicherkapazität als auch die Feldkapazität können anhand der Bodenart abgeschätzt werden. Diese Parameter beeinflussen maßgeblich den Wärmetransport im Erdboden hin zu den Erdwärmekollektoren. Außerdem ermöglichen sie auch eine Aussage über die Regenerationsfähigkeit des Erdbodens nach einer Entzugsperiode. Die Bodenarten im Stadtgebiet von Leinefelde-Worbis wurden mithilfe der Karte zu Bodenarten in Oberböden Deutschlands (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2007) ermittelt.

Die Temperatur des Erdreichs im Jahresverlauf nimmt ebenfalls einen Einfluss auf die Entzugsleistung, da insbesondere bis 10 m unterhalb der Erdoberfläche die Temperatur entsprechend dem Verlauf der Umgebungstemperatur schwankt. Für die Potenzialberechnungen wurde der Referenzdatensatz des Standortes Saarbrücken genommen, da sich Leinefelde-Worbis nach DIN 4710 in der Klimazone 6 befindet.

Neben den standortspezifischen Faktoren kann allerdings auch der Zuschnitt der Erdwärmekollektorfläche einen maßgeblichen Einfluss auf die Entzugsleistung nehmen. Da die Regeneration des Erdbodens in den Randbereichen schneller erfolgt, kann in den Abschnitten mehr Wärme entzogen werden. Aus diesem Grund wurde das Verhältnis der Fläche zum Umfang (A/U-Verhältnis) der Kollektorfläche als weiterer Einflussfaktor in die Potenzialberechnungen integriert.

Erdwärmesonden

Das technische Potenzial für Erdwärmesonden wurde unter Beachtung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen sowie der nachfolgend beschriebenen Einflüsse und Parameter ermittelt. Die Entzugsleistung wurde in Abhängigkeit der lokal vorherrschenden Wärmeleitfähigkeit sowie der Anzahl von benachbarten Sonden ermittelt. Anhand der unbebauten Grundstücksfläche konnte die maximale Sondenanzahl ermittelt werden. Es wurde von einer maximalen Bohrtiefe von 150 m ausgegangen. Anhand dieser Kennwerte und unter Berücksichtigung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen konnte die Entzugsenergie berechnet werden. Die Maximalzahl der einzubringenden Erdwärmesonden sowie deren jeweiliges Potenzial vor und nach dem Einsatz einer Wärmepumpe ist im Anhang B bis J je Stadtteil dargestellt.

5.3.2.3. Bewertung des Potenzials

Erdwärmekollektoren

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf den realisierbaren Kollektorfläche eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Erdwärmekollektorfläche gedeckt werden könnte.

Zur Ermittlung der konkreten Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks, wurden die oben aufgeführten geltenden wasserschutzrechtlichen Restriktionen herangezogen

Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 22 dargestellten Legende wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter und sehr guter Eignung zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 11,9 GWh/a (nach Wärmepumpe) zusammengefasst. Dabei wurden Flächen, die sich für Erdwärmesonden eignen, nicht als Potenziale für Erdwärmekollektoren betrachtet. Die weiteren Karten sind in Anhang B bis L dargestellt.

Tabelle 8: Erzeugernutzwärme (Erdwärmekollektoren nach Wärmepumpe nach Stadtteilen)

Stadtteile	Erzeugungsnutzwärme nach Wärmepumpe [MWh/a]
Beuren	958,26
Birkungen	56,86
Breitenbach	1.159
Breitenholz	-
Hundeshagen	1.871,21
Kallmerode	513,94
Kaltohmfeld	88,69
Kirchohmfeld	474,6
Leinefelde	1.837,6
Wintzingerode	594,16
Worbis	4.375,42
Gesamt	11.929,71

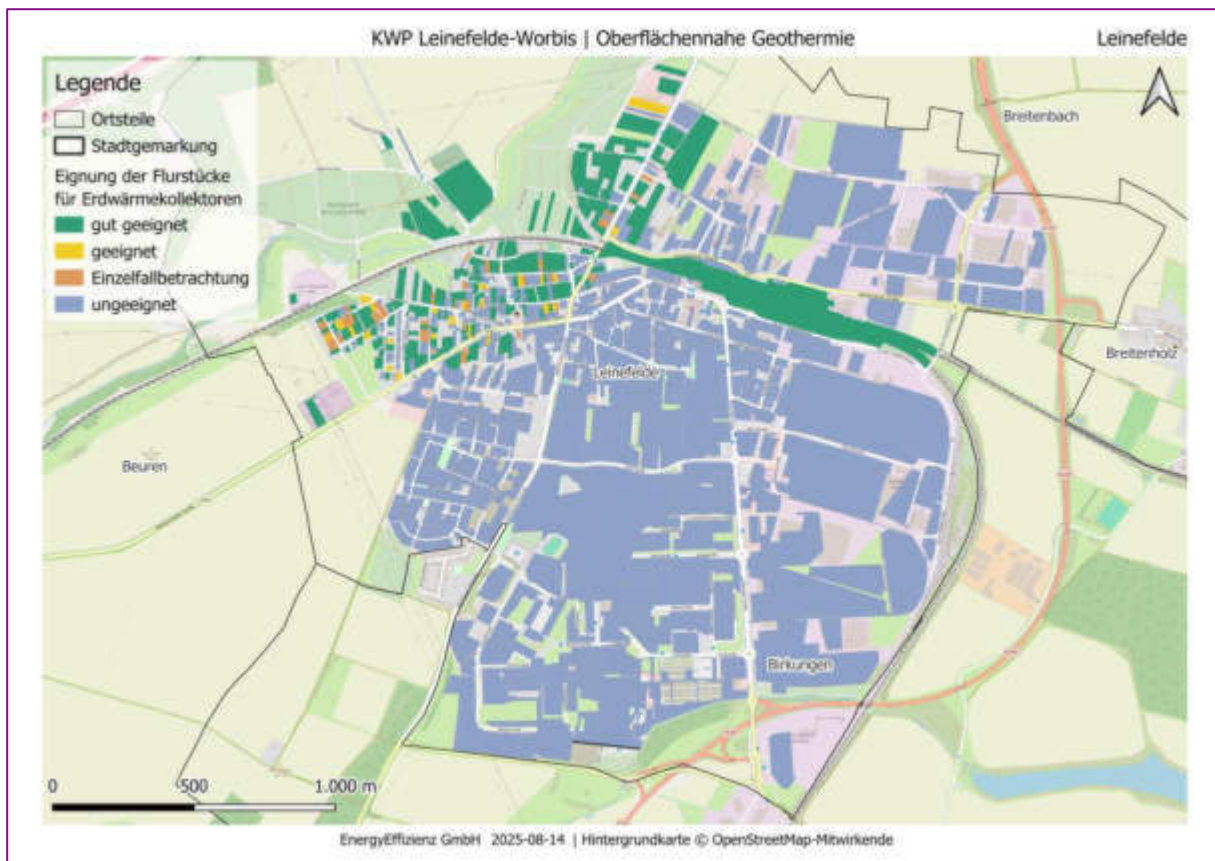


Abbildung 22: Eignung von Erdwärmekollektoren in Leinefelde)

Erdwärmesonden

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf die realisierbare Sondenanzahl eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Sondenanzahl gedeckt werden könnte. Um die konkrete Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks bewerten zu können wurden die aufgeführten wasserschutzrechtlichen Restriktionen betrachtet. Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 23 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter und sehr guter Eignung zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 31,4 GWh/a zusammengefasst. Die weiteren Karten sind in Anhang B bis L dargestellt.

Tabelle 9: Erzeugernutzwärme (Erdwärmesonden nach Wärmepumpe nach Stadtteilen)

Stadtteile	Anzahl Erdwärmesonden	Erzeugungsnutzwärme nach Wärmepumpe [MWh/a]
Beuren	497	1.663,3
Birkungen	233	1.157,56
Breitenbach	186	906,14
Breitenholz	139	651,19
Hundeshagen	364	1.689,44
Kallmerode	139	633,67
Kaltohmfeld	110	553,46
Kirchohmfeld	317	1.526,16
Leinefelde	2451	1.3147,11
Wintzingerode	347	1.705,83
Worbis	1506	7.785,83
Gesamt	6.289	31.419,7

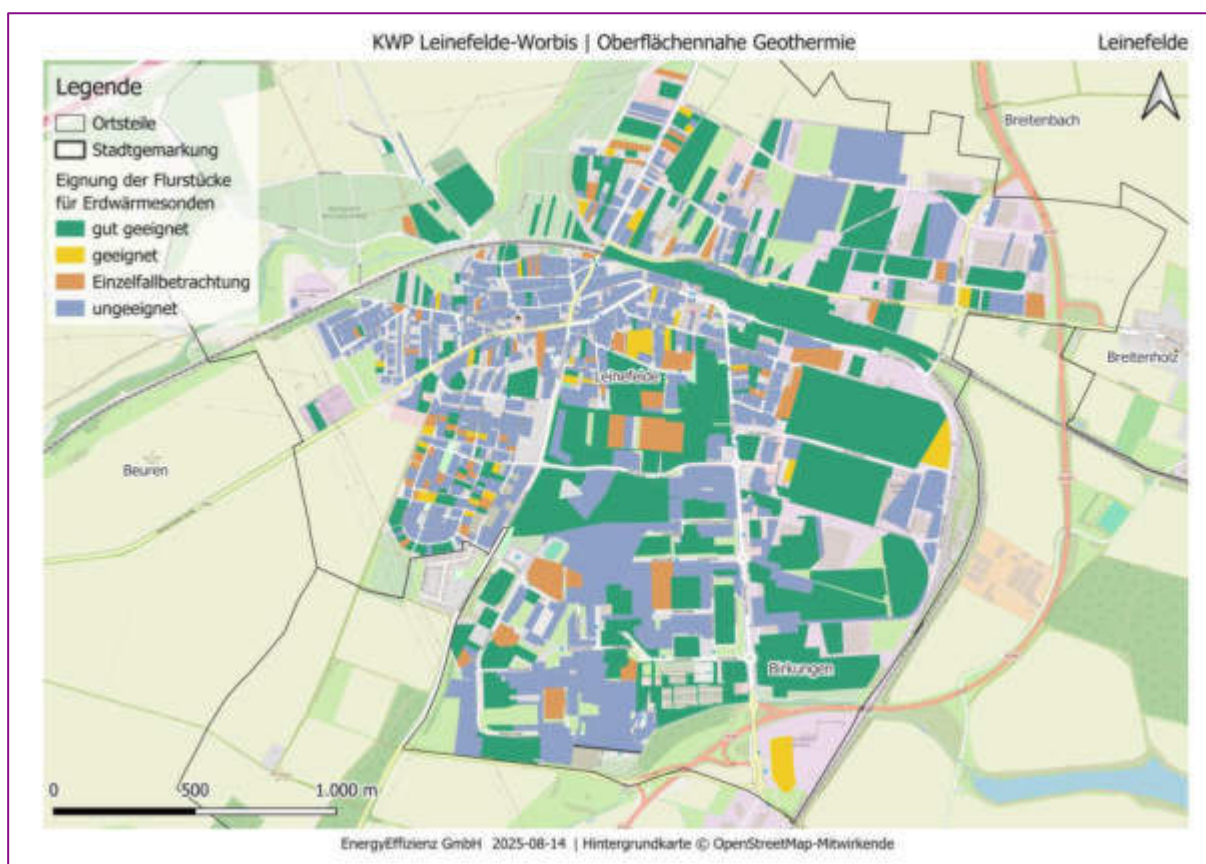


Abbildung 23: Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene in Leinefelde

5.3.3. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger kann das Biomassepotenzial sowohl für die zentrale als auch die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden genutzt werden. Das Biomassepotenzial wurde bereits in Kapitel 5.2.1 untersucht. Welcher Anteil des Potenzials für die zentrale und für die dezentrale Versorgung genutzt werden kann, wird im Zielszenario definiert.

5.3.4. Solarthermie auf Dachflächen

Neben dem Freiflächenpotenzial wird das solare Potenzial durch die Installation von Solarthermieanlagen auf Dächern betrachtet.

5.3.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Als geographische Eingrenzung dienen hierbei sämtliche Gebäude, wobei das technische Potenzial berücksichtigt wird und gebäudebezogene Einschränkungen aufgrund des Denkmalschutzes unberücksichtigt bleiben. Das Potenzial wird im Solarrechner der ThEGA nicht erfasst und kann demnach für Leinefelde-Worbis nicht flächendeckend ermittelt werden.

5.4. Stromerzeugungspotenziale

Neben den Potenzialen zur zentralen und dezentralen Wärmeversorgung werden im Folgenden die Potenziale zur Stromerzeugung untersucht. Insbesondere im Hinblick auf eine zukünftig stärkere Sektorenkopplung ist die Analyse der Strompotenziale wichtig, um eine strombasierte Wärmeversorgung z.B. durch dezentrale Wärmepumpen sicherzustellen. Die konkrete Einbindung der Potenziale zum Beispiel für den Betrieb einer Großwärmepumpe für ein Wärmenetz wird im Zielszenario dargestellt.

5.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen

Photovoltaik spielt eine entscheidende Rolle in der kommunalen Wärmeplanung, da der erzeugte Strom für verschiedene Technologien zur Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von mittels Photovoltaik erzeugtem Strom zur Versorgung von Wärmepumpen. Photovoltaik ist eine flexible Lösung, da die Module sowohl auf Dächern als auch auf Freiflächen installiert werden können und so unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten gerecht werden. Damit trägt Photovoltaik nicht nur zur nachhaltigen Stromerzeugung bei, sondern unterstützt auch maßgeblich die Erzeugung erneuerbarer Wärme.

Neben dem Freiflächenpotenzial wird das solare Potenzial durch die Installation von PV-Anlagen auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen hierbei sämtliche Gebäude, wobei das technische Potenzial berücksichtigt wird und gebäudebezogene Einschränkungen z.B. aufgrund des Denkmalschutzes unberücksichtigt bleiben.

5.4.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Die Leistung von PV-Anlagen auf Dachflächen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Ausrichtung und Neigung des Dachs. Eine Ausrichtung nach Süden in der Nordhalbkugel und ein Neigungswinkel zwischen 30 ° und 45 ° sind optimal. Schatten von Gebäuden, Bäumen oder anderen Objekten können die Leistung erheblich beeinträchtigen, selbst kleine Schatten können den Gesamtertrag deutlich reduzieren. Unterschiedliche Dachmaterialien und Oberflächenstrukturen können die Reflexion und Absorption von Sonnenlicht beeinflussen, was sich wiederum auf die Leistung der PV-Module auswirkt. Zusätzlich variieren klimatische Bedingungen wie Sonneneinstrahlung und Temperatur je nach geografischer Lage und Jahreszeit und beeinflussen damit die Leistung der PV-Anlage. Da hohe Umgebungstemperaturen die Leistung einer PV-Anlage reduzieren, ist mindestens eine Hinterlüftung sinnvoll.

5.4.1.2. Potenzial

Potenziale für einzelne Gebäude können in der Webanwendung des Solarrechners der Landesenergieagentur ThEGA abgerufen werden. Die Zusammenfassung zur Photovoltaik zeigt, dass ein Stromertrag von 149,3 GWh/a auf der Gemarkung der Stadt Leinefelde-Worbis erzeugt werden könnte.

5.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen

Freiflächen-Photovoltaik meint die Aufständerung von Solarmodulen auf großen Flächen – im Gegensatz zu der beispielsweise weit verbreiteten Montage auf Dächern. Photovoltaik-Freiflächenanlagen können bei Nachführung erhöhte Erträge einbringen.

Die Freiflächen-Photovoltaik ist eine äußerst effiziente Methode zur Gewinnung von erneuerbarem Strom. Bei dieser Technologie werden Solaranlagen auf freien Flächen am Boden installiert, wie beispielsweise auf landwirtschaftlich ungenutzten oder brachliegenden Äckern. Diese eignen sich besonders gut für die Errichtung von Photovoltaikanlagen, da sie genügend Raum bieten, um hohe Erträge an Solarstrom zu erzielen.

5.4.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Folgenden wird das Potenzial für Photovoltaik auf Freiflächen bestimmt. Hierbei werden die Bestimmungen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG, 2023), §37, Abs. 1, 2, 3 zu Grunde gelegt. Untersucht werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Flächenpotenziale, die kein entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden sind und bei denen es sich um

- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung handelt
- Flächen im Abstand von 500 m, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, längs von Autobahnen oder mehrgleisigen Schienenwegen handelt
- Ackerflächen oder Grünland handelt, die in einem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet liegen

Bei der Berechnung des Freiflächen-Photovoltaikpotenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen

- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen (Schutzzone I) von Naturparken
- Natura 2000-Gebiete / FFH und Vogelschutz
- Biotope
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebiete, Zone I
- Eine Hangneigung größer gleich 20 ° (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (LABO, 2023)

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
- Pflegezonen (Schutzzone II) und Entwicklungszonen von Naturparken
- Wasserschutzgebiete, Zone II
- Hochspannungsfreileitungen
- Vorranggebiete für den Hochwasserschutz

Demnach wird unterschieden in geeignetes Potenzial (exkl. restriktiver Faktoren) und bedingt geeignetes Potenzial (inkl. restriktiver Faktoren). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt und die Sonneneinstrahlung entscheidend. Bei der Potenzialanalyse wurden diese Aspekte so gut wie möglich berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich aufgrund von methodischen Einschränkungen Ungenauigkeiten ergeben können und dass es in jedem Fall einer weitere Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

5.4.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen die räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Die Nutzung für PV oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 950 MWh/(ha*a) Ertrag für Photovoltaik angenommen. Der Ertrag errechnet sich aus ca. 1.000 MWh/MW_p (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, 2019) und 0,95 MW_p/ha (Flächeninspruchnahme 2022⁷). Es folgt eine getrennte Betrachtung von geeigneten und bedingt geeigneten Flächen, wobei sich das Gesamtpotenzial von 3.276,64 GWh/a aus deren Summe ergibt.

Für die Stadt Leinefelde Worbis wird aktuell ein sachlicher Teilplan Energie erarbeitet. Die Ergebnisse können von den hier dargestellten Eignungsgebiete abweichen. Die dargestellten Flächen sind als Flächenpool zu verstehen, welche durch den sachlichen Teilplan Energie konkretisiert werden.

Tabelle 10: Technisches Potenzial Freiflächen-Photovoltaik nach Stadtteilen

Stadtteile	Technisches Potenzial geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]
Beuren	224,20	474,01
Birkungen	470,01	11,77
Breitenbach	145,99	10,32
Breitenholz	76,86	-
Hundeshagen	238,61	13,89
Kallmerode	178,52	126,22
Kaltohmfeld	423,09	-
Kirchohmfeld	436,30	4,27
Leinefelde	122,74	19,39
Wintzingerode	211,47	9,05
Worbis	74,27	5,66
Gesamt	2.602,06	674,58

⁷ (Kelm & Stauch, 2025)

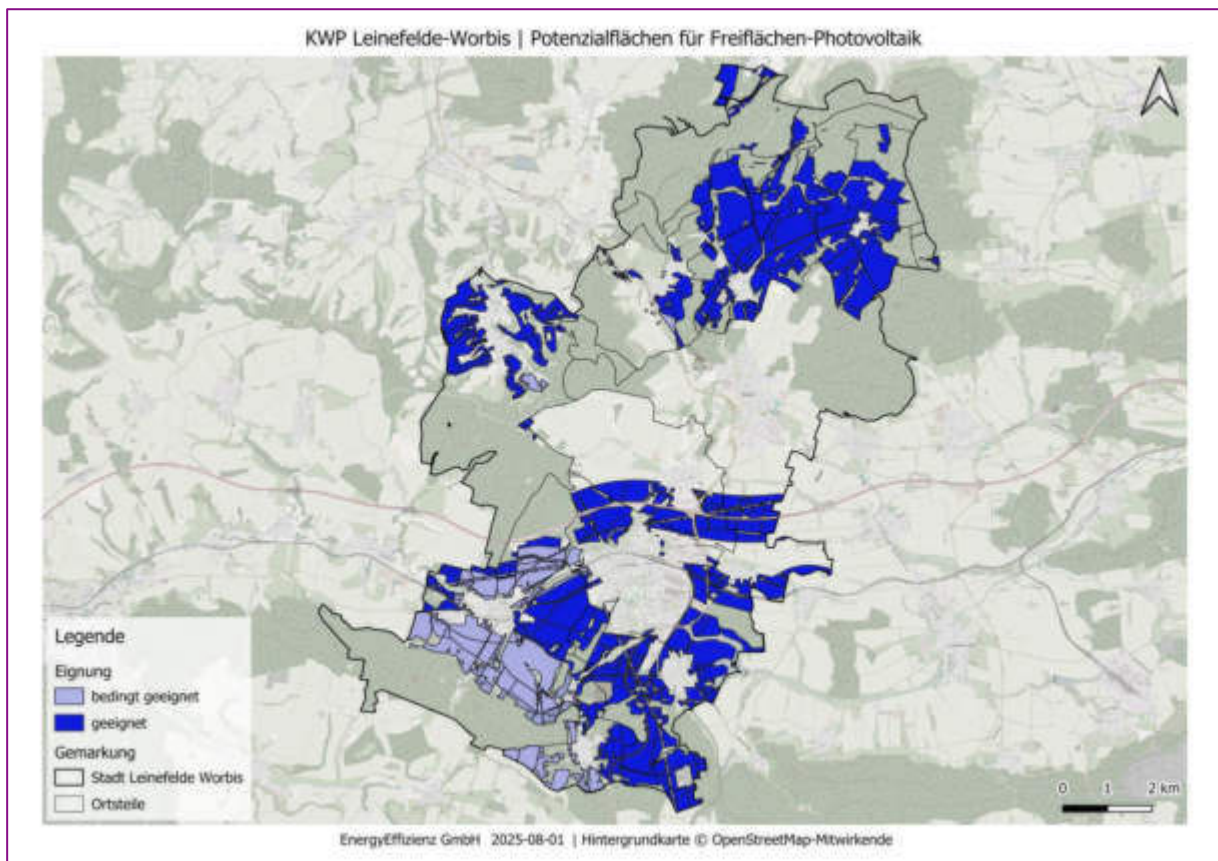


Abbildung 24: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik

5.4.3. Agri-PV

Eine besondere Form der Nutzung von Sonnenenergie ist die sogenannte Agri-Photovoltaik (Agri-PV). Dabei werden im Unterschied zu den Freiflächenanlagen die Kollektoren entsprechend der landwirtschaftlichen Nutzung aufgeständert, sodass unter den Kollektoren weiterhin das Feld bestellt werden kann. Alternativ können die Module vertikal aufgestellt werden, um Platz für landwirtschaftliche Maschinen freizuhalten, oder sie werden als Überdachung von Obst- und Weinkulturen eingesetzt, wo sie zusätzlich Schutz vor Witterungseinflüssen bieten.

5.4.3.1. Hinweise und Einschränkungen

Agri-Photovoltaik-Anlagen sind nach EEG 2023 bevorzugt auf:

- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau
- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Anbau von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen
- Anlagen auf Grünland bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland

Nicht alle landwirtschaftlichen Flächen sind für eine entsprechende Anlage geeignet. Streuobstwiesen werden ausgeschlossen. Ackerflächen, Rebflächen, Grünland, Gartenland und Obststrauchplantagen werden bei der Untersuchung berücksichtigt. Als zusätzliche Ausschlusskriterien werden Wasserschutzgebiete und Hochwasserschutzgebiete ausgeschlossen. Schutzbedürftige Naturflächen, wie Biotop stehen grundlegend nicht im Widerspruch zu Agri-PV, werden aber aufgrund des erhöhten Planungsaufwands und aus Rücksicht auf die Natur ausgeschlossen. Da das Landschaftsbild durch aufgeständerte Anlagen unter Umständen mehr beeinflusst wird als bei Freiflächenanlagen, die am Boden errichtet werden, werden die Landschaftsschutzgebiete (LSG) gesondert berücksichtigt. Es wird von bedingt geeigneten Flächen gesprochen, wenn die LSG inkludiert sind und von geeigneten Flächen, wenn die LSG ausgeschlossen wurden. Zu berücksichtigen ist auch, dass eine Flächenkonkurrenz zwischen Agri-PV-Anlagen und Freiflächenanlagen bestehen kann, da sich die Flächenkulisse in Teilen überschneidet.

5.4.3.2. Potenzial

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 570 MWh/a Ertrag für Agri-PV angenommen (Trommsdorff, Dr. M. et al., 2024). Für die Stadt ergibt sich ein technisches Potenzial von 2.663,6 GWh/a für die Stromerzeugung durch Agri-PV.

Tabelle 11: Technisches Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen

Stadtteile	Technisches Potenzial geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]
Beuren	134,5	284,0
Birkungen	282,0	7,1
Breitenbach	345,6	34,4
Breitenholz	120,0	-
Hundeshagen	143,2	8,3
Kallmerode	107,1	75,7
Kaltohmfeld	253,9	-
Kirchohmfeld	261,8	2,6
Leinefelde	92,4	12,6
Wintzingerode	126,9	5,4
Worbis	340,8	25,3
Gesamt	2.208,1	455,4

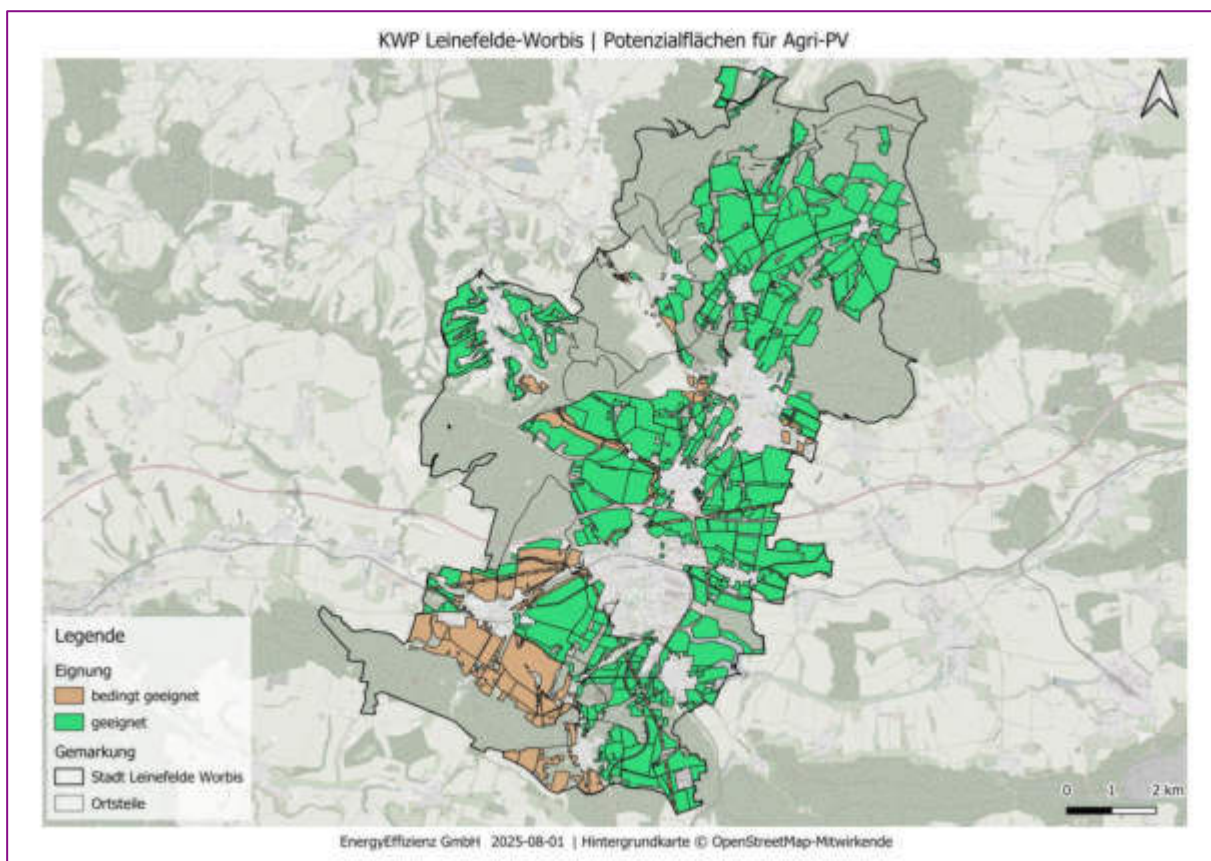


Abbildung 25: Potenzialflächen Agri-PV

5.4.4. Windkraft

Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der erneuerbaren Energietechnologien. Die mit großem Abstand dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

5.4.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Auf Bundesebene soll der Ausbau der Windenergie nun kurzfristig beschleunigt werden. Aktuell werden nur rund 0,6 % der Landesfläche von Windenergieanlagen beansprucht. Der Gesetzgeber hat unter anderem das Zwischenziel von 1,8 % bis zum Jahr 2027 festgeschrieben, was einen großen Handlungsbedarf in den kommenden Jahren bedeutet.⁸ Solange die im Gesetz geforderten 1,8 % der Landesfläche nicht für Windenergie ausgewiesen sind, gilt die Privilegierung im Außenbereich, womit eine planerische Steuerung in Form eines Teilflächennutzungsplanes derzeit nicht möglich ist.

Für die Stadt Leinefelde Worbis wird aktuell ein sachlicher Teilplan Energie erarbeitet. Die Ergebnisse können von den hier dargestellten Ergebnissen abweichen. Auch der Regionalplan wurde während der Erarbeitung der Potenzialanalyse (Sommer 2025) überarbeitet. Mögliche darin ausgewiesene Vorranggebiete sind im Rahmen einer Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung zu berücksichtigen und ergänzen das Strompotenzial auf der Gemarkung der Stadt Leinefelde-Worbis.

5.4.4.2. Potenzial

Für die Nutzung der Windenergie ist es besonders wichtig, windhöffige Gebiete zu erschließen, da sie das höchste Ertragspotenzial bieten. Auf dieser Basis wurden auf der Gemarkung von Leinefelde-Worbis keine Eignungsgebiete für Windenergie festgestellt. Demnach wird nachfolgend von keinem Potenzial ausgegangen.

⁸ Wind BG 2023, § 3 Abs. 1

6. Zielszenario 2045

Das Zielszenario bildet die anzustrebenden Ausbauziele ab, die sich sowohl auf Einzelgebäudeebene als auch auf Wärmenetzebene eignen, um Treibhausgasneutralität im Zieljahr 2045 zu gewährleisten. Durch das angewendete Berechnungsverfahren werden die Energie- und Treibhausgasbilanzen für das Jahr 2023 sowie die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 in einem Transformationspfad abgebildet und können zusammenhängend diskutiert werden. Die Berechnungen erfolgten gemäß den Angaben in den Kapiteln 2.2.1 Bestandsanalyse und 2.2.2 Potenzialanalyse.

6.1. Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme

Die nachfolgende Abbildung fasst die in Kapitel 5 ermittelten Potenziale für die lokale Nutzung von erneuerbaren Energien für die Wärme- und Stromerzeugung zusammen. Als Ziel wird definiert, diese Potenziale bis 2045 weitreichend auszuschöpfen, um einen möglichst großen Beitrag aus lokalen regenerativen Quellen sowohl für die Wärmenetze als auch für die Einzelgebäudeversorgung zu leisten. Dennoch gilt es zu beachten, dass im Zuge der Potenzialanalyse ausschließlich technische Potenziale ermittelt wurden und diese nur in geringem Maße wirtschaftliche Faktoren sowie weitere eigentumsrechtliche Voraussetzungen für die Umsetzung berücksichtigen. Neben der direkten Nutzung von regenerativem Strom und regenerativer Wärme betrifft dies auch einen bilanziellen Beitrag von Wind- und Solarstrom zum zukünftig steigenden Strombedarf zur Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen.

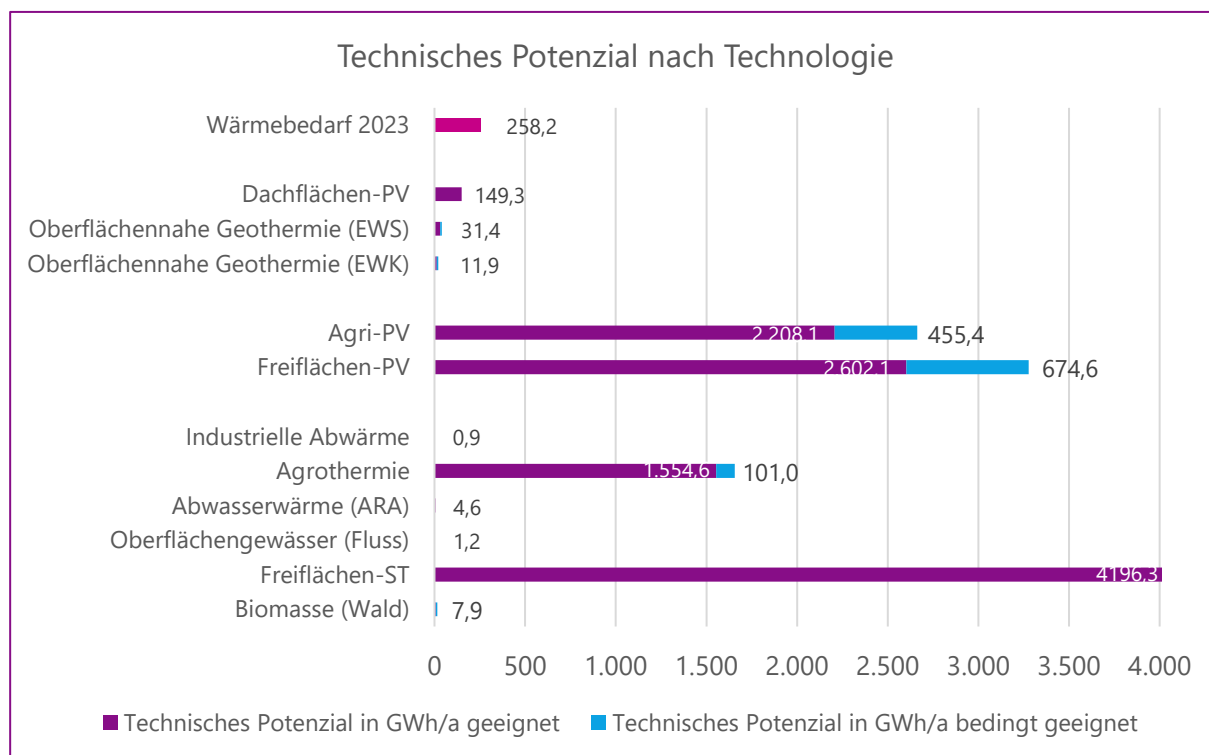


Abbildung 26: Gesamtübersicht Potenziale in der Stadt Leinefelde-Worbis

6.2. Perspektiven der Gasversorgung in Leinefelde-Worbis

Die Perspektive des aktuellen Bestandsnetzes muss im Rahmen der rollierenden Planung regelmäßig erneut geprüft werden. Eine mögliche zukünftige Stilllegung von Teilen des Netzes ist abhängig vom Ausbau der Wärmenetze sowie technischen und politischen Weichenstellungen zur Nutzung von grünen Gasen. Eine Stilllegung, auch in Teilen, ist derzeit noch nicht konkret absehbar, da die Grundlagen für einen Ersatz erst zu schaffen sind. In jedem Fall ist als gravierende Weichenstellung zu berücksichtigen, dass die heute noch weit verbreitete Verbrennung von fossilem Erdgas zur Wärmebereitstellung ab dem Zieljahr der Treibhausgasneutralität 2045 gesetzlich nicht mehr zulässig ist.

6.3. Eignungsgebiete für Einzelversorgung und Wärmenetze

Die Eignungsgebiete sollen einen Anhaltspunkt geben, welche Versorgungsart aus wirtschaftlichen, aber zum Teil auch aus technischen Gesichtspunkten besser geeignet ist. Dazu wird im Folgenden sowohl die Herleitung der Eignungsgebiete als auch deren Bedeutung beschrieben.

6.3.1. Herleitung der Eignungsgebiete

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze wurden unter anderem auf Basis der Wärmeliniendichte für den Status quo und das Zieljahr 2045 sowie der Verfügbarkeit von Potenzialen festgelegt. Die Wärmeliniendichte wurde in Kapitel 4.5 für den Status quo erarbeitet, während die Ermittlung der Potenziale in Kapitel 5.2 beschrieben ist. Zusätzlich wurden weitere Bedingungen wie das Vorhandensein eines Gasnetzes, die Versorgungsmöglichkeiten auf Einzelgebäudeebene sowie vorhandene Potenziale in direkter Umgebung einbezogen. Zusätzlich zu Wärmenetzeignungsgebieten wurden Gebiete der dezentralen Versorgung identifiziert, in denen sich ein Teilbereich für ein Gebäudenetz eignet. Ein Gebäudenetz umfasst im Gegensatz zum Wärmenetz weniger als 16 Gebäude und wird wie die Heizung eines einzelnen Gebäudes über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. In dem Stadtteil, in dem eine Eignung für ein Gebäudenetz vorliegt, befindet sich nur ein Straßenzug, in dem eine ausreichende Wärmeliniendichte vorliegt, um eine zentrale Wärmeversorgung wirtschaftlich zu betreiben.

Eine Eignung für Wasserstoffnetzgebiete wurde auf Grundlage der aktuellen Unsicherheit der zukünftigen Verfügbarkeit von Wasserstoff in der Stadt Leinefelde-Worbis sowie den zu erwartenden Kosten nicht festgestellt.

Alle Eignungsgebiete wurden gemeinsam mit Fachakteuren erarbeitet und mit der Stadtverwaltung abgestimmt (vgl. Kapitel 3).

6.3.2. Festgelegte Eignungsgebiete

Das Plangebiet wurde gemäß Kapitel 6.3.1 bereits auf Wärmenetze hin untersucht. Diese Bereiche werden nun in Eignungsgebiete für Wärmenetze eingeteilt, die im nächsten Schritt im Rahmen von Machbarkeitsstudien geprüft werden müssen. Alle Bereiche, die nicht in Wärmenetzbereiche fallen, werden als Eignungsgebiete für Einzelversorgung oder Gebäudenetze definiert. Abbildung 27 zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze, Gebäudenetze und die Einzelversorgung.

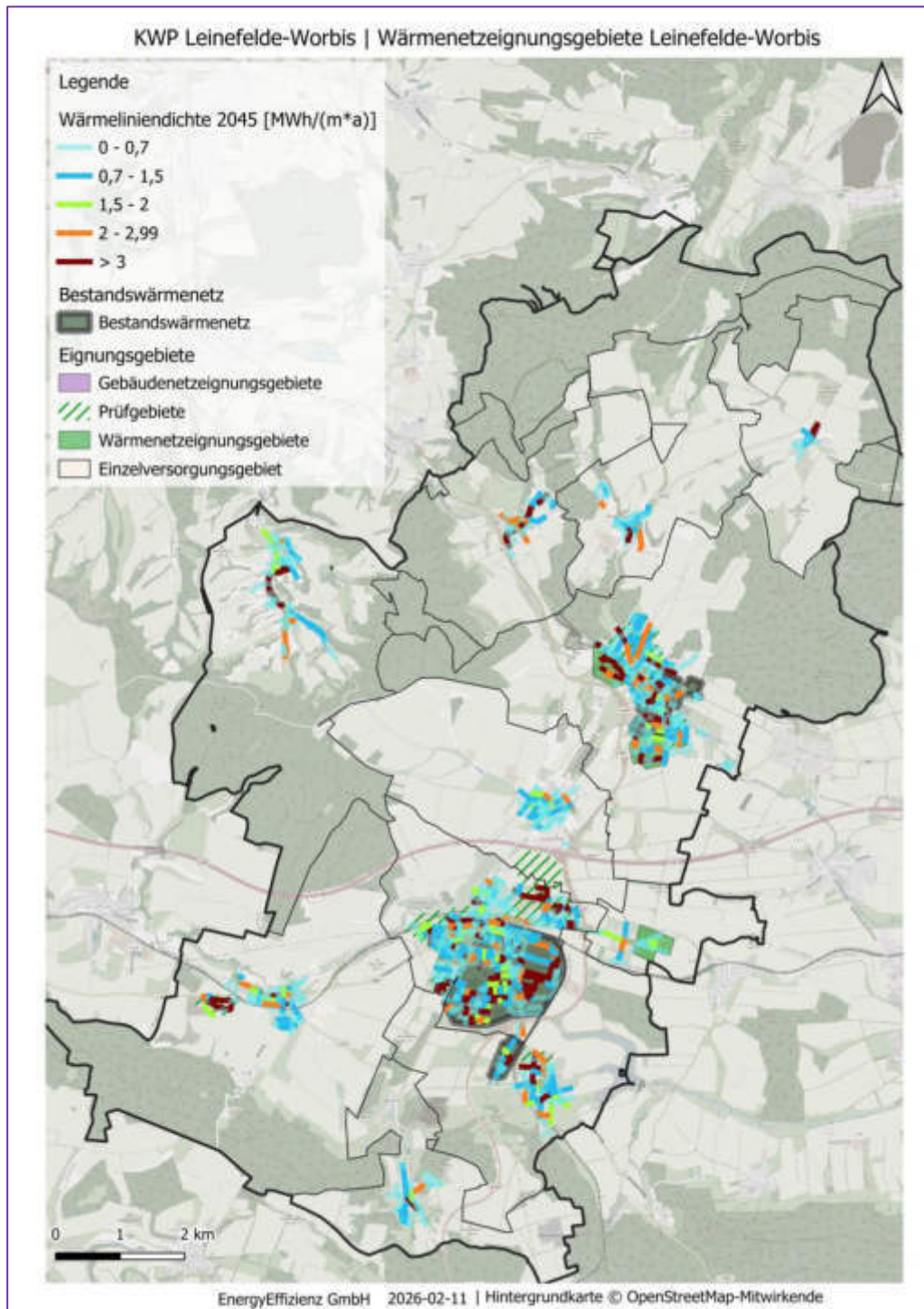


Abbildung 27: Eignungsgebiete in der Stadt Leinefelde-Worbis inkl. Ortsteile

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze liegen in Wintzingerode, Breitenholz und Worbis. In Breitenholz ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung bereits in Erarbeitung. Diese umfasst detailliertere Grundlagendaten als in der Kommunalen Wärmeplanung erhoben werden konnten. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Zielszenarios keine zusätzliche Berechnung für Breitenholz durchgeführt. Für den Stadtteil Wintzingerode soll eine Machbarkeitsstudie die Realisierung eines Wärmenetzes prüfen. Für die Eignungsgebiete im Stadtteil Worbis spricht: für den Wärmenetzausbau, ist ein Ausbau- bzw. Transformationsplan ggf. mit mehreren Ausbaustufen oder einzelnen Netzen notwendig, der auch den Ausbau weiterer Versorgungsoptionen prüft. Eine darüberhinausgehende Realisierung des Netzes muss zunächst in Bezug auf verfügbare Energieträger und Anschlussbereitschaft geprüft werden. Neben den Eignungsbereichen in Wintzingerode, Breitenholz und Worbis werden Gebiete am Bestandsnetz in Leinefelde sowie Worbis, im Gewerbegebiet Beuren, im Wohngebiet Birkungen und in Hundeshagen zunächst als Prüfgebiete festgelegt. Alle anderen Bereiche sind Eignungsgebiete für Einzelversorgung. Einige Gebiete der Einzelversorgung, darunter die Stadtsteile Kallmerode, Kaltohmfeld und Kirchohmfeld weisen eine Eignung für Gebäudenetze auf. Diese Gebiete sind separat im Kartenmaterial gekennzeichnet. Die Eignungsgebiete werden im Kapitel 6.5 detailliert untersucht.

6.4. Versorgungsstruktur Einzelversorgung

Im Folgenden werden die Gebäude insbesondere in ihrem Heizungsumstellungsverhalten untersucht. Die Einsparmöglichkeiten durch Sanierungen wurden bereits im dazugehörigen Kapitel der Potenzialanalyse errechnet und beschrieben.

6.4.1. Entwicklung der Beheizungsstruktur

Um sich von den fossilen Energieträgern zu lösen, wird sich das Plangebiet entlang eines Transformationspfades weiterentwickeln müssen. Dieser Pfad wird mithilfe der im Folgenden erläuterten Berechnungslogik ermittelt.

Basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wurden die zukünftigen Sanierungen prognostiziert, wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben. Unter Berücksichtigung von Heizlast und örtlichen Restriktionen wurden geeignete nachhaltige Heizsysteme für alle Gebäude dimensioniert und nach deren Wirtschaftlichkeit ausgewählt. Dafür wurden folgende Preisannahmen getroffen:

- Die Investitions- und Wartungskosten für das Zieljahr sind dem Technikkatalog des KWW entnommen.
- Die Investitionskosten für Wärmepumpen beinhalten die Aufwendungen für den Austausch der Heizflächen, den Einbau von Pufferspeichern sowie die erforderlichen geringinvestiven Maßnahmen.
- Die Investitionskosten für Pelletheizungen umfassen die Kosten für die Schornsteinertüchtigung, das Pellet-Lager und die damit verbundenen geringinvestiven Maßnahmen.
- Zur Berechnung der Betriebskosten werden Parameter-Tabellen des Technikkatalog_Tabellen_v1.1 der KEA Baden-Württemberg (Januar 2024) herangezogen, da der Technikkatalog des KWW noch keine Betriebskosten umfasst (Stand: Dezember 2024).
- Für den Heizungstausch wird der einkommensunabhängige Grundfördersatz⁹ berücksichtigt. Dieser beträgt seit dem 01.01.2024 für Pellet-Heizungen und Luft/Wasser-Wärmepumpen 30 % und für Sole/Wasser-Wärmepumpen 35 % der Investitionskosten.

Die berechneten annuitätischen Kosten werden über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ermittelt und beinhalten Investitions- und Betriebskosten von Wärme (inkl. Heizungstausch) und basieren auf einem Kalkulationszins von 3 %.

Wann ein Wechsel der Heizungstechnologie erfolgt, wurde auf Basis der Altersverteilung der bestehenden Heizungen ermittelt und entsprechend in die Bilanzen der Zwischenjahre integriert.

⁹ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Abbildung 28 zeigt die Verteilung der eingesetzten Heiztechnologien nach dem Wärmebedarf im Zieljahr über alle Gebäude hinweg. Die einzelnen Gebäude werden sich in ihrer Mehrzahl sukzessive von Gas- und Ölheizungen zu erneuerbaren Versorgungsoptionen hinwenden. Es ist davon auszugehen, dass Ölheizungen bis 2045 keine Rolle mehr spielen, es könnten aber noch einige Objekte am Gasnetz bleiben. Sollten diese Objekte bis 2045 nicht wechseln, so müssen sie in jedem Fall grünes Gas beziehen. Wie hoch der Anteil dieser Heizungen im Zieljahr ist, hängt sowohl von der im Zieljahr zur Verfügung stehenden Infrastruktur sowie der Wirtschaftlichkeit dieser Versorgungsart ab und kann im Rahmen des Wärmeplans nicht abgeschätzt werden. Aus diesem Grund bleibt diese Versorgungsart zunächst unberücksichtigt, gilt es aber in einer Fortschreibung erneut zu prüfen. Für die meisten Gebäude wird dennoch die Luft/Wasser-Wärmepumpe eine zentrale Rolle spielen. Der Anteil elektrischer Heizungen und Biomasseheizungen (z.B. Pellet) wird sich geringfügig verändern. Das Gasnetz wird durch die Entscheidungen der Eigentümer*innen künftig Abnehmer verlieren. Insgesamt wird in Zukunft weniger Leistung der Heizungsanlagen notwendig sein, da Hüllsanierungen den Bedarf senken. In jedem Einzelfall muss dennoch der*die Eigentümer*in eine gesonderte energetische Untersuchung am Gebäude vornehmen lassen, um zu prüfen ab welchem Sanierungszustand sich das Gebäude für eine Wärmepumpe eignet.

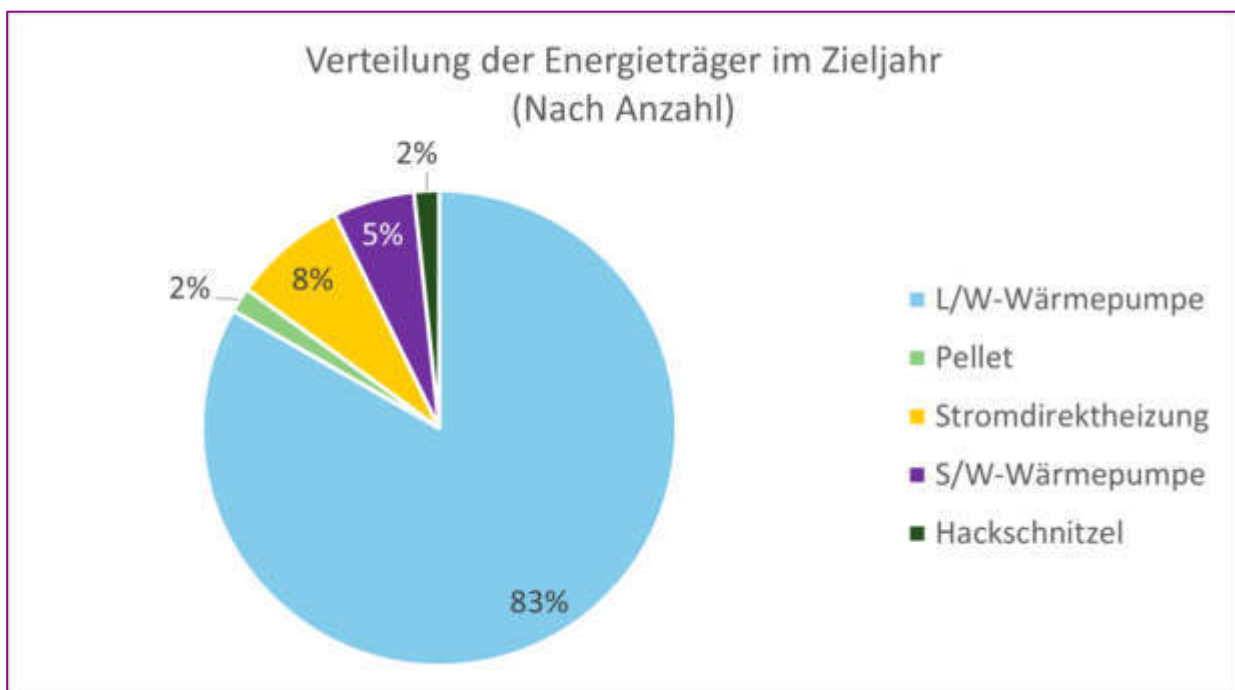


Abbildung 28: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Energieträger im Zieljahr 2045 nach Anzahl

6.5. Versorgungsstruktur Wärmenetze

Als Basis für die Erarbeitung eines anzustrebenden Wärmenetzausbaus im Zieljahr sind die Wärmebedarfe und -dichten in den Stadtteilen zu ermitteln. Weitere Aspekte wie die Gebäudenutzung und die energetischen Zustände der Gebäude spielen ebenfalls eine Rolle. Sind Untersuchungsgebiete definiert, können exemplarische Wärmenetze berechnet werden, um ein Investitionsvolumen sowie Anlagenleistungen, Wärmebedarfe und -verluste abschätzen zu können. Auf Basis von Subquartiersspezifika (Clusterspezifika) wie Wärmebedarf, Wärmedichte, Baualtersklassen, Heizungstypen, Nutzungstypen, Standortmöglichkeiten für Heizzentralen und räumlich nahegelegenen Erneuerbare-Energien-Potenzialen wurden Wärmenetze für räumlich zusammenhängende Cluster exemplarisch berechnet. So können Investitionskosten, die Dimensionierung der Heizzentrale und der Rohrleitungen abgeschätzt werden.

Für die Wirtschaftlichkeit der Energieträger werden nach Möglichkeit zukünftige Investitions- und Betriebskosten verwendet. Die Berechnungsparameter für das Verteilnetz, Übergabestationen, Großwärmepumpe, dezentrale Wärmepumpen und Wärmespeicher basieren auf dem Technikkatalog des KWW (Juni 2024). Für alle Wärmenetz-Szenarien mit Hackschnitzelversorgung bis 1 MW thermischer Leistung und/oder Großwärmepumpe wird eine Förderfähigkeit gemäß der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)¹⁰ angenommen.

Bei den nachfolgenden Kostenabschätzungen wird von einer durchschnittlichen Anschlussquote von 70 % ausgegangen und diese mit anderen Anschlussquoten verglichen. Die für eine Umsetzung benötigte, tatsächliche Anschlussquote gilt es in einer Machbarkeitsstudie zu ermitteln.

6.5.1. Eignungsgebiet in Worbis – Nordwest

Das untersuchte Eignungsgebiet umfasst den nordwestlichen Teil von Worbis. Es erstreckt sich südlich der Duderstädter Allee und Obertor und nördlich entlang der B247. Westlich des Gebietes befindet sich der Bärenpark Worbis und östlich wird das Gebiet durch die Ohmbergstraße und die Franz-Weinrich-Straße begrenzt. Insgesamt ergeben sich daraus knapp 83 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden könnten. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 29 sind die jeweiligen Wärmelinienindichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 zeigen. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmelinienindichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.

¹⁰ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

Der größtenteils dunkelrot eingefärbte Straßenverlauf im Wärmenetzzeichnungsgebiet (in dunkelgrün gekennzeichnet) deutet somit im ersten Schritt auf ausreichend Potenzial für einen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb hin.

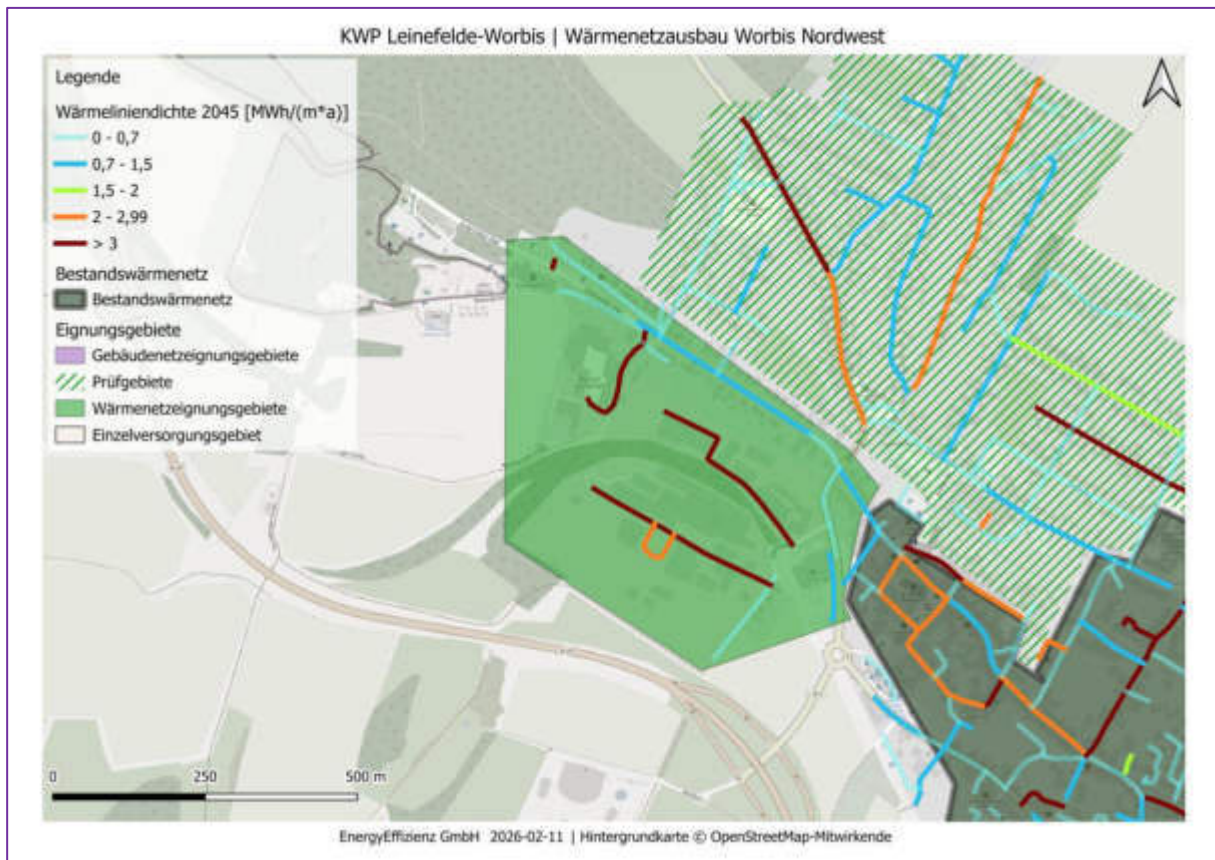


Abbildung 29: Wärmenetz Worbis Nordwest

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurde eine erste konzeptionelle Kostenanalyse für eine zentrale Wärmeversorgung im Eignungsgebiet geprüft. Tabelle 12 zeigt die ermittelten Eckdaten für den Ausbau im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 % und einer Agrothermieanlage mit Erdwärmekollektoren in Kombination mit einer Luft-Wasser-Großwärmepumpe als Wärmeerzeugungssystem (inkl. Redundanz). Auf Grundlage der in Tabelle 12 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 12: Eckdaten Wärmenetz Worbis Nordwest

Eckdaten Netz und Zentrale:	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	59
Wärmebedarf	2,9 GWh/a
zzgl. Wärmenetzverluste	0,5 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	1,6 MW
Rohrleitungslänge	2.428 m

Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹¹ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) unter Berücksichtigung verschiedener Energieträger bei rund 8 bis 9 Millionen Euro. Unter Einbezug der Fördermittel reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten auf etwa 5 Millionen Euro.

Mit rund 400.000 Euro pro Jahr liegen die annuitätischen Kosten des Wärmenetzes durchschnittlich etwa in einem ähnlichen Bereich wie die Kosten einer nachhaltiger Einzelgebäudeversorgung im untersuchten Eignungsgebiet. In diesem Zusammenhang gilt es festzuhalten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes signifikant von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 30 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Eignungsgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich etwa 10 % niedriger oder über 15 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

¹¹ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

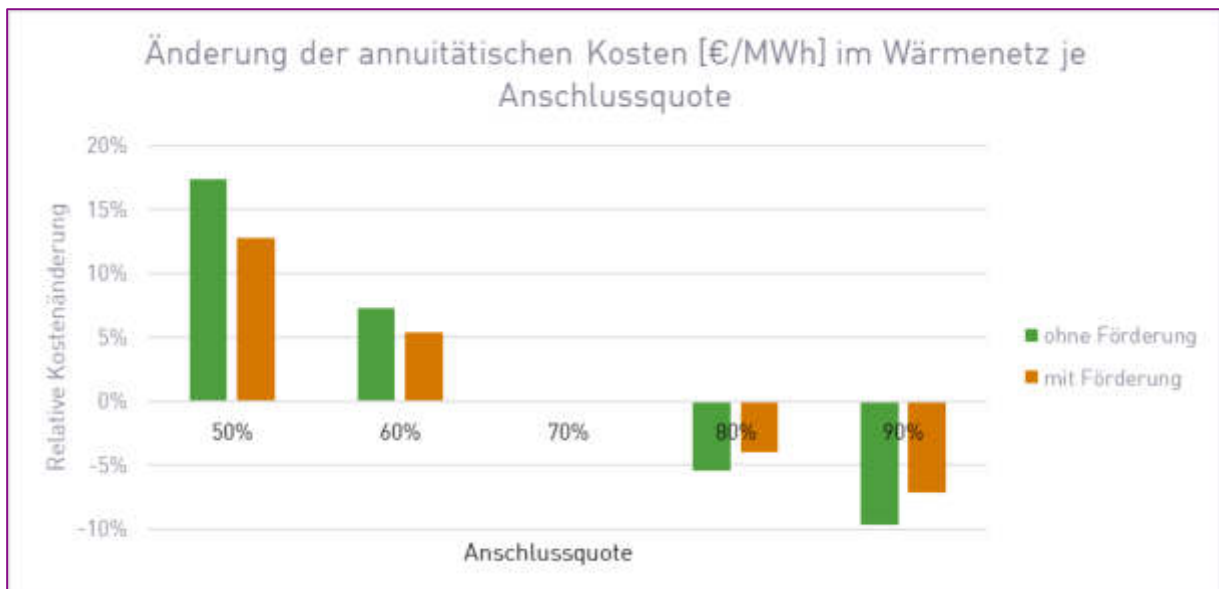


Abbildung 30: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Worbis Nordwest

6.5.2. Eignungsgebiet in Worbis – Süd

Das untersuchte Eignungsgebiet zwischen der Breitenbacher Straße und Hausener Weg, südlich der Lessingstraße und Unterm Klien umfasst 71 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden können. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 31 sind die jeweiligen Wärmeliniendichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 beziffern. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmeliniendichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.¹² Die dunkelroten Einfärbungen des Straßenverlaufs entlang der Bodenfeldstraße und der Breitenbacher Straße kennzeichnen somit grundsätzlich ausreichend Potenzial für einen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb.

¹² Leitfaden Wärmeplanung Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), Tabelle 12

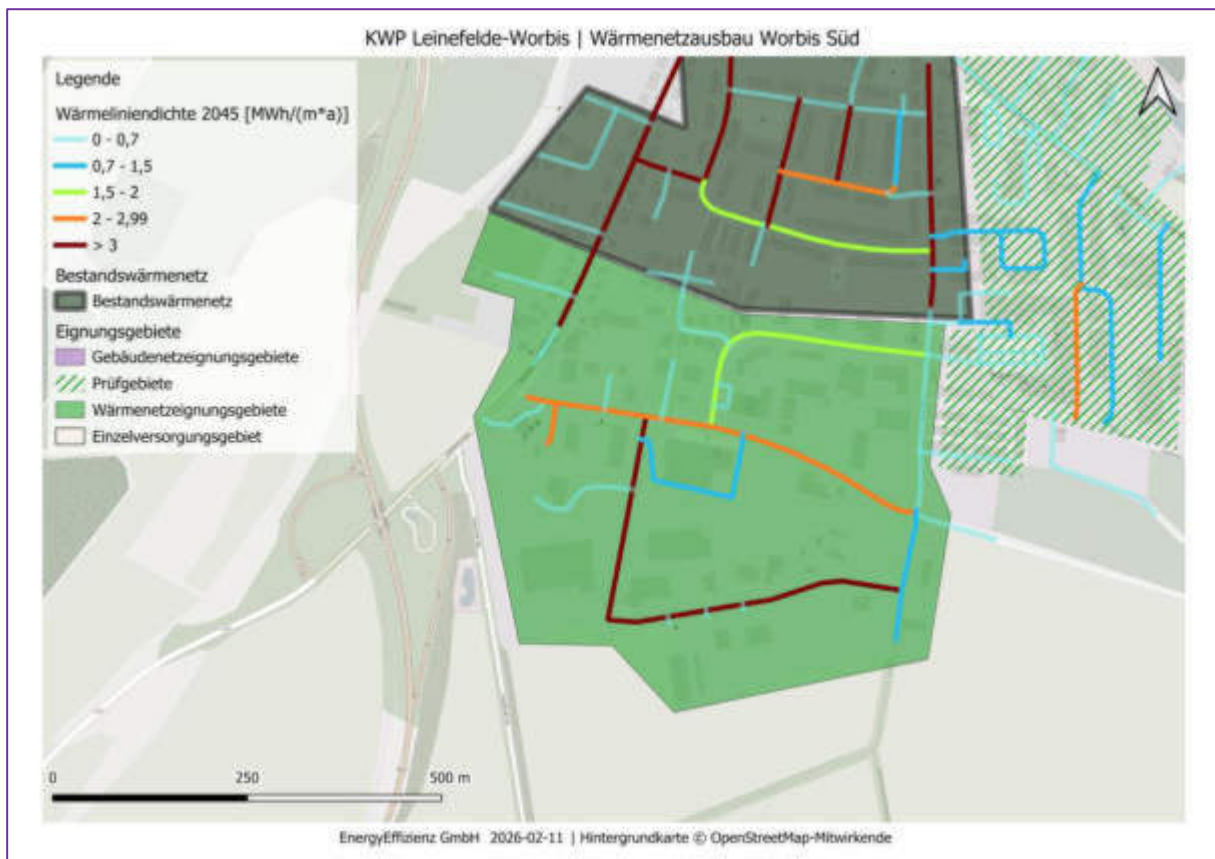


Abbildung 31: Wärmenetz Worbis Süd

Basierend auf Abbildung 31 wurde für das Wärmenetz eine erste konzeptionelle Analyse für die Wärmenetzversorgung geprüft. Tabelle 13 zeigt die ermittelten Eckdaten für die Ausbaustufe im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 %. Auf Grundlage der in Tabelle 13 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 13: Eckdaten Wärmenetz Worbis Süd

Eckdaten Netz und Zentrale:	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	50
Wärmebedarf	1,4 GWh/a
zzgl. Wärmenetzverluste	0,2 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	0,8 MW
Rohrleitungslänge	2.453 m

Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹³ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) bei rund 7 bis 8 Millionen Euro. Unter der Berücksichtigung der Fördermittel reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten auf 4 bis 5 Millionen Euro. Folgende Erkenntnisse können darüber hinaus der ersten konzeptionellen Analyse entnommen werden:

- Basierend auf den aktuellen Energieträgerpreisen – ohne Berücksichtigung der Fördermittel – liegen die annuitätischen Kosten für eine Wärmenetzvariante mit einer Agrothermieanlage im Durchschnitt knapp 20 % über den Kosten der Variante mit einer Luft/Wasser-Großwärmepumpe.
- Da beide Varianten vollumfänglich förderfähig sind, beläuft sich der Unterschied in den annuitätischen Kosten unter Berücksichtigung der Förderung ebenfalls auf ungefähr 20 %.

Mit rund 250 bis 350 Tausend Euro pro Jahr zeigen beide Wärmenetzvarianten ähnliche annuitätische Kosten wie die Einzelgebäudeversorgung im untersuchten Eignungsgebiet. Dabei ist zu beachten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auch von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 32 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Eignungsgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich fast 15 % niedriger oder über 20 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

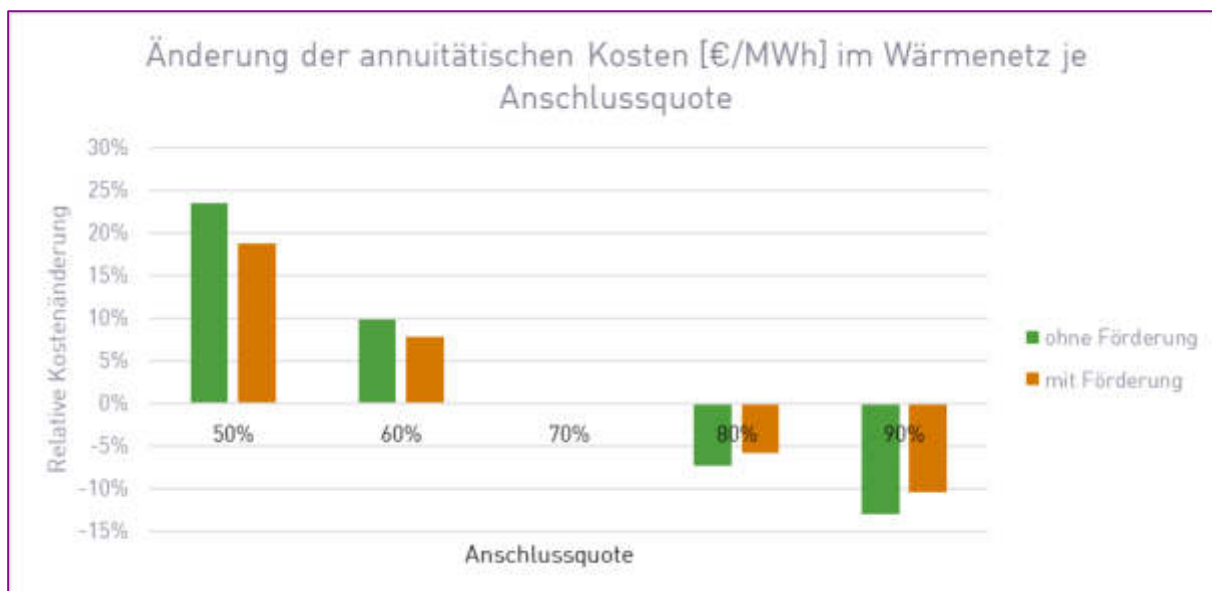


Abbildung 32: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Worbis Süd

¹³ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

6.5.3. Eignungsgebiet in Wintzingerode

Das untersuchte Eignungsgebiet entlang der Dorfstraße, Am Mühlberg sowie der Duderstädter Straße in Wintzingerode umfasst 98 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden können. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 33 sind die jeweiligen Wärmelinienichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 beziffern. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmelinienichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.¹⁴ Der größtenteils dunkelrot eingefärbte Straßenverlauf im Wärmenetzeignungsgebiet (in dunkelgrün gekennzeichnet) deutet somit im ersten Schritt auf ausreichend Potenzial für einen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb hin.



Abbildung 33: Wärmenetz Wintzingerode

Basierend auf Abbildung 33 wurde für das Wärmenetz eine erste konzeptionelle Analyse für die Wärmenetzversorgung geprüft. Tabelle 14 zeigt die ermittelten Eckdaten für die Ausbaustufe im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 %. Auf Grundlage der in Tabelle 14 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der

¹⁴ Leitfaden Wärmeplanung Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), Tabelle 12

technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 14: Eckdaten Wärmenetz Wintzingerode

Eckdaten Netz und Zentrale:	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	70
Wärmebedarf	1,2 GWh/a
zzgl. Wärmenetzverluste	0,2 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	0,8 MW
Rohrleitungslänge	1.497 m

Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹⁵ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) bei rund 5 Millionen Euro. Unter der Berücksichtigung der Fördermittel reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten auf etwa 3 Millionen Euro. Folgende Erkenntnisse können darüber hinaus der ersten konzeptionellen Analyse entnommen werden:

- Basierend auf den aktuellen Energieträgerpreisen – ohne Berücksichtigung der Fördermittel – liegen die annuitätischen Kosten für eine Wärmenetzvariante mit Hackschnitzelanlage im Durchschnitt etwa 20 % unter denen der Wärmebereitstellung über eine Luft/Wasser-Großwärmepumpe.
- Da beide Varianten vollumfänglich förderfähig sind, beläuft sich der Unterschied in den annuitätischen Kosten unter Berücksichtigung der Förderung ebenfalls auf ungefähr 20 %.

Mit rund 150 bis 170 Tausend Euro pro Jahr liegen die annuitätischen Kosten beider Wärmenetzvarianten im Durchschnitt etwa 15 % bis 25 % unter denen der nachhaltigen Einzelgebäudeversorgung im untersuchten Eignungsgebiet. Ergänzend gilt festzuhalten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auch von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 36 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Eignungsgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich über 10 % niedriger oder über 20 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

¹⁵ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

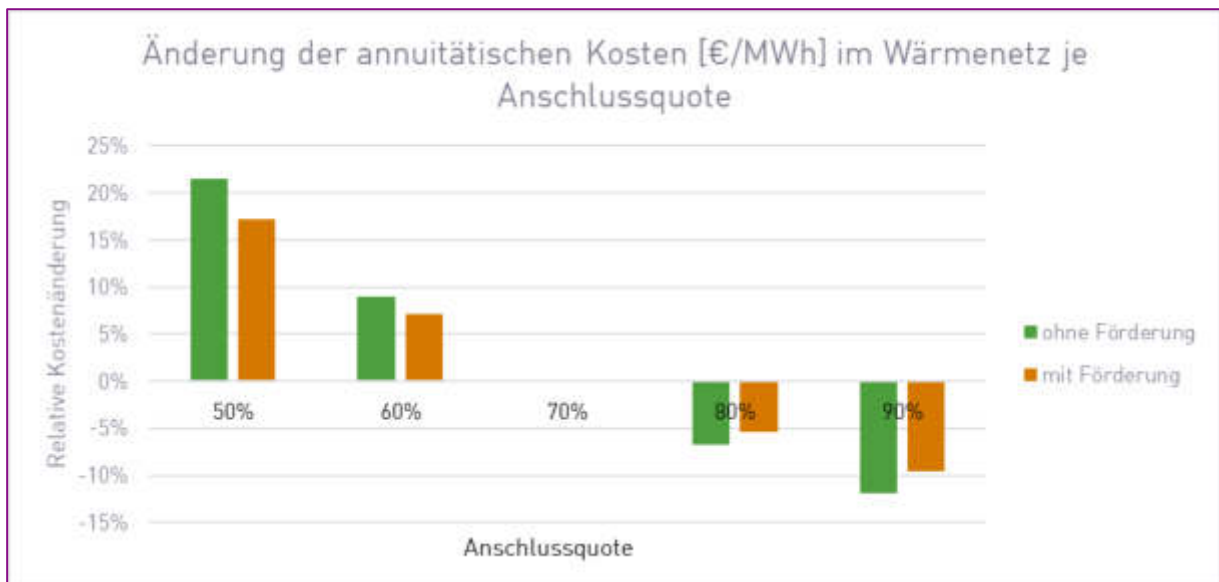


Abbildung 34: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Wintzingerode

6.5.4. Prüfgebiet in Birkungen

Das untersuchte Prüfgebiet in Birkungen entlang der Stiegstraße, Johannesstraße, Schulstraße und Beinröder Straße, inklusive Schulzengasse und einem Teil der Herrengasse umfasst 119 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden können. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 33 sind die jeweiligen Wärmelinienindichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 beziffern. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmelinienindichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.¹⁶ Die dunkelrote Einfärbung des Straßenverlaufs entlang der Bahnhofstraße kennzeichnet somit grundsätzlich ausreichend Potenzial für einen wirtschaftlichen Wärmenetzbetrieb.

¹⁶ Leitfaden Wärmeplanung Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), Tabelle 12

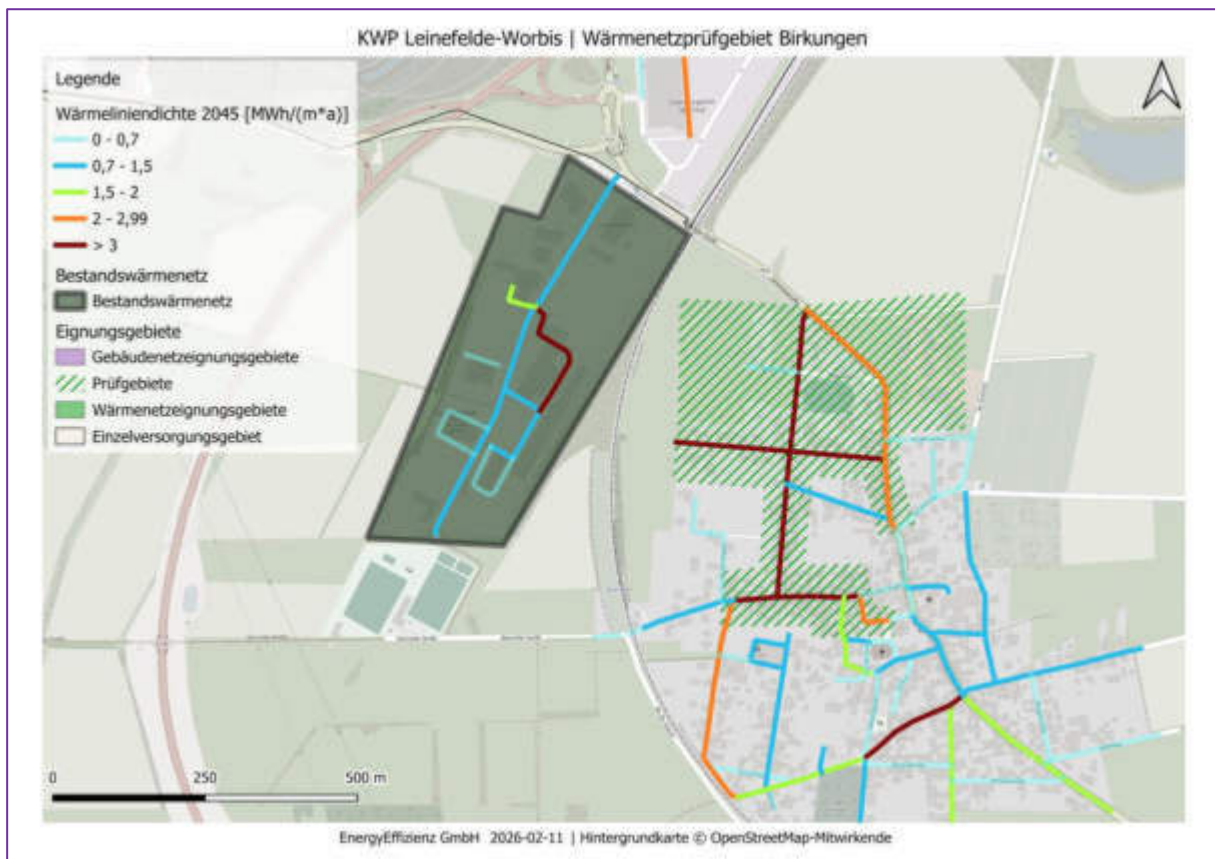


Abbildung 35: Wärmenetzprüfgebiet Birkungen

Basierend auf Abbildung 33 wurde für das Wärmenetz eine erste konzeptionelle Analyse für die Wärmenetzversorgung geprüft. Tabelle 14 zeigt die ermittelten Eckdaten für die Ausbaustufe im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 %. Auf Grundlage der in Tabelle 14 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 15: Eckdaten Wärmenetzprüfgebiet Birkungen

Eckdaten Netz und Zentrale:	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	84
Wärmebedarf	2,5 GWh/a
zzgl. Wärmenetzverluste	0,4 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	1,5 MW
Rohrleitungslänge	2.089 m

Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹⁷ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) bei rund 7 bis 12 Millionen Euro. Unter der Berücksichtigung der Fördermittel reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten auf 4,5 bis 7 Millionen Euro. Folgende Erkenntnisse können darüber hinaus der ersten konzeptionellen Analyse entnommen werden:

- Basierend auf den aktuellen Energieträgerpreisen – ohne Berücksichtigung der Fördermittel – liegen die annuitätischen Kosten für eine Wärmenetzvariante mit Solarthermie und Agrothermie in Kombination mit einer Hackschnitzel-Anlage als Spitzenlast im Durchschnitt etwa 35 % über denen der Wärmebereitstellung über eine Luft/Wasser-Großwärmepumpe.
- Unter Berücksichtigung der Förderung liegen die annuitätischen Kosten der Variante mit Solarthermie und Agrothermie nur noch etwa 30 % über denen der Großwärmepumpe.
- Der Neubau eines Wärmenetzes ist nur dann förderfähig, wenn der Mindestanteil von 75 % erneuerbarer Energien und/ oder Abwärme an der Wärmeeinspeisemenge eingehalten werden kann.

Mit rund 300 bis 400 Tausend Euro pro Jahr liegen die annuitätischen Kosten beider Wärmenetzvarianten im Durchschnitt ähnlich wie die der nachhaltigen Einzelgebäudeversorgung im untersuchten Prüfgebiet. In diesem Zusammenhang gilt es festzuhalten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes signifikant von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 36 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Prüfgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich fast 15 % niedriger oder etwa 25 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

¹⁷ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

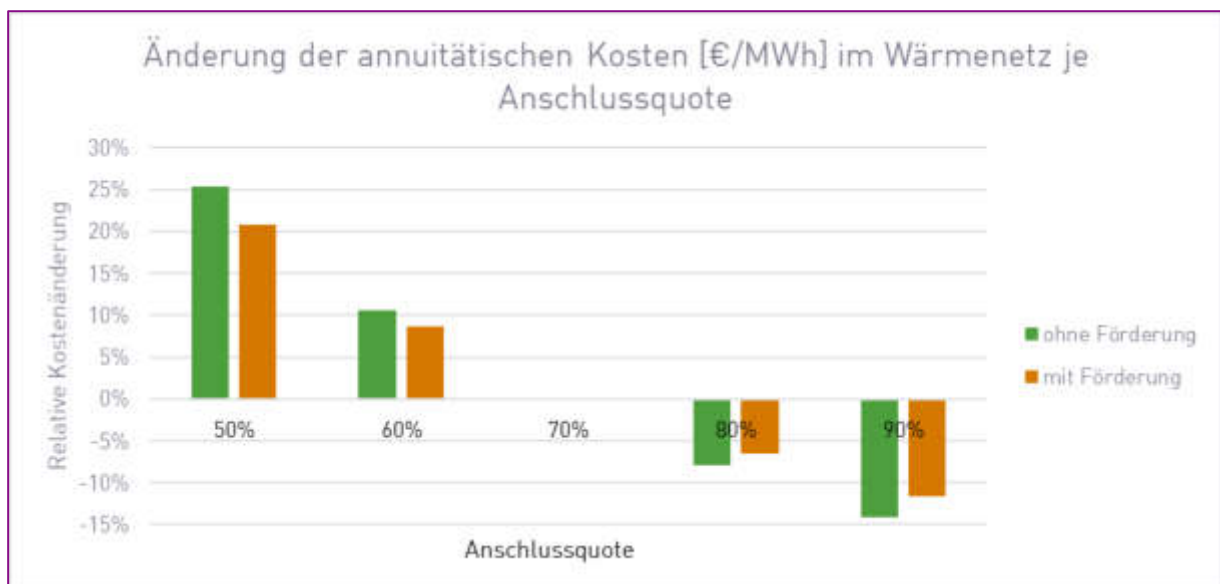


Abbildung 36: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetzprüfgebiet Birkungen

6.6. Versorgungssicherheit und Realisierungsrisiko

Im folgenden Abschnitt soll eine Abschätzung der Risiken bezüglich Versorgungssicherheit und Realisierung für die vorgenommene Gebietseinteilung erfolgen.

Diese 4 Fragen spielen dabei eine wichtige Rolle:

1. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf den rechtzeitigen Auf-, Aus- und Umbau der erforderlichen Infrastruktur im beplanten Gebiet?
2. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf die rechtzeitige Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen?
3. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf die rechtzeitige lokale Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen?
4. Wie robust ist die Bewertung der Eignung der verschiedenen Wärmeversorgungsarten hinsichtlich möglicher veränderter Rahmenbedingungen?

6.6.1. Wärmenetzgebiete

Bei der Planung von Wärmenetzgebieten sind zur Sicherstellung der Realisierbarkeit viele Faktoren bereits frühzeitig zu beachten. Hierzu zählt u. a. die Belegung des Untergrunds durch andere Leitungen. In den Wärmenetzgebieten wird keine Einschränkung möglicher Wärmeleitungen angenommen.

Vorgelagerte Infrastrukturen haben keinen wesentlichen Einfluss auf die lokale Infrastruktur der Wärmenetze. Lediglich die Anbindung an das Stromnetz zum Betrieb von Großwärmepumpen spielt eine Rolle, wird bei der Planung aber bereits berücksichtigt.

Risiken der lokalen Verfügbarkeit von Energieträgern hängen stark von deren Erschließung ab. In vielen Fällen empfiehlt es sich, das Risiko mit einer vorangehenden Machbarkeitsstudie einzuschätzen und mithilfe einer konkreten Zeitplanung zu minimieren.

Die Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen ist ebenfalls stark von der Energieträgerwahl abhängig. Kann die Umsetzung der Wärmenetzeignungsgebiete mit der Nutzung lokal verfügbarer Wärmequellen stattfinden, bestehen weniger Risiken als beim Einsatz überregional gehandelter Energieträger.

Das Risiko hinsichtlich Versorgungssicherheit und Realisierung wird in den vorgeschlagenen Wärmenetzeignungsgebieten insgesamt als mittel bis gering eingeschätzt und mithilfe von Machbarkeitsstudien weiter reduziert.

6.6.2. Wasserstoffnetzgebiet

Zum Stand 2025 ist keine Anbindung an ein Wasserstofftransportnetz vorgesehen. Auch zur Versorgung von lokaler Wasserstofferzeugung und -speicherung bestehen bisher keine bekannten Planungen, weshalb die Versorgung eines Wasserstoffnetzes in naher Zukunft nicht möglich ist.

Sollte sich dies in den kommenden Jahren ändern, ist es für Wasserstoffnetzgebiete von besonderer Relevanz, ob die vorhandenen Erdgasleitungen zur Umrüstung auf eine Versorgung mit Wasserstoff geeignet sind. Dies muss vom Gasnetzbetreiber entsprechend geprüft werden. Allerdings wird aufgrund hoher Nachfrage auch zukünftig die Preisentwicklungen von Wasserstoff mit großen Unsicherheiten behaftet sein.

Zusammenfassend wird die Versorgung und Realisierung von Wasserstoffnetzen aktuell als nicht umsetzbar eingeschätzt. Die Entwicklung sollte dennoch beobachtet und in zukünftigen Fortschreibungen der Kommunalen Wärmeplanung neu bewertet werden.

6.6.3. Gebiete für die dezentrale Versorgung

Die dezentrale Versorgung ist mit dem Ausbau von Wärmepumpen für Einzelgebäude auf den Anschluss an das Stromverteilnetz angewiesen. Derzeit sind auch bei Nachfrageerhöhung keine Engpässe seitens des Stromnetzbetreibers prognostiziert. Ein frühzeitiger Austausch mit dem Stromnetzbetreiber erleichtert dennoch die Planung und senkt das Risiko hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit benötigter Netzkapazität. Entsprechende Gespräche wurden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung initiiert.

Bei der Nutzung von Biomasse sollte stets auf lokale Ressourcen zurückgegriffen werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und die Abhängigkeit von überregionalen Märkten zu reduzieren. Die verstärkte Biomassenutzung könnte in Zukunft mit einem Preisanstieg verbunden sein, wird allerdings bisher als geeignete Alternative neben der Wärmepumpe eingeschätzt.

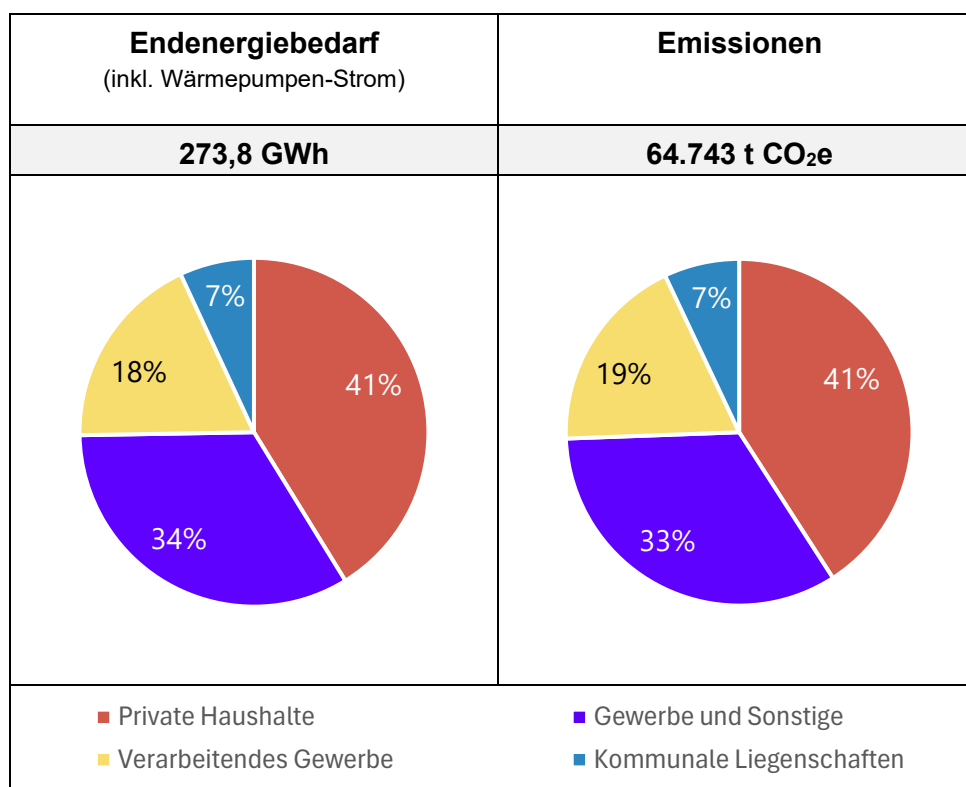
6.7. Energie- und Emissionsbilanzen zum Zielszenario

Im folgenden Abschnitt werden die Energie- und Emissionsbilanzen zusammenfassend für den Status quo (Bilanzierungsjahr 2022), die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040, sowie für das Zieljahr 2045 dargestellt. Die Bilanzen der Zwischenjahre ergeben sich aus einer Kombination aus energetischen Sanierungen (gemäß Potenzialanalyse), dem Wechsel der Heizungstechnologie (gestaffelt nach dem Heizungsalter) und dem Bau von Wärmenetzen. Auch die Emissionsreduktion des allgemeinen Strommix hat Auswirkungen auf die dargestellten Bilanzen.

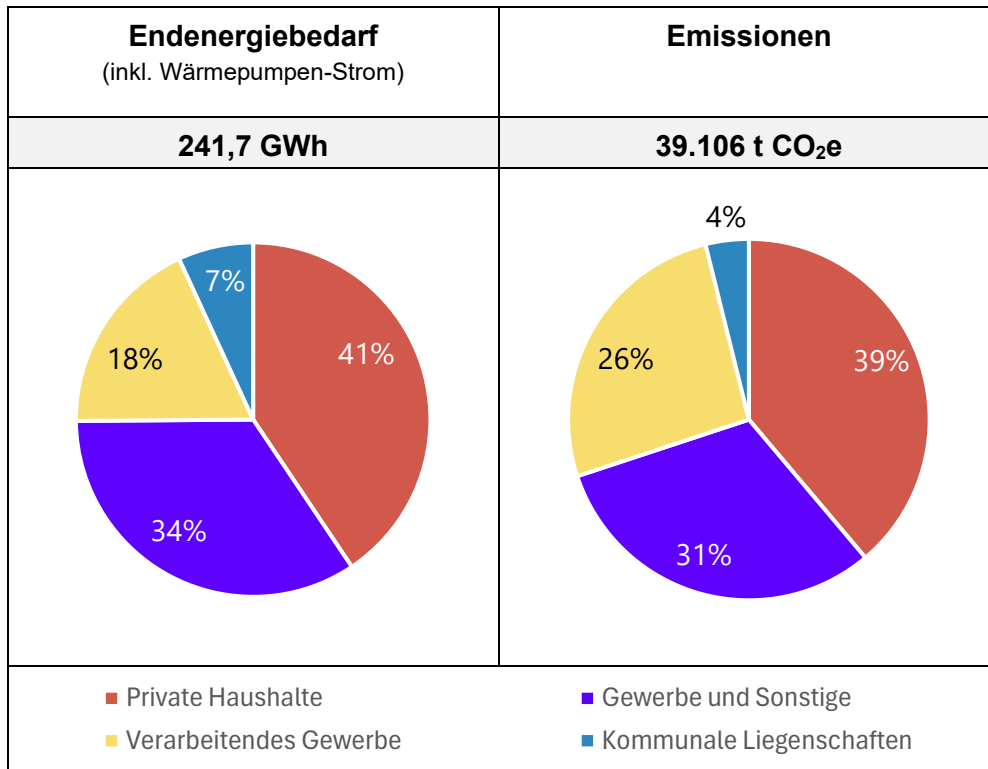
6.7.1. Energie- und Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren

Nachfolgend werden jeweils der Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) in Status quo und Zielszenario differenziert nach Verbrauchssektoren dargestellt. Hierbei zeigt sich, dass die prozentualen Verteilungen von Endenergiebedarf und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen nur leichten Veränderungen bis zum Zieljahr unterliegen. Besonders hervorzuheben ist die Reduzierung des Endenergiebedarfs um 138,4 GWh, von 273,8 GWh im Jahr 2022 auf 135,4 GWh im Jahr 2045. Durch den Einsatz nachhaltigerer Energieträger und den geringeren Endenergiebedarf können die CO₂-Emissionen um 60.702 Tonnen reduziert werden, von 64.743 Tonnen im Jahr 2022 auf 4.041 Tonnen im Jahr 2045.

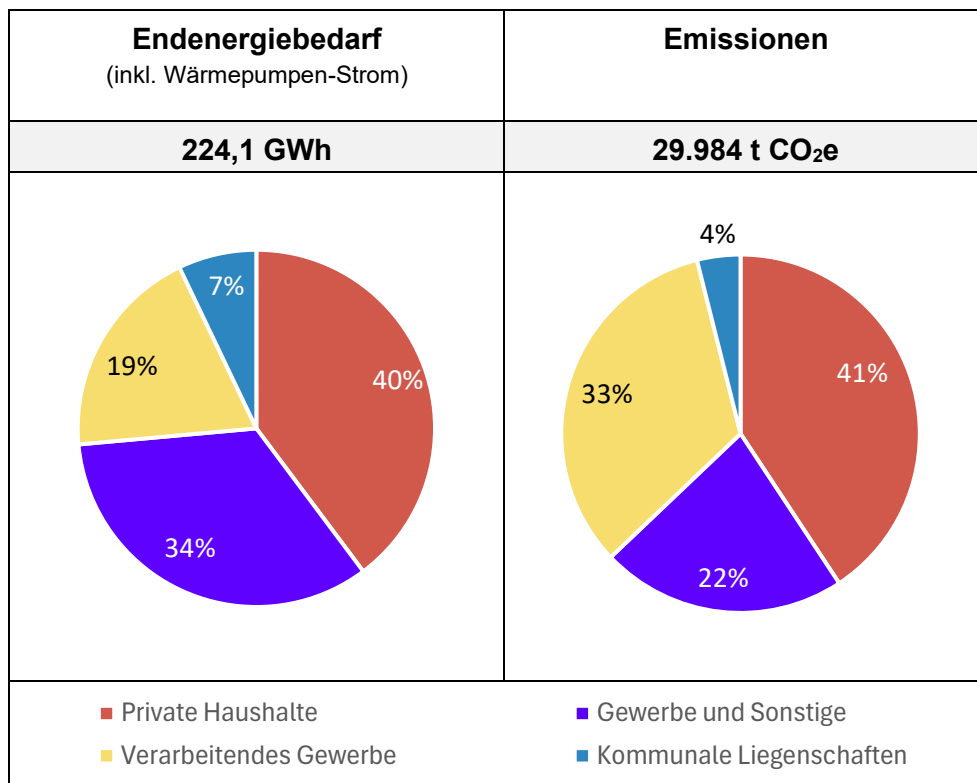
Bilanzierung des Ist-Zustands 2022



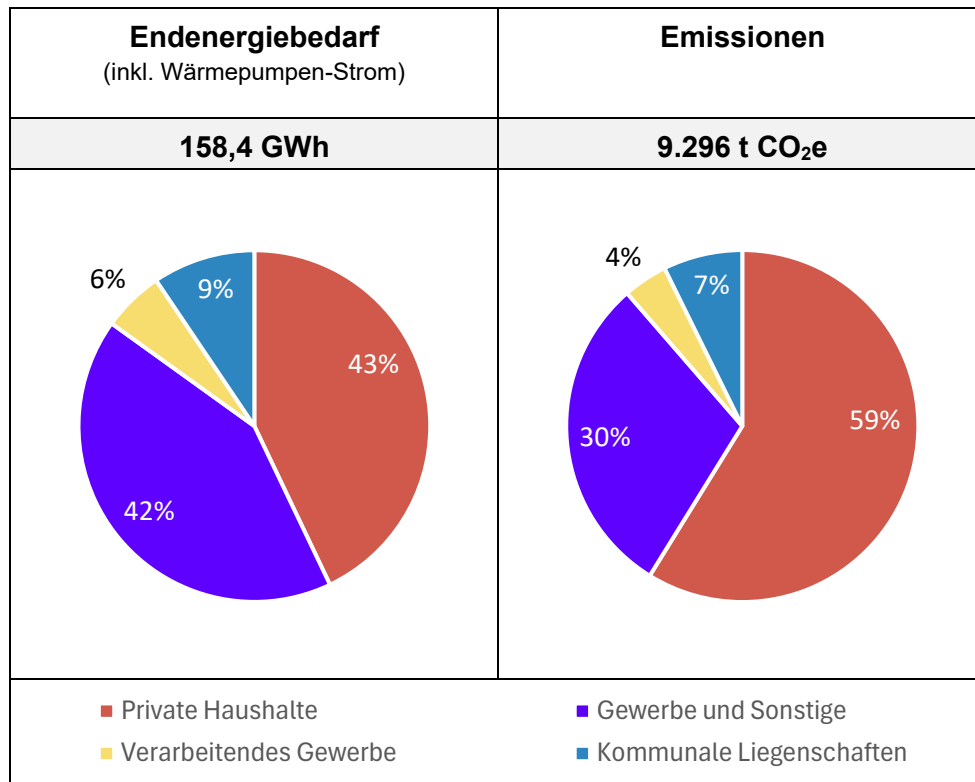
Bilanzierung des Zwischenjahrs 2030



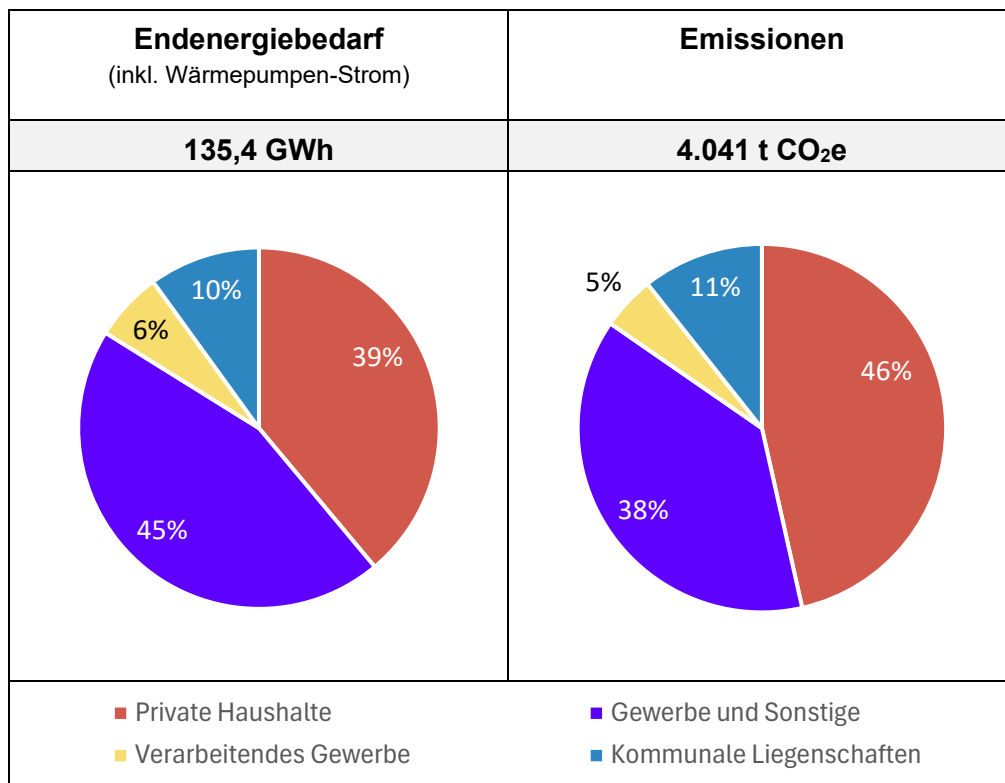
Bilanzierung des Zwischenjahrs 2035



Bilanzierung des Zwischenjahrs 2040



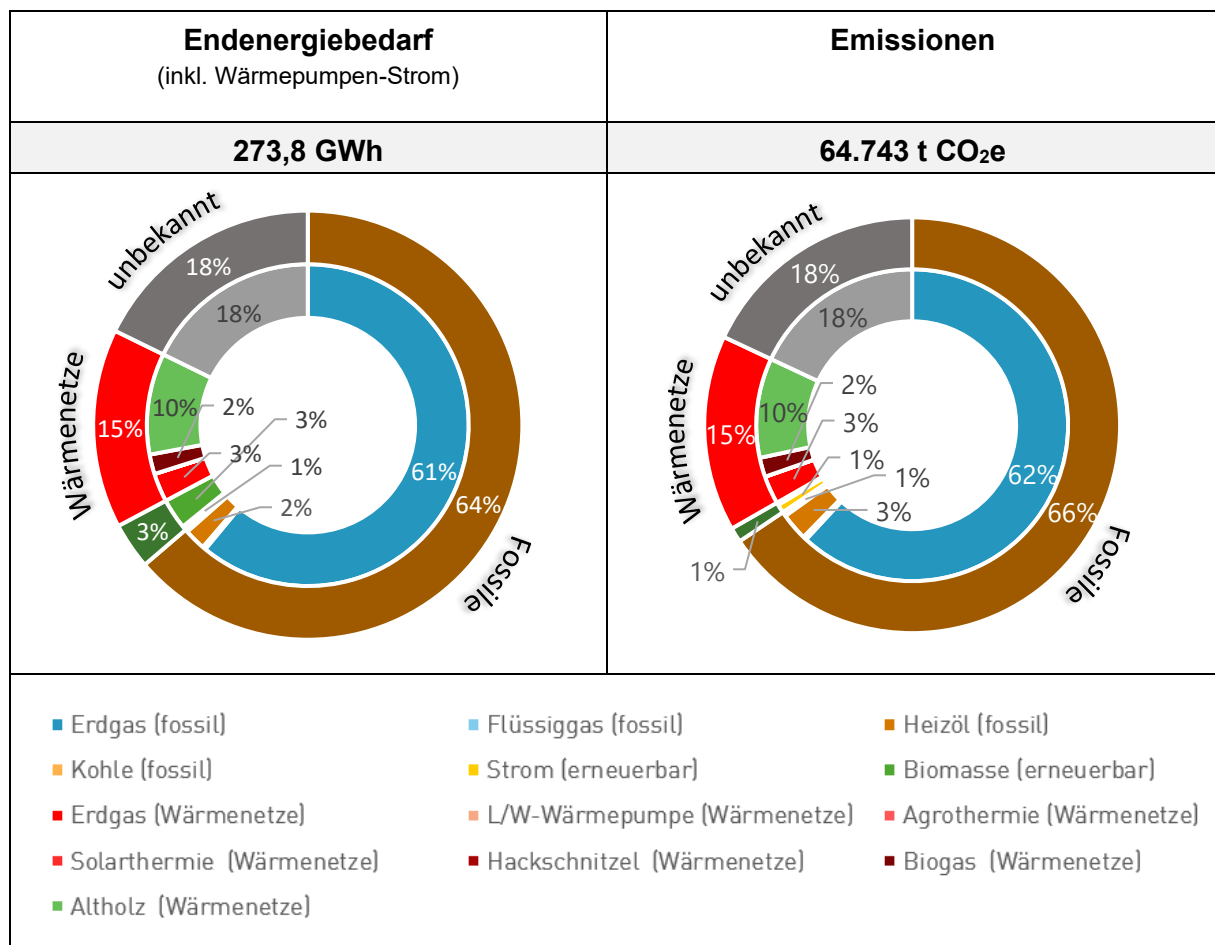
Bilanzierung des Zieljahrs 2045



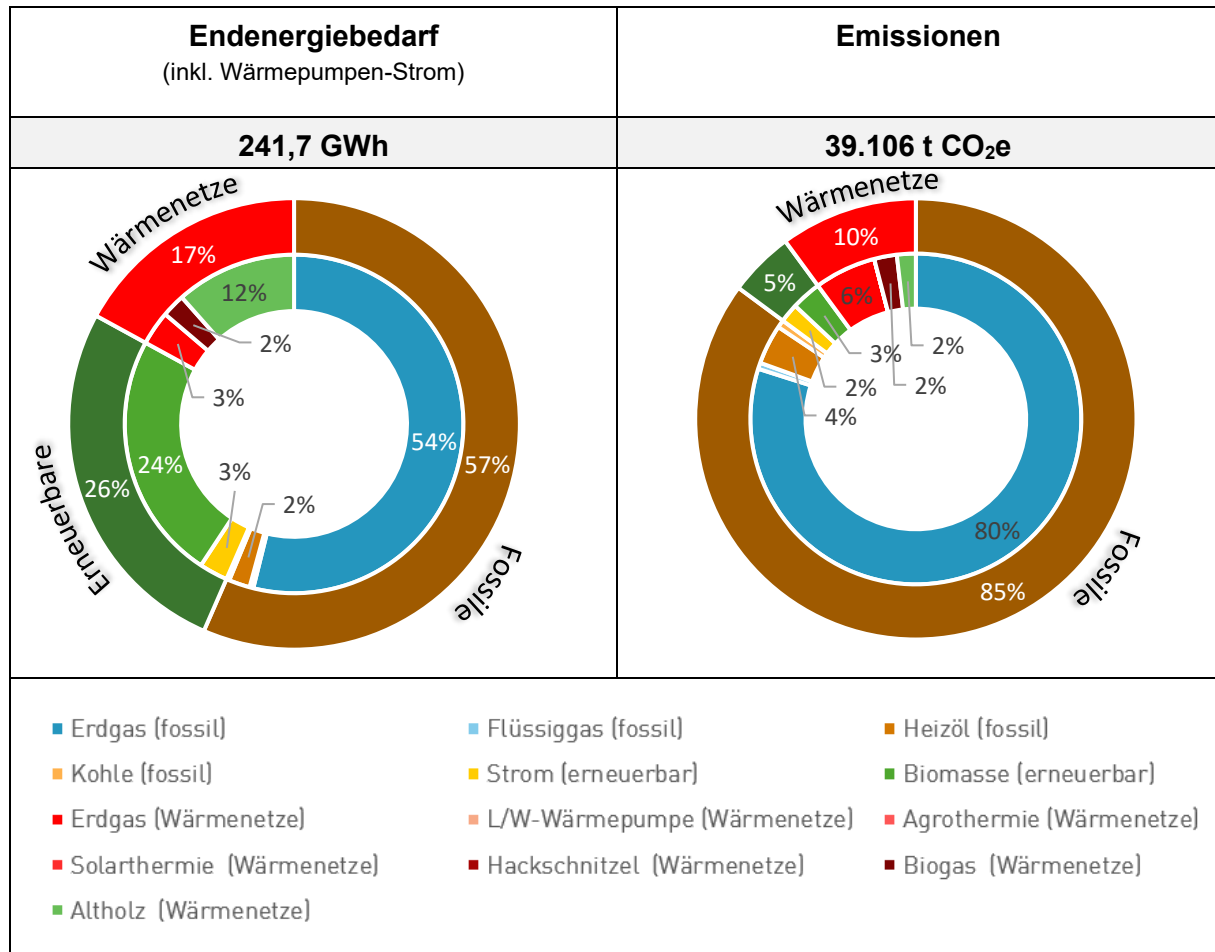
6.7.2. Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern

Nachfolgend werden jeweils der Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) in Status quo und Zielszenario differenziert nach Energieträgern dargestellt. Der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energieträger erhöht zwar deren prozentualen Anteil an den CO₂-Emissionen, reduziert jedoch die absolute Menge der Emissionen.

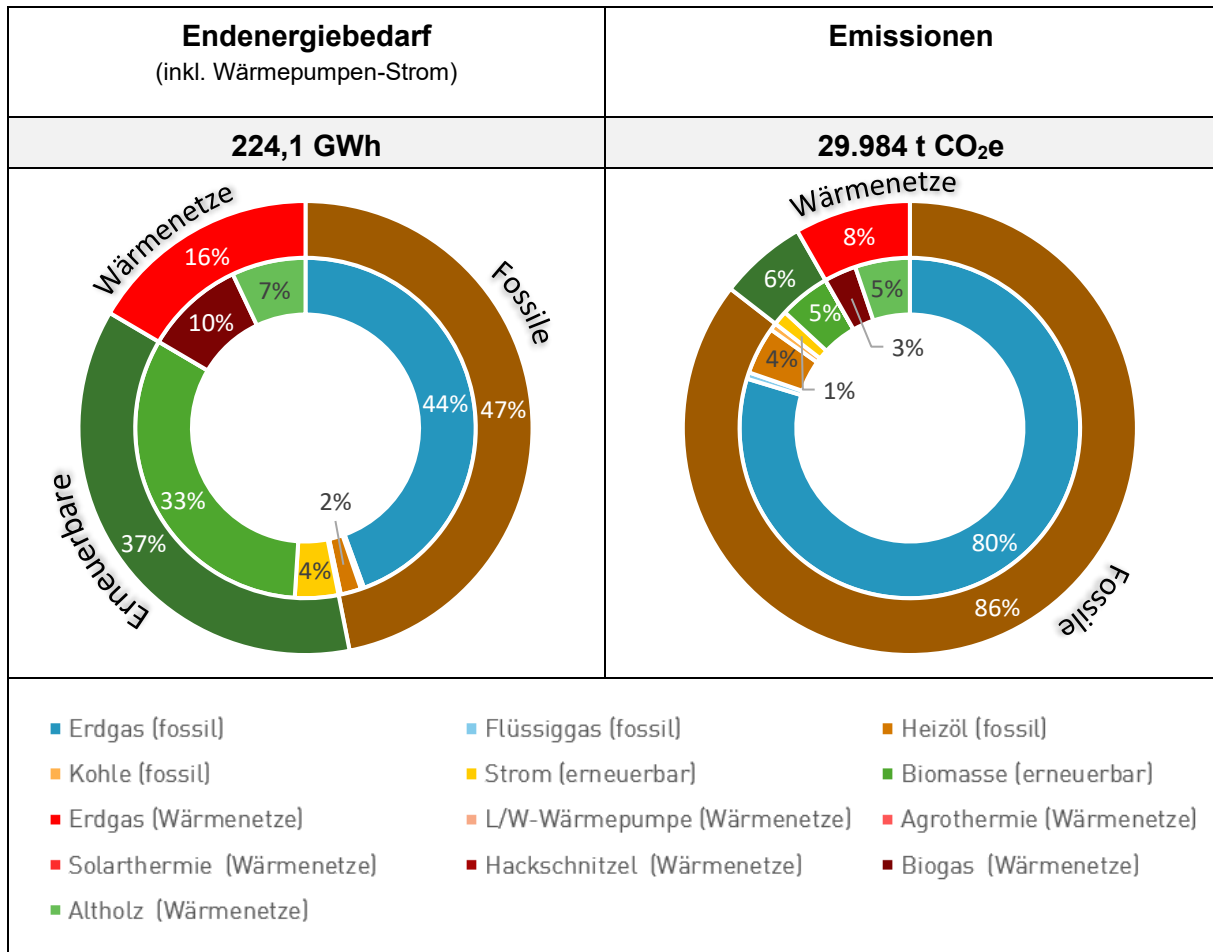
Bilanzierung des Ist-Zustands 2022



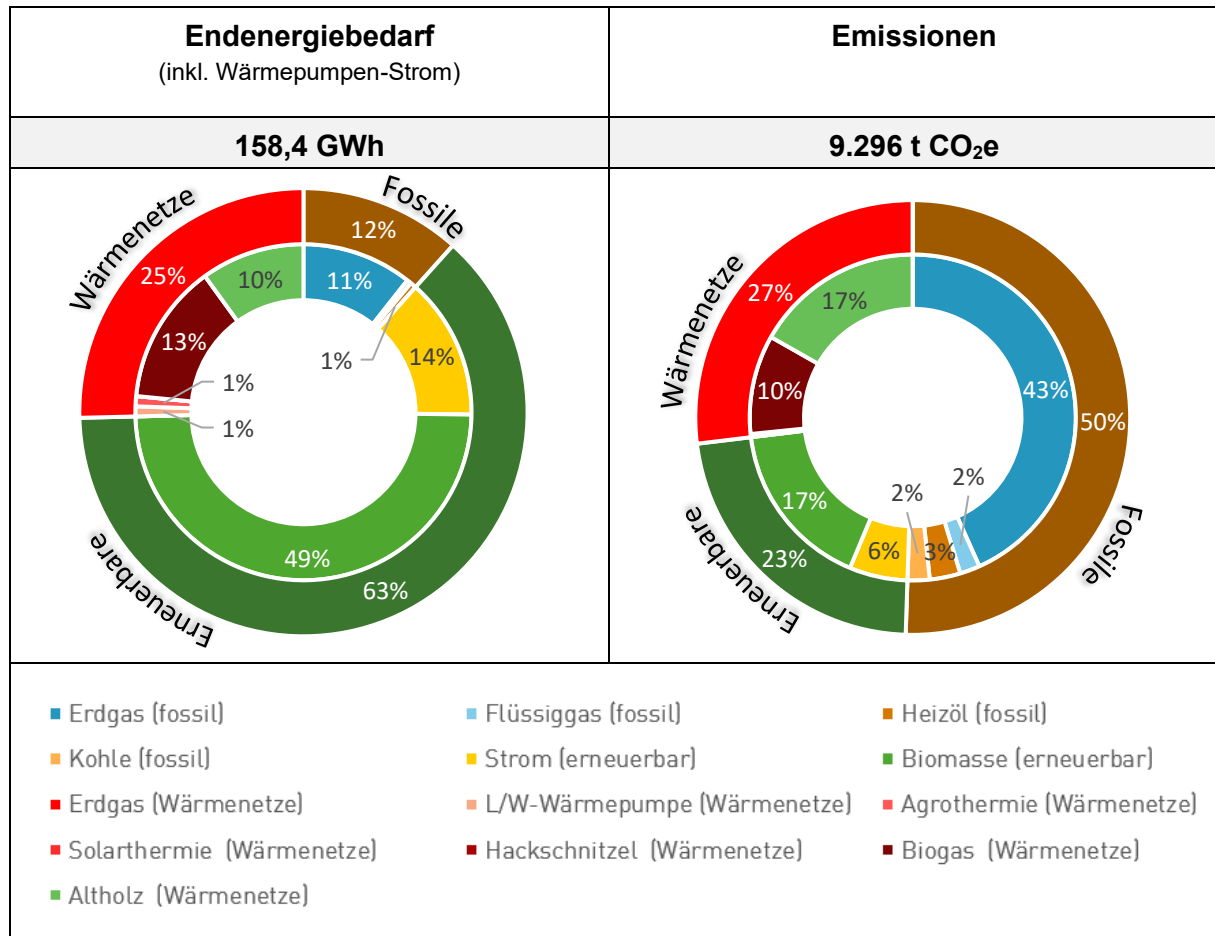
Bilanzierung des Zwischenjahrs 2030



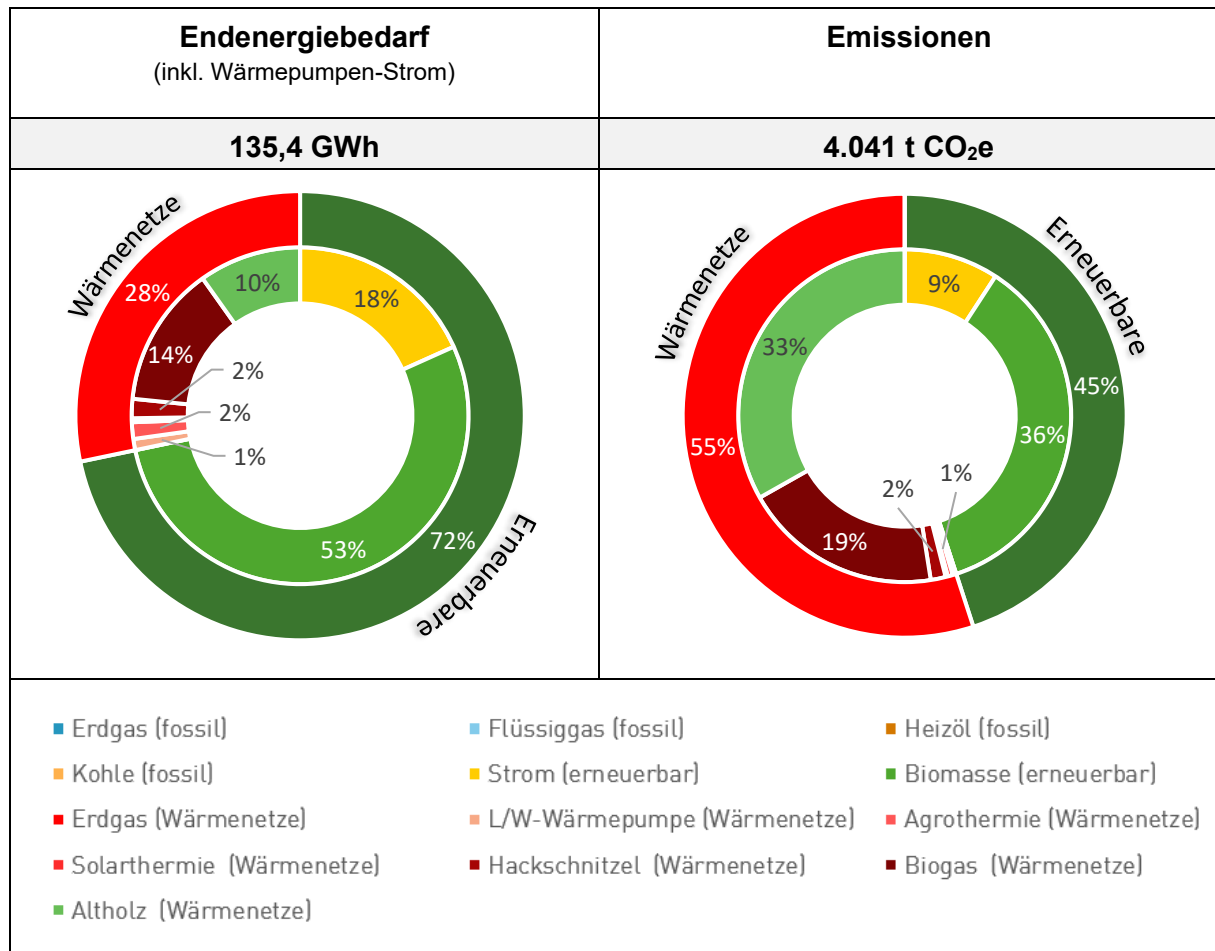
Bilanzierung des Zwischenjahrs 2035



Bilanzierung des Zwischenjahrs 2040



Bilanzierung des Zieljahrs 2045



6.7.3. Emissionsentwicklung bis 2045 auf einen Blick

Nachfolgend wird die Emissionsentwicklung gemäß Zielszenario dargestellt, vom Status quo über die Zwischenjahre 2030, 2035 und 2040 bis zum Zieljahr 2045. Insgesamt wird eine Emissionsreduktion von 94 Prozent erreicht, was je nach Nutzung von Emissionssenkten dem bundesgesetzlich definierten Ziel der Treibhausneutralität bis zu diesem Jahr entspricht.

Emissionssenkung bis 2045 gemäß Zielszenario

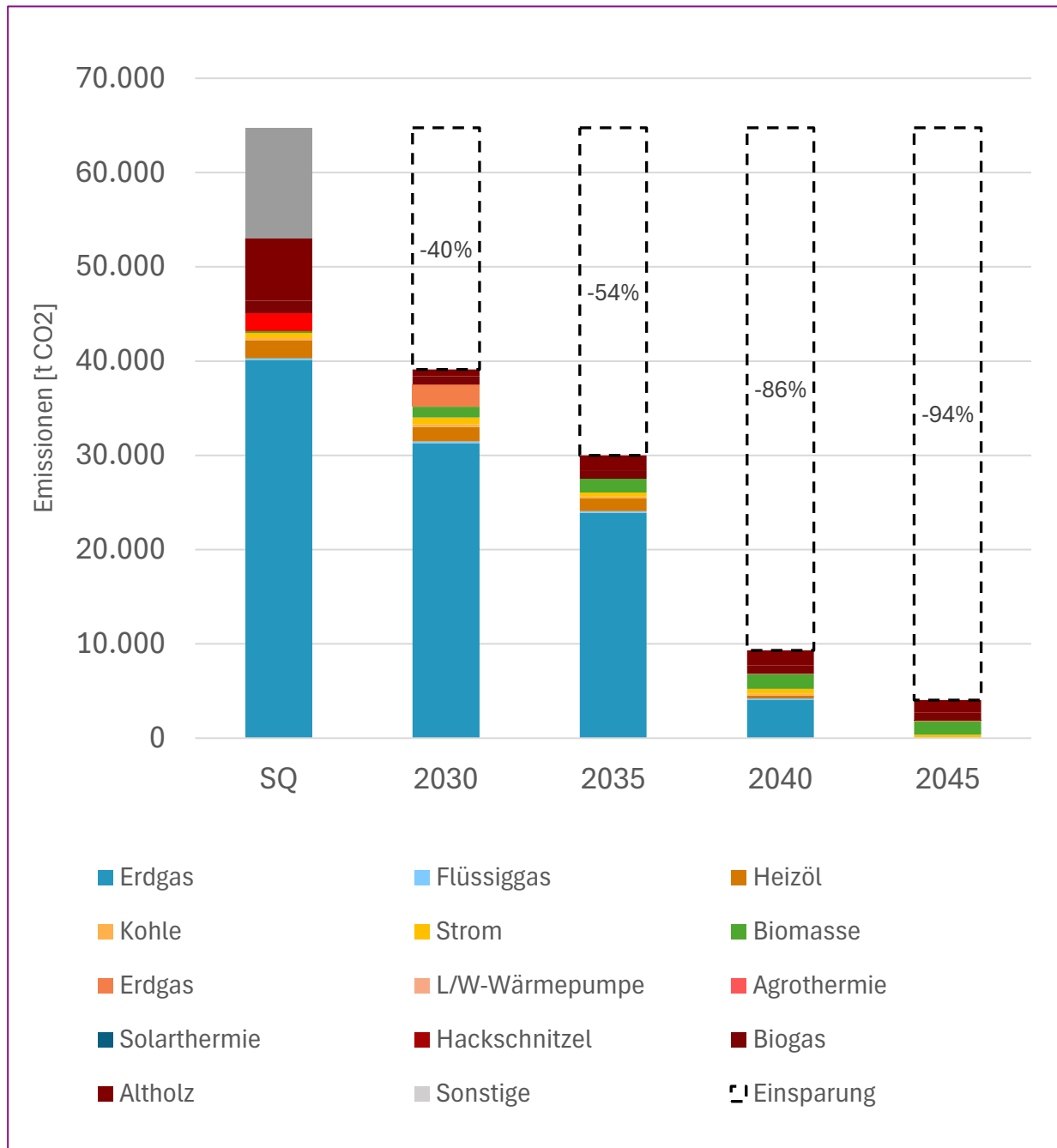


Abbildung 37: Emissionssenkung bis 2045 gemäß Zielszenario

In folgender Darstellung sind die kumulierten Emissionen dargestellt, welche nach Berechnungen des Zielszenarios bis zum Zieljahr 2045 in der Stadt Leinefelde-Worbis entstehen werden. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen verlangsamt den Anstieg der kumulierten Emissionen. Im Vergleich zum Status quo ist der Anstieg im Zieljahr 2045 deutlich abgeflacht.

Kumulierte CO₂-Emissionen bis 2045

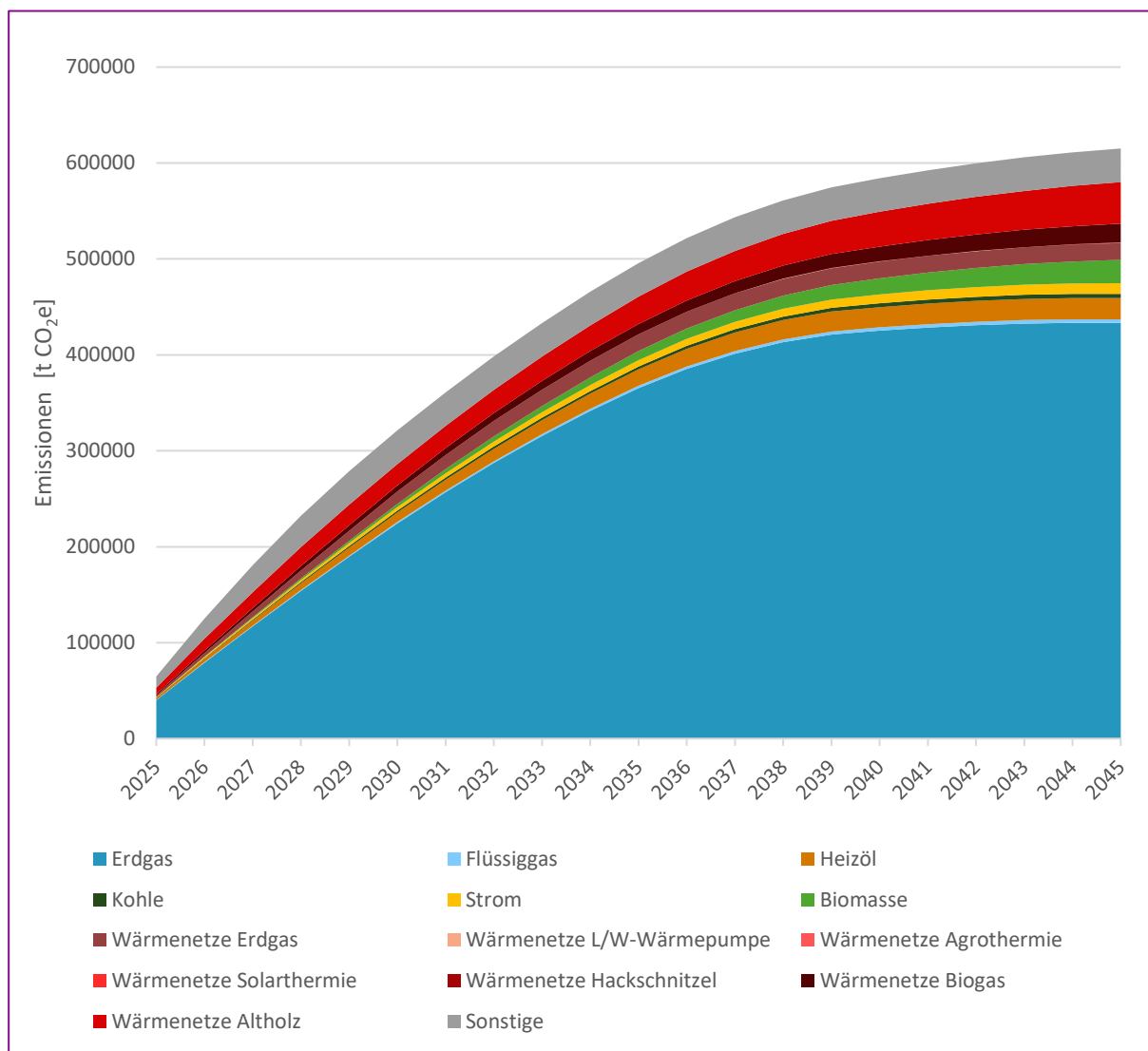


Abbildung 38: Kumulierte CO₂-Emissionen bis 2045

7. Umsetzungsstrategie

Aufbauend auf der Potenzialanalyse sollen mithilfe der Wärmewendestrategie Transformationspfade hin zum Zielszenario aufgezeigt werden. Die nachfolgend formulierte Handlungsstrategie kann als Leitfaden zur weiteren Stadt- und Energieplanung sowie zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung dienen. Die Wärmewendestrategie umfasst ausgearbeitete Maßnahmen, die einzelnen Fokusgebieten zugeordnet wurden. Insgesamt wurden fünf Fokusgebiete sowie deren zugehörige Maßnahmen zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung erarbeitet. Die identifizierten Fokusgebiete sind zur Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Priorität nach gewichtet (Kapitel 7.1). Ergänzt werden sie durch weitere Maßnahmen, die in verschiedene Teilbereiche gegliedert und durch eine kurze Beschreibung konkretisiert werden (Kapitel 7.2).

7.1. Fokusgebiete

Aus dem Zielszenario wurden Fokusgebiete abgeleitet. Die darin beschriebenen konkreten Umsetzungspläne sollten zeitnah umgesetzt werden, sodass die Transformation hin zu einer zukunftsfähigen treibhausgasneutralen Versorgungsstruktur erfolgreich gestaltet werden kann. Ein Fokusgebiet bezeichnet einen Bereich mit inhaltlich ähnlichen Herausforderungen in der Wärmeplanung und muss nicht zwangsläufig ein räumlich zusammenhängendes Gebiet sein.

In den nachfolgenden Beschreibungen der Fokusgebiete werden die weiteren Schritte, die anfallenden Kosten sowie weitere Kriterien beschrieben. Die Abstufung der einzelnen Kategorien ist in Tabelle 16 dargestellt. Die Ausgaben beziehen sich auf die für die Kommune anfallenden Kosten, um die jeweilige Maßnahme umzusetzen. Förderungen, die für die Umsetzung beantragt werden können, werden ebenfalls angegeben. Die zu erzielenden Gewinne, beispielsweise aufgrund von Energieeinsparungen, wurden nicht eingerechnet.

Tabelle 16: Übersicht der fünf Fokusgebiete

Fokusgebiete	
F-1	Machbarkeitsstudien Wärmenetzeignungsgebiete
F-2	Transformationsplan Wärmenetzausbauggebiete
F-3	Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Kampagne Prüfgebiete
F-4	Gebäudewärmenetze
F-5	Dezentrale Versorgung

Tabelle 17: Legende Maßnahmen-Steckbriefe

Ausgaben

keine	niedrig	mittel	hoch
keine Kosten	< 80.000 Euro	80.000 – 200.000 Euro	> 200.000 Euro

Personalaufwand

keiner	niedrig	mittel	hoch
kein Personalaufwand	1-20 AT	21-40 AT	> 40 AT

Klimaschutzwirkung

Indirekte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die keinen unmittelbaren Einfluss auf die Emissionsreduktion haben, aber durch Bewusstseinsbildung, Information oder Förderung einen positiven Beitrag leisten können, beispielsweise durch die Motivation zu energetischen Sanierungen oder die verstärkte Nutzung nachhaltiger Technologien.

indirekt: niedrig	indirekt: mittel	indirekt: hoch
Erreichung von Personengruppen zu Themen mit eher geringem Emissionsreduktionspotenzial	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit erhöhtem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. Sanierungen)	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. PV-Installationen, nachhaltige Heiztechnologien)

Direkte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die einen direkten Einfluss auf die verursachten Emissionen ausüben (z. B. Sanierungsmaßnahmen, Photovoltaik-Ausbau etc.).

direkt: niedrig	direkt: mittel	direkt: hoch
Einzelmaßnahmen, z.B. Sanierung kommunaler Gebäude	Umsetzung von Maßnahmen mit mittlerem Emissionsreduktionspotenzial (abhängig von Verbrauchergruppe und Höhe von Einsparungseffekten)	Umsetzung von Maßnahmen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (z.B. PV und Windkraft) in großem Stil

Lokale Wertschöpfung

keine	niedrig	Mittel	hoch
Keine Wertschöpfungseffekte	Einzelfälle an lokaler Wertschöpfung (z.B. Unterstützung ökologischer Initiativen)	Lokale Wertschöpfung in größerem Stil (z.B. Wirtschaftsförderung für nachhaltige Unternehmen)	Vergleichsweise viele Möglichkeiten intensiver lokaler Wertschöpfung

Akzeptanz und Strahlkraft

keine	niedrig	Mittel	hoch
Maßnahmen, die auf starken Widerstand stoßen oder kaum bekannt sind.	Maßnahmen, die auf gemischte Reaktionen stoßen und wenig Öffentlichkeitswirkung haben.	Maßnahmen, die positiv aufgenommen werden und potenziell lokale oder regionale Aufmerksamkeit erzeugen.	Maßnahmen, die breite Akzeptanz genießen und als Vorzeigeprojekt für nachhaltige Entwicklung oder innovative Lösungen wahrgenommen werden.

Risiko und Hemmnisse

keine	niedrig	Mittel	hoch
Keine erkennbaren Risiken	Geringe Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. technische Herausforderungen), gut beherrschbar und einfach lösbar.	Einige Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. Akzeptanzfragen, potenzielle Verzögerungen durch Genehmigungsprozesse), durch gezielte Maßnahmen lösbar.	Signifikante Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. technologische, rechtliche oder finanzielle Risiken), Gefahr des Scheiterns.

Beschreibung des Fokusgebietes

Das Fokusgebiet stellt die identifizierten Wärmenetzeignungsgebiete in Wintzingerode und Breitenholz dar, welche für die Versorgung durch ein Wärmenetz geeignet erscheinen. Auf Basis der Wärmedichte, vorhandener Infrastruktur und in Absprache mit lokalen Akteur*innen wurden diese Bereiche festgelegt. Die Abbildungen der konkreten Eignungsgebiete bieten Gebäudeeigentümer*innen eine Orientierung zur Planung ihrer zukünftigen Wärmeversorgungsoptionen (Abbildung 39). Die Empfehlung zeigt das Potenzial eines Wärmenetzausbaus, garantiert jedoch keine Umsetzung, da weitere Untersuchungen erforderlich sind (siehe Beschreibung der Maßnahme).

Ein Schwerpunkt des Fokusgebietes ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Speisung des Wärmenetzes. Hierbei soll für das potenzielle Wärmenetz in Wintzingerode die Möglichkeit der Versorgung einerseits aus Biomasse und andererseits durch eine Großwärmepumpe analysiert werden. In Breitenholz wird im östlichen Teil ein Neubaugebiet entstehen dessen Versorgung voraussichtlich über Erdwärmekollektoren gewährleistet wird. Hier kann in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden, ob auch das angrenzende, schon bestehende Wohngebiet mitversorgt werden kann. Die Nutzung dieser Technologien könnte eine stabile, treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Wärmeversorgung sicherstellen. So kann die Wärmeversorgung der Gebiete nachhaltig gestaltet und der Anteil erneuerbarer Energien deutlich erhöht werden.

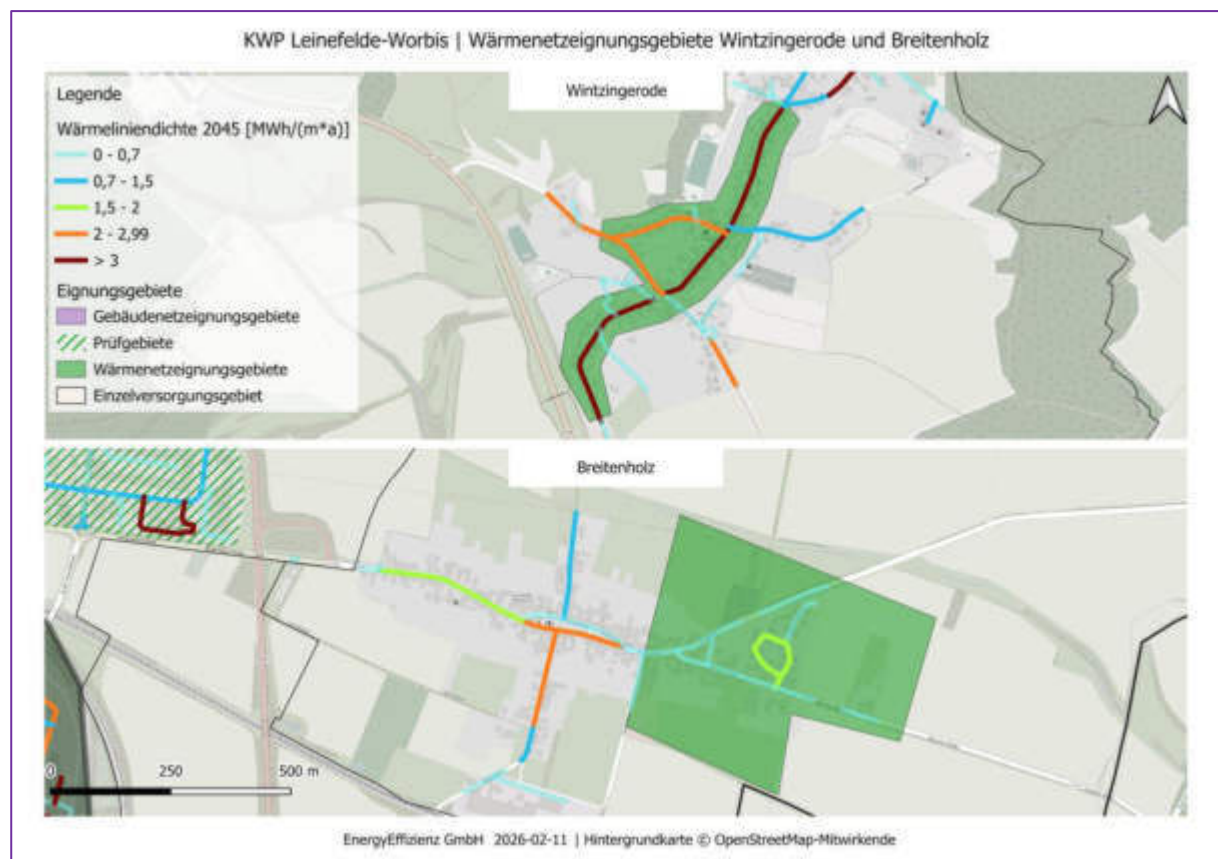


Abbildung 39: Fokusgebiet 1 – Wärmenetzeignungsgebiete in Wintzingerode und Breitenholz

Fokusgebiet 1:**Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiete****F-1****Beschreibung der Maßnahmen**

M-1: Durchführung von Machbarkeitsstudien zur Versorgung der Gebiete in Wintzingerode und Breitenholz zur Erschließung des Wärmepotenzials

Beschreibung

Die Maßnahme fokussiert sich auf die Durchführung von Machbarkeitsstudien zur Evaluierung der Wärmenetzeignungsgebiete in den Stadtteilen Wintzingerode und Breitenholz. Ziel der Studien ist es, verschiedene Technologien zur Energieversorgung sowie die Anschlussbereitschaft zu prüfen. Die Siedlungsstruktur in Wintzingerode bietet zusätzlich zu zukünftigen, energetischen Sanierungen Potenzial für den Ausbau eines Nahwärmenetzes. Eine Bebauung mit hohem Baualter schränkt die Einzelversorgungsoptionen maßgeblich ein, weshalb ein Anschluss an ein Wärmenetz in solchen Gebieten erfahrungsgemäß stärker nachgefragt wird. Im Gegenzug dazu ist in Breitenholz ein Neubaugebiet mit Nahwärmeversorgung geplant. Ziel der Studie ist hier, eine Untersuchung der Ausweitungsmöglichkeiten des entstehenden Wärmenetzes auf das schon bestehende Baugebiet in westlicher Richtung.

Die Machbarkeitsstudie umfasst mehrere zentrale Aspekte. Zunächst wird die technische Machbarkeit betrachtet, um die Eignung der Gebiete für verschiedene erneuerbare Energiequellen zu bestimmen und Möglichkeiten zur Integration dieser Quellen in ein gemeinsames Wärmenetz zu identifizieren. Dies schließt die erforderliche Infrastruktur sowie die technischen Anforderungen für den Betrieb des Wärmenetzes ein.

Des Weiteren erfolgt eine Analyse der Wirtschaftlichkeit, in der eine Kosten-Nutzen-Analyse der Wärmeversorgung durchgeführt wird. Hierbei werden die Investitionskosten und langfristigen Betriebskosten ermittelt sowie potenzielle Fördermöglichkeiten untersucht, um deren Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten.

Ein weiterer Aspekt der Studie ist die Energieeffizienz und die potenziellen CO₂-Einsparungen, die durch die Implementierung der Potenziale erzielt werden können. Die Studie wird die erwarteten Energieeinsparungen sowie das Potenzial zur Reduzierung von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmenetz betrachten.

Rechtliche und planerische Aspekte werden ebenfalls in die Machbarkeitsstudie einbezogen. Hierzu gehört die Überprüfung der baurechtlichen und planungsrechtlichen Voraussetzungen sowie der erforderlichen Genehmigungen und der möglichen rechtlichen Hindernisse.

Die Studie wird zudem den zeitlichen Rahmen für die Umsetzung der verschiedenen Projektphasen abschätzen, um einen realistischen Zeitplan zu erstellen und mögliche Ausbaustufen zu planen.

Zielgruppe	Bürger*innen, Stadtverwaltung, Potenzieller Betreiber
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Beantragung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) (Stadt oder Betreiber) • Vorbereitung der Machbarkeitsstudie: Ziele und Umfang definieren (Stadtverwaltung, ggf. Betreiber) • Datenrecherche: Wärmebedarf, Infrastrukturen und Umweltbedingungen im Leinefelde-Worbis (Stadtverwaltung, Energieversorger, beauftragter Dienstleister) • Analyse des Eignungsgebiets (Beauftragter Dienstleister) • Durchführung der Machbarkeitsstudie: Technische und wirtschaftliche Analysen, inklusive Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Beauftragter Dienstleister) • Untersuchung der Wärmequellen: Prüfung der Installationsmöglichkeiten und Bewertung möglicher Wechselwirkungen (Beauftragter Dienstleister) • Analyse von alternativen Wärmequellen für Spitzenlast und Redundanz (Beauftragter Dienstleister) • Abschlussbericht: Dokumentation der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (Beauftragter Dienstleister). • Öffentlichkeitsarbeit: Information der Öffentlichkeit über Ergebnisse und nächste Schritte (Stadtverwaltung, beauftragter Dienstleister)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird. Die Machbarkeitsstudie ist zudem Voraussetzung dafür, dass weitere Fördermittel z.B. für den Bau des Wärmenetzes beantragt werden dürfen.
Laufzeit	Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Projektskizze zu erarbeiten. Eine Machbarkeitsstudie ist zudem Voraussetzung, wenn weitere Fördermittel z.B. für den Bau des Wärmenetzes beantragt werden sollen. Liefert die Machbarkeitsstudie ein positives Ergebnis und wird die BEW-Förderung in Anspruch genommen, muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.
Ausgaben	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Je Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf 30.000 bis 60.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.

Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1). • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern, den spezifischen Gegebenheiten des Standorts und des Vergleichssystems abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über den Betreiber, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Es wird von davon ausgegangen, dass die Maßnahme grundlegend positiv aufgenommen wird, da sie potenziell eine Alternative zur Einzelversorgung aufzeigt. Jedoch sollte insbesondere hinsichtlich einer möglichen Biomassenutzung oder Flächeninanspruchnahme durch andere Technologien umfassend informiert werden, um die Akzeptanz zu steigern. Bei Realisation kann das Projekt ein Vorbild für die Region darstellen.
Risiko und Hemmnisse	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Aktuell bestehen hohe Risiken, da die Anschlussquote für einen wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes hoch sein muss. Dementsprechend sollte das Risiko zunächst über die Abfrage der Beteiligungsbereitschaft gemindert werden. Des Weiteren könnten auch technologische Hemmnisse bei der Nutzung der Potenziale bestehen, die es im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu untersuchen gilt.

Fokusgebiet 2:

Transformationsplan Wärmenetzausbaugebiete

F-2

Beschreibung des Fokusgebietes

Die Bestandswärmenetze in den Stadtteilen Leinefelde und Worbis sollen durch einen Ausbau erweitert werden. Die Eignungsgebiete in Worbis, welche in Abbildung 41 dargestellt sind, eignen sich besonders gut für einen Ausbau, da hier eine hohe Wärmeliniedichte gegeben ist und zahlreiche potenzielle Abnehmer vorhanden sind, die sich aufgrund ihres hohen Wärmebedarfs ideal für den Anschluss an ein Nahwärmenetz eignen. Auch in den Prüfgebieten in Leinefelde in Abbildung 40 finden sich Straßenzüge mit hoher Wärmeliniedichte und so könnten sich die Gebiete ebenso für einen Ausbau eignen. Durch die Netzerweiterung kann die Effizienz des Wärmenetzes gesteigert, die Wirtschaftlichkeit verbessert und die Versorgung mit treibhausgasneutraler Wärme weiter ausgebaut werden. Eventuell sind bei einer Netzerweiterung neue Erzeugungsanlagen zu errichten, ggf. auch ausschließlich für den neuen Netzabschnitt, wenn ein direkter Anschluss an das bestehende Netz technisch nicht möglich ist.

Ziel des zweiten Fokusgebietes ist es, die Machbarkeit des Ausbaus der Bestandswärmenetze zu prüfen, welche z.B. durch die Erschließung der Agrothermiepotenziale in Worbis umgesetzt werden könnten.

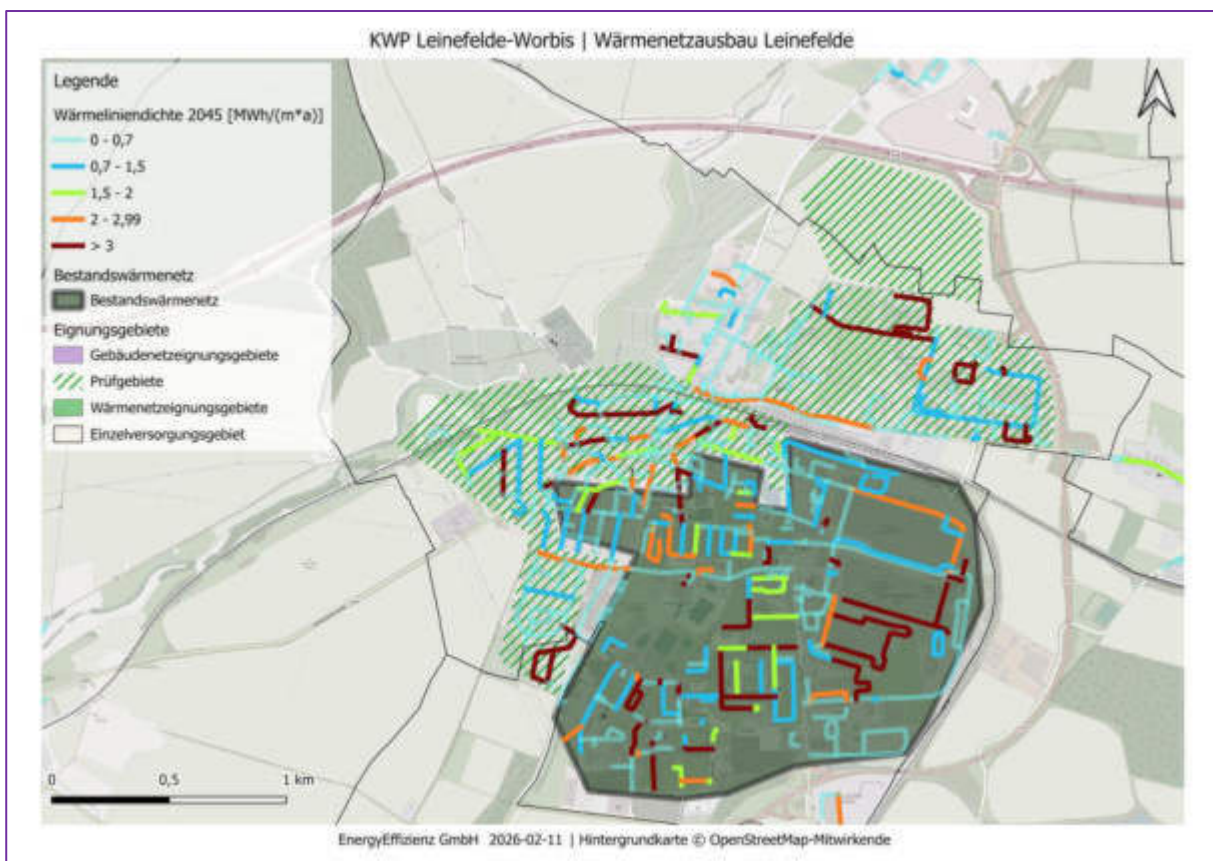


Abbildung 40: Fokusgebiet 2 – Prüfgebiete für den Wärmenetzausbau in Leinefelde

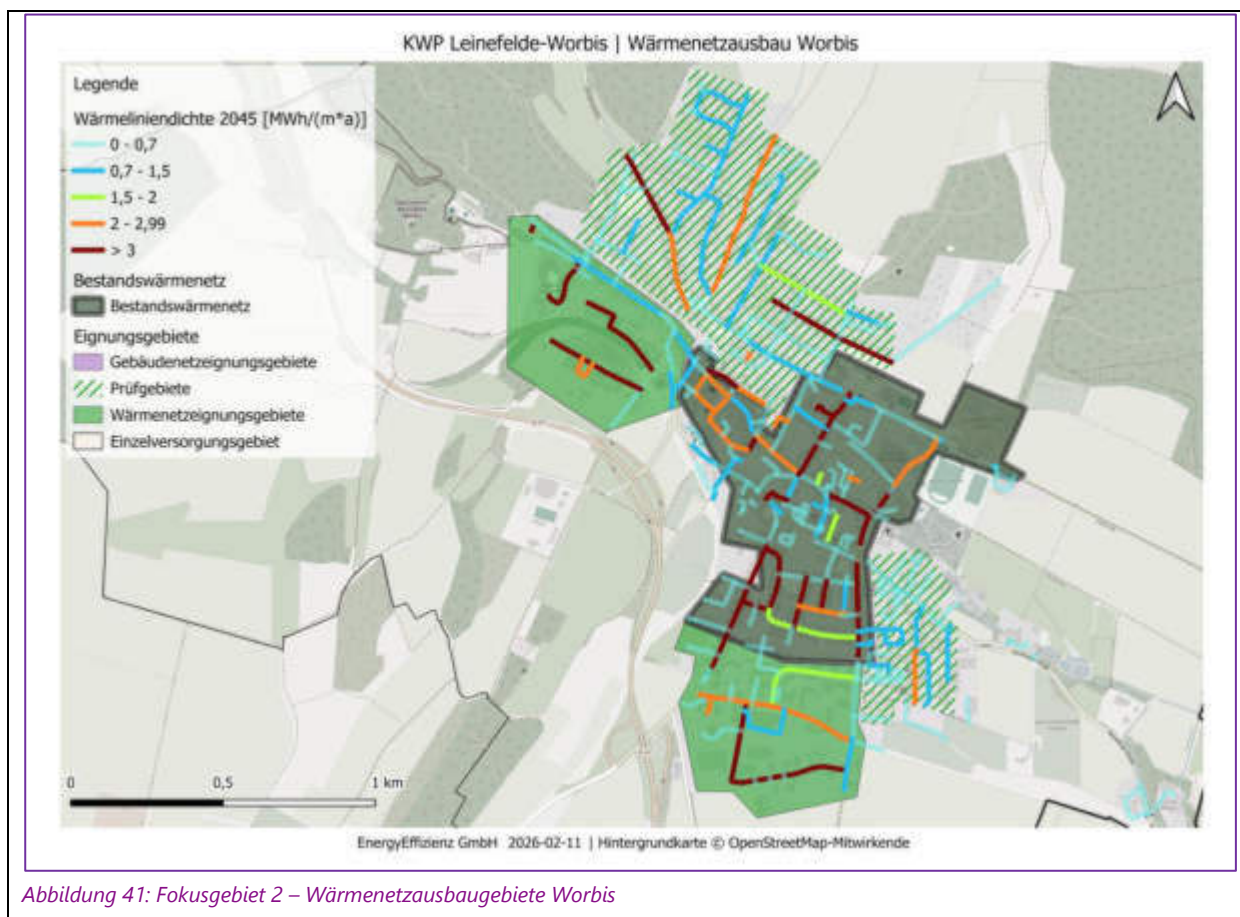


Abbildung 41: Fokusgebiet 2 – Wärmenetzausbaubereiche Worbis

Fokusgebiet 2: Transformationsplan Wärmenetzausbaugebiete		F-2
Beschreibung der Maßnahmen		
M-2: Transformationsplan zum Ausbau der Bestandswärmenetze in Leinefelde und Worbis		
Beschreibung	Das Fokusgebiet umfasst die Maßnahme zum Ausbau der Bestandswärmenetze in Leinefelde und Worbis. Ziel ist die Prüfung der potenziellen Erweiterung der bestehenden Wärmeversorgung, um auch weitere Gebäude im Prüf- oder Eignungsgebiet ans Netz anzuschließen. Die geplante Maßnahme beinhaltet zwei Transformationspläne, die untersuchen, wie die Integration dieser zusätzlichen Gebiete in das bestehende Wärmenetz technisch und wirtschaftlich umgesetzt werden und wie die benötigte Wärmemenge bereitgestellt werden kann. Dabei werden verschiedene Aspekte wie die Infrastruktur der Gebäude, die Wärmebedarfe und die möglichen Ausbaustufen des bestehenden Systems berücksichtigt. Ziel ist es, durch diesen Ausbau eine treibhausgasneutralere und ressourcenschonende Energieversorgung für die betroffenen Straßen zu gewährleisten und gleichzeitig das Bestandsnetz zu optimieren. Der Transformationsplan soll unter anderem die technische Umsetzbarkeit und die potenziellen Klimavorteile dieser Erweiterung detailliert untersuchen. Des Weiteren erfolgt zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit eine Kosten-Nutzen-Analyse. Hierbei werden die Investitionskosten und langfristigen Betriebskosten ermittelt sowie Fördermöglichkeiten untersucht, um deren Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten. Darüber hinaus werden potenzielle Treibhausgaseinsparungen ermittelt, die durch den Ausbau des Bestandswärmenetzes und die Wärmebereitstellung des zusätzlichen Einsatzes von Agrothermie und/oder Großwärmepumpen erzielt werden können. Rechtliche und planerische Aspekte werden ebenfalls in die Transformationspläne mit einbezogen. Hierzu gehört die Überprüfung der baurechtlichen und planungsrechtlichen Voraussetzungen sowie die Klärung der erforderlichen Genehmigungen und möglicher rechtlicher Hindernisse. Die Transformationspläne werden zudem den zeitlichen Rahmen für die Umsetzung der verschiedenen Ausbauphasen der beiden Bestandsnetze abschätzen, um einen realistischen Zeitplan darstellen zu können. Darüber hinaus soll die Anschlussbereitschaft im Bereich des bestehenden Wärmenetzes sowie im Ausbaubereich abgefragt werden.	
Zielgruppe	Netzbetreiber, Stadtverwaltung, lokale Firmen	

Handlungsschritte & Verantwortliche	• Beantragung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) (Stadt oder Betreiber) • Vorbereitung der Transformationsplanung: Ziele und Umfang definieren (Stadtverwaltung, ggf. Betreiber) • Analyse des Eignungsgebiets (Beauftragter Dienstleister) • Durchführung der Transformationsplanung: Technische und wirtschaftliche Analysen, inklusive Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Beauftragter Dienstleister) • Untersuchung der Wärmequellen: Prüfung der Installationsmöglichkeiten und Bewertung möglicher Wechselwirkungen (Beauftragter Dienstleister) • Analyse von alternativen Wärmequellen für Spitzenlast und Redundanz (Beauftragter Dienstleister) • Abschlussbericht: Dokumentation der Ergebnisse des Transformationsplans (Beauftragter Dienstleister). • Öffentlichkeitsarbeit: Information der Öffentlichkeit über Ergebnisse und nächste Schritte (Stadtverwaltung, Betreiber, beauftragter Dienstleister)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und eine ausreichende Beteiligungsbereitschaft der ansässigen Unternehmen erreicht wird.
Laufzeit	Die Erstellung eines Transformationsplans umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Projektskizze zu erarbeiten. Ein Transformationsplan ist zudem Voraussetzung, wenn weitere Fördermittel z.B. für den Ausbau des Wärmenetzes beantragt werden sollen.
Ausgaben	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Je Transformationsplan werden die Gesamtkosten auf 20.000 – 60.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben für eine spätere Machbarkeitsstudie um 50 %.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1) • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten. • Förderung ab 16 Gebäuden.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch

Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Transformationsplanung abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über den Betreiber, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als mittel eingeschätzt, da sie eine wertvolle Alternative zur Einzelversorgung darstellen kann.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Hemmnisse liegen insbesondere bei der Beteiligungsbereitschaft und der technischen Umsetzbarkeit. Insgesamt wird das Risiko allerdings durch die bereits bestehenden Netze als geringer eingeschätzt als bei einem vollständigen Neubau eines Netzes. Des Weiteren könnten auch technologische Hemmnisse bei der Nutzung der Potenziale bestehen, die es im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu untersuchen gilt.

Fokusgebiet 3:

F-3

Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Kampagne Prüfgebiete

Beschreibung des Fokusgebietes

Das dritte Fokusgebiet konzentriert sich auf die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsprüfungen zur zentralen Wärmeversorgung des Gewerbegebiets im Stadtteil Beuren und den Wohngebieten in den Stadtteilen Hundeshagen und Birkungen (siehe Abbildung 42).

Eine zentrale Wärmeversorgung bietet den Vorteil, dass Skaleneffekte oder auch an dem Gebiet angrenzende Flächenpotenziale genutzt werden können. Der nächste Schritt für diese Prüfgebiete ist die Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsprüfung, welche Aufschluss darüber geben soll, welche möglichen Potenziale zur Speisung zukünftiger Wärmenetze in den Gebieten genutzt werden könnten.

Für die Transformation der Wärmeversorgung empfiehlt sich zusätzlich eine Kampagne, die die Teilnehmenden der verschiedenen Prüfgebiete in den Prozess einbindet. In Gewerbegebieten können so Kooperationen zur Entwicklung des Wärmenetzes geschaffen werden und in Wohngebieten kann so die Anschlussbereitschaft bzw. die Initiative für Gebäudenetze gestärkt werden, sollte die Wirtschaftlichkeit von größeren Wärmenetzen nicht gegeben sein. Ein weiterer wichtiger Baustein zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung, ist die Energieeffizienz im Gewerbegebiet. Für die Hebung von Energieeinsparpotenzialen soll die Bewerbung von Energieeffizienzberatung verstärkt erfolgen und so energetische Sanierungen angeregt werden. So kann die Effizienz der Wärmeversorgung des Gewerbegebietes gesteigert, die Wirtschaftlichkeit verbessert und die Versorgung mit treibhausgasneutraler Wärme weiter ausgebaut werden.

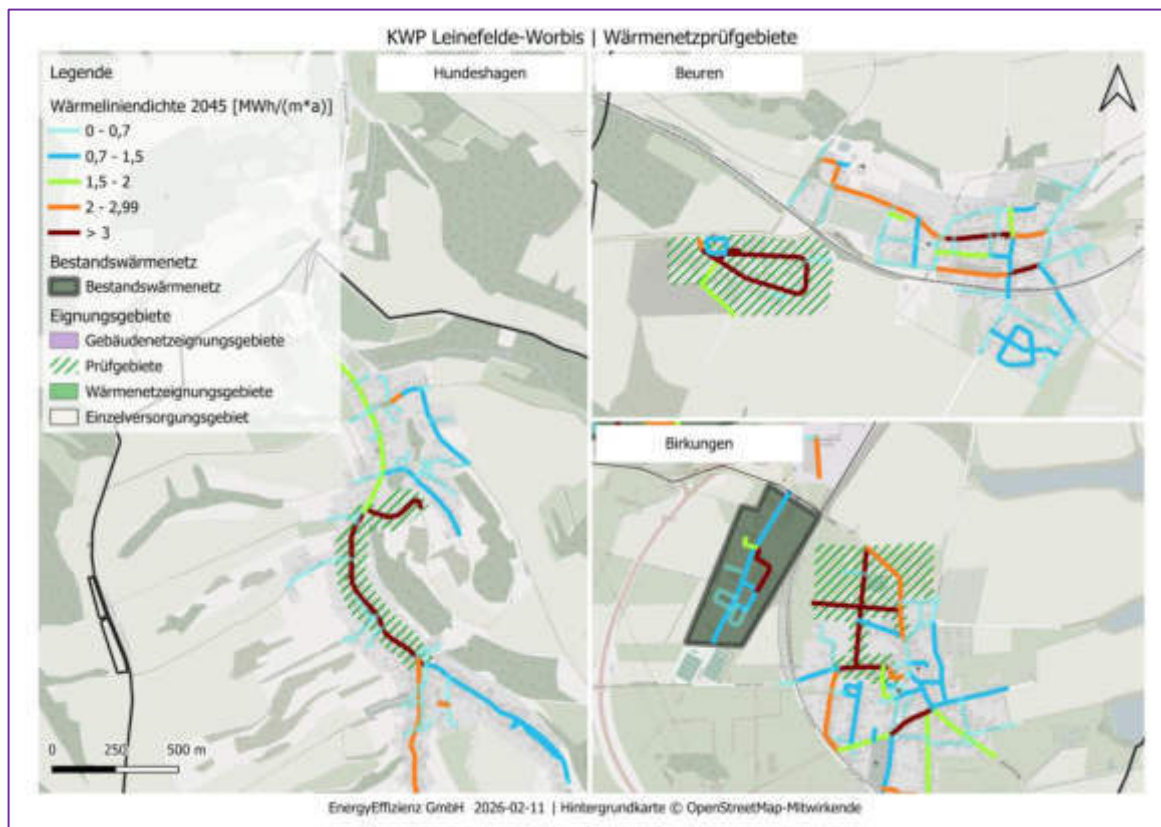


Abbildung 42: Fokusgebiet 3 – Prüfgebiete in den Stadtteilen Hundeshagen, Beuren und Birkungen

Fokusgebiet 3:**Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Kampagne Prüfgebiete****F-3****Beschreibung der Maßnahmen**

M-3: Durchführung von Wirtschaftlichkeitsprüfungen zur Versorgung der Prüfgebiete in Leinefelde-Worbis

Beschreibung

Eine zentrale Wärmeversorgung bietet den Vorteil, dass Skaleneffekte z.B. durch Großwärmepumpen oder auch Solar- / Agrothermiepoteziale auf angrenzenden Flächen genutzt werden können. Ein Wärmenetz kann zudem Symbiosen zwischen Wärme- und Kältebedarfen schaffen. Insbesondere das Einspeisen von unvermeidbarer Abwärme bietet hier eine attraktive Möglichkeit zur Dekarbonisierung.

Der nächste Schritt für diese Prüfgebiete ist die Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsprüfung, welche Aufschluss darüber geben soll, welche möglichen Potenziale zur Speisung potenzieller zukünftige Wärmenetze in den Gebieten genutzt werden könnten. In Birkungen gilt es ebenso zu prüfen, ob ein Anschluss oder eine Verbindung zum vorhandenen Bestandsnetz in Leinefelde wirtschaftlich und konzeptuell sinnvoll ist.

In Beuren kann darüber hinaus eine erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung der Gewerbegebiete durch die Einführung von Netzwerktreffen der lokalen Unternehmen und relevante Akteur*innen unterstützt werden, da hierbei Unternehmen als strategische Partner in die Gestaltung der Wärmeversorgung des Gewerbegebietes eingebunden und langfristige Kooperationen gefördert werden sollten.

In den drei Gebieten soll unter anderem die technische Umsetzbarkeit, die Kosten-Nutzen-Analyse und die potenziellen Klimavorteile eines Wärmenetzes im Gewerbegebiet detailliert untersucht werden. Des Weiteren muss untersucht werden, welche Potenziale zur Speisung in ein Wärmenetz im Gewerbegebiet genutzt werden können. In Birkungen könnte eine Kombination aus Solarthermie, Agrothermie und Biomasse oder eine Großwärmepumpe als Möglichkeiten der Zentralen Wärmeversorgung untersucht werden.

Darüber hinaus wird im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsprüfung das Anschlussinteresse der ansässigen Firmen oder der Anwohner*innen abgefragt und die aktuellen Wärme- und Kühlungsbedarfe ermittelt. Zudem müssen mögliche zukünftige Entwicklung abgeschätzt und prognostiziert werden, um eine zuverlässige Aussage zu treffen. Neben den praktischen Rahmenbedingungen werden auch rechtliche Einschränkungen berücksichtigt. Entsprechende Förderungen können die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze erhöhen.

Zielgruppe	Bürger*innen, Stadtverwaltung, Unternehmen, Ankerkunden, Potenzielle Betreiber
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Abstimmung Ankerkunden (Stadt, Wirtschaftsförderung und Betreiber) • Erstellung der Projektskizze (Stadt, Betreiber) • Beauftragung einer ersten Wirtschaftlichkeitsprüfung (Stadt, Betreiber) • Durchführung der Wirtschaftlichkeitsprüfung (Dienstleister) • Bei erfolgreicher Wirtschaftlichkeitsprüfung: Beantragung der BEW-Förderung
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und eine ausreichende Beteiligungsbereitschaft der ansässigen Unternehmen bzw. Gebäudeeigentümer*innen erreicht wird.
Laufzeit	Der Aufbau eines flächendeckenden Wärmenetzes im Gewerbegebiet setzt die Einbindung der Mehrheit der ansässigen Unternehmen voraus. Die Aufgabenstellung einer Wirtschaftlichkeitsprüfung ergibt sich aus der Abstimmung mit deren Dekarbonisierungsplänen und der Aufstellung einer gemeinsamen Projektskizze. Die Erstellung der Wirtschaftlichkeitsprüfung umfasst einen Zeitraum von bis zu einem Jahr. Bei positiven Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsprüfung, kann eine Machbarkeitsstudie beauftragt werden und in der Folge muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.
Ausgaben	☒ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Je Wirtschaftlichkeitsprüfung werden die Gesamtkosten auf 15.000 – 40.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben für eine spätere Machbarkeitsstudie um 50 %.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1) • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten • Förderung ab 16 Gebäuden
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch

Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Die genaue Einsparung hängt jedoch von vielen Faktoren ab, einschließlich den spezifischen Gegebenheiten des Standorts und des Vergleichssystems. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über den Betreiber, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Es wird von davon ausgegangen, dass die Maßnahme grundlegend positiv aufgenommen wird, da sie potenziell eine Alternative zur Einzelversorgung aufzeigt.
Risiko und Hemmnisse	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Hemmnisse liegen insbesondere bei der Beteiligungsbereitschaft. Wenn ein ausreichendes Interesse im betreffenden Gebiet besteht, sind die Risiken in Gewerbegebieten geringer als bei Wärmenetzen in Wohngebieten, da einige Unternehmen als Ankerkunden dienen können und eine langfristige Wirtschaftlichkeit sicherstellen.

Fokusgebiet 4:**Gebäudewärmenetze****F-4****Beschreibung des Fokusgebietes**

Das Fokusgebiet umfasst eine zukünftige Wärmeversorgung durch Gebäudewärmenetze in den Stadtteilen Kallmerode, Kaltohmfeld und Kirchohmfeld (siehe Abbildung 43). Durch den Einsatz von sogenannten Gebäudenetzen wird eine erhebliche Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung erzielt. Gebäudenetze, die auf eine geringe Anzahl von maximal bis zu 16 Gebäuden begrenzt sind, bieten eine Alternative zu klassischen Wärmenetzen, welche mehr als 16 Gebäude bzw. 100 Wohneinheiten versorgen können.

Gebäudenetze sind förderfähig durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM), sofern die Wärmeerzeugung mindestens zu 65 % aus erneuerbaren Energien stammt; die Grundförderung beträgt dabei 30 % und kann um einen Geschwindigkeits- und Einkommensbonus ergänzt werden. Auch der Anschluss an ein bestehendes Gebäudenetz wird gefördert, wenn das Netz mindestens 25 % seiner Wärme aus erneuerbaren Quellen oder Abwärme bezieht. Größere Wärmenetze, die mehr als 16 Gebäude versorgen, fallen unter die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), welche den Neubau, die Transformation und den Ausbau von Netzen fördert, wenn mindestens 75 % der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammen.

Für die Gebäudenetzeignungsgebiete sollten Voruntersuchungen, welche die Einbindung der Öffentlichkeit und lokaler Akteur*innen berücksichtigen, vorausgehen. Eine Reihe entscheidender Kriterien – darunter die Wärmeliniendichte, die Beteiligungsbereitschaft, bestehende Infrastrukturen und das lokale verfügbare Potenzial für erneuerbare Energien – bilden die Grundlage für die Identifizierung dieser Gebiete. Die partizipative Herangehensweise wird dabei als maßgeblich angesehen, um eine breite Akzeptanz und langfristige Umsetzbarkeit sicherzustellen. Gebäudewärmenetze können von Bürgerenergiegenossenschaften betrieben oder privat organisiert werden.

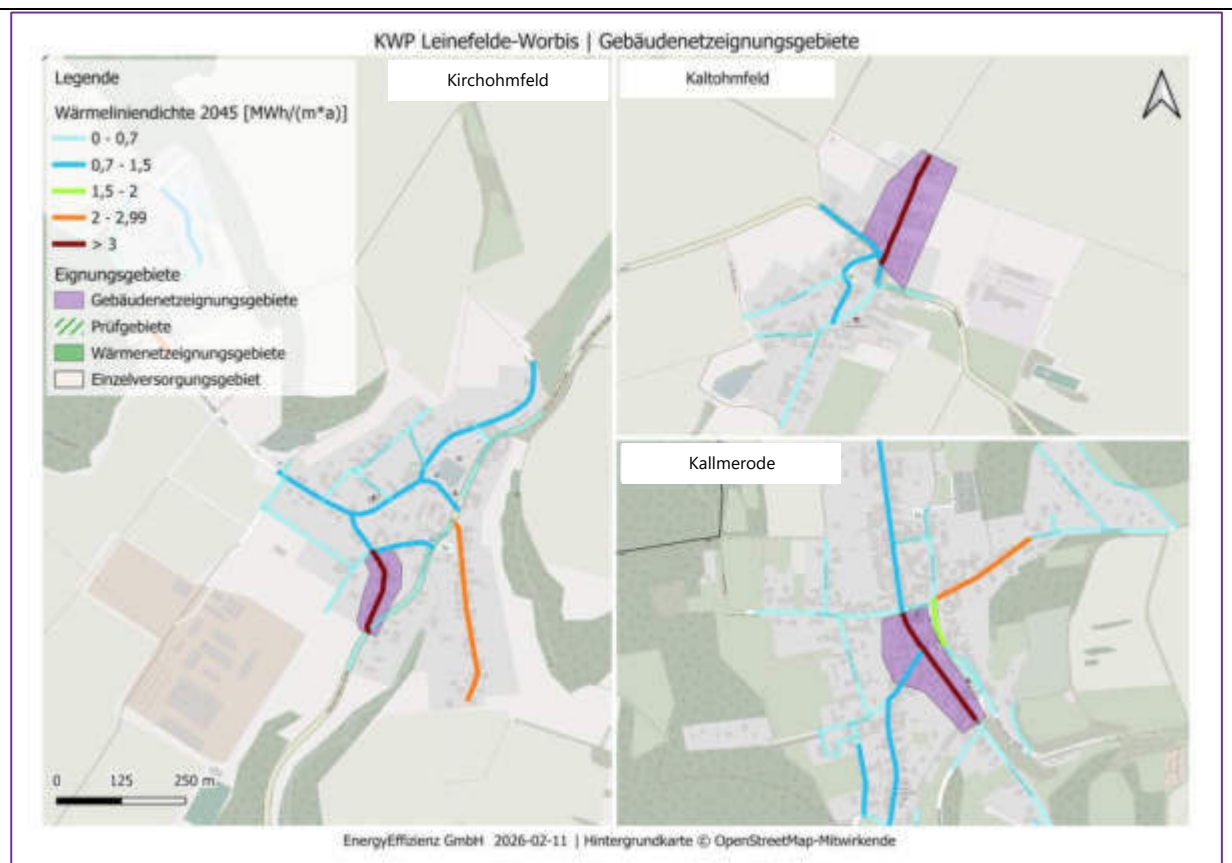


Abbildung 43: Fokusgebiet 4 – Gebäudenetzeignungsgebiete in den Stadtteilen Kallmerode, Kaltohmfeld und Kirchhofmfeld

Fokusgebiet 4: Gebäudewärmenetze		F-4
Beschreibung der Maßnahmen		
M-4: Durchführung von Wirtschaftlichkeitsprüfungen für die identifizierten Gebäudenetzeignungsgebiete		
Beschreibung	Der Prozess der Implementierung eines Gebäudenetzes beginnt mit der Prüfung der allgemeinen Anschlussbereitschaft und der Erhebung detaillierter Daten zur Wärmenachfrage und vorhandenen Infrastruktur. Daraufhin wird eine Vorplanung beauftragt, welche technische und wirtschaftliche Aspekte des Netzwerks berücksichtigt. In einer weiteren Phase werden zusätzliche Anschlussteilnehmer*innen akquiriert, um die Anschlussquote und damit die Wirtschaftlichkeit des Netzes zu erhöhen. Nach Abschluss dieser Schritte kann die finale Planung mit vertraglicher Absicherung erfolgen, bevor das Projekt schließlich umgesetzt werden kann. Gebäudenetze können von privaten Akteur*innen errichtet und betrieben werden. Laut Förderrichtlinien sind Netze mit bis zu 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten förderfähig, unabhängig vom Biomasseanteil. Solange die Anforderungen an die Wärmeerzeugung erfüllt sind, ist der Einsatz unterschiedlicher Technologien möglich, wobei bereits zwei zentral versorgte Gebäude die Mindestanforderung für eine Förderung erfüllen. Dennoch kann die kommunale Wärmeplanung einen positiven Einfluss auf die Errichtung privater Gebäudenetze haben. Die Stadt kann insbesondere in der Anfangsphase organisatorisch unterstützen. Da die Wirtschaftlichkeit stark von Faktoren wie der Anzahl angeschlossener Gebäude, der Wärmedichte und den eingesetzten Technologien abhängt, ist eine sorgfältige Planung und Kalkulation unverzichtbar. Private Gebäudenetze bieten eine flexible und förderfähige Möglichkeit für eine effiziente und nachbarschaftliche Wärmeversorgung. Eine enge Abstimmung mit lokalen Behörden und zukünftigen Nutzer*innen ist stets erforderlich, um die erfolgreiche Umsetzung sicherzustellen.	
Zielgruppe	• Private Gebäudenutzung: Bürger*innen, Gebäudeeigentümer*innen • Kommunale Gebäudenutzung: Stadtverwaltung	

Handlungsschritte & Verantwortliche	• Anschlussbereitschaft allgemein prüfen und genaue Daten erheben (Private Initiativgruppe bzw. Stadtverwaltung, ggf. Koordination durch Verwaltung) • Vorplanung in Auftrag geben (Potenzieller Betreiber) • Weitere Akquise potenzieller Anschlussteilnehmer durchführen • Finale Planung erstellen und Vorverträge abschließen (rechtliche Absicherung) • Beantragung der BEG-Förderung (Betreiber) • Beteiligung der Öffentlichkeit und zusätzliche Akquisemaßnahmen durchführen (Betreiber, ggf. mit Unterstützung Stadt)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.
Laufzeit	Die Vorplanung zur Umsetzung der Maßnahme umfasst einen Zeitraum von circa einem halben Jahr. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Planung zu erarbeiten. Obwohl kein spezifisches Enddatum für die Antragstellung genannt wird, ist es ratsam, die Förderung so früh wie möglich zu beantragen, da sich die Bedingungen ändern können.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für eine Vorplanung werden die Gesamtkosten auf 5.000 bis 15.000 € geschätzt.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1). • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50% der förderfähigen Kosten. • Förderung ab 16 Gebäuden. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM): • Errichtung, Umbau oder Erweiterung von Gebäudenetzen (max. 16 Gebäude bzw. 100 Wohneinheiten) • Anschluss an Gebäude- oder Wärmenetze • Fördersätze: ○ 30 % für Gebäudenetzanschluss ○ 30 % für Errichtung, Umbau oder Erweiterung von Gebäudenetzen • Förderung bis zu 16 Gebäuden.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch

Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Gebäudenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Vorplanung abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☒ direkt ☐ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Nutzung des wirtschaftlichen Potenzials der Gebäudenetze über die Wärmequelle, die angeschlossenen Endnutzer*innen als auch das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune für fossile Energieträger gemindert, was einen zusätzlichen Beitrag zur lokalen Wertschöpfung leistet. Die Nutzung lokaler Ressourcen tragen ebenfalls signifikant zur lokalen Wertschöpfung bei.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als mittel eingeschätzt, da die Lösung der Gebäudenetz zwar noch weniger Bekanntheit aufweist, aber eine wertvolle Alternative zur Einzelversorgung darstellen kann.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Hemmnisse liegen insbesondere bei der Beteiligungsbereitschaft und der Organisation der Betreiberfrage. Wenn ein ausreichendes Interesse in betreffenden Gebieten besteht, sind die Risiken für den Aufbau eines Gebäudenetzes nach erfolgter Wirtschaftlichkeitsprüfung gering.

Fokusgebiet 5:**Dezentrale Versorgung****F-5****Beschreibung des Fokusgebietes**

Außer in den vorgestellten Wärmeeignungs-, Gebäudenetzeignungs- und Prüfgebieten wird der Fokus auf die dezentrale Versorgung gelegt, um eine nachhaltige und bedarfsgerechte Wärmeversorgung zu fördern. Die Planung berücksichtigt spezifische lokale Faktoren, die für dezentrale Versorgungsstrukturen relevant sind.

Die Wärmedichte und die Wärmeliniendichte sind entscheidende Parameter, die die Eignung von Gebieten für dezentrale Lösungen beeinflussen. In Regionen mit geringer Wärme- oder Wärmeliniendichte erweisen sich dezentrale Systeme häufig als wirtschaftlich vorteilhaft. In dünn besiedelten Gebieten, in denen ein zentralisiertes Wärmenetz aufgrund der geringen Wärmenachfrage nicht rentabel ist, können alternative Wärmequellen, wie beispielsweise Wärmepumpen, Oberflächennahe Geothermie (z.B. Erdwärmesonden oder Kollektoren) und Dach-Solarthermie, effektive Lösungen bieten.

Die Implementierung dezentraler Versorgungssysteme ermöglicht es, die spezifischen Gegebenheiten der Stadtteile zu berücksichtigen und individuelle Strategien zu entwickeln, die sowohl ökologisch nachhaltig als auch ökonomisch sinnvoll sind.

Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung		F-5
Beschreibung der Maßnahmen		
M-5: Informationsreihe zu dezentralen Versorgungsoptionen für Gebäudeeigentümer*innen		
Beschreibung	Zur Unterstützung des Fokusgebiets zur dezentralen Versorgung in den Bereichen außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete wird eine Informationsreihe für Bürgerinnen und Bürger entwickelt. Ziel dieser Maßnahme ist es, fundierte Entscheidungsgrundlagen für die Umsetzung dezentraler Wärmeversorgungslösungen bereitzustellen. Die Informationsreihe umfasst verschiedene Inhalte und Bausteine. Zunächst werden einführende Informationsveranstaltungen zur Vorstellung verfügbarer dezentraler Wärmeversorgungstechnologien angeboten, darunter Wärmepumpen, Erdwärmesonden und Dach-Solarthermie. Jede dieser Optionen wird hinsichtlich ihrer Eignung für die spezifischen Gegebenheiten von Beispielgebäuden erläutert. Ein weiterer Bestandteil der Reihe ist die Aufklärung über verfügbare Fördermittelprogramme, die die dezentrale Wärmeversorgung unterstützen. Diese Einheit bietet praxisnahe Anleitungen zur Antragstellung und senkt so die finanziellen Einstiegshürden für interessierte Bürgerinnen und Bürger. Zu den vorgestellten Förderprogrammen zählen unter anderem die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die steuerliche Förderung über die energetische Gebäudesanierung und die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) – Modul 2 sowie das Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)-Programm "Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude (458)". Darüber hinaus werden Wirtschaftlichkeitsanalysen der verschiedenen Technologien präsentiert. Die Kosten und Einsparpotenziale von Wärmepumpen, Erdwärmesonden, Solarthermie und gegebenenfalls weiteren Technologien werden im Kontext der örtlichen Voraussetzungen anschaulich dargestellt, um die ökonomischen Aspekte der Technologien zu verdeutlichen. Zudem wird ein Überblick über die relevanten gesetzlichen Vorgaben und Normen gegeben, die für den Einsatz dezentraler Systeme gelten. Diese Informationen sollen Bürgerinnen und Bürgern helfen, Entscheidungen unter Berücksichtigung der aktuellen Gesetzeslage zu treffen. Falls erforderlich, können externe Experten hinzugezogen werden, um spezifische Fragen zu beantworten und eine fundierte Wissensbasis zu schaffen. Diese Informationsreihe stärkt das Verständnis der Bürger für die Vorteile und Herausforderungen der dezentralen Wärmeversorgung und	

	unterstützt sie bei der Entscheidungsfindung und Umsetzung nachhaltiger Wärmeversorgungslösungen in den Stadtteilen.
Zielgruppe	Bürger*innen, Gebäudeeigentümer*innen
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Erstellung einer inhaltlichen und organisatorischen Planung für die Informationsreihe (Stadtverwaltung) • Ggf. Anfrage von externen Expert*innen • Ggf. Zusammenarbeit mit Energieagentur/Verbraucherzentrale • Durchführung der Informationsreihe • Evaluation der durchgeführten Veranstaltung und Anpassung des Informationsangebotes und zukünftiger Veranstaltungen (Stadtverwaltung)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel und personelle Ressourcen für die Durchführung der Informationsreihe zur Verfügung stehen.
Laufzeit	Die Informationsreihe bedarf einer Vorbereitungszeit, um sowohl Themen als auch Location und Referenten zu suchen. Nach einer Testphase und einer Evaluation sollte die Informationsreihe fortlaufend durchgeführt und ggf. um weitere Themen ergänzt werden. Auf diese Weise kann einer größtmöglichen Anzahl von Bürger*innen Unterstützung angeboten werden.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Die Kosten für Werbung und Informationsmaterial sind als niedrig einzuschätzen. Je nach Ausgestaltung der Informationsreihe fallen Personalkosten, Werbungskosten (Flyer, Plakate) und Materialkosten (Infomaterial, Anschauungsmaterial, ein Stand o. Ä.) an. Werden externe Fachleute hinzugezogen, ist das entsprechende Honorar zu zahlen. Es wird von Ausgaben bis max. 50.000 Euro über die Laufzeit der Maßnahme ausgegangen.
Förderung	Für die Informationsreihe selbst bestehen aktuell keine Fördermöglichkeiten. Eine Kooperation mit der Verbraucherzentrale oder der Energieagentur wird empfohlen, um Synergieeffekte zu nutzen und Kosten zu reduzieren.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Eine Endenergieeinsparung ist von den konkreten Maßnahmen abhängig, die Gebäudeeigentümer*innen in Folge der Informationsreihe ergreifen und kann aus diesem Grund nicht abgeschätzt werden.

Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die lokale Wertschöpfung kann indirekt durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Einzelgebäudeversorgung und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als hoch eingeschätzt, da insbesondere für Gebiete, die nicht Teil einer zentralen Wärmeversorgung werden, die Nachfrage nach Informationsangeboten besonders hoch ist.
Risiko und Hemmnisse	☒ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für die Umsetzung der Maßnahme gibt es keine erkennbaren Risiken. Die Frequenz und Themen der Veranstaltungen können flexibel an die Nachfrage angepasst werden.

7.2. Ergänzende Maßnahmen

Nachfolgend werden weitere Maßnahmen aufgelistet, die ebenfalls der Erreichung des Zielszenarios dienen, allerdings einen anderen Maßnahmenbeginn oder Umsetzungshorizont aufweisen als die prioritären Maßnahmen in den Fokusgebieten. Aus diesem Grund sind diese Maßnahmen eher als mittel- bzw. langfristige Maßnahmen zu verstehen. Sie können zum Teil unterstützend zu den prioritären Maßnahmen der Fokusgebiete wirken, weshalb auch eine parallele Umsetzung stets geprüft werden sollte.

Maßnahmen Einzelgebäude
Energiesuffizienz – Strategien & Instrumente für eine Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs
Ringtausch von Heizungsanlagen
Maßnahmen für kommunale Gebäude
Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden
Leitfaden Energieeffizienz in der Verwaltung
Zentrale Strom- und Wärmeversorgung
Monitoring Wärmenetzstrategie
Stromnetz-Check
Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit
Sammlung von Informationsmaterial
Energetische Sanierung/ Praxisworkshops
Digitales Informationsangebot (Leitfaden, Artikel, Best-Practice)
Strukturelle Maßnahmen
Bebauungspläne energetisch optimieren
Arbeitsgruppe Wärmenetz Gewerbegebiet

Energiesuffizienz – Strategien & Instrumente für eine Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs

Beschreibung	Die Reduktion des Energieverbrauchs hat direkte positive Klimaauswirkungen. Die Energiesuffizienz beschreibt eine Strategie die bereitgestellte Energie auf ein nachhaltiges Maß zu reduzieren. Suffizienzorientiertes Handeln kann durch kommunale Rahmenbedingungen, wie verschiedenen Informationskampagnen gefördert werden. Ziel sollte sein, die Akzeptanz und Praktikabilität der Energiesuffizienz im Alltag zu steigern. Dazu kann nicht nur im Mikrobereich mit der verringerten Nutzung, dem Austausch oder der Anpassung von Haushaltsgeräten angesetzt werden, sondern auch im Mesobereich durch verschiedene Maßnahmen zur Reduktion des Pro-Kopf-Wohnraums. Eine Wohnraumberatung und praktische Umzugshilfen können dabei helfen, zu einem Umzug (in eine kleinere Wohnung) zu motivieren und Wohnraum ganzheitlich effektiver zu nutzen.
---------------------	--

Ringtausch von Heizungsanlagen

Beschreibung	Im Zuge einer Umstellung von Gasversorgung auf Wärmenetze kann ein Ringtausch von Heizungen helfen, die Anschlussquote zu erhöhen und die erneute Anschaffung von neuen Gasheizungen oder anderen dezentralen Lösungen zu verhindern. Nach § 71j des GEG 2024 kann bei der Umstellung der Heizung eine Übergangsfrist von bis zu 10 Jahren gewährt werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist. Dies gilt in den Eignungsgebieten für Wärmenetze. Sollte eine Heizung aufgrund einer Havarie ausgetauscht werden müssen, kann nach § 71i GEG 2024 ein Einbau einer gebrauchten Heizung für die Dauer von maximal 5 Jahren erfolgen. Der Ringtausch stellt eine kostengünstige Lösung für ein stark thematisiertes Problem dar. Um den Ringtausch bestmöglich zu organisieren, sollte eine Tauschbörse initiiert werden. Eine umfassende Kampagne zur Tauschbörse stellt sicher, dass ausreichend gebrauchte Heizungen angeboten und potenzielle Abnehmer auf diese Übergangslösung aufmerksam werden.
---------------------	---

Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden

Beschreibung	Die Nutzung von Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden dient neben der Stromerzeugung auch der kommunalen Vorbildfunktion gegenüber Privatpersonen und Unternehmen. Hierbei sollte das Photovoltaik-Potenzial auf den kommunalen Dächern möglichst ausgeschöpft werden. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme sollten sowohl die Potenziale als auch die Strombedarfe für die konkreten Gebäude ermittelt werden. Dabei gilt es auch die Maßnahmen im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung zu beachten, da diese ggf. den künftigen Strombedarf beeinflussen. Nachdem umfassende Analysen und Berechnungen durchgeführt wurden, sollten Modelle und Zeitpläne zur Realisierung erstellt werden. Falls der Strom nicht (vollständig) durch die kommunalen Gebäude selbst genutzt werden kann, können auch alternative Betreibermodelle in Betracht gezogen werden. So kann auch die Nutzung für Wärmenetze geprüft werden. Darüber hinaus ist auch die Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpen in kommunalen Gebäuden zu prüfen.
---------------------	--

Leitfaden Energieeffizienz in der Verwaltung

Beschreibung	Um auch innerhalb der Verwaltung eine Sensibilisierung für die Themen der Energiesuffizienz zu erreichen, kann ein Leitfaden erarbeitet werden. Dieser sollte zum umweltbewussten Handeln anhalten, sodass möglichst viel Energie durch einfache Maßnahmen eingespart werden kann. Auf diese Weise kann die Verwaltung auch bei der Erarbeitung aktuelles (zum Teil unbewusstes) Handeln, das dem Gedanken der Energieeffizienz im Weg steht, identifizieren und Gegenmaßnahmen vorschlagen.
---------------------	---

Monitoring Wärmenetzstrategie

Beschreibung	Um den Fortschritt im Ausbau der verschiedenen, vorgeschlagenen Wärmenetze zu dokumentieren und ggf. auf weitere Maßnahmen hinweisen zu können, soll ein Arbeitskreis Wärme eingerichtet werden. Dieser kann den Ausbau auf fachlicher und organisatorischer Ebene begleiten. Auch ein Austausch über die Fortentwicklung der kommunalen Wärmeplanung kann in diesem Zusammenhang erfolgen. Ziele des Monitorings sind der Abgleich des Netzausbaus mit der kommunalen Wärmeplanung sowie die Koordination von weiteren Ausbaustufen bzw. Netzen, sodass günstige Bedingungen wie beispielsweise Straßensanierungen oder die Erschließung von Neubaugebieten genutzt werden können. Die Fortschritte im Ausbau der Wärmenetze sollten außerdem regelmäßig der Öffentlichkeit kommuniziert werden.
---------------------	---

Stromnetz-Check

Beschreibung	Die Energiewende stellt besonders das Stromnetz vor neue Herausforderungen. Zum einen erfolgt eine Dezentralisierung der Stromeinspeisung, gleichzeitig führt die Elektrifizierung vieler Vorgänge zu einem erhöhten Bedarf. Auch der Strombedarf der Wärmepumpen trägt hierzu bei. Deshalb empfiehlt sich die Kommunikation der Stadt mit dem Netzbetreiber, um die Pläne für die zukünftige Stromversorgung der Bürger*innen zu planen und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Dazu kann basierend auf den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung sowie eigenen Berechnungen des Netzbetreibers geprüft werden, zu welchem Zeitpunkt an welchen Punkten Ausbaumaßnahmen erforderlich werden. Auch die Installation öffentlicher Ladesäulen sollte in diese Betrachtung einbezogen werden.
---------------------	---

Sammlung von Informationsmaterial

Beschreibung	Um die Bürger*innen umfassend über alle Möglichkeiten hinsichtlich Sanierungen oder nachhaltiger Wärmeversorgung zu informieren, sollte digital und analog verfügbares Infomaterial zusammengetragen werden. Dabei sollte der Fokus auf Maßnahmen liegen, die im privaten Bereich umgesetzt werden müssen und bei denen die Stadt auf die Mithilfe der Bürger*innen angewiesen ist. Auch die Akzeptanz und Anschlussquote bei Wärmenetzen kann durch qualitativ hochwertiges Informationsmaterial gesteigert werden. Das Informationsmaterial sollte an einem zentralen Ort ausliegen bzw. bei geeigneten Veranstaltungen an einem Info-Stand zur Verfügung gestellt werden. Außerdem sollte geeignetes Material, beispielsweise von Energieagenturen, an einem Ort auf der Webseite abrufbar sein und ggf. um Links zu weiterführenden Informationen ergänzt werden. So können Barrieren bei der Informationsbeschaffung abgebaut werden.
---------------------	--

Energetische Sanierungen / Praxisworkshops

Beschreibung	Insbesondere in den Eignungsgebieten dezentraler Wärmeversorgung sollten verstärkt Praxisworkshops zu Sanierungen durchgeführt werden. Die Maßnahme kann ggf. auch in Kombination mit einer Informationsreihe durchgeführt werden. Bei allen Veranstaltungen sollte auf entsprechende Fördermöglichkeiten hingewiesen werden. Um den Anreiz für Sanierungen zu erhöhen und ggf. höhere Investitionskosten leicht zu senken, können auch Sammelbestellungen von Materialien (z.B. Dämmmaterial, Türen, Fenster) organisiert werden. Diese bieten eine zusätzliche Motivation und stärken das Gemeinschaftsgefühl.
---------------------	--

Digitales Informationsangebot (Leitfaden, Artikel, Best-Practice)

Beschreibung

Der Ausbau des digitalen Informationsangebotes dient dazu, Informationen für Bürger*innen leichter zugänglich zu machen. Auf diese Weise können Hemmschwellen verringert und zu wichtigen Neuerungen oder Veranstaltungen informiert werden. Auch eine Datenbank von Best-Practice-Beispielen kann zum Handeln motivieren und den Wissenstransfer bzw. den Austausch innerhalb der Bevölkerung zu Themen der Energieeffizienz und Wärmeversorgung erhöhen. Durch den Aufbau einer Unterseite mit leichtem Zugang zu aktuellen Informationen, allgemeinen Handlungsempfehlungen, Beispielen sowie geeigneten Ansprechpartner*innen für tiefergehende Fragen, kann ein digitaler Anlaufpunkt für alle Themen rund um den Klimaschutz geschaffen werden. Unterstützend können beispielsweise bestehende Angebote der Energieagentur und Verbraucherzentrale eingebunden werden, sodass unkompliziert eine Verbindung zu deren Informationskampagnen erfolgt.

Bebauungspläne energetisch optimieren

Beschreibung	Im Rahmen eines B-Plans bestehen vielfältige Möglichkeiten, eine energetisch günstige Bebauung sicherzustellen. So kann die Ausrichtung der Gebäude der optimalen Nutzung der Sonnenenergie angepasst und nachhaltige Mobilitätsformen bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Außerdem können begleitend Beratungen für Bauinteressierte angeboten werden. Zusätzlich sollten in Eignungsgebieten für Wärmenetze bei B-Plan-Verfahren auch frühzeitig Wärmenetze und Heizzentralen eingeplant werden. So kann sichergestellt werden, dass ausreichend Platz für die Errichtung von Wärmenetzen zur Verfügung steht. Auch ein Effizienzstandard der Gebäude oder eine bestimmte Heizungstechnologie kann im Bebauungsplan festgeschrieben werden. So wird eine Bauweise sichergestellt, die einen niedrigen Energiebedarf bedingt.
---------------------	--

7.3. Stadtteil-Steckbriefe

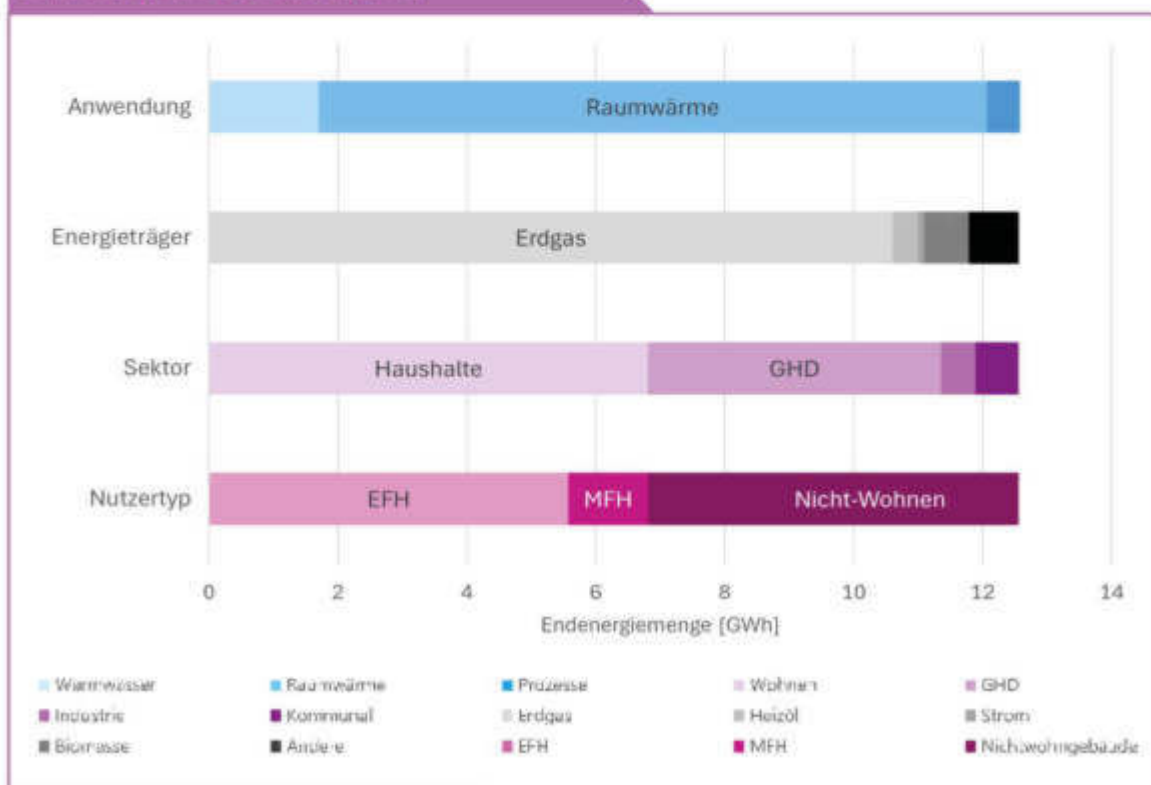
Im Rahmen der Wärmeplanung wurden für alle Stadtteile Steckbriefe erstellt. Diese benennen in einem Faktencheck den Ausgangszustand anhand wichtiger Kennzahlen. Zusätzlich werden die Potenziale dargestellt, und inwieweit diese den aktuellen Strom- und Wärmebedarf abdecken können. Der Transformationspfad bis zum Zieljahr 2045 zeigt die Eignungsgebiete sowie die Versorgungslösungen auf. Abschließend werden die wichtigsten Maßnahmen benannt, die notwendig sind, um die Ziele zu erfüllen.



Stadtteil Beuren

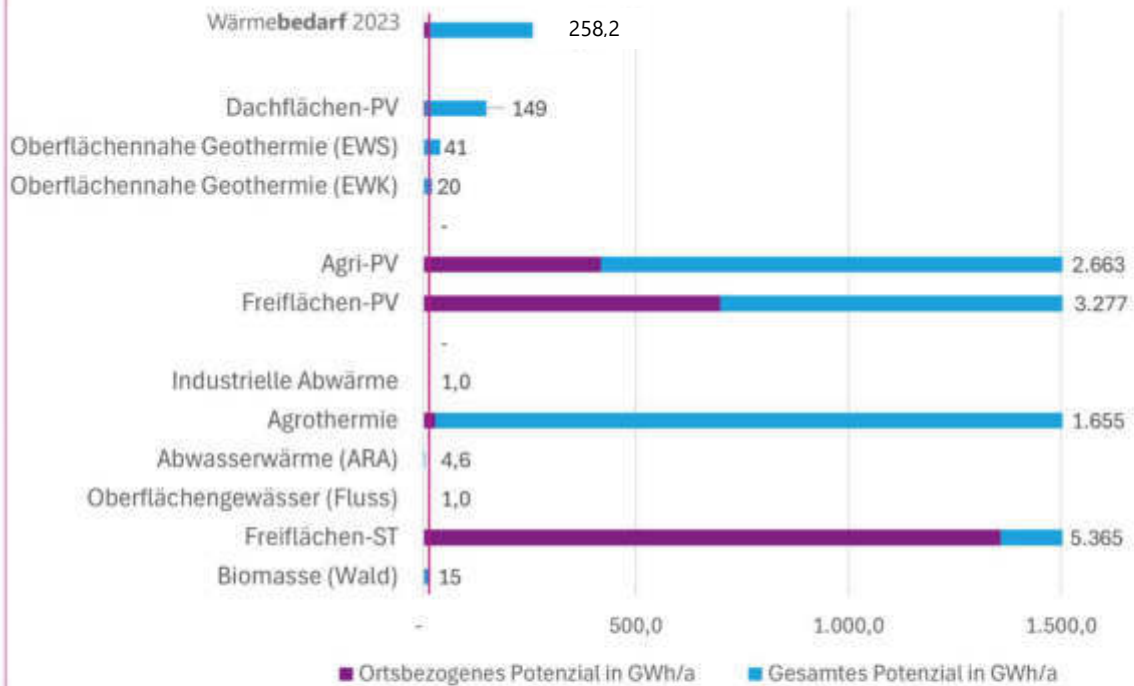
Anzahl Einwohner:	1.212
Anzahl Gebäude:	431
Wärmebedarf:	11,8 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



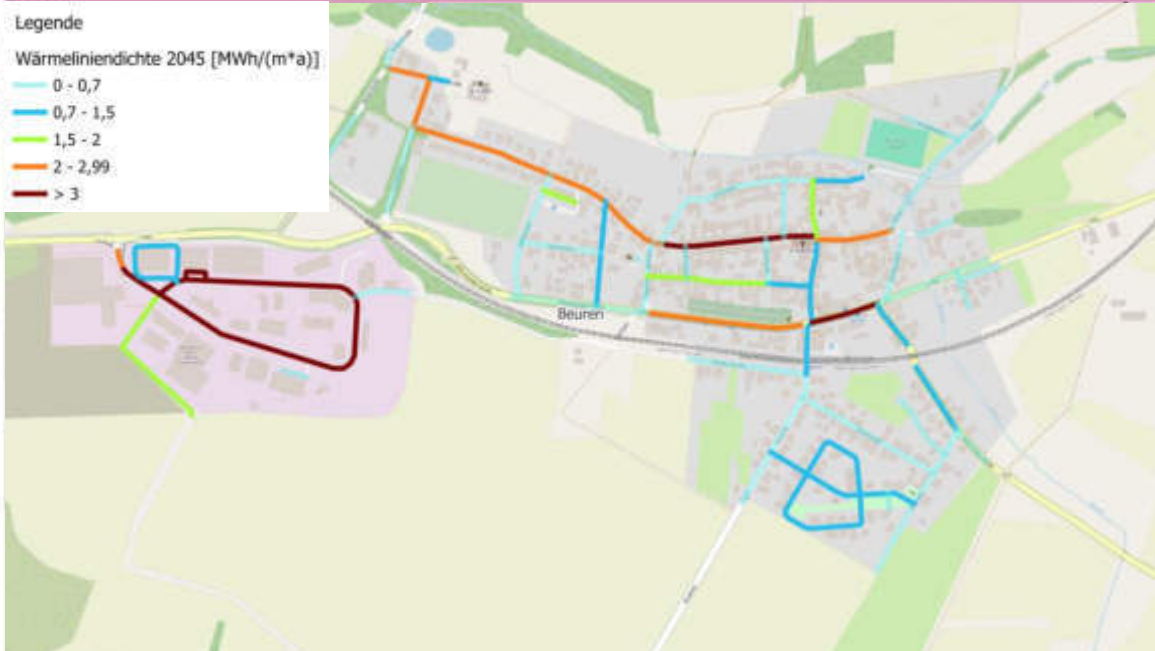
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Nahwärmenetze

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert.

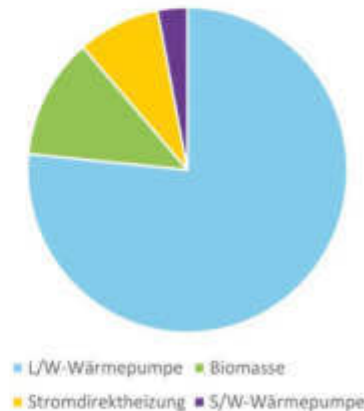
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 24 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 13 % Biomasse, 87 % Strom

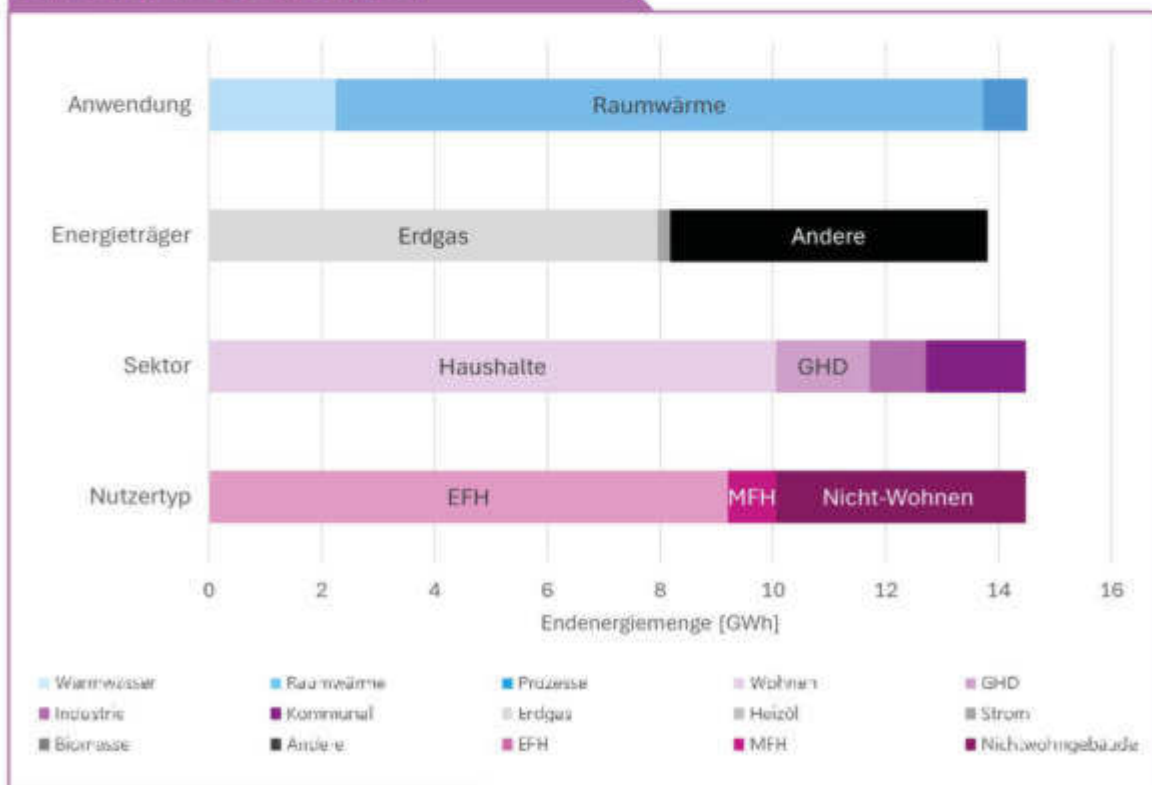




Stadtteil Birkungen

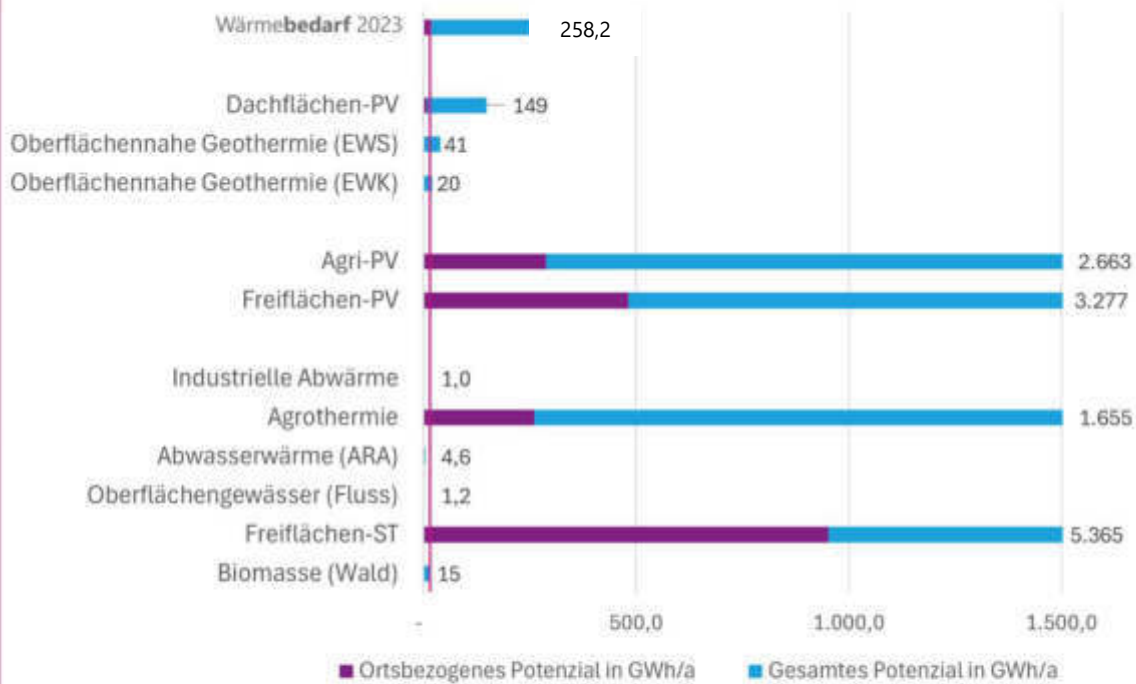
Anzahl Einwohner:	1.356
Anzahl Gebäude:	480
Wärmebedarf:	13,7 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	ja

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

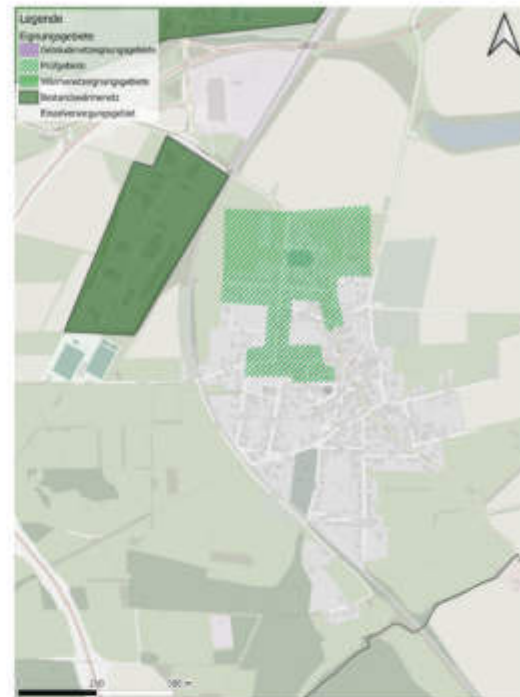
Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Nahwärmenetze

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert.

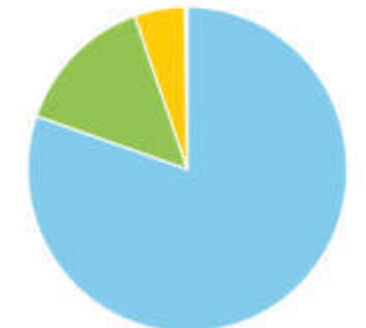
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



■ L/W-Wärmepumpe ■ Biomasse
■ Stromdirektheizung ■ S/W-Wärmepumpe

Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

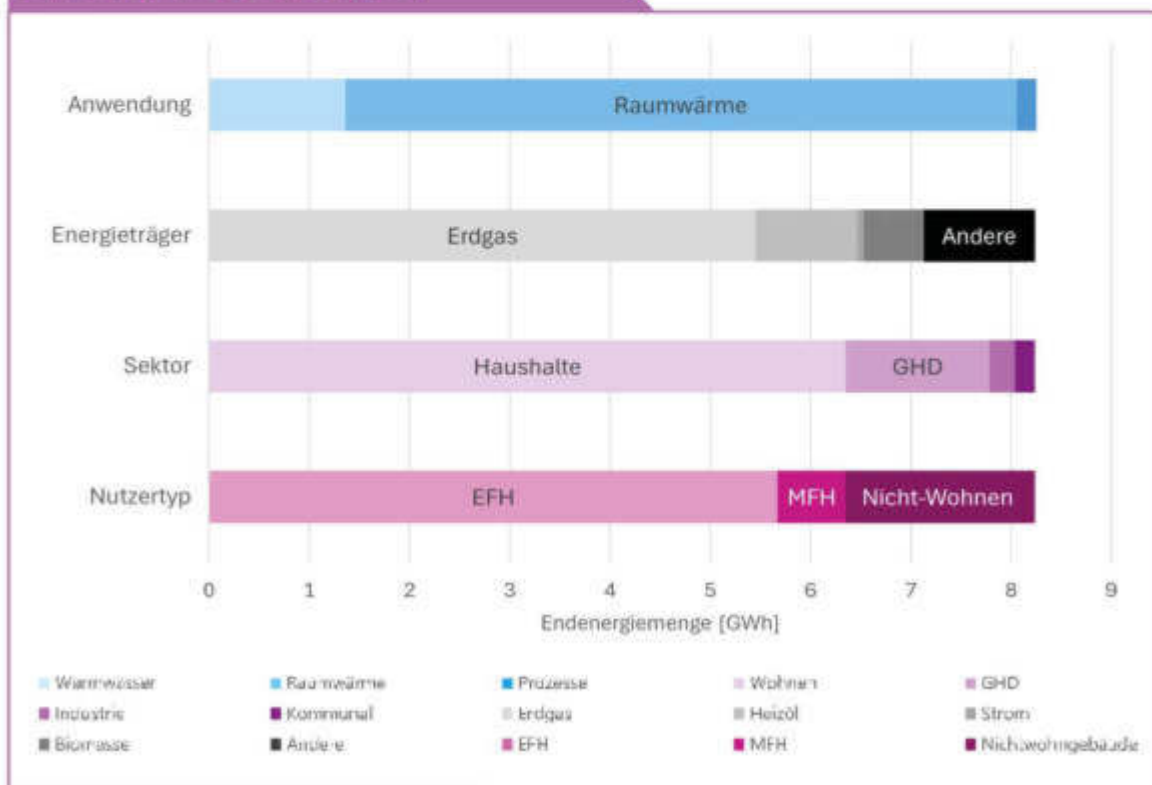
- Senkung Wärmebedarf um 31 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 12 % Biomasse, 69 % Strom & 19 % Wärmenetze



Stadtteil Breitenbach

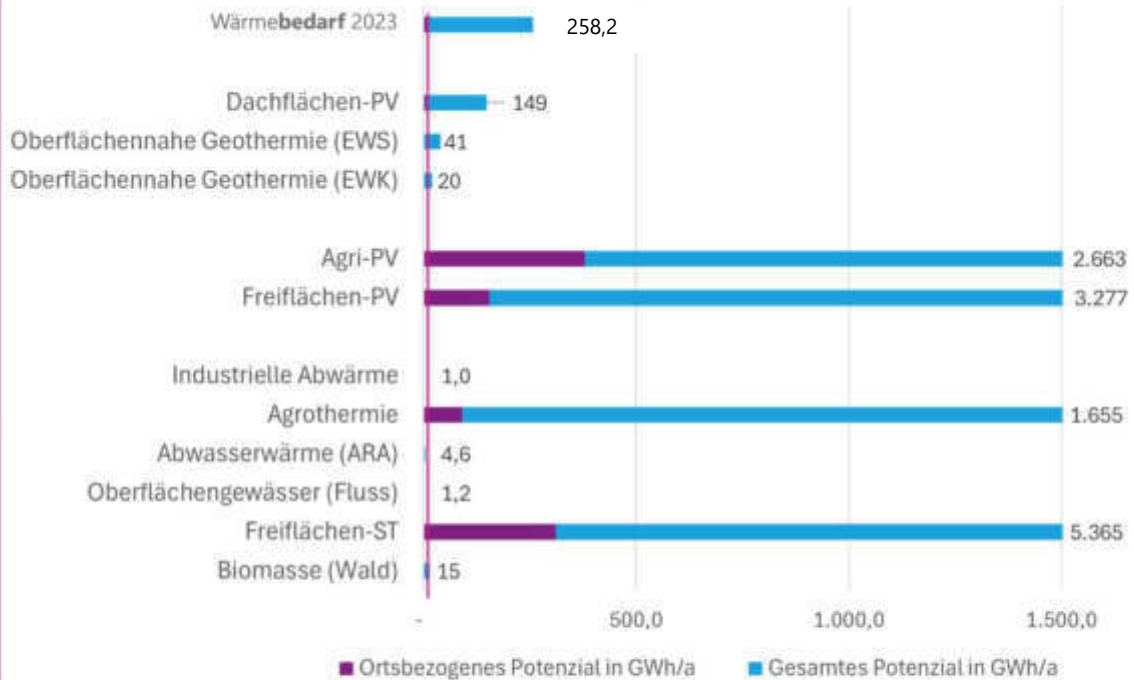
Anzahl Einwohner:	957
Anzahl Gebäude:	340
Wärmebedarf:	7,6 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

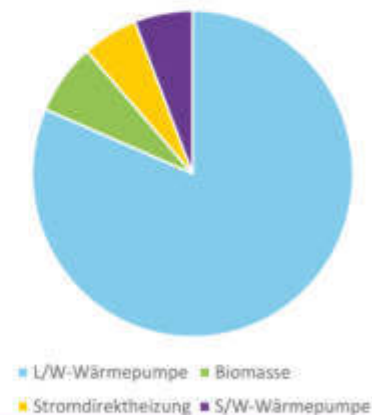
1

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

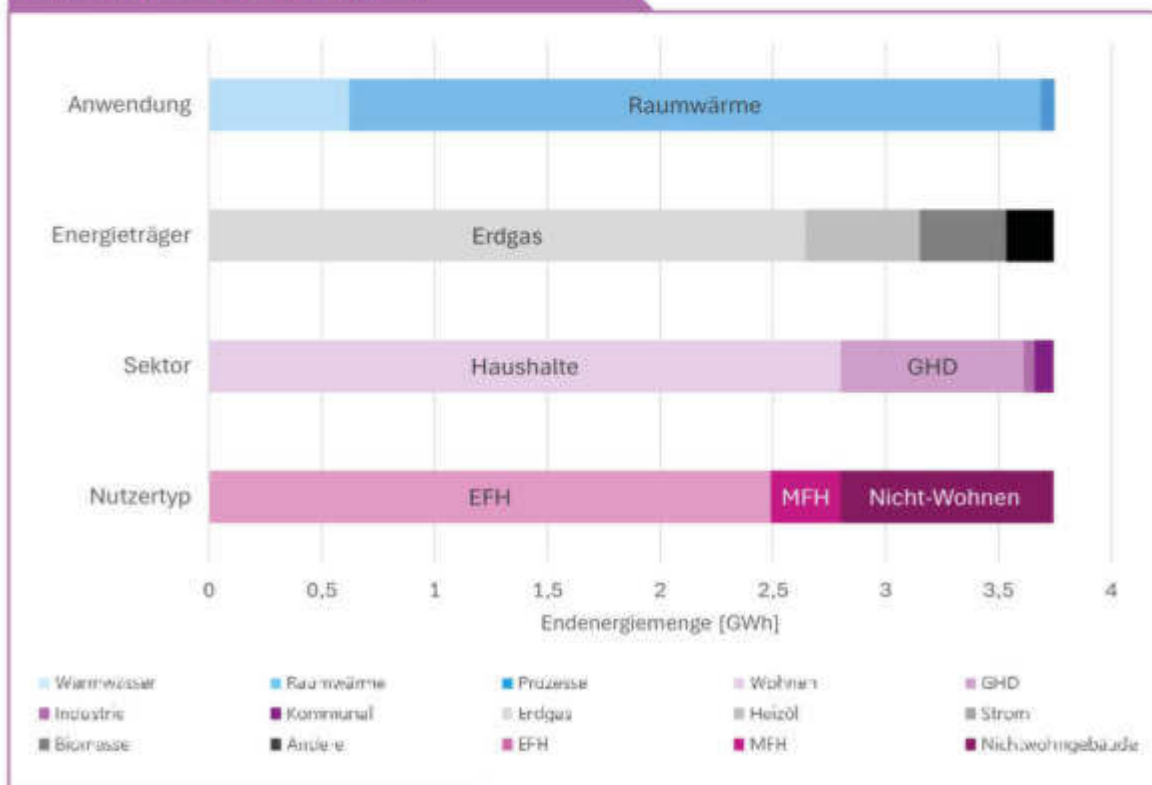
- Senkung Wärmebedarf um 29 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 7 % Biomasse, 93 % Strom



Stadtteil Breitenholz

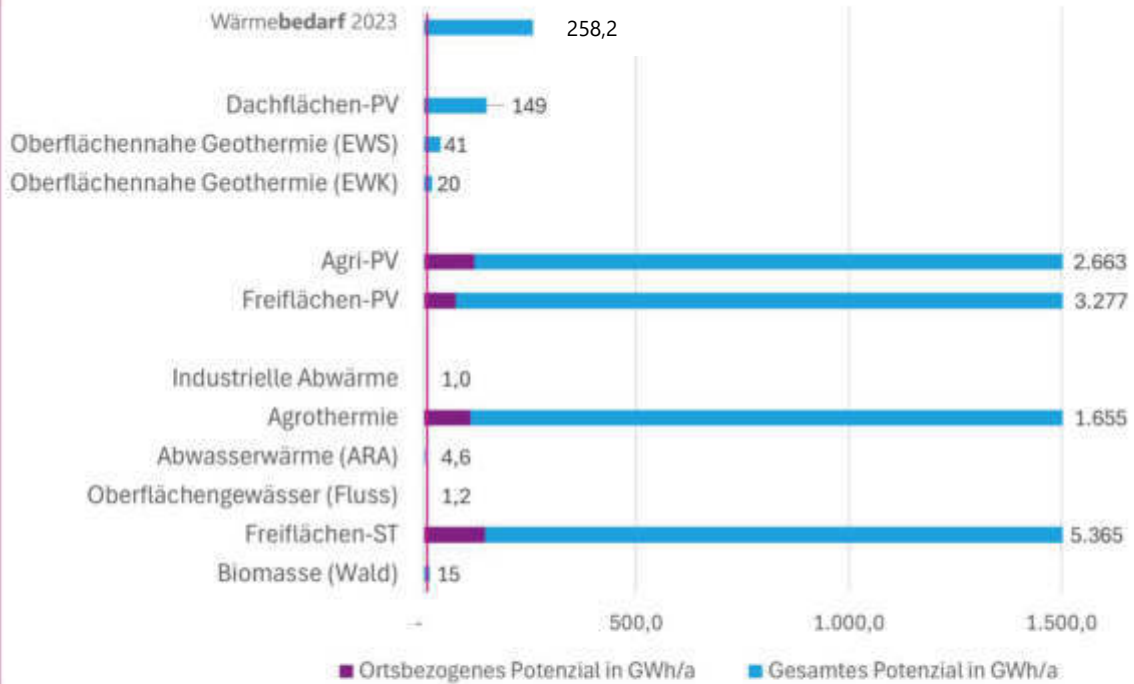
Anzahl Einwohner:	535
Anzahl Gebäude:	166
Wärmebedarf:	3,5 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Eignungsgebiet

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, der Energieträgermix festgelegt sowie eine Mindestanschlussquote für die Wirtschaftlichkeit definiert. Im weiteren Schritt erfolgt die Beauftragung der Machbarkeitsstudie nach BEW, welche die planerische und wirtschaftliche Aspekte analysiert.

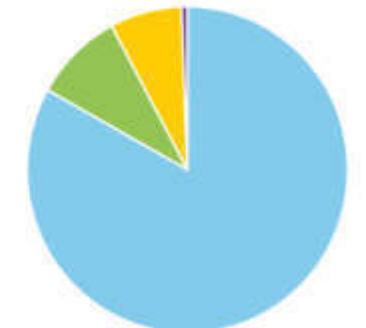
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



■ L/W-Wärmepumpe ■ Biomasse
■ Stromdirektheizung ■ S/W-Wärmepumpe

Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

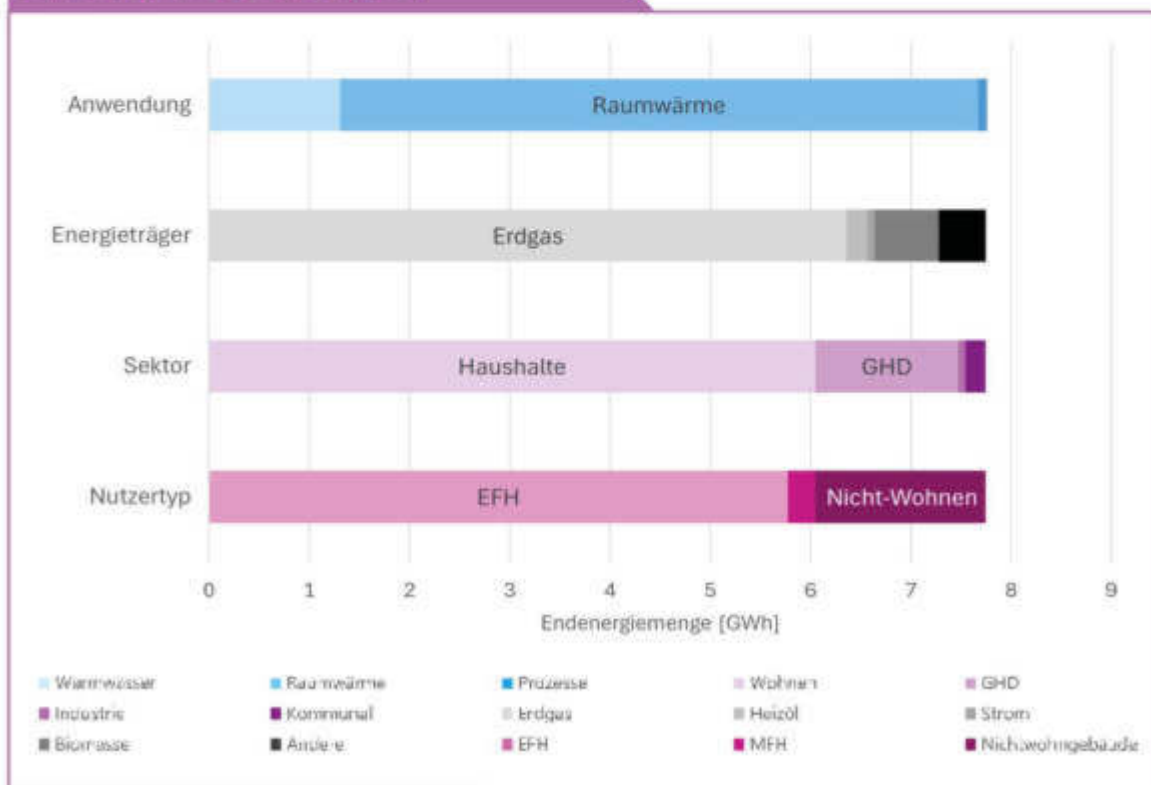
- Senkung Wärmebedarf um 31 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 9 % Biomasse, 91 % Strom



Stadtteil Hundeshagen

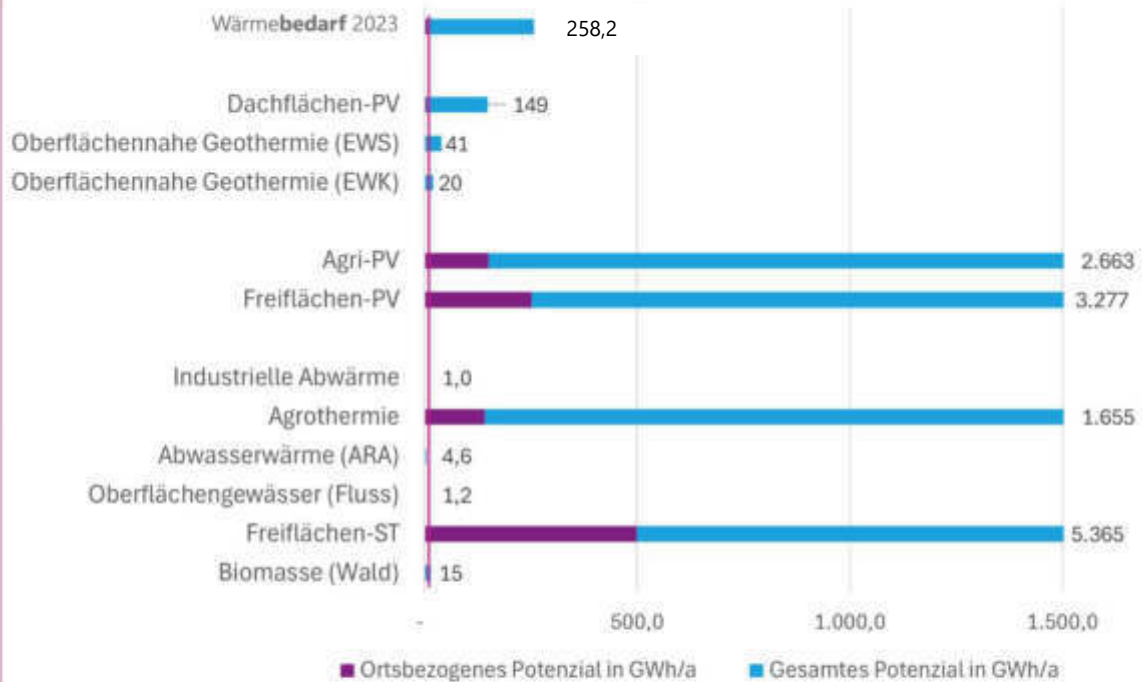
Anzahl Einwohner:	1.205
Anzahl Gebäude:	369
Wärmebedarf:	7,3 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



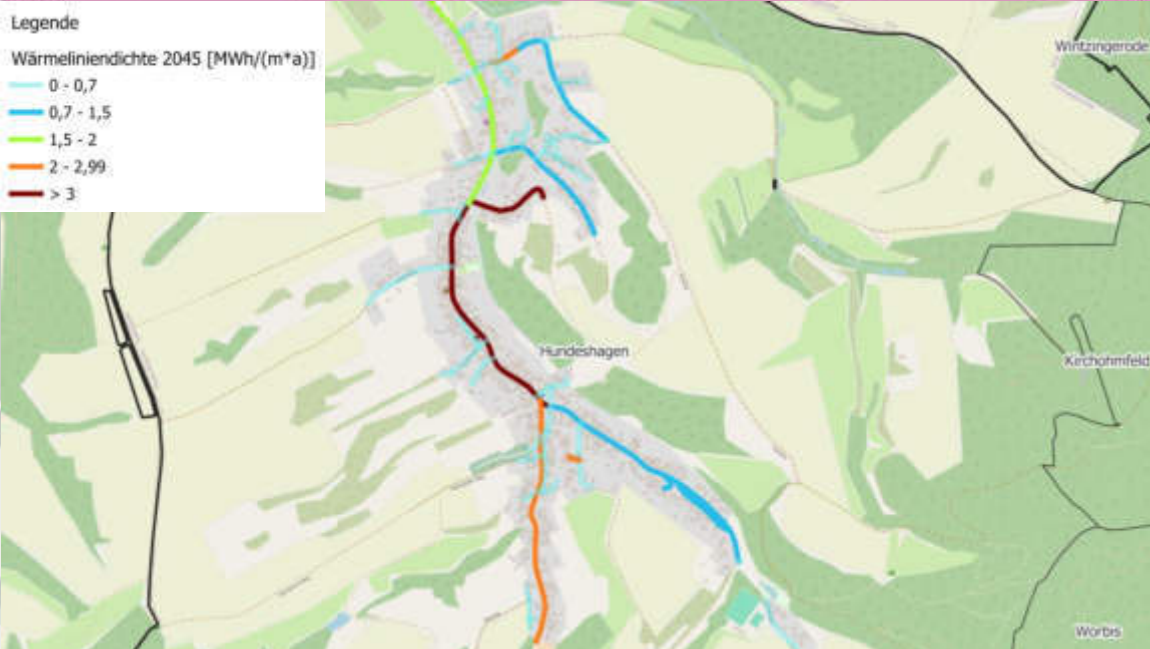
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Nahwärmenetze

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert.

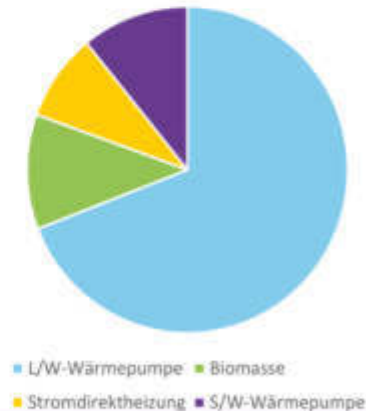
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

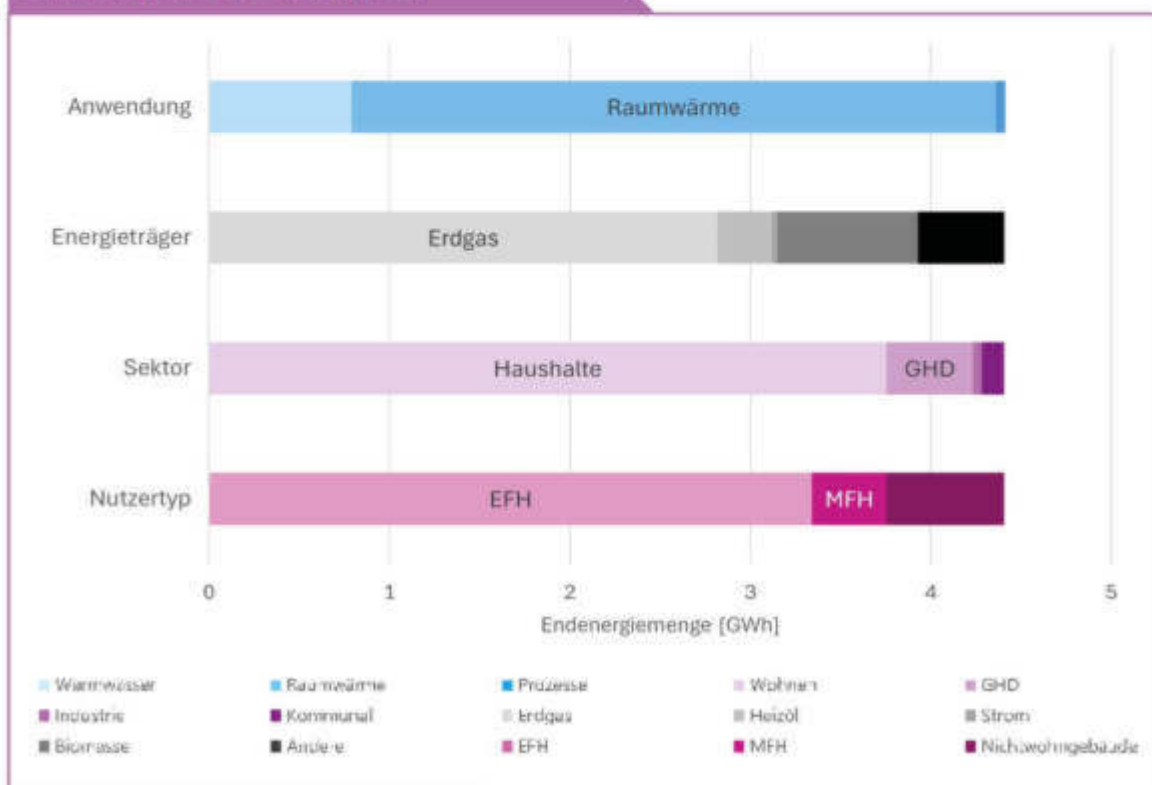
- Senkung Wärmebedarf um 27 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 11 % Biomasse, 89 % Strom



Stadtteil Kallmerode

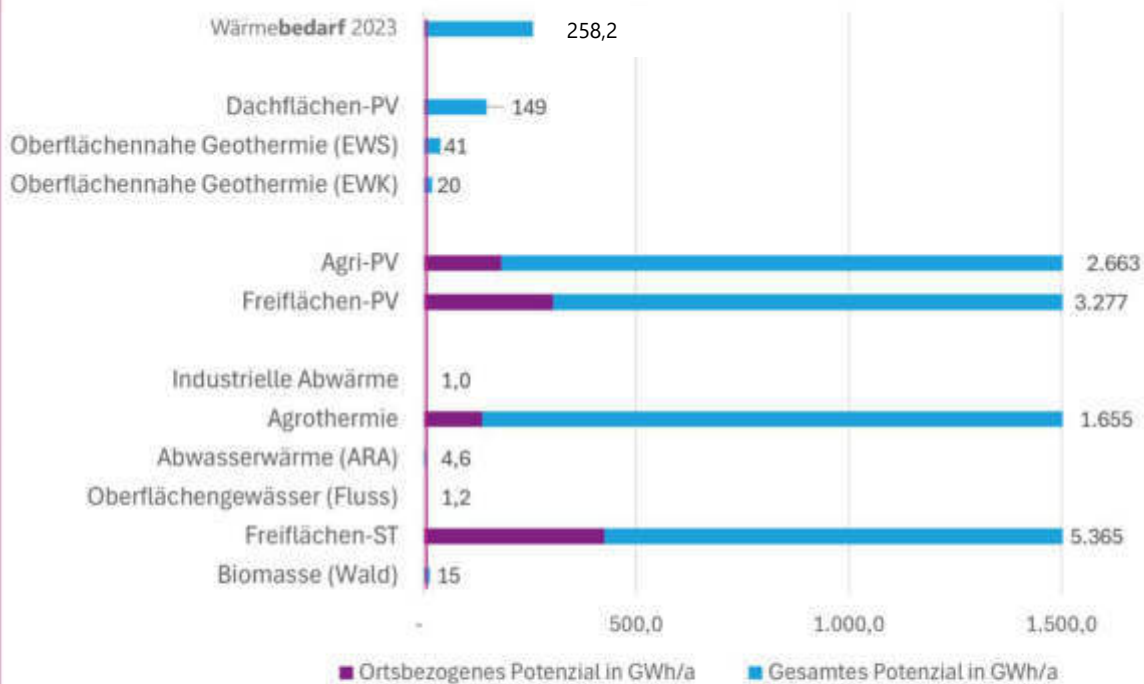
Anzahl Einwohner:	638
Anzahl Gebäude:	224
Wärmebedarf:	4,1 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Gebäude-wärmenetzen

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert. Ein Gebäudewärmenetz besteht aus bis zu 16 Gebäuden.

2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



■ L/W-Wärmepumpe ■ Biomasse
■ Stromdirektheizung ■ S/W-Wärmepumpe

Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 28 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 54 % Biomasse, 46 % Strom

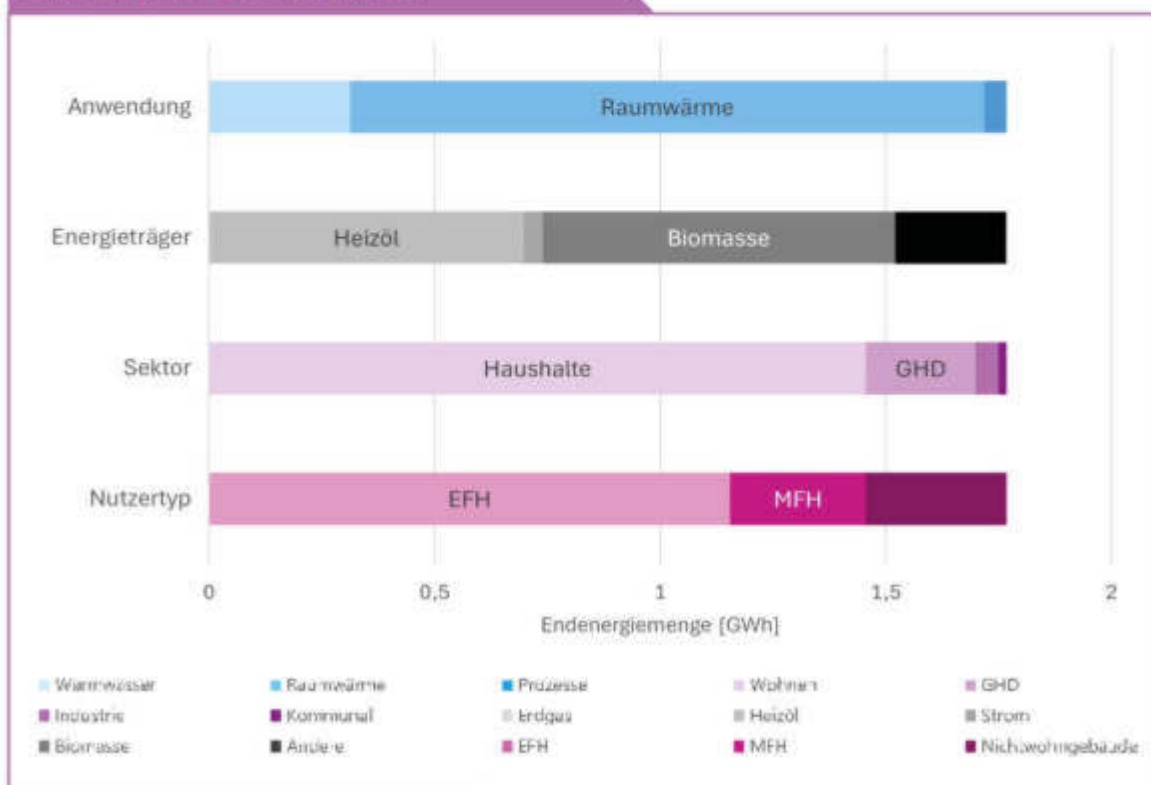




Stadtteil Kaltohmfeld

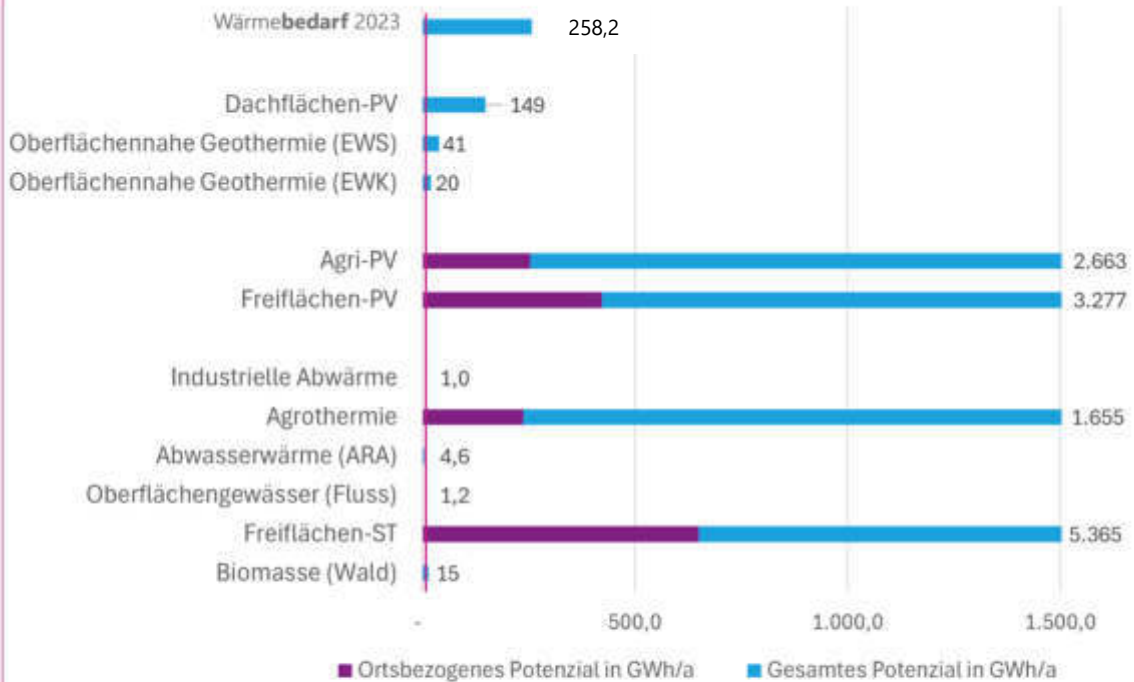
Anzahl Einwohner:	171
Anzahl Gebäude:	59
Wärmebedarf:	1,7 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Gebäude-wärmenetzen

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert. Ein Gebäudewärmenetz besteht aus bis zu 16 Gebäuden.

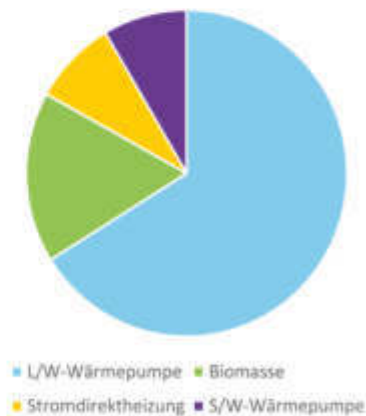
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

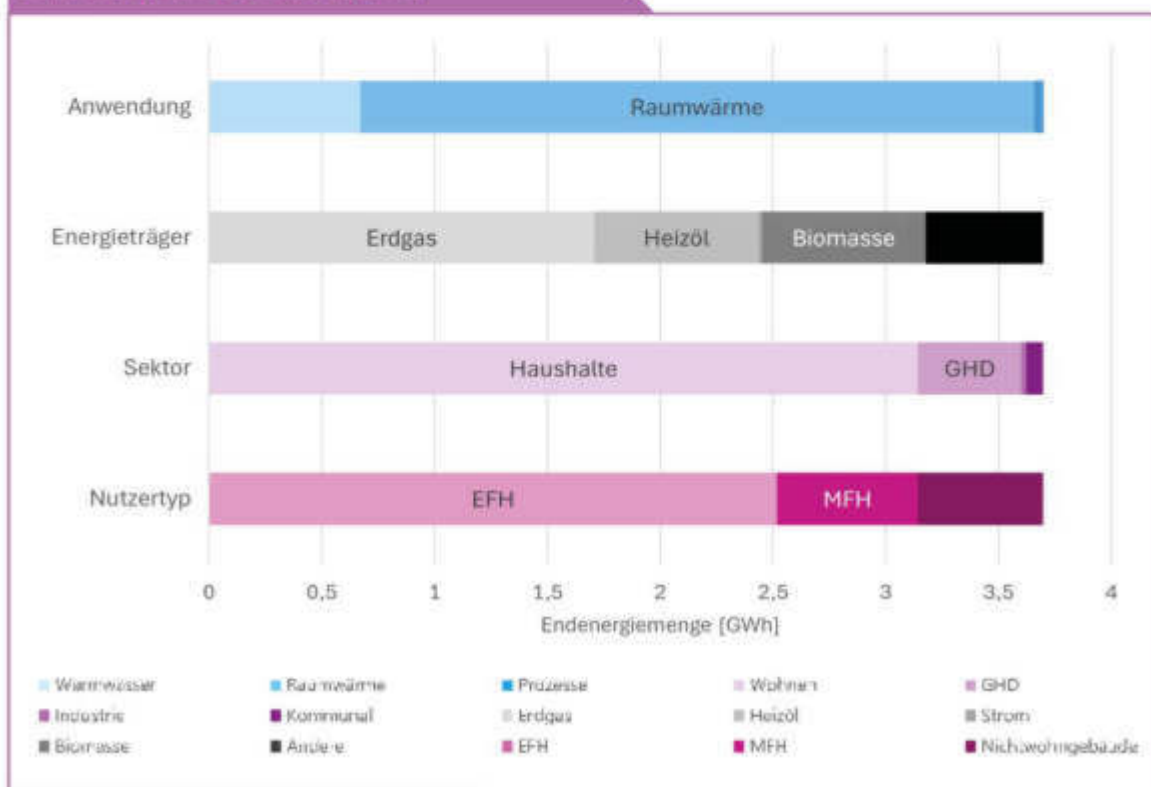
- Senkung Wärmebedarf um 30 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 17 % Biomasse, 83 % Strom



Stadtteil Kirchhofmühlfeld

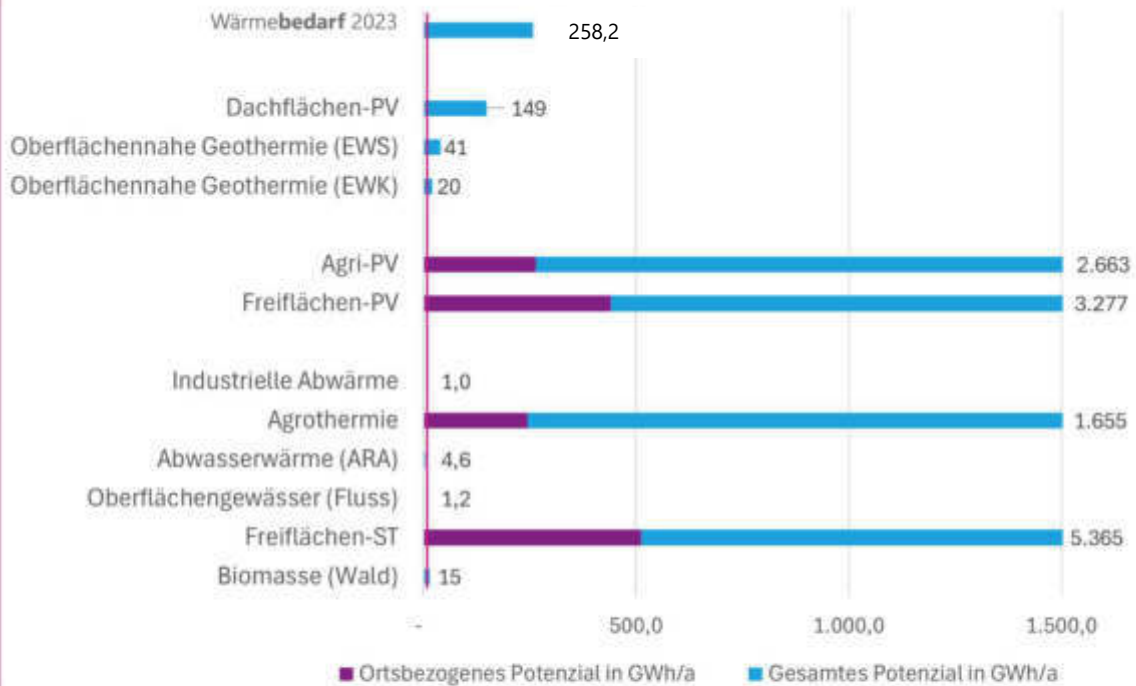
Anzahl Einwohner:	386
Anzahl Gebäude:	149
Wärmebedarf:	3,4 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



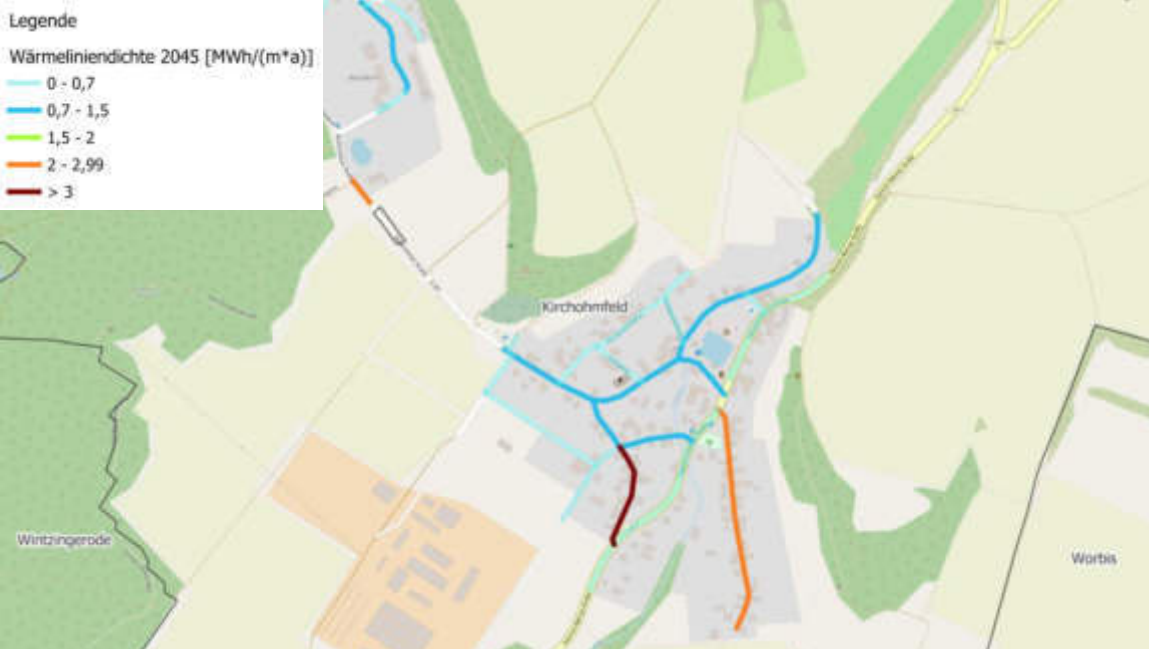
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Gebäudewärmenetzen

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert. Ein Gebäudewärmenetz besteht aus bis zu 16 Gebäuden.

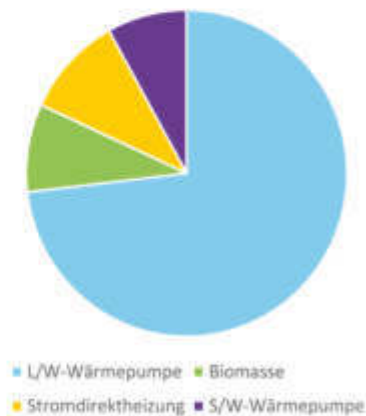
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 30 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 9 % Biomasse, 91 % Strom

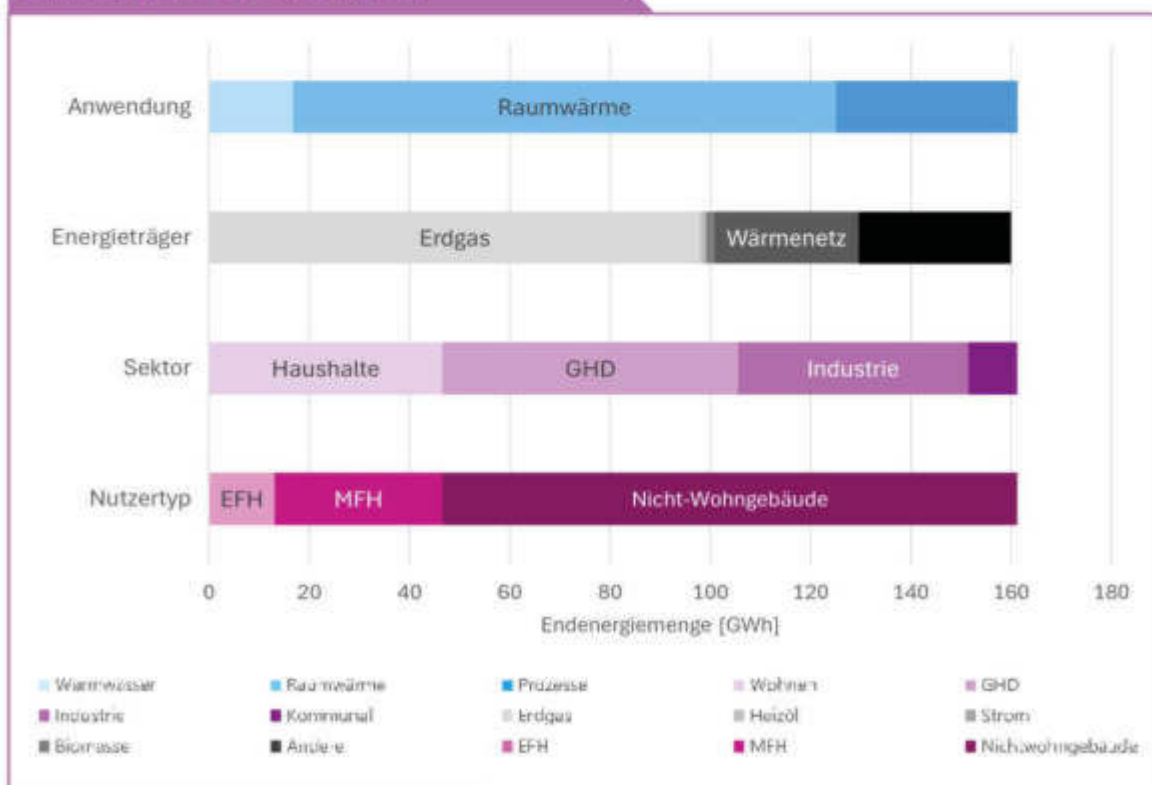




Stadtteil Leinefelde

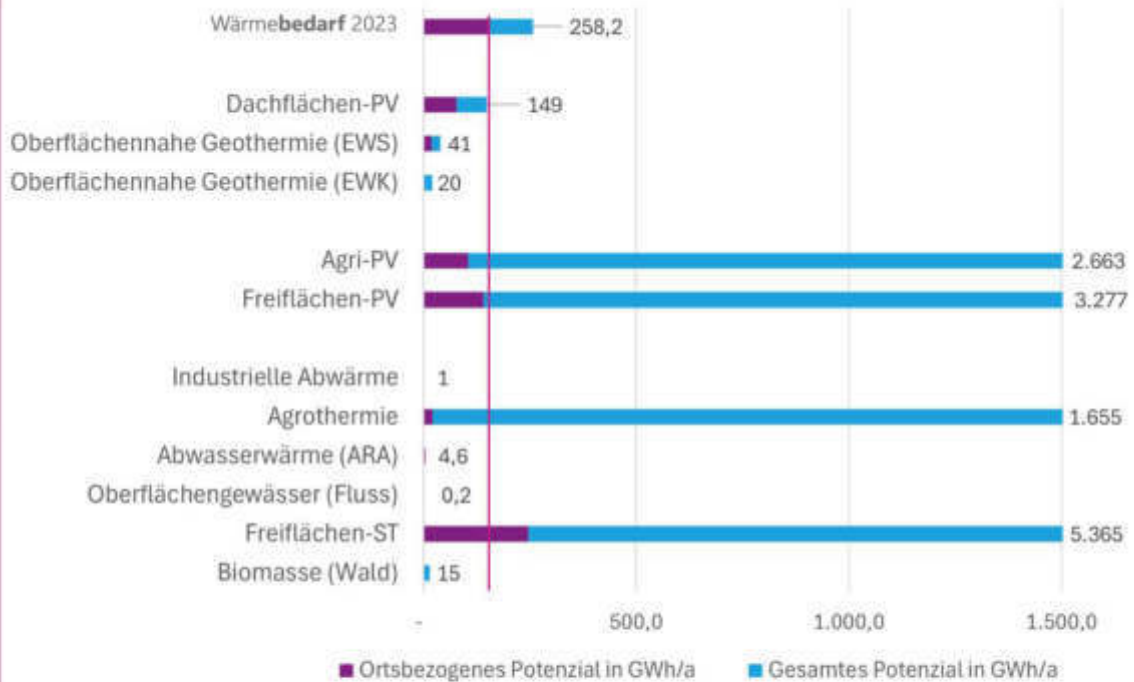
Anzahl Einwohner: 8.857
Anzahl Gebäude: 1.578
Wärmebedarf: 151,9 GWh
Gasnetz: ja
Wärmenetz: ja

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Wirtschaftlichkeitsprüfung zu Nahwärmenetze

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, Betreibermodelle und Förderungen sowie eine Mindestanschlussquote definiert.

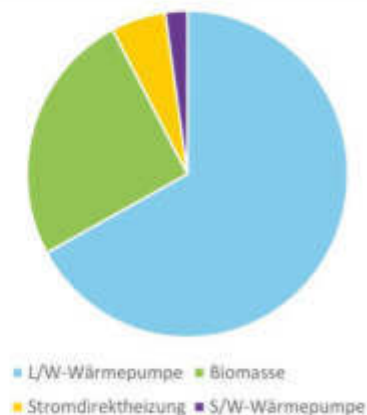
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 26 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 21 % Biomasse, 62 % Strom & 17 % Wärmenetze

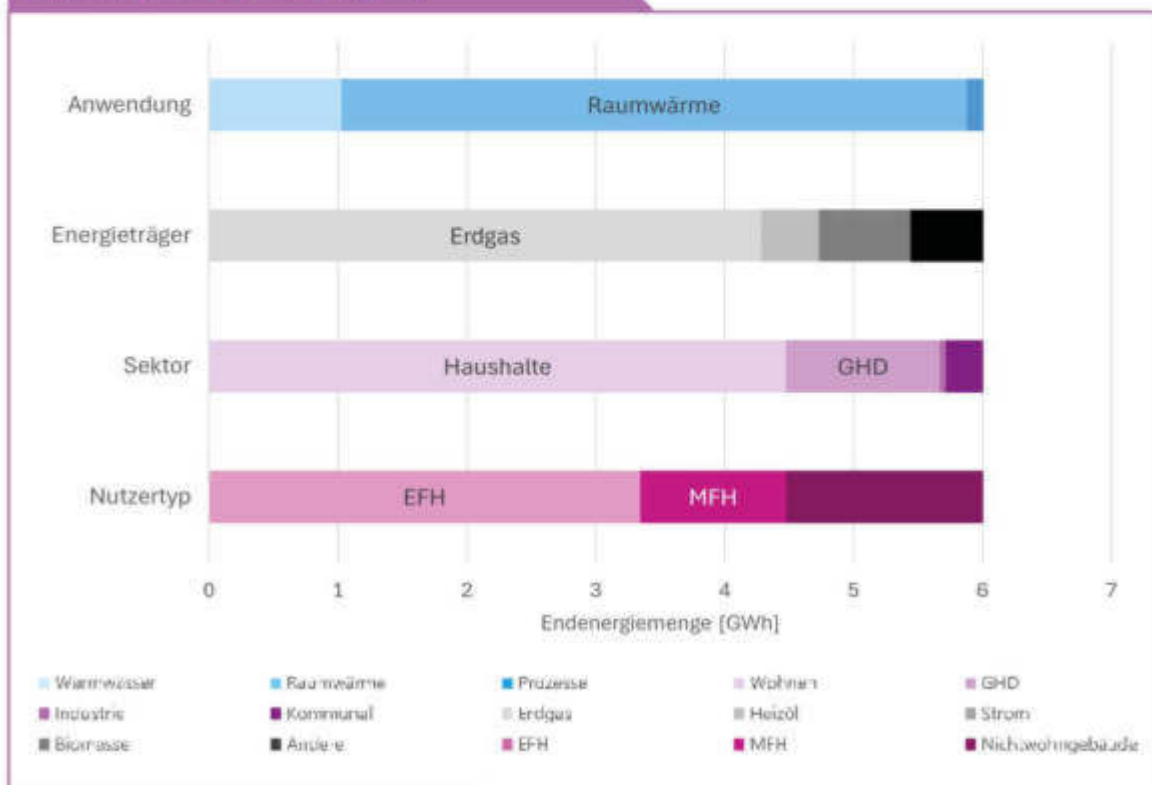




Stadtteil Wintzingerode

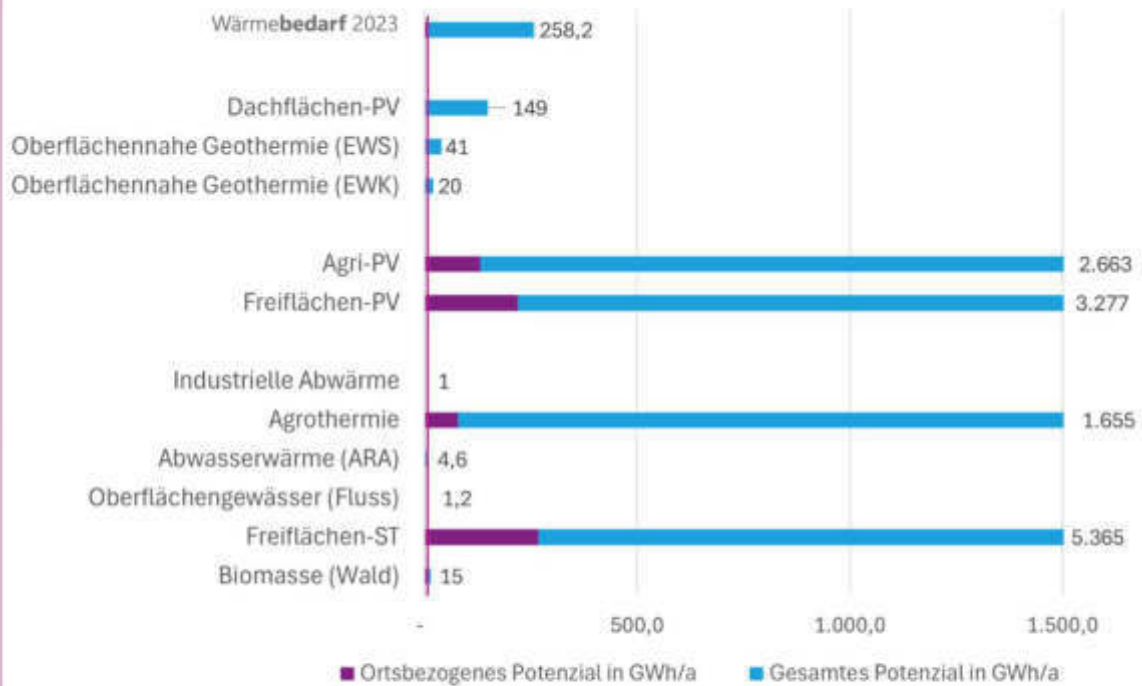
Anzahl Einwohner:	652
Anzahl Gebäude:	206
Wärmebedarf:	5,6 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Eignungsgebiet

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, der Energieträgermix festgelegt sowie eine Mindestanschlussquote für die Wirtschaftlichkeit definiert. Im weiteren Schritt erfolgt die Beauftragung der Machbarkeitsstudie nach BEW, welche die planerische und wirtschaftliche Aspekte analysiert.

2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.



Fakten zu Wärmenetz-Eignungsgebiet Wintzingerode

- 70 Gebäude bei 70 % Anschlussquote
- Rohrleitungslänge: 1.497 m
- Heizleistung: 0,8 MW
- Wärmebedarf: 1.200 MWh/a
- Gesamtinvestitionskosten (inkl. Fördermittel): 3 Mio. Euro

Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 29 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 6 % Biomasse, 60 % Strom & 34 % Wärmenetze

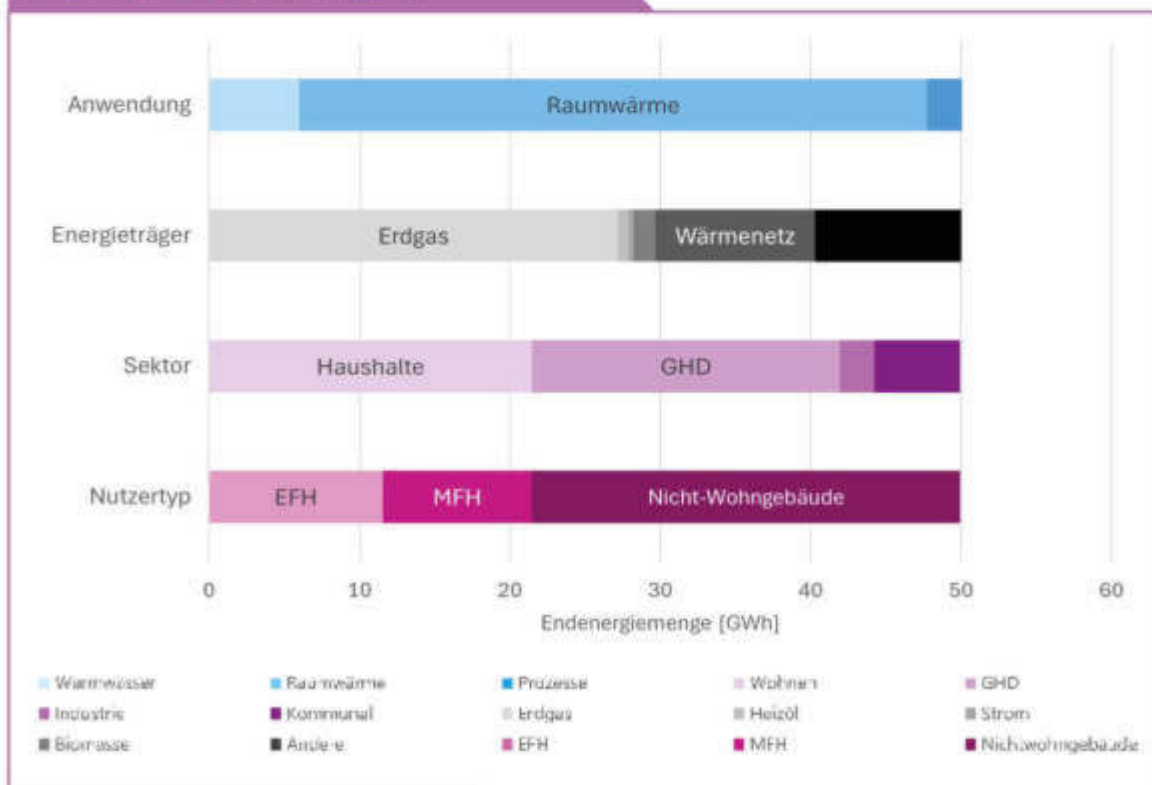




Stadtteil Worbis

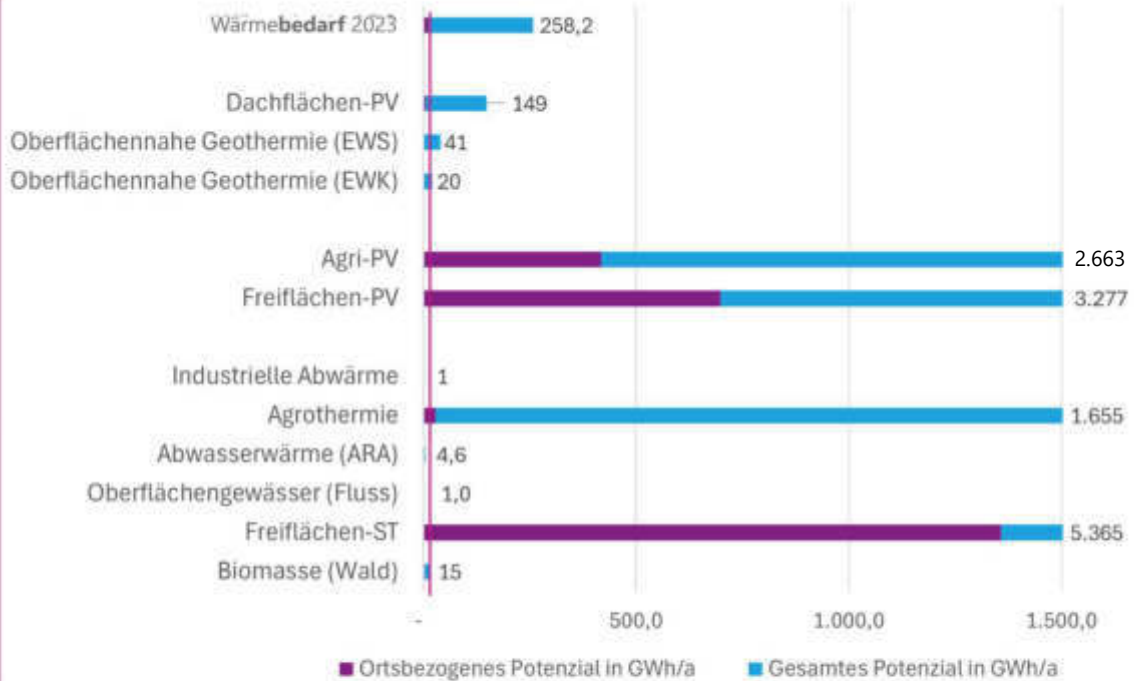
Anzahl Einwohner:	4.895
Anzahl Gebäude:	1.243
Wärmebedarf:	47,7 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	ja

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045
(Auszug - gesamte Karte im Bericht)



Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Eignungsgebiet

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung wird die Nutzung der Potenziale untersucht, der Energieträgermix festgelegt sowie eine Mindestanschlussquote für die Wirtschaftlichkeit definiert. Im weiteren Schritt erfolgt die Beauftragung der Machbarkeitsstudie nach BEW, welche die planerische und wirtschaftliche Aspekte analysiert.

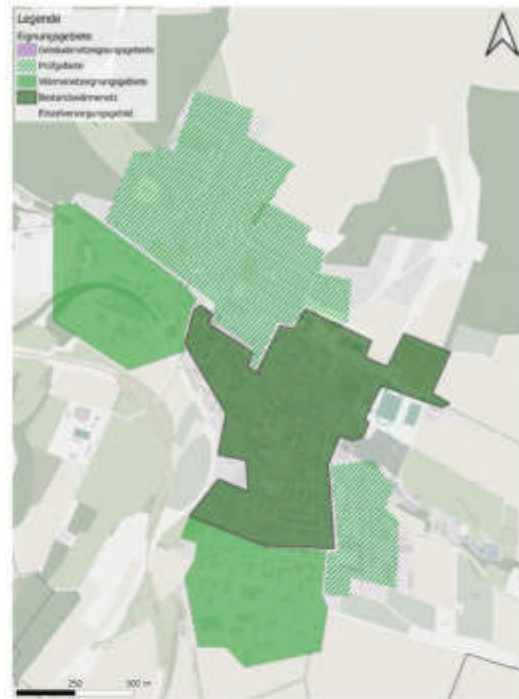
2

Informationskampagne zu dezentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung von Informationen und unabhängigen Beratungen für Einzelgebäude. Veranstaltungsreihe zu den Themen Fördermittel, Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien, Gesetzeslage und Umbau.

Senkung der Treibhausgas-emissionen durch:

- Senkung Wärmebedarf um 23 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 10 % Biomasse, 66 % Strom & 24 % Wärmenetze



Fakten zu Wärmenetz-Eignungsgebiet Worbis Nordwest

- 59 Gebäude bei 70 % Anschlussquote
- Rohrleitungslänge: 2.428 m
- Heizleistung: 1,6 MW
- Wärmebedarf: 2.900 MWh/a
- Gesamtinvestitionskosten (inkl. Fördermittel): 8 - 9 Mio. Euro

Fakten zu Wärmenetz-Eignungsgebiet Worbis Süd

- 50 Gebäude bei 70 % Anschlussquote
- Rohrleitungslänge: 2.453 m
- Heizleistung: 0,8 MW
- Wärmebedarf: 1.400 MWh/a
- Gesamtinvestitionskosten (inkl. Fördermittel): 7 - 8 Mio. Euro

8. Controlling-Konzept und Verstetigungsstrategie

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmewende erfordert eine langfristige Strategie, die durch ein systematisches Controlling-Konzept begleitet wird. Dieses Konzept bildet die Grundlage für die Erfassung von Verbrauchs- und Treibhausgasemissionsdaten und ermöglicht die regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Wärmeplans. Ziel des Controlling-Konzepts ist es, die Fortschritte bei der Zielerreichung kontinuierlich zu dokumentieren und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen, um die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung sicherzustellen. So wird die Effektivität der umgesetzten Maßnahmen systematisch erfasst, ausgewertet und optimiert, um eine nachhaltige und wirksame Wärmewende zu gewährleisten.

8.1. Kontrollziele

Um das Konzept der kommunalen Wärmewende nachhaltig in die Verwaltungsstrukturen der Stadt zu integrieren, ist eine umfassende Verstetigungsstrategie erforderlich, die durch folgende Handlungsschritte weiter sichergestellt werden kann:

1. Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen: Regelmäßige Analyse und Evaluation der Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen und der Erhebung relevanter Kennzahlen, um die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen.
2. Kontinuierliche Prüfung des Ausbau-Fortschritts infrastruktureller Vorhaben: Etablierung eines Kontroll-Systems zur fortlaufenden Überprüfung des Fortschritts beim Ausbau von Infrastrukturprojekten wie Fernwärmeleitungen, Energiezentralen und anderen technischen Anlagen.
3. Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf: Implementierung eines Systems, um Abweichungen von geplanten Zielen frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls schnell Gegenmaßnahmen zu ergreifen.
4. Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften: Einführung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, der die systematische Optimierung von Energieeffizienzmaßnahmen in kommunalen Liegenschaften umfasst.
5. Feedback und Fortschrittsdokumentation: Einrichtung regelmäßiger Feedback-Schleifen aus Verwaltung, Akteuren und Öffentlichkeit zur kontinuierlichen Verbesserung der Strategie sowie Erstellung eines transparenten Berichtssystems, das den Fortschritt der Wärmewende dokumentiert und regelmäßig kommuniziert, um Akzeptanz und Bewusstsein in der Bevölkerung zu stärken.

6. Verankerung der Ergebnisse in der kommunalen Planung: Die Ergebnisse der Evaluierungen und die gewonnenen Erkenntnisse sollten in die langfristige kommunale Energie- und Klimaplanung integriert werden, um die kommunale Wärmewende zukunftsfähig zu gestalten.

Ziel ist es, klare Zuständigkeiten, Befugnisse und Kontrollmechanismen zu definieren, um die Umsetzung der Verstetigungsstrategie in der Verwaltung effektiv zu gewährleisten. Dabei stehen alle klimarelevanten Bereiche der Kommune im Fokus. Zudem wird geprüft, wie die Wärmewende langfristig in Kooperation mit Nachbarkommunen und der Region verankert werden kann. Die entwickelte Strategie wird dokumentiert, mit dem Auftraggeber abgestimmt und in einer bearbeitbaren Form übergeben.

8.2. Kontrollinstrumente und -methoden

Mögliche Kontrollinstrumente und -methoden umfassen die Implementierung eines kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS), das den Energieverbrauch auf kommunalen Liegenschaften erfasst, analysiert und verwaltet, um den Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern. Regelmäßige interne Energieanalysen dienen der Identifikation von Einsparpotenzialen und der Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen. Zur Messung des Fortschritts werden spezifische KWP-Kennzahlen und -Indikatoren entwickelt, die Energieeffizienz, Infrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen quantifizieren. Ergänzend wird durch Benchmarking der Vergleich dieser Indikatoren mit anderen Kommunen ermöglicht, um Best Practices zu identifizieren.

8.3. Datenerfassung und -analyse

Im Rahmen des KEMS wird der gesamte Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften jährlich erfasst und ausgewertet. Dabei werden Strom, Wärme und Gas berücksichtigt, und die Daten können in den Berechnungen der EnergyEffizienz GmbH aktualisiert werden. Zusätzlich erfolgt alle fünf Jahre eine Fortschreibung der Treibhausgasbilanz für die gesamte Kommune, die alle Wirtschaftssektoren einbezieht. Diese Bilanzierung basiert auf den Endenergieverbräuchen einschließlich der Wärme und ermöglicht es, die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche über die Zeit hinweg zu verfolgen.

8.4. Berichterstattung und Kommunikation

Es werden jedes Jahr Berichte erstellt, die in Form von Mitteilungsvorlagen dem Stadtrat der Stadt Leinefelde-Worbis vorgelegt werden, um die Fortschritte, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent darzustellen. Zusätzlich werden Networking-Veranstaltungen organisiert, bei denen alle relevanten Akteure der Wärmewende in der Stadt Leinefelde-Worbis zusammenkommen. Diese Events bieten eine zentrale Plattform, um Vertreter aus der Verwaltung, der lokalen Wirtschaft, Energieanbietern, Immobilienbesitzern und der Bürgerschaft zu vernetzen und die Akzeptanz sowie die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zu fördern.

Literaturverzeichnis

- BMWK. (2022). *Geothermie für die Wärmewende-Bundeswirtschaftsministerium startet Konsultationsprozess*. Von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/11/20221111-geothermie-fuer-die-waermewende.html> abgerufen
- Bracke, R., & Huenges, E. (Februar 2022). www.geothermie.de. Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie & Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ). Von https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Roadmap_Tiefe_Geothermie_in_Deutschland_FhG_HGF_02022022.pdf abgerufen
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). (2007). *Bodenarten in Oberböden Deutschlands*.
- Bundesverband Geothermie. (kein Datum). Abgerufen am 20. 09 2023 von <https://www.geothermie.de/geothermie/einstieg-in-die-geothermie.html>
- Dunkelberg, E. A. (2023). *Bestimmung des Potenzials von Abwärme in Berlin*. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Beauftragt durch das Land Berlin, vertreten durch die Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klima- und Umweltschutz.
- Kelm, T., & Stauch, D. (2025). *Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen*.
- LABO. (2023). Von https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO-Arbeitshilfe_FFA_Photovoltaik_und_Solarthermie.pdf abgerufen
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe*. (R. u. Landesamt für Geologie, Hrsg.) Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete*. Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al. (2024)). *Ortner, Sara; Paar, Angelika; Johannsen, Lea; Wachter, Philipp; Hering, Dominik; Pehnt, Martin et al. (2024): Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. Hg. v. ifeu - Institut für. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW. (2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*.
- Peters, M., Miocic, J., & Koenigsdorff, R. (2022). *Erdwärmesonden-Potenzial für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (K. K.-u.-W. GmbH, Hrsg.) Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Erdwaermesonden/230918_Dokumentation_Potenzial_EWS-BW.pdf abgerufen
- Technikkatalog (Langreder et al. (2024)). *Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wünsch, Aurel; Lengning, Saskia et al. (2024): Technikkatalog Wärmeplanung*. Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelph. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Leinefelde-Worbis	17
Tabelle 2: Kurzstatistik über Ortsteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2023)	19
Tabelle 3: Einteilung der Wärmelinien-dichte in Eignungskategorien (Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al., 2024))	27
Tabelle 4: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien (Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al., 2024))	27
Tabelle 5: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen	34
Tabelle 6: Gesamtpotential Freiflächensolarthermie der einzelnen Stadtteile in GWh/a	38
Tabelle 7: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme nach Wärmepumpe)	41
Tabelle 8: Erzeugernutzwärme (Erdwärmekollektoren nach Wärmepumpe nach Stadtteilen)	53
Tabelle 9: Erzeugernutzwärme (Erdwärmesonden nach Wärmepumpe nach Stadtteilen)	55
Tabelle 10: Technisches Potenzial Freiflächen-Photovoltaik nach Stadtteilen	60
Tabelle 11: Technisches Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen	62
Tabelle 12: Eckdaten Wärmenetz Worbis Nordwest	73
Tabelle 13: Eckdaten Wärmenetz Worbis Süd	75
Tabelle 14: Eckdaten Wärmenetz Wintzingerode	78
Tabelle 15: Eckdaten Wärmenetzprüfgebiet Birkungen	80
Tabelle 16: Übersicht der fünf Fokusgebiete	95
Tabelle 17: Legende Maßnahmen-Steckbriefe	96
Tabelle 18: Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs (Technikkatalog (Langreder et al., 2024))	172

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)	11
Abbildung 2: Naturschutz als restriktives Element	14
Abbildung 3: Hochwasserschutz in der Gemarkung	15
Abbildung 4: Übersicht Leinefelde-Worbis	19
Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Anzahl)	20
Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (beheizte Fläche) Quelle: infas 360 GmbH.....	20
Abbildung 7: Leinefelde: Dominierender Sektor	21
Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH.....	22
Abbildung 9: Leinefelde: Baualtersklassen.....	23
Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kkehrbuchdaten, 2022	24
Abbildung 11: Leinefelde: Energieträger je Baublock	25
Abbildung 12: Wärmemenge im Status-Quo nach Stadtteilen [GWh/a] (2023).....	26
Abbildung 13: Wärmeliniendichte Status quo in Leinefelde	28
Abbildung 14: Wärmedichte je Baublock Status quo in Leinefelde	28
Abbildung 15: Senkung der Wärmemenge in GWh bis 2045	31
Abbildung 16: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion.....	34
Abbildung 17: Biomassepotenzial.....	35
Abbildung 18: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie	38
Abbildung 19: Potenzialflächen Agrothermie	41
Abbildung 20: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023)	45
Abbildung 21: Geplantes Wasserstoffnetz in Thüringen 2032	48
Abbildung 22: Eignung von Erdwärmekollektoren in Leinefelde)	54
Abbildung 23: Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene in Leinefelde.....	55
Abbildung 24: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik.....	61
Abbildung 25: Potenzialflächen Agri-PV	63
Abbildung 26: Gesamtübersicht Potenziale in der Stadt Leinefelde-Worbis.....	65
Abbildung 27: Eignungsgebiete in der Stadt Leinefelde-Worbis inkl. Ortsteile	67
Abbildung 28: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Energieträger im Zieljahr 2045 nach Anzahl	70
Abbildung 29: Wärmenetz Worbis Nordwest.....	72
Abbildung 30: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Worbis Nordwest.....	74
Abbildung 31: Wärmenetz Worbis Süd.....	75

Abbildung 32: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Worbis Süd	76
Abbildung 33: Wärmenetz Wintzingerode	77
Abbildung 34: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Wintzingerode	79
Abbildung 35: Wärmenetzprüfgebiet Birkungen	80
Abbildung 36: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetzprüfgebiet Birkungen	82
Abbildung 37: Emissionssenkung bis 2045 gemäß Zielszenario	93
Abbildung 38: Kumulierte CO ₂ -Emissionen bis 2045	94
Abbildung 39: Fokusgebiet 1 – Wärmenetzeignungsgebiete in Wintzingerode und Breitenholz	98
Abbildung 40: Fokusgebiet 2 – Prüfgebiete für den Wärmenetzausbau in Leinefelde	102
Abbildung 41: Fokusgebiet 2 – Wärmenetzausbaugebiete Worbis	103
Abbildung 42: Fokusgebiet 3 – Prüfgebiete in den Stadtteilen Hundeshagen, Beuren und Birkungen	107
Abbildung 43: Fokusgebiet 4 – Gebäudenetzeignungsgebiete in den Stadtteilen Kallmerode, Kaltohmfeld und Kirchohmfeld	112
Abbildung 44: Nutzertypen Stadtteil Beuren	173
Abbildung 45: Baualtersklassen Stadtteil Beuren	173
Abbildung 46: Energieträger Stadtteil Beuren	174
Abbildung 47: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Beuren	174
Abbildung 48: Wärmelinienendichte Status-Quo Stadtteil Beuren	175
Abbildung 49: Wärmelinienendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Beuren	175
Abbildung 50: Eignung Erdwärmesonde Stadtteil Beuren	176
Abbildung 51: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Beuren	176
Abbildung 52: Nutzertypen Stadtteil Birkungen	177
Abbildung 53: Baualtersklassen Stadtteil Birkungen	177
Abbildung 54: Energieträger Stadtteil Birkungen	178
Abbildung 55: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Birkungen	178
Abbildung 56: Wärmelinienendichte Status-Quo Stadtteil Birkungen	179
Abbildung 57: Wärmelinienendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Birkungen	179
Abbildung 58: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Birkungen	180
Abbildung 59: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Birkungen	180
Abbildung 60: Nutzertyp Stadtteil Breitenbach	181
Abbildung 61: Baualtersklassen Stadtteil Breitenbach	181
Abbildung 62: Energieträger Stadtteil Breitenbach	182
Abbildung 63: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Breitenbach	182

Abbildung 64: Wärmelinienindichte Status-Quo Stadtteil Breitenbach	183
Abbildung 65: Wärmelinienindichte Zieljahr 2045 Stadtteil Breitenbach	183
Abbildung 66: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Breitenbach.....	184
Abbildung 67: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Breitenbach.....	184
Abbildung 68: Nutzertypen Stadtteil Breitenholz	185
Abbildung 69: Baualtersklassen Stadtteil Breitenholz	185
Abbildung 70: Energieträger Stadtteil Breitenholz.....	186
Abbildung 71: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Breitenholz.....	186
Abbildung 72: Wärmelinienindichte Status-Quo Stadtteil Breitenholz.....	187
Abbildung 73: Wärmelinienindichte Zieljahr 2045 Stadtteil Breitenholz.....	187
Abbildung 74: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Breitenholz.....	188
Abbildung 75: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Breitenholz	188
Abbildung 76: Nutzertypen Stadtteil Hundeshagen.....	189
Abbildung 77: Baualtersklassen Stadtteil Hundeshagen.....	189
Abbildung 78: Energieträger Stadtteil Hundeshagen	190
Abbildung 79: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Hundeshagen	190
Abbildung 80: Wärmelinienindichte Status-Quo Stadtteil Hundeshagen	191
Abbildung 81: Wärmelinienindichte Zieljahr 2045 Stadtteil Hundeshagen	191
Abbildung 82: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Hundeshagen	192
Abbildung 83: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Hundeshagen.....	192
Abbildung 84: Nutzertypen Stadtteil Kallmerode.....	193
Abbildung 85: Baualtersklassen Stadtteil Kallmerode.....	193
Abbildung 86: Energieträger Stadtteil Kallmerode.....	194
Abbildung 87: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kallmerode	194
Abbildung 88: Wärmelinienindichte Status-Quo Stadtteil Kallmerode	195
Abbildung 89: Wärmelinienindichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kallmerode	195
Abbildung 90: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kallmerode.....	196
Abbildung 91: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kallmerode.....	196
Abbildung 92: Nutzertypen Stadtteil Kaltohmfeld	197
Abbildung 93: Baualtersklassen Stadtteil Kaltohmfeld	197
Abbildung 94: Energieträger Stadtteil Kaltohmfeld	198
Abbildung 95: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kaltohmfeld.....	198
Abbildung 96: Wärmelinienindichte Status-Quo Stadtteil Kaltohmfeld.....	199
Abbildung 97: Wärmelinienindichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kaltohmfeld.....	199
Abbildung 98: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kaltohmfeld	200

Abbildung 99: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kaltohmfeld	200
Abbildung 100: Nutzertypen Stadtteil Kirchohmfeld	201
Abbildung 101: Baualtersklassen Stadtteil Kirchohmfeld	201
Abbildung 102: Energieträger Stadtteil Kirchohmfeld	202
Abbildung 103: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kirchohmfeld	202
Abbildung 104: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Kirchohmfeld	203
Abbildung 105: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kirchohmfeld	203
Abbildung 106: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kirchohmfeld	204
Abbildung 107: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kirchohmfeld	204
Abbildung 108: Nutzertypen Stadtteil Leinefelde	205
Abbildung 109: Baualtersklassen Stadtteil Leinefelde	205
Abbildung 110: Energieträger Stadtteil Leinefelde	206
Abbildung 111: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Leinefelde	206
Abbildung 112: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Leinefelde	207
Abbildung 113: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Leinefelde	207
Abbildung 114: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Leinefelde	208
Abbildung 115: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Leinefelde	208
Abbildung 116: Nutzertypen Stadtteil Wintzingerode	209
Abbildung 117: Baualtersklassen Stadtteil Wintzingerode	209
Abbildung 118: Energieträger Stadtteil Wintzingerode	210
Abbildung 119: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Wintzingerode	210
Abbildung 120: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Wintzingerode	211
Abbildung 121: Wärmeliniendichten Zieljahr 2045 Stadtteil Wintzingerode	211
Abbildung 122: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Wintzingerode	212
Abbildung 123: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Wintzingerode	212
Abbildung 124: Nutzertypen Stadtteil Worbis	213
Abbildung 125: Baualtersklassen Stadtteil Worbis	213
Abbildung 126: Energieträger Stadtteil Worbis	214
Abbildung 127: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Worbis	214
Abbildung 128: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Worbis	215
Abbildung 129: Wärmeliniendichten Zieljahr 2045 Stadtteil Worbis	215
Abbildung 130: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Worbis	216
Abbildung 131: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Worbis	216

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr (anno)
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
B-Plan	Bebauungsplan
bzgl.	Bezüglich
°C	Grad Celsius
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DN	Nomineller Rohrdurchmesser
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EUR	Euro
etc.	et cetera
et al	und andere
e.V.	eingetragener Verein
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
GEG	Gebäudeenergiegesetz (Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunde(n)
Hg.	Herausgeber
HQ100	100-jährliches Hochwasser

ha	Hektar
ID	Identifikation
inkl.	Inklusive
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt peak
LB	Laubbäume
LED	Light Emitting Diode
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunde(n)
MW	Megawatt
MWp	Megawatt peak
neg.	Negativ
NSG	Naturschutzgebiet
PV	Photovoltaik
ST	Solarthermie
St.	Stück
t	Tonne
u.a.	und andere(s) / unter anderem
vgl.	vergleiche
vs.	gegen (versus)
WE	Wohneinheit
WEA	Windenergieanlage(n)
Whg.	Wohnungen
WP	Wärmepumpe

WÜS	Wärmeübergabestation
z.B.	zum Beispiel
ZFH	Zweifamilienhaus
zzgl.	zuzüglich

Anhangsverzeichnis

Anhang A: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen.....	172
Anhang B: Beuren	173
Anhang C: Birkungen.....	177
Anhang D: Breitenbach	181
Anhang E: Breitenholz	185
Anhang F: Hundeshagen	189
Anhang G: Kallmerode	193
Anhang H: Kaltohmfeld.....	197
Anhang I: Kirchohmfeld	201
Anhang J: Leinefelde	205
Anhang K: Wintzingerode.....	209
Anhang L: Worbis.....	213

Anhang A: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen

Tabelle 18: Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs (Technikkatalog (Langreder et al., 2024))

Nutzungen	vor 1900	1900 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010	2011 - 2015	ab 2016
EFH	1,3%	2,0%	1,3%	1,3%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%
MFH	1,0%	2,0%	1,1%	1,1%	1,1%	1,8%	1,8%	1,8%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%
Gewerbe	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Oeff. Einrichtung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Kultur	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Sport	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Bildung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Dienstleistung und Verwaltung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Verwaltung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Handel	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Landwirtschaft	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Baugewerbe	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Sonstiges	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Industrie	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	0,2%	0,2%

Anhang B: Beuren

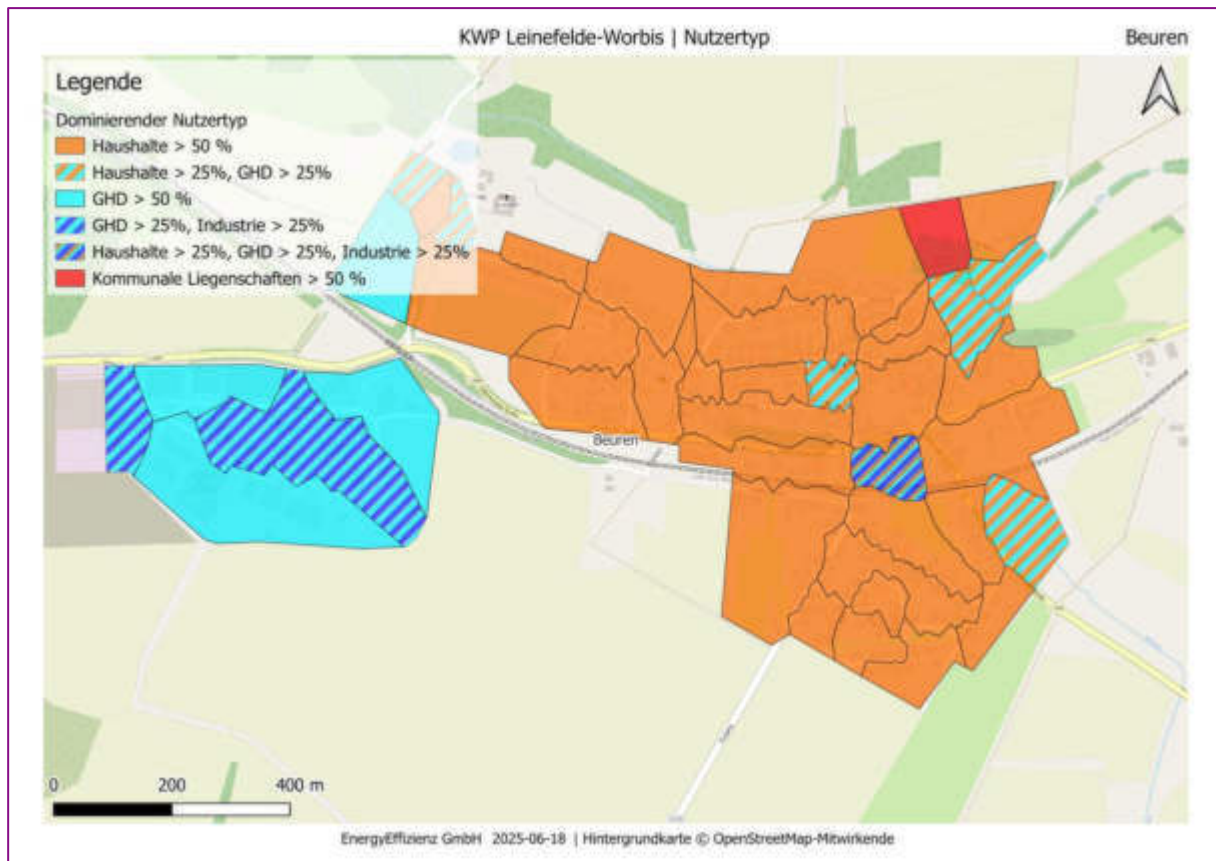


Abbildung 44: Nutzertypen Stadtteil Beuren

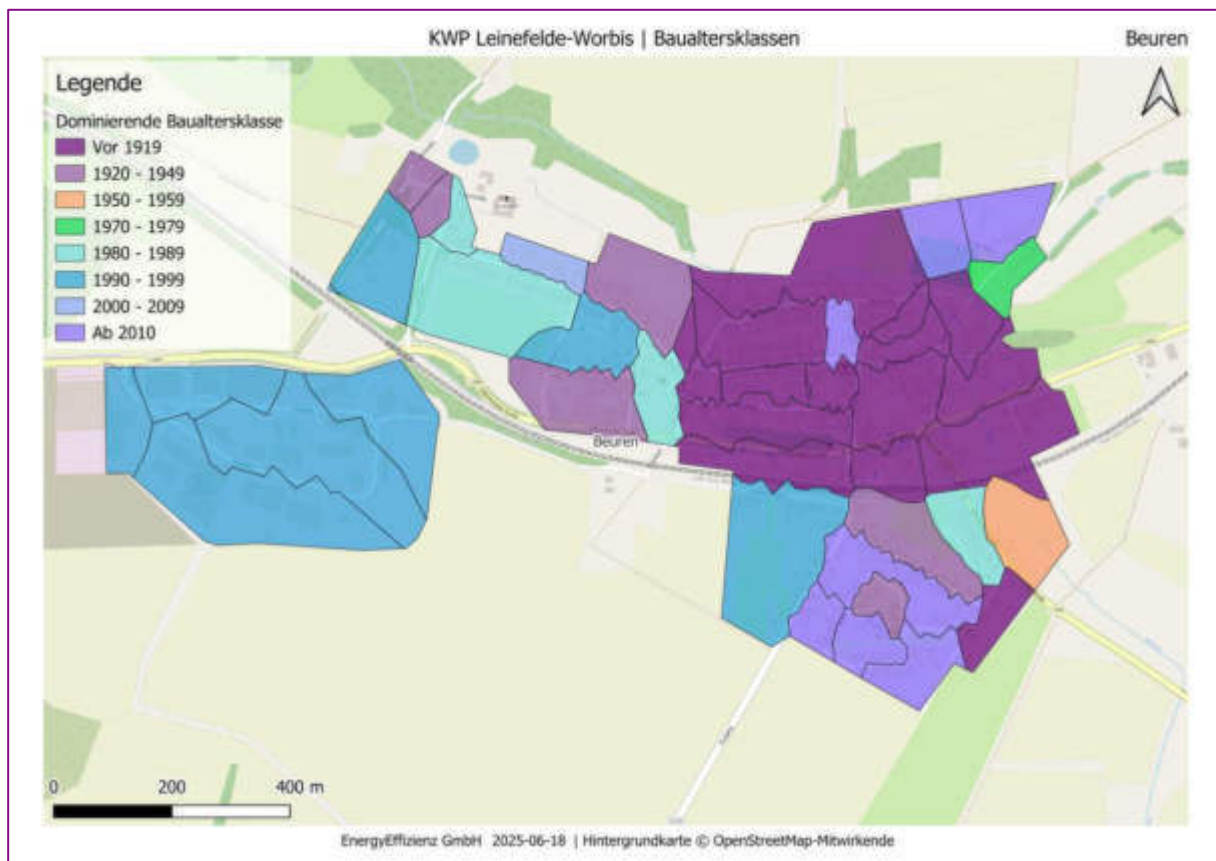


Abbildung 45: Baualtersklassen Stadtteil Beuren

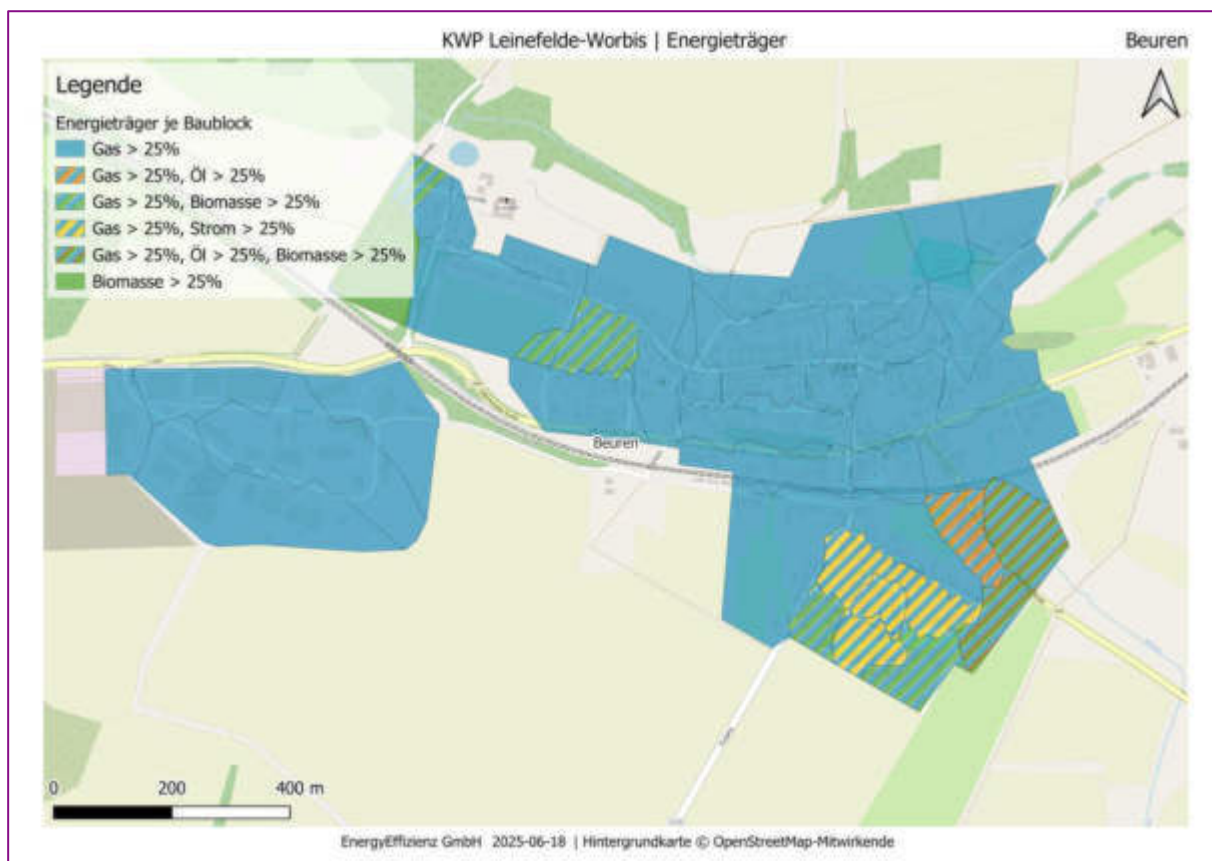


Abbildung 46: Energieträger Stadtteil Beuren

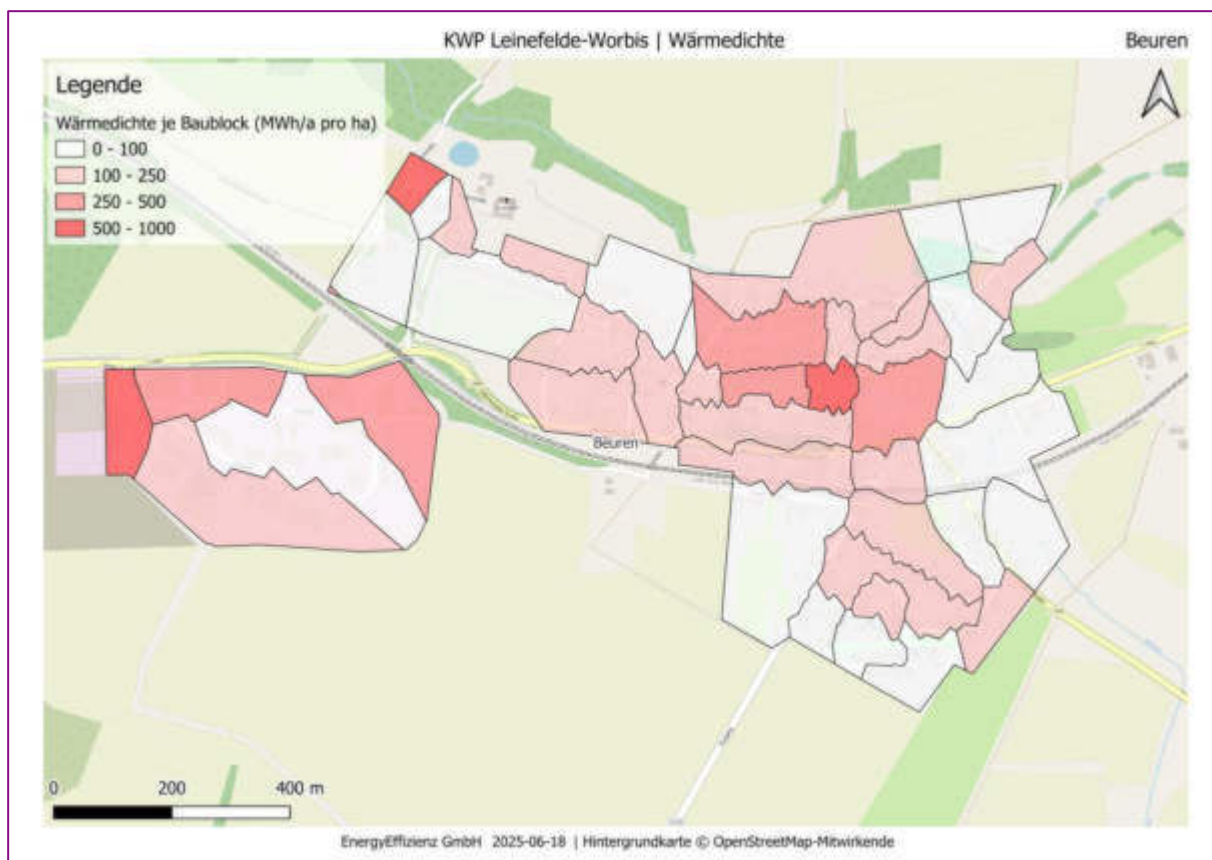


Abbildung 47: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Beuren

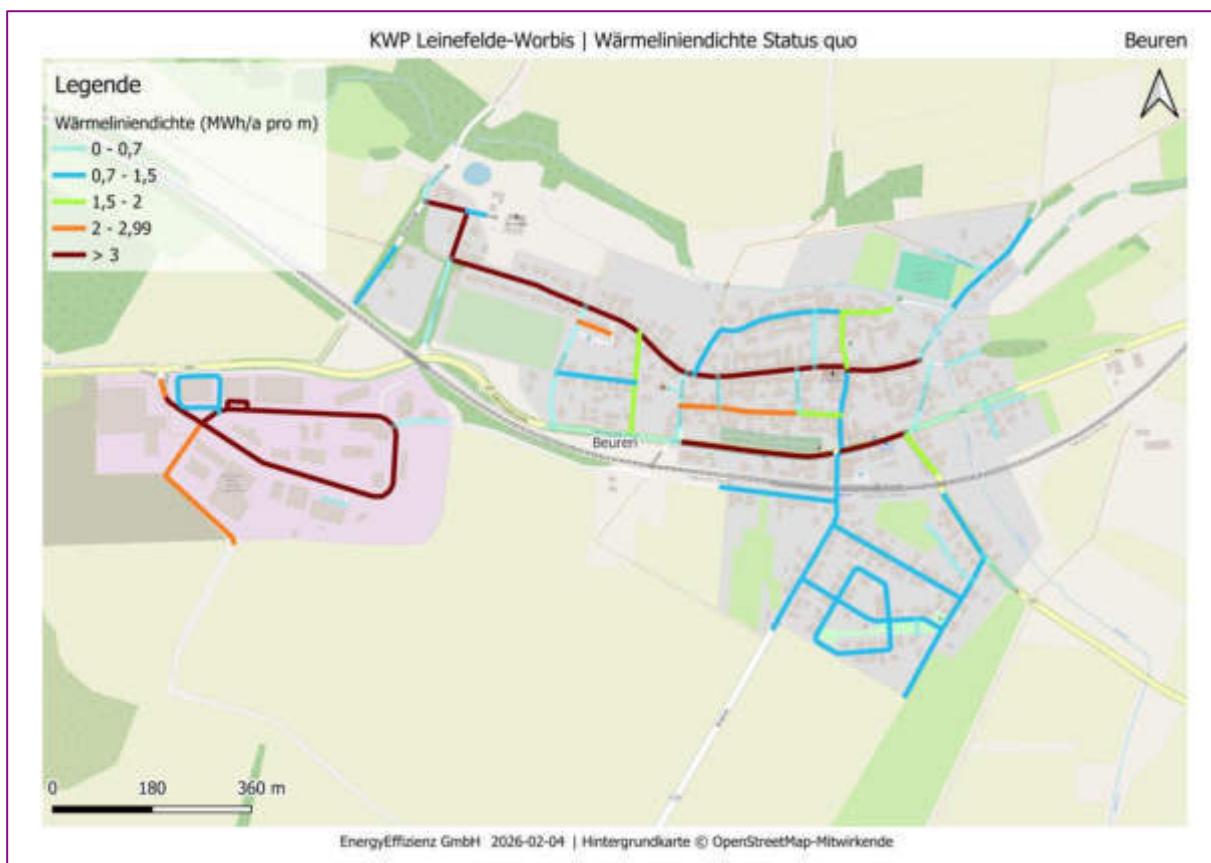


Abbildung 48: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Beuren

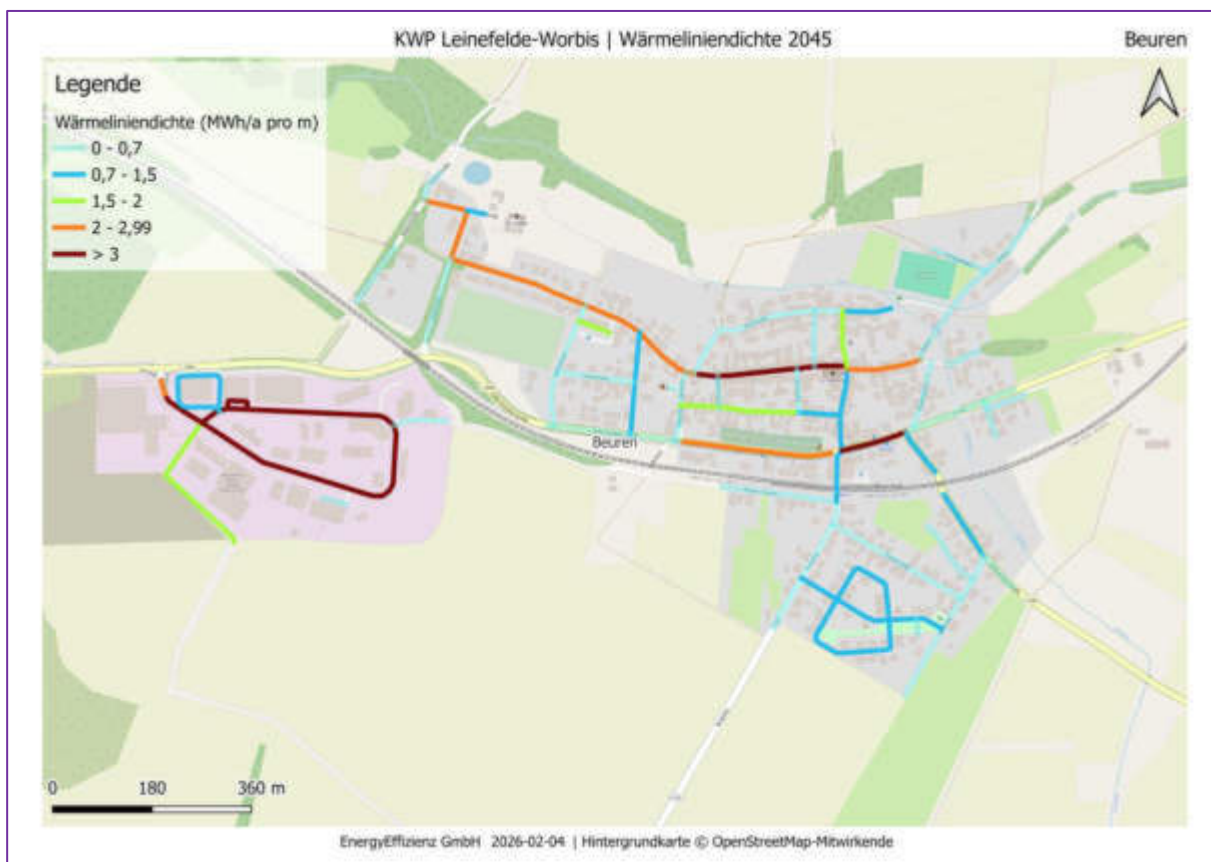


Abbildung 49: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Beuren

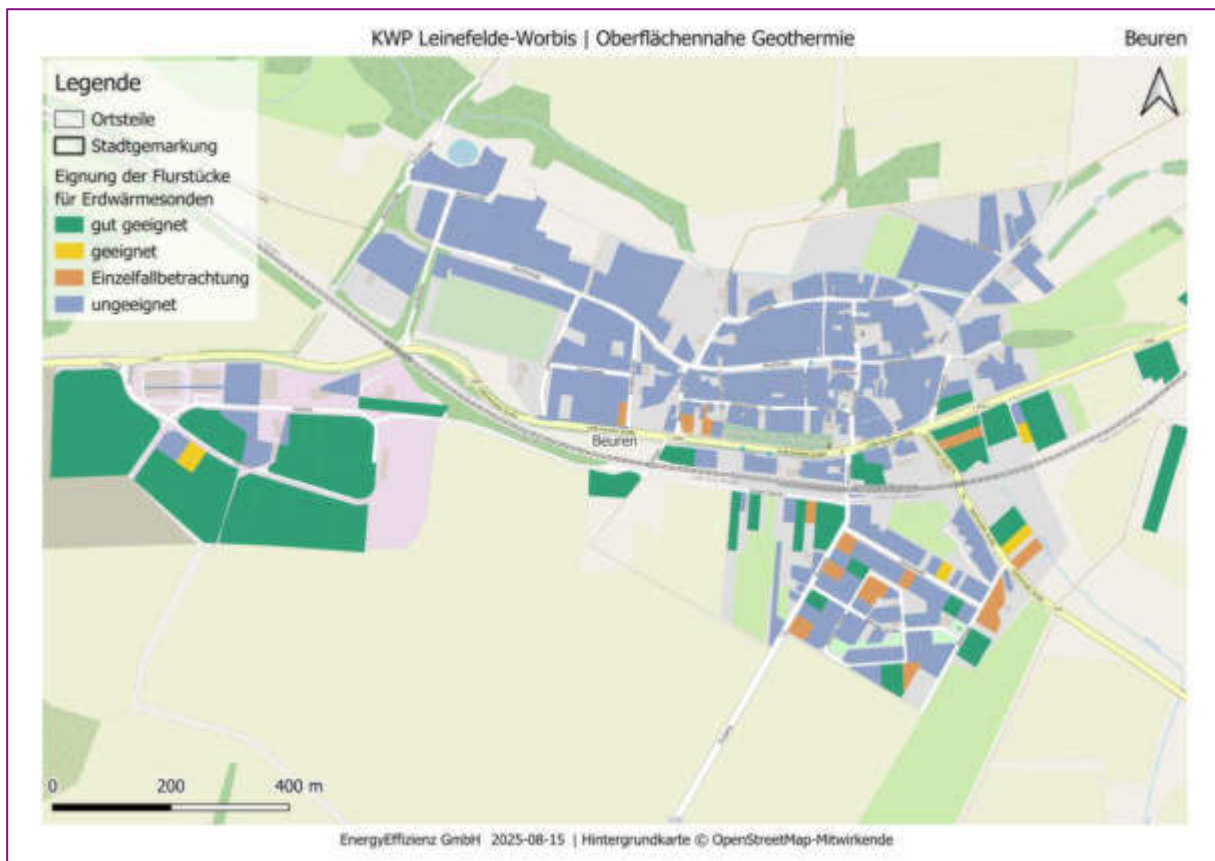


Abbildung 50: Eignung Erdwärmesonde Stadtteil Beuren

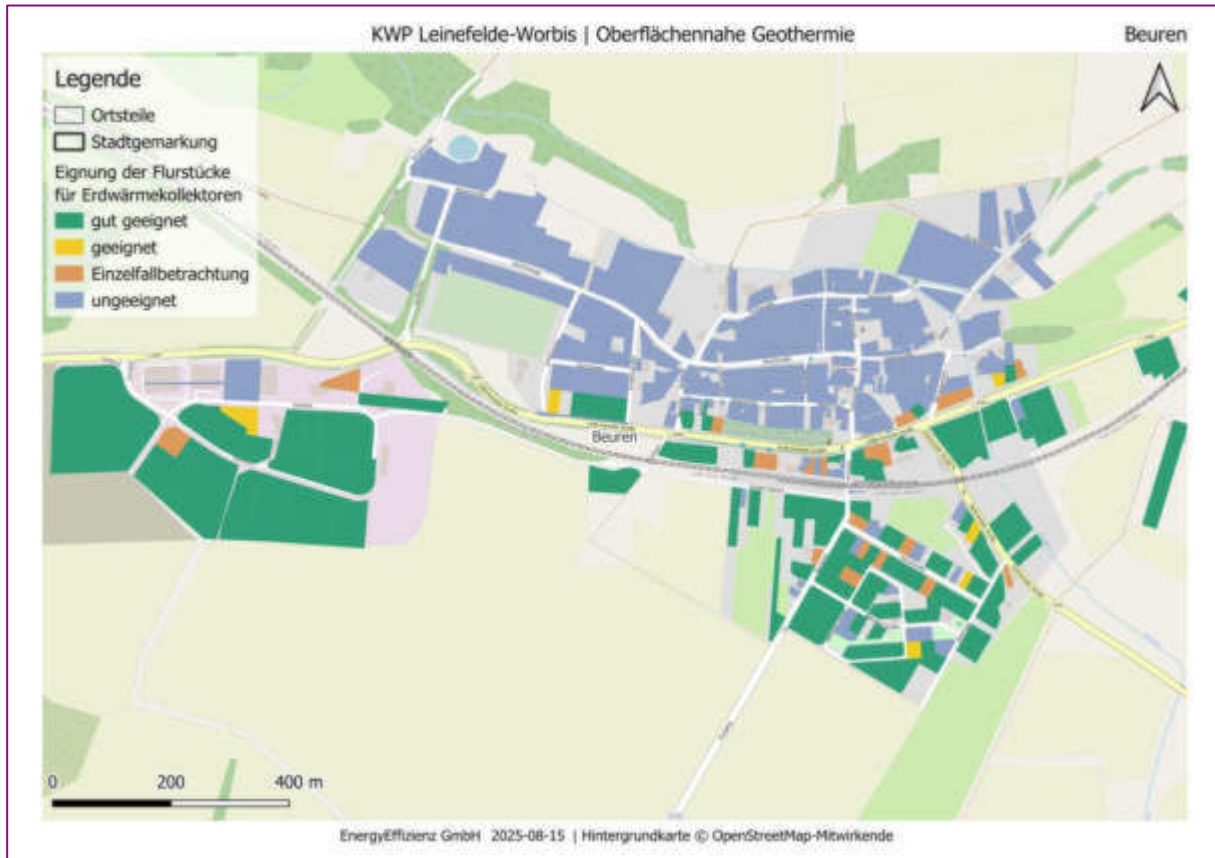


Abbildung 51: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Beuren

Anhang C: Birkungen

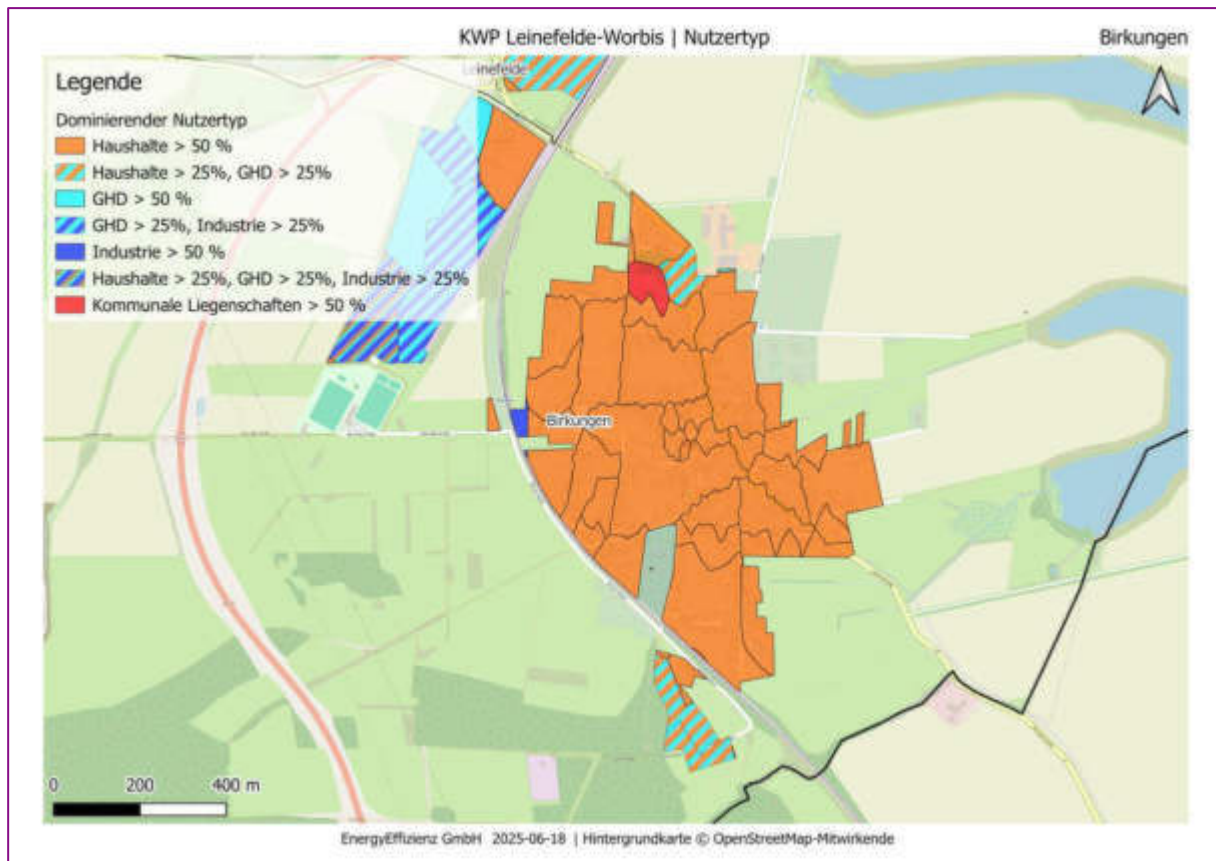


Abbildung 52: Nutzertypen Stadtteil Birkungen

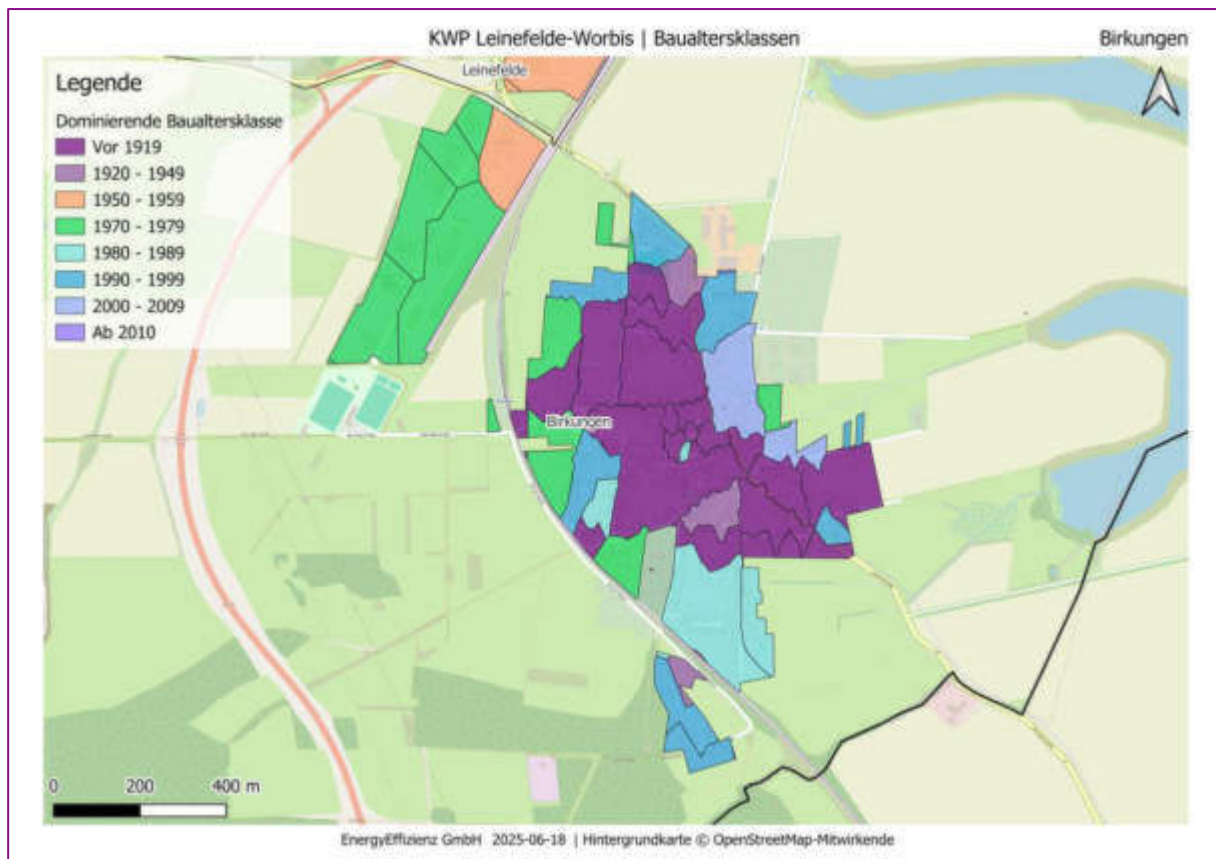


Abbildung 53: Baualtersklassen Stadtteil Birkungen

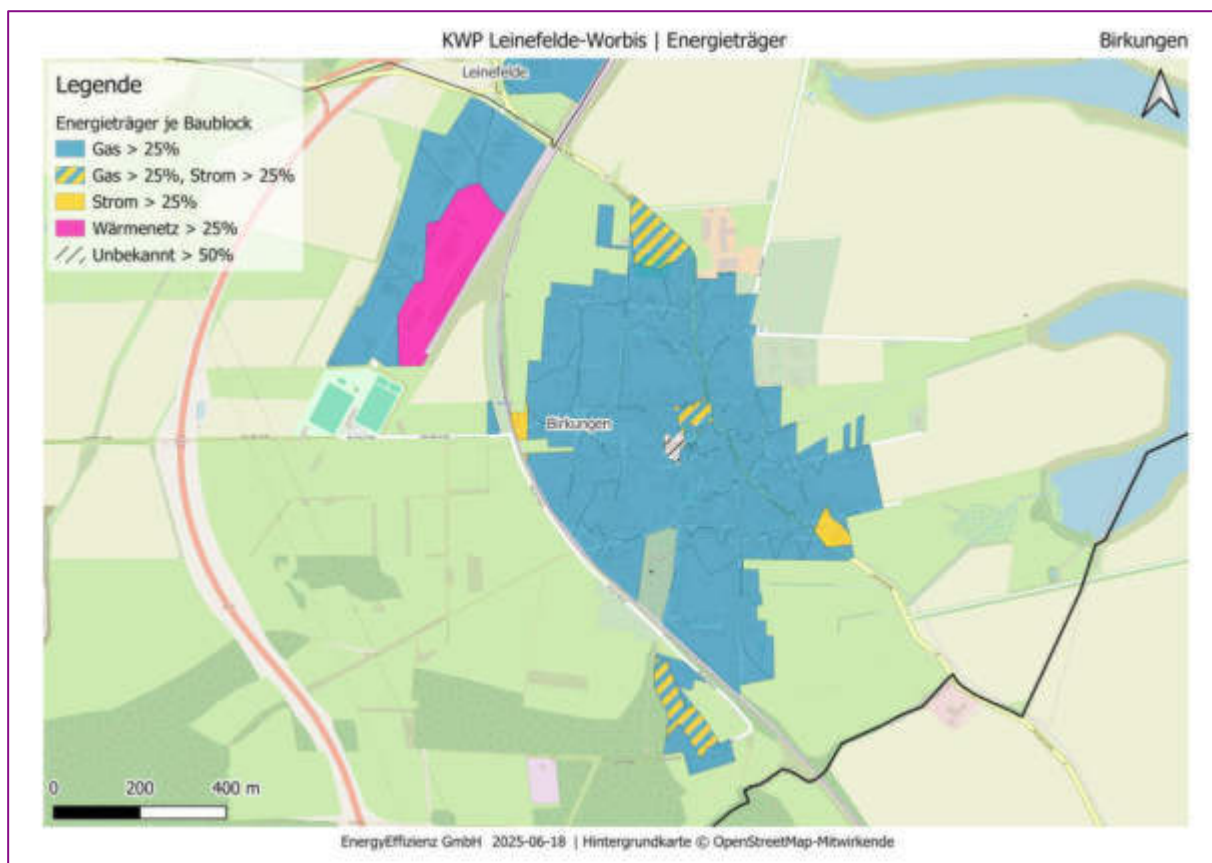


Abbildung 54: Energieträger Stadtteil Birkungen

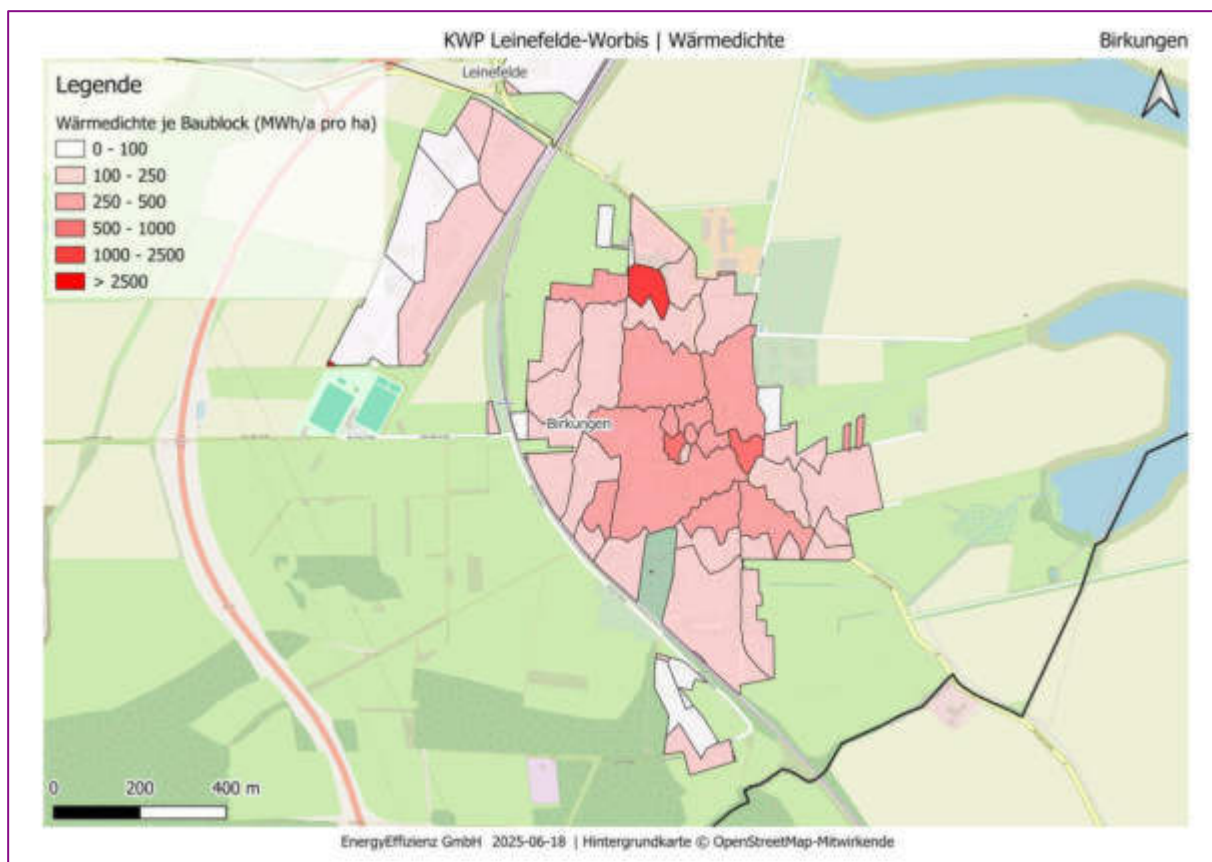


Abbildung 55: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Birkungen

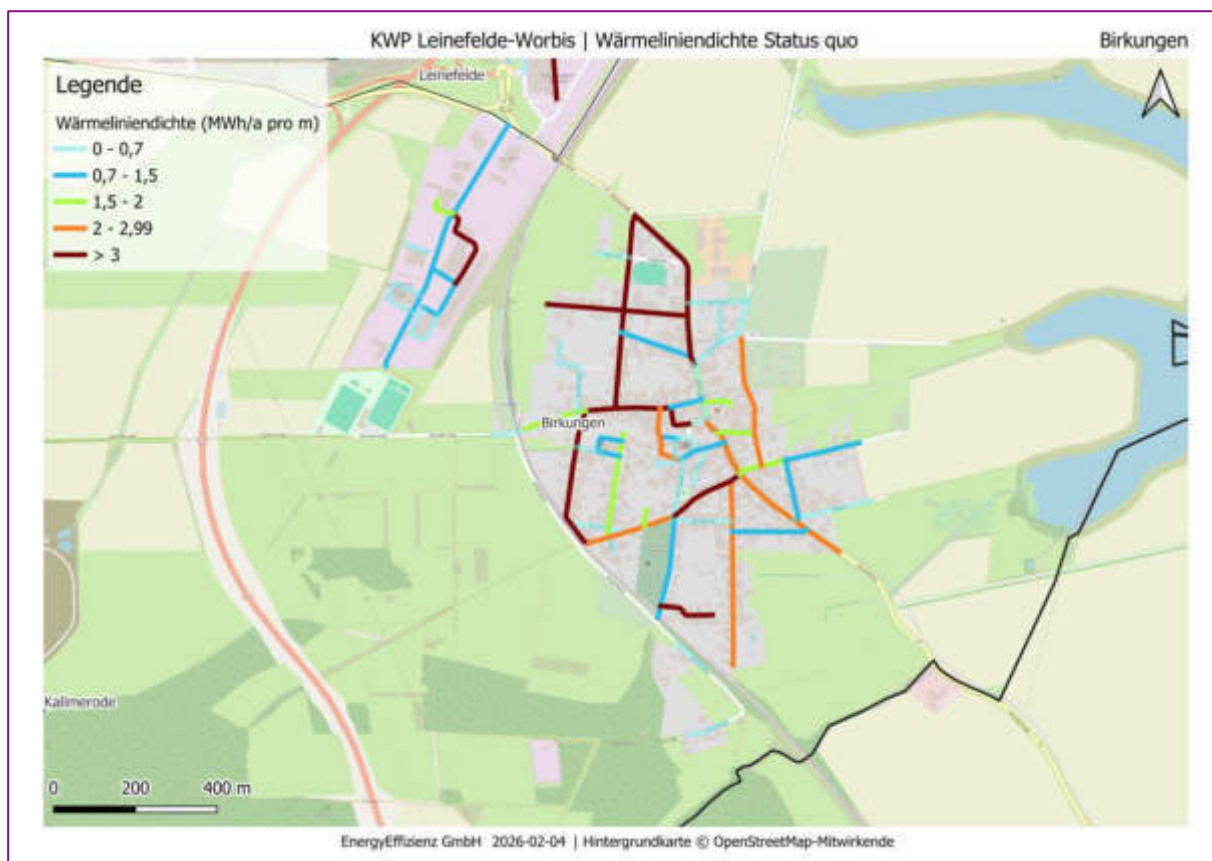


Abbildung 56: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Birkungen

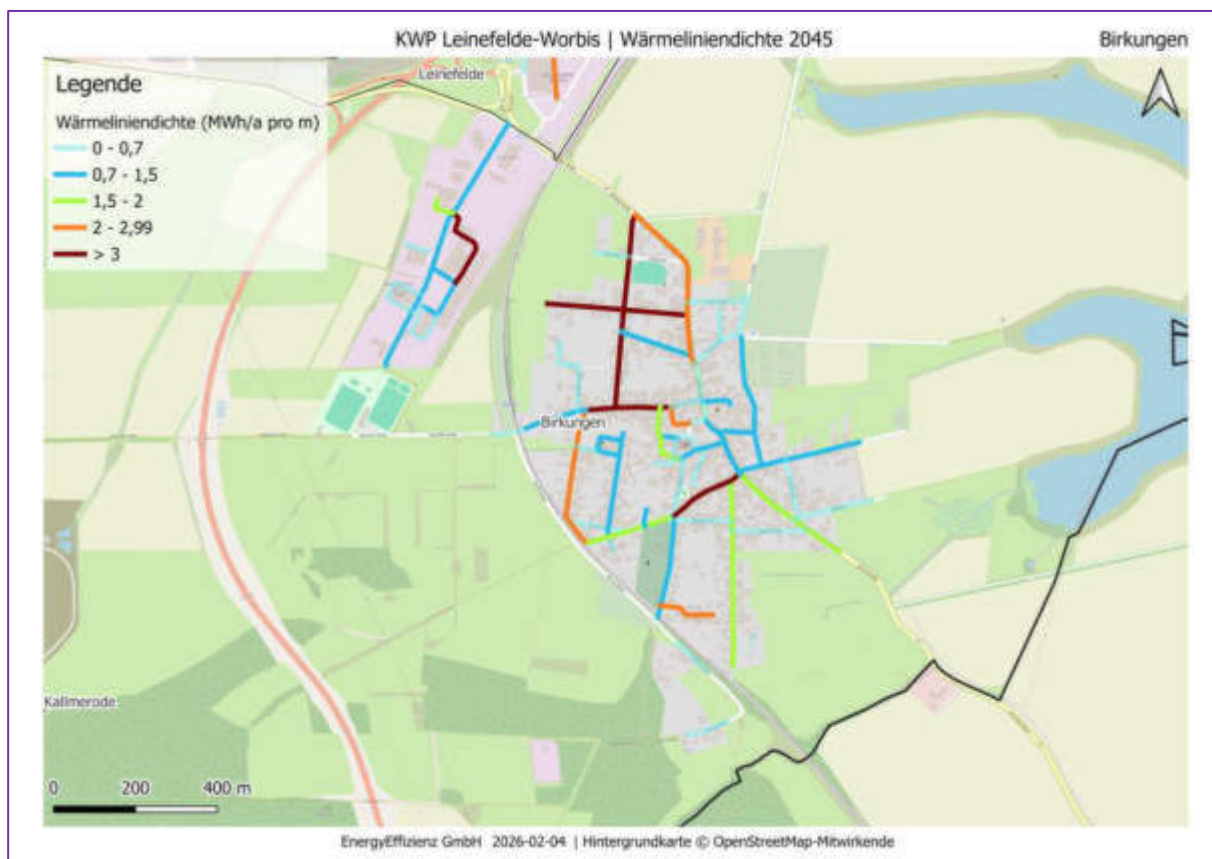


Abbildung 57: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Birkungen

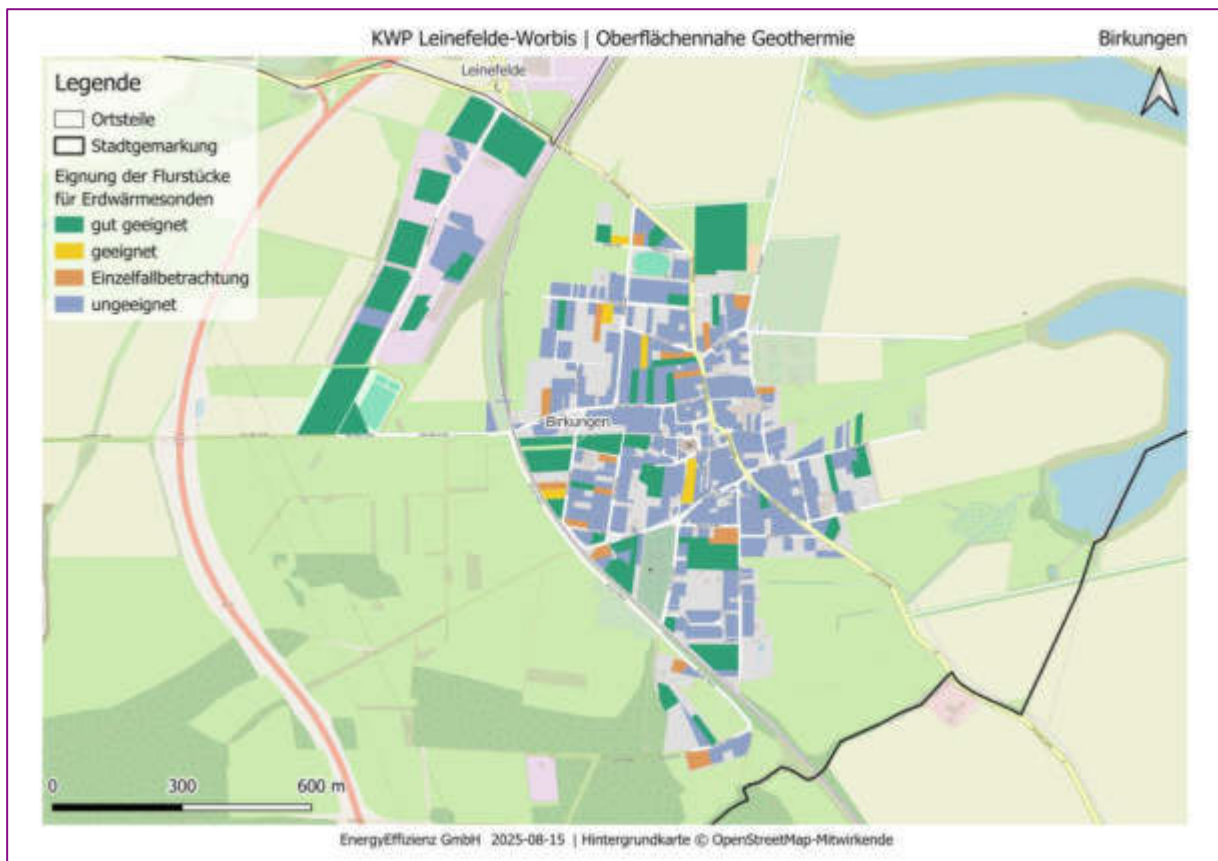


Abbildung 58: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Birkungen

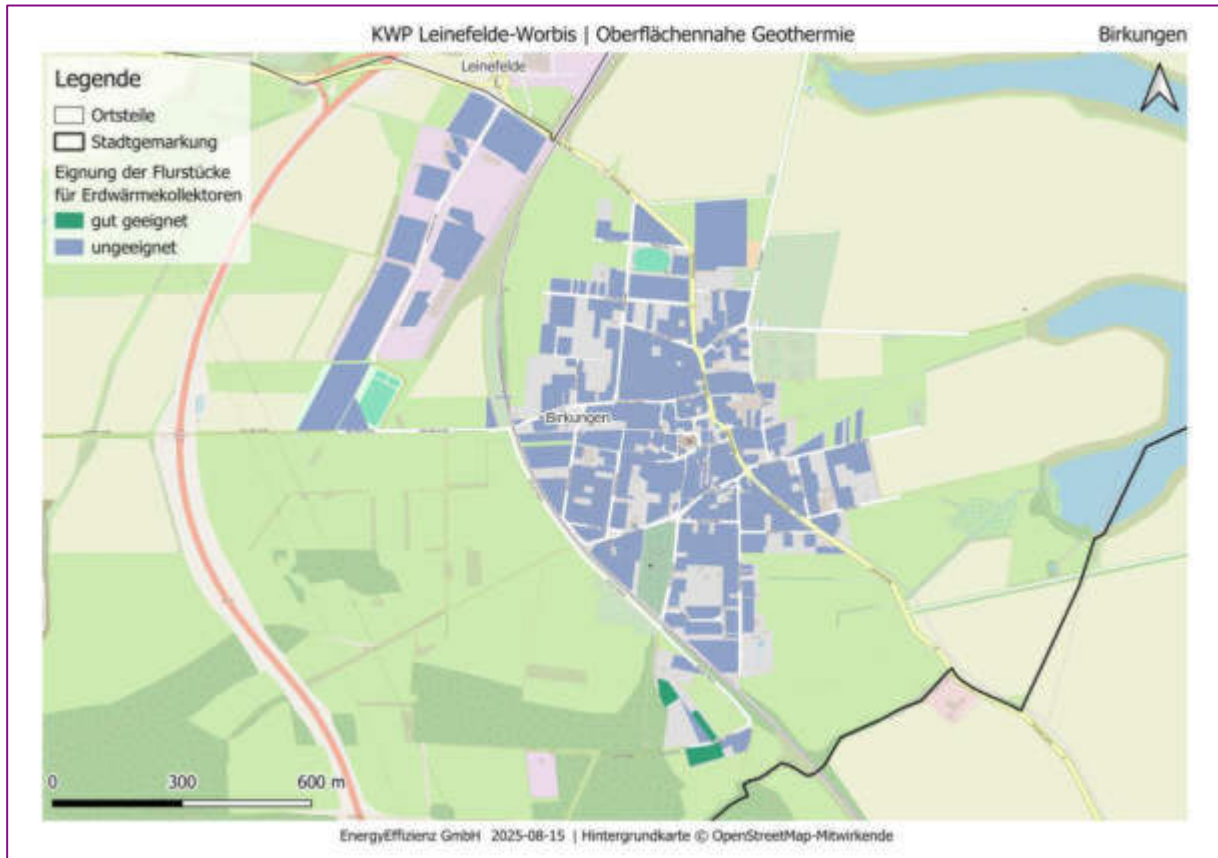


Abbildung 59: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Birkungen

Anhang D: Breitenbach

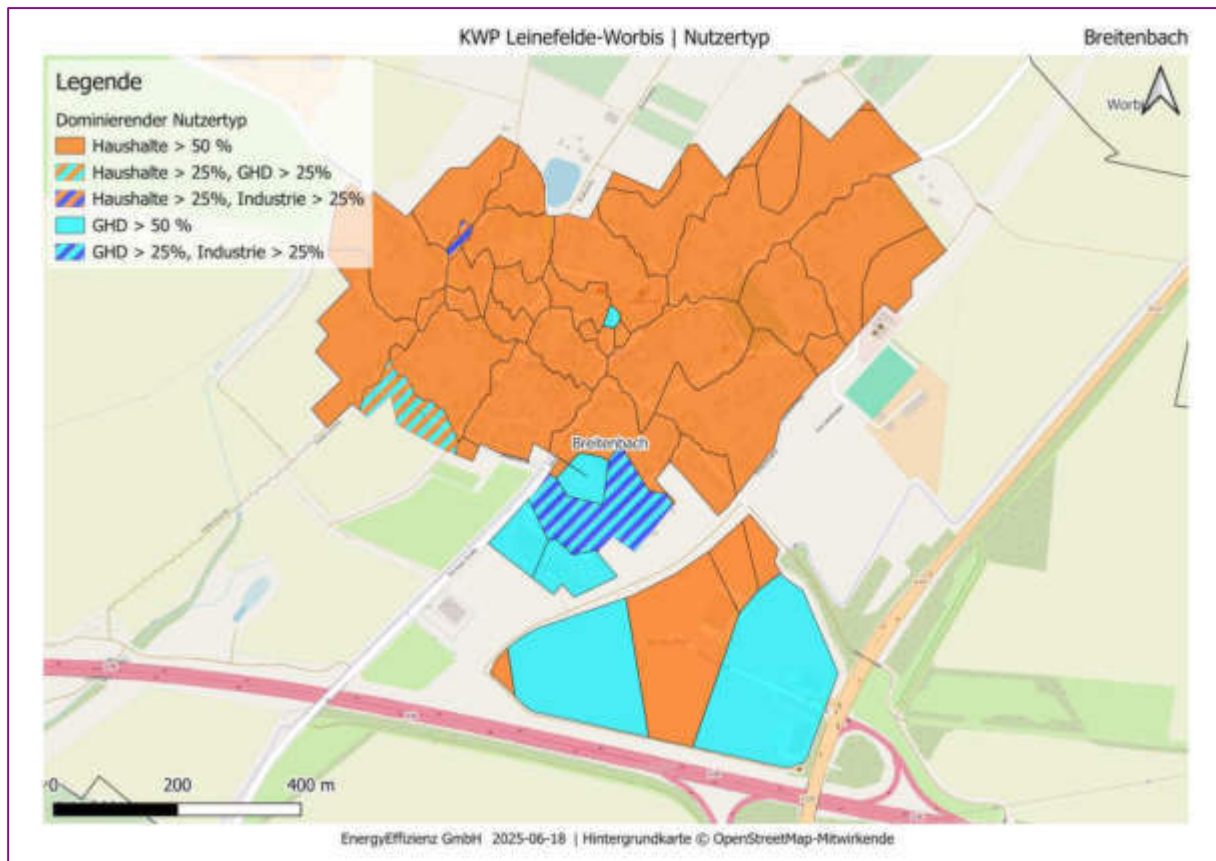


Abbildung 60: Nutzertyp Stadtteil Breitenbach

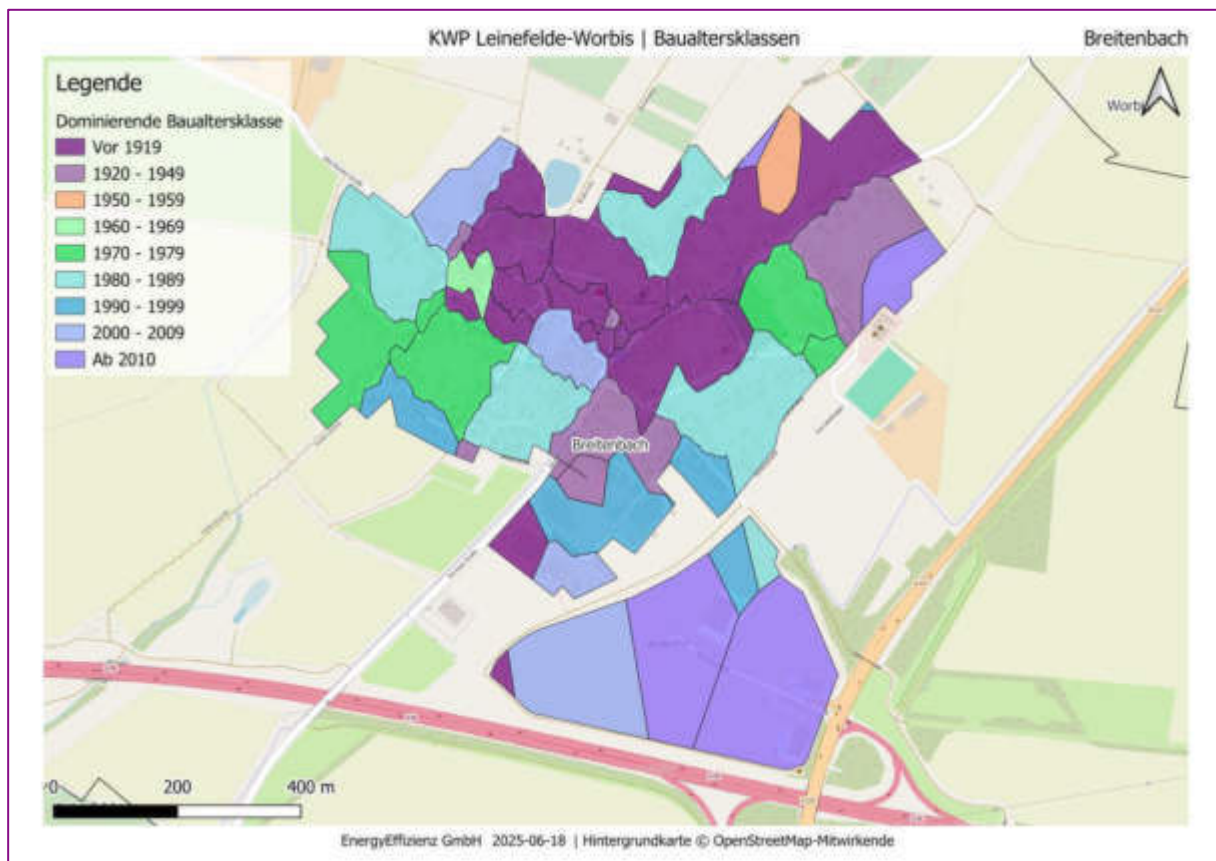


Abbildung 61: Baualtersklassen Stadtteil Breitenbach

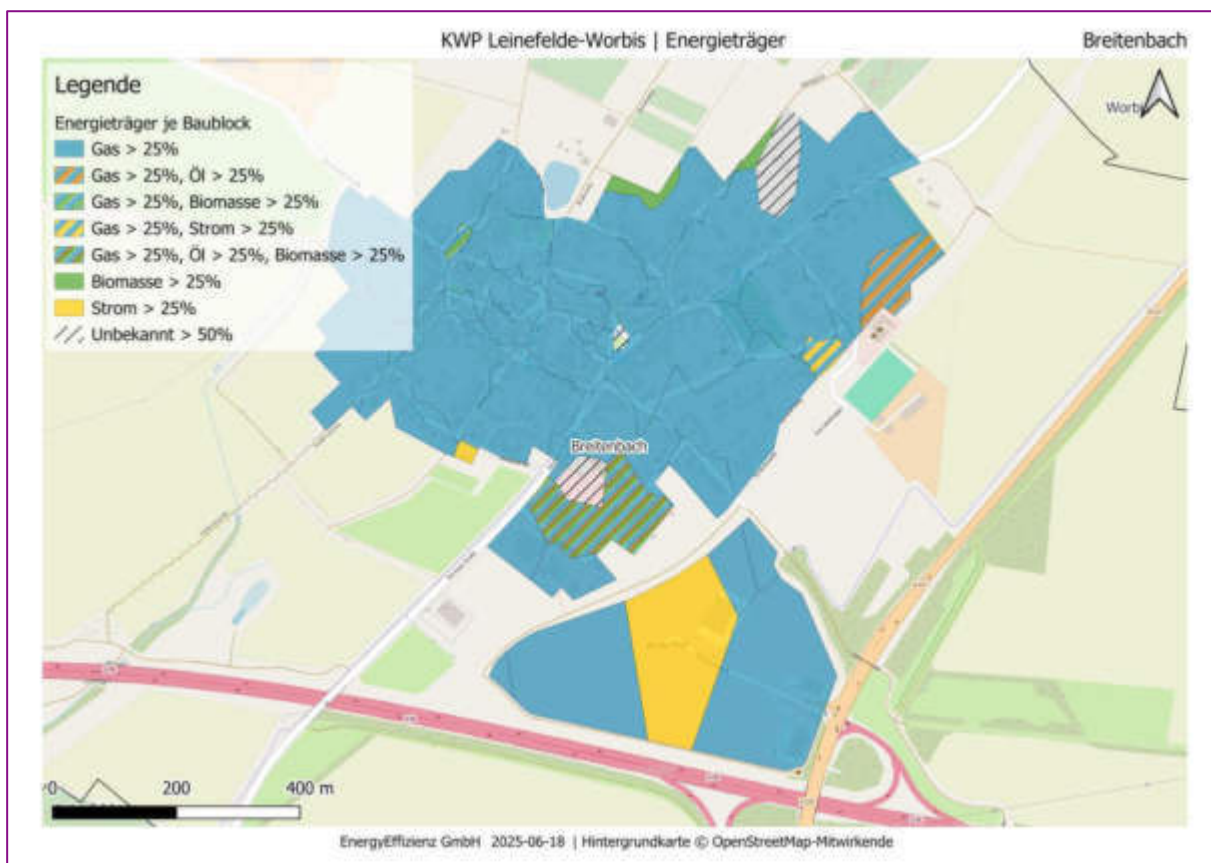


Abbildung 62: Energieträger Stadtteil Breitenbach

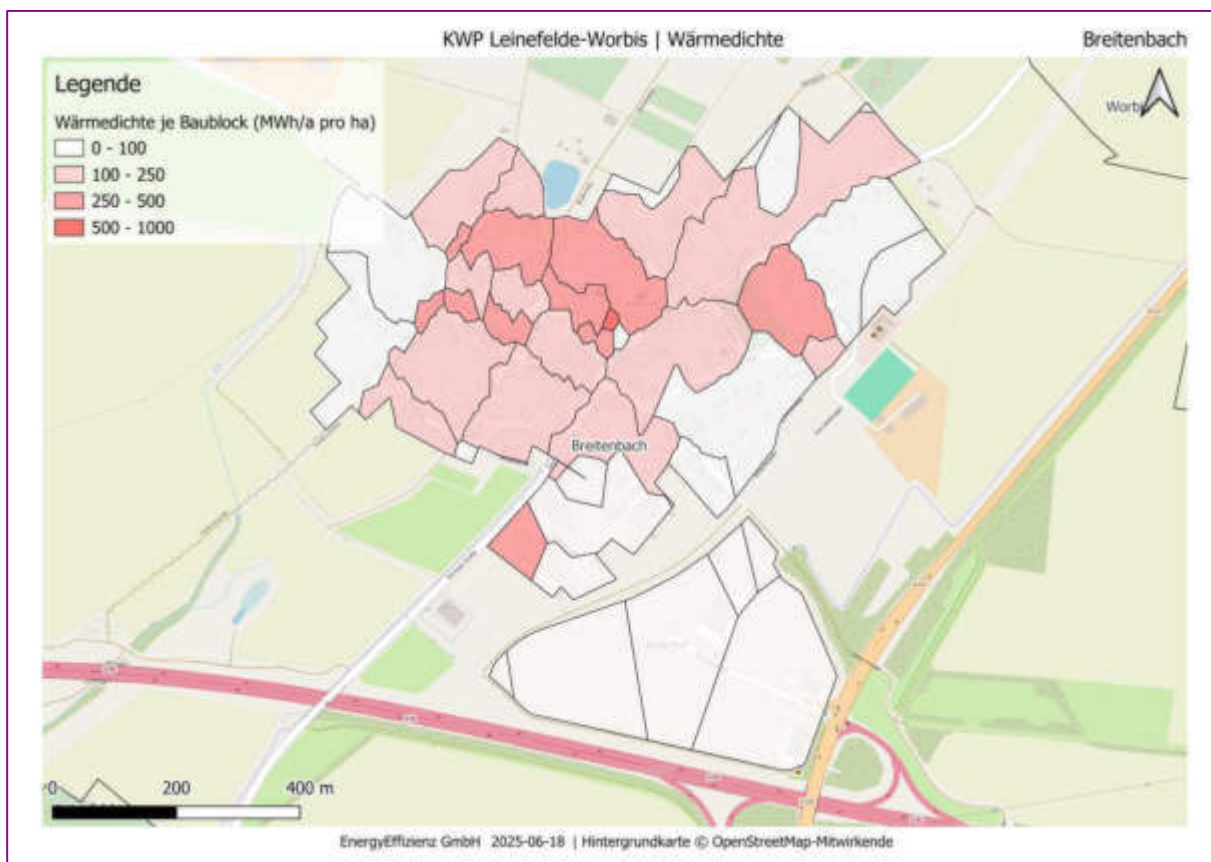


Abbildung 63: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Breitenbach

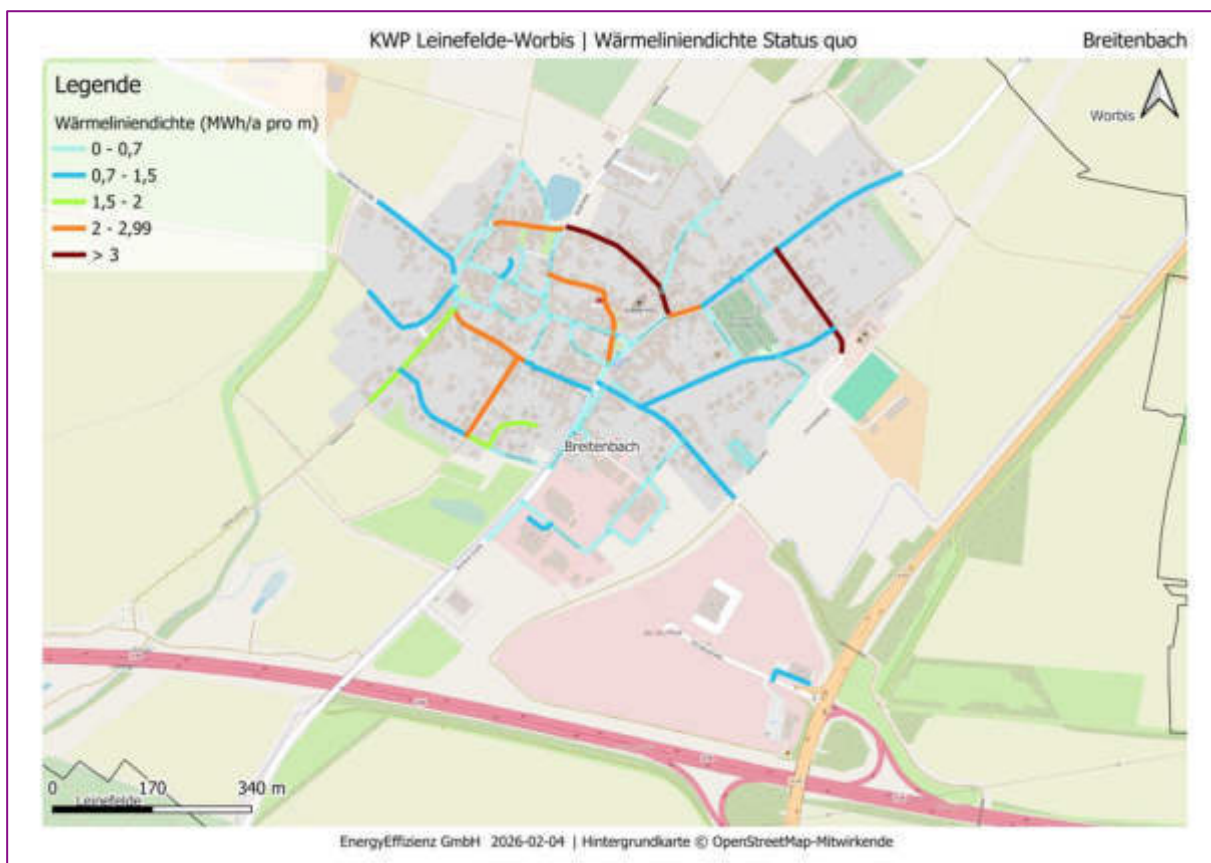


Abbildung 64: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Breitenbach

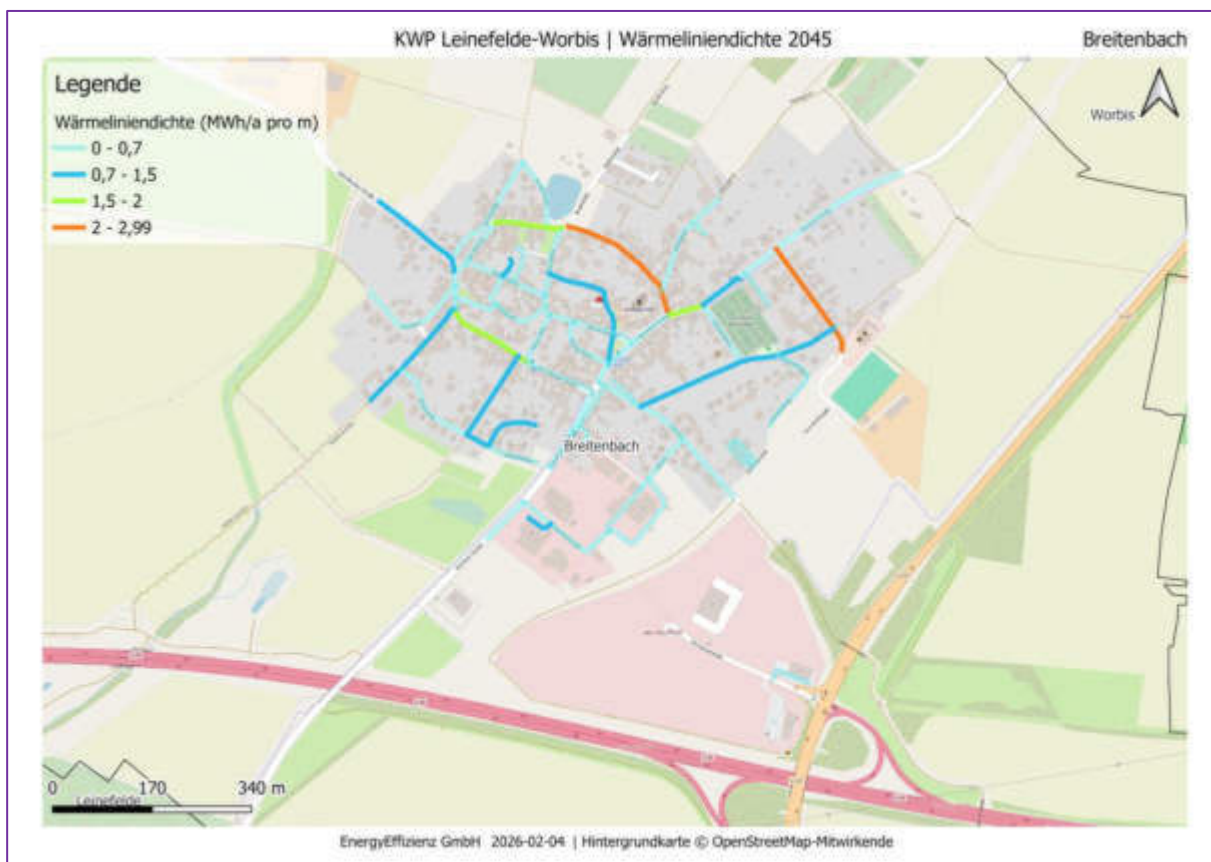


Abbildung 65: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Breitenbach

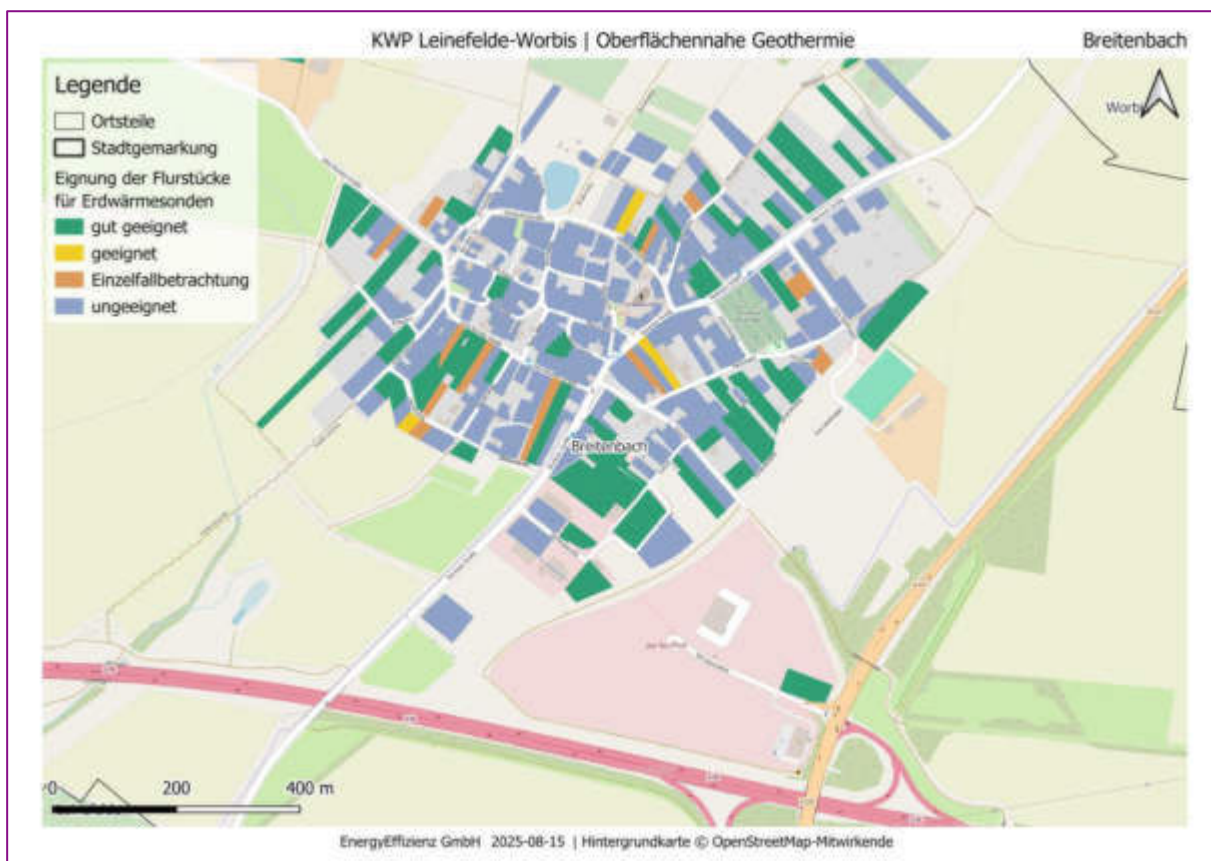


Abbildung 66: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Breitenbach

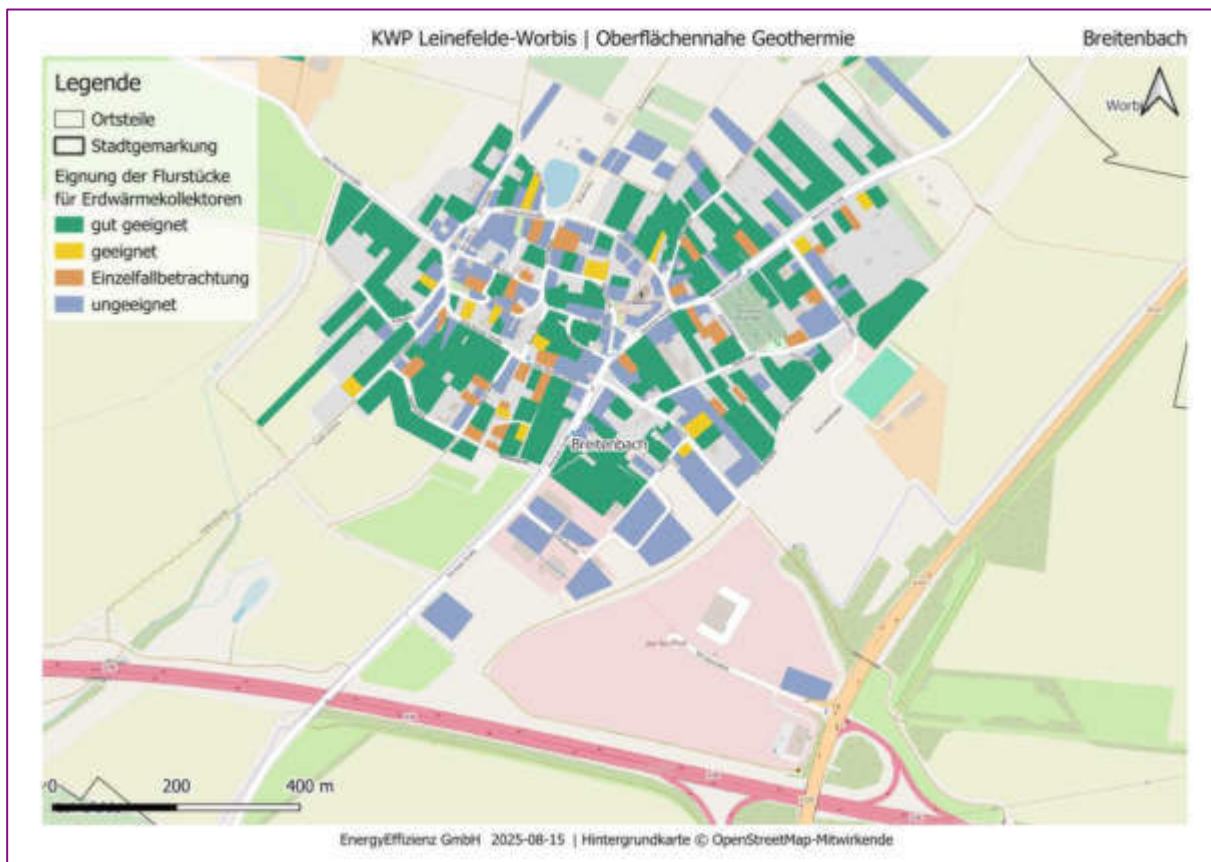


Abbildung 67: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Breitenbach

Anhang E: Breitenholz

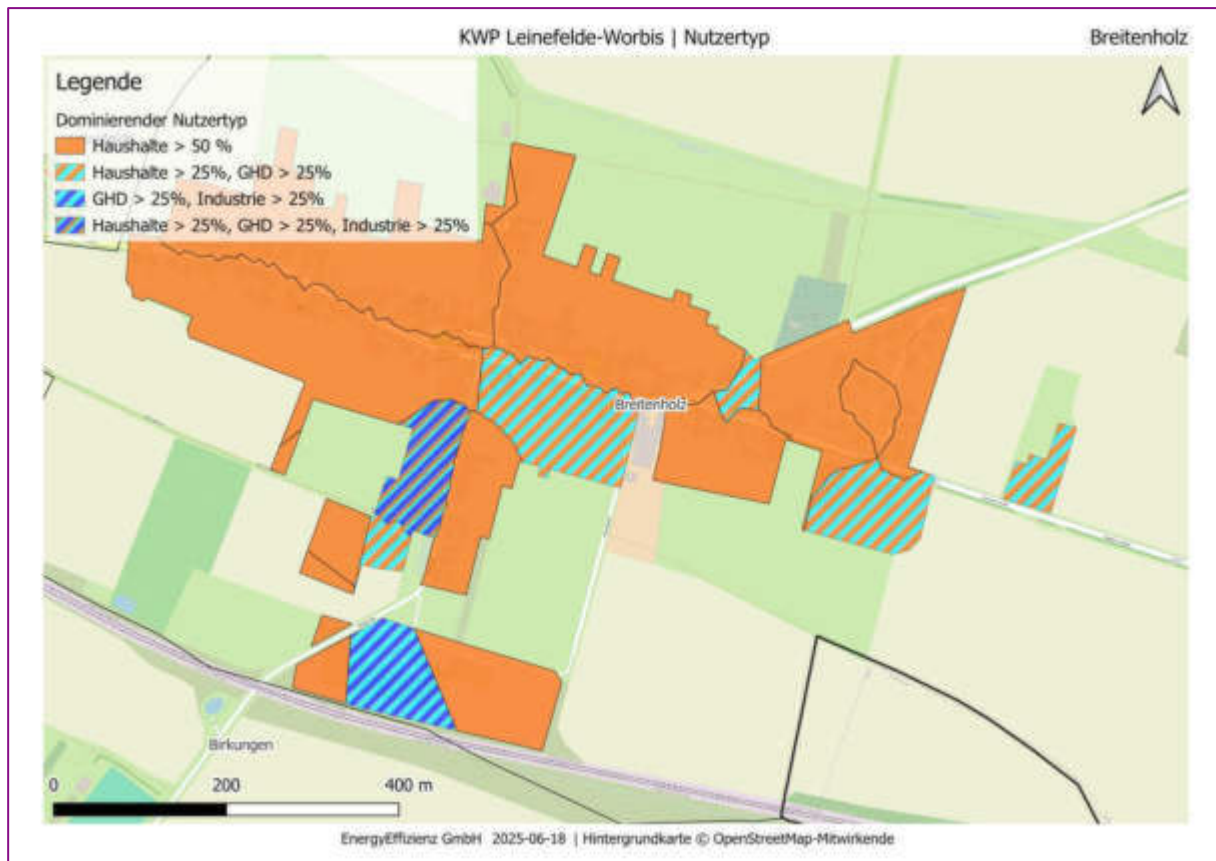


Abbildung 68: Nutzertypen Stadtteil Breitenholz

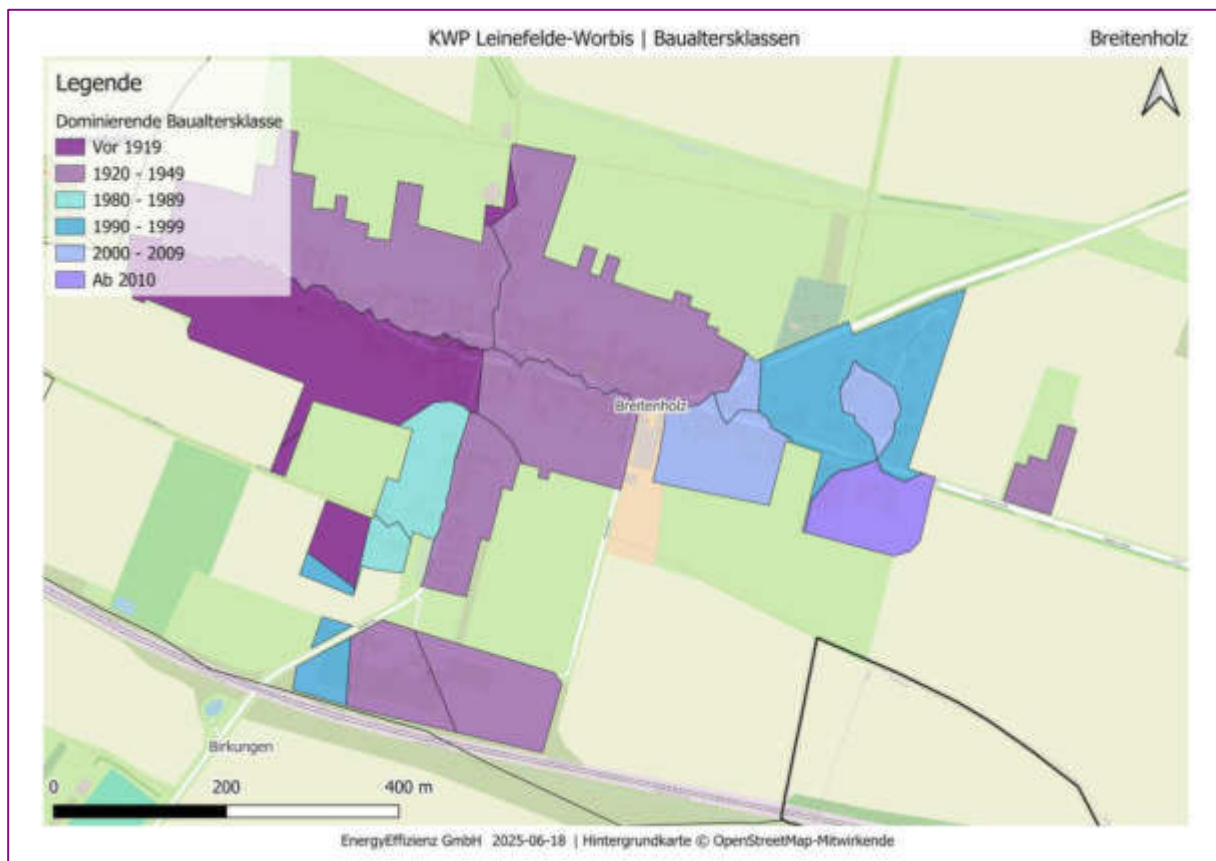


Abbildung 69: Baualtersklassen Stadtteil Breitenholz

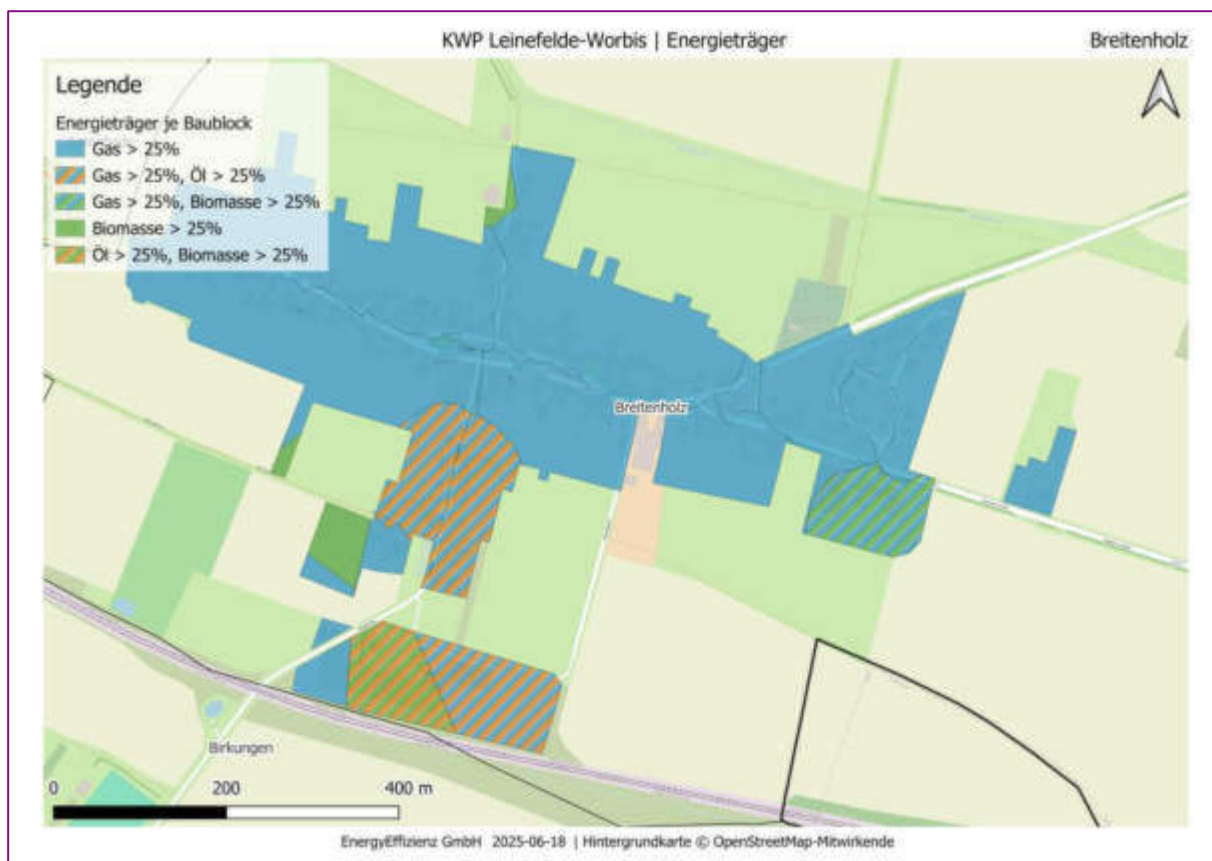


Abbildung 70: Energieträger Stadtteil Breitenholz

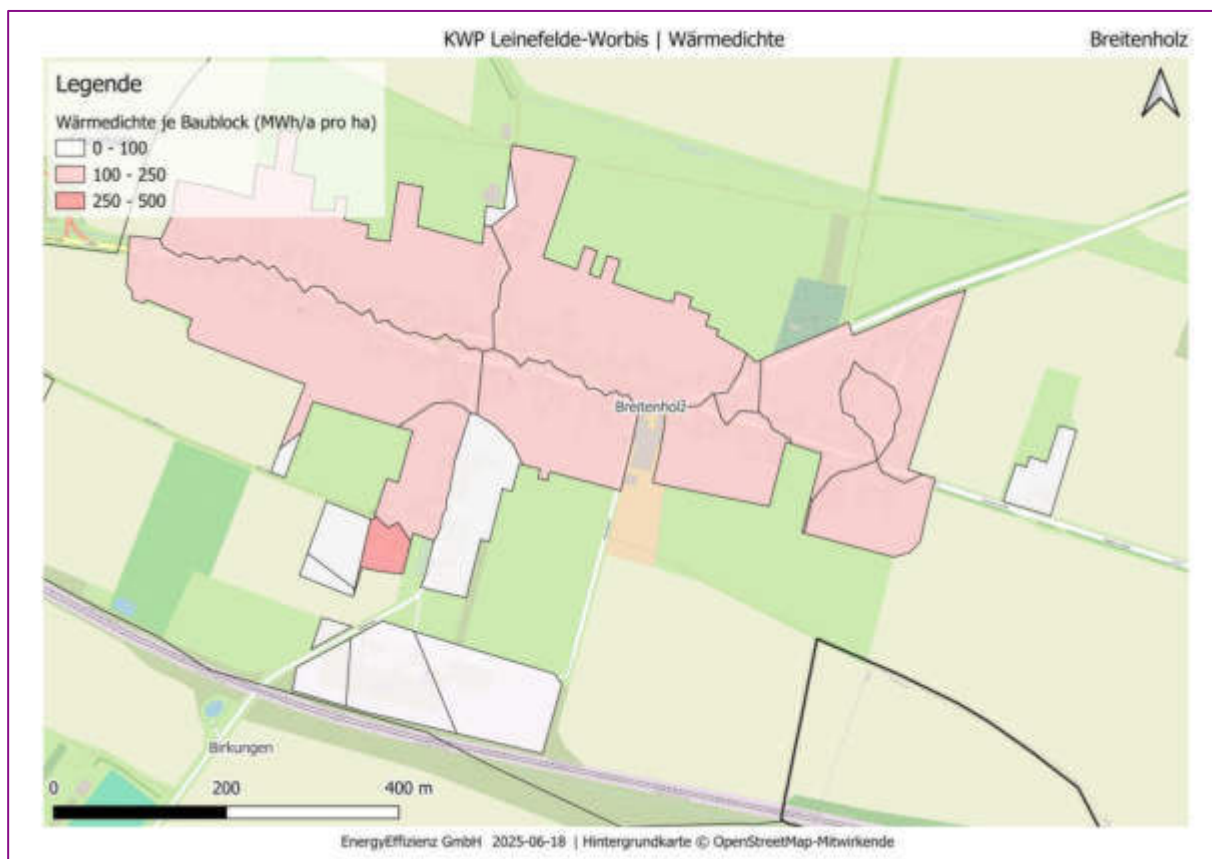


Abbildung 71: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Breitenholz



Abbildung 72: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Breitenholz

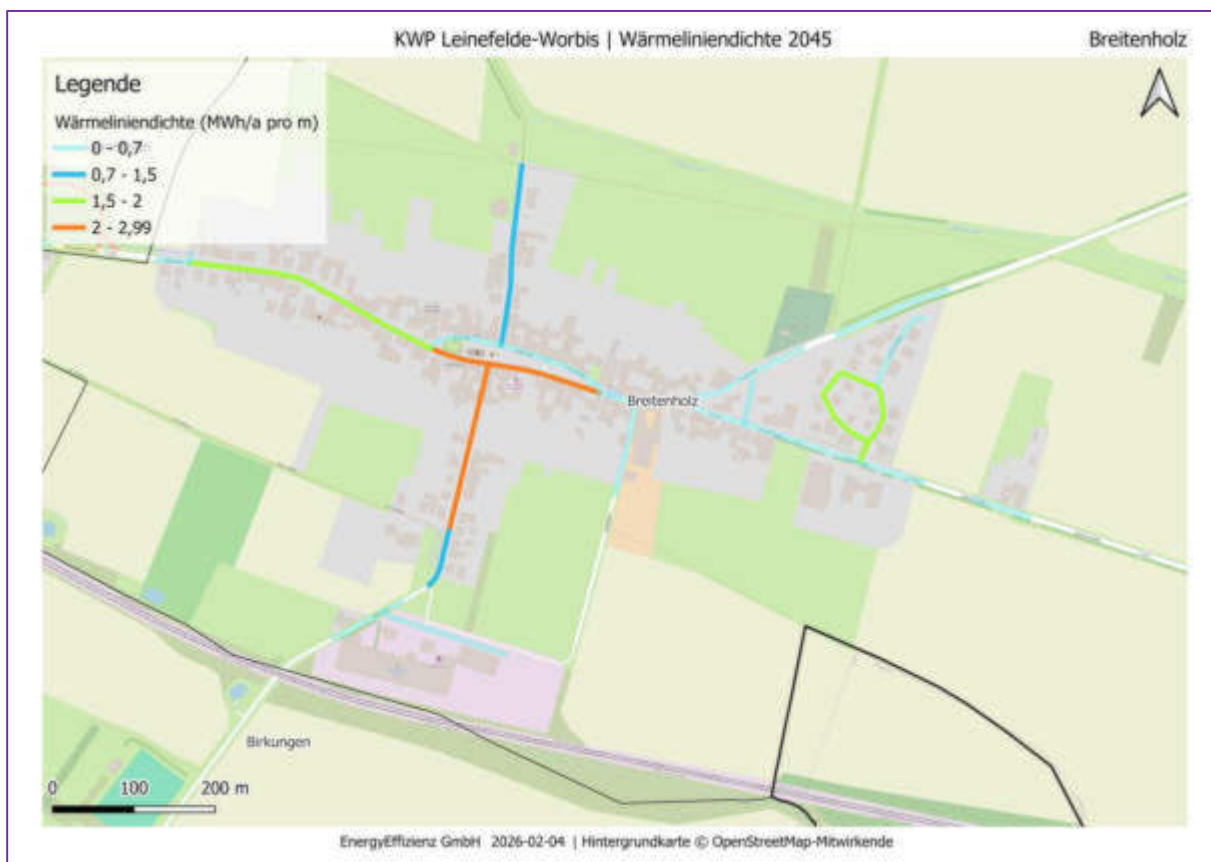


Abbildung 73: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Breitenholz

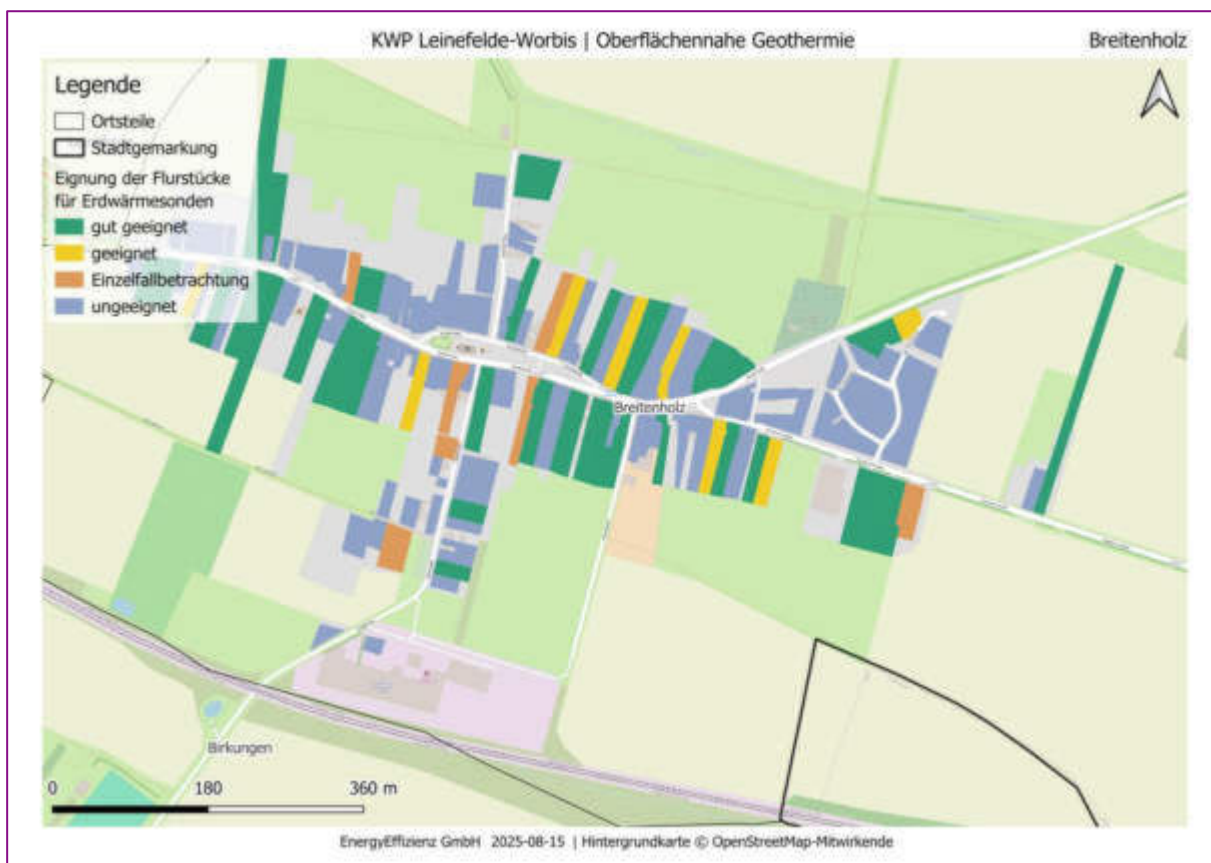


Abbildung 74: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Breitenholz

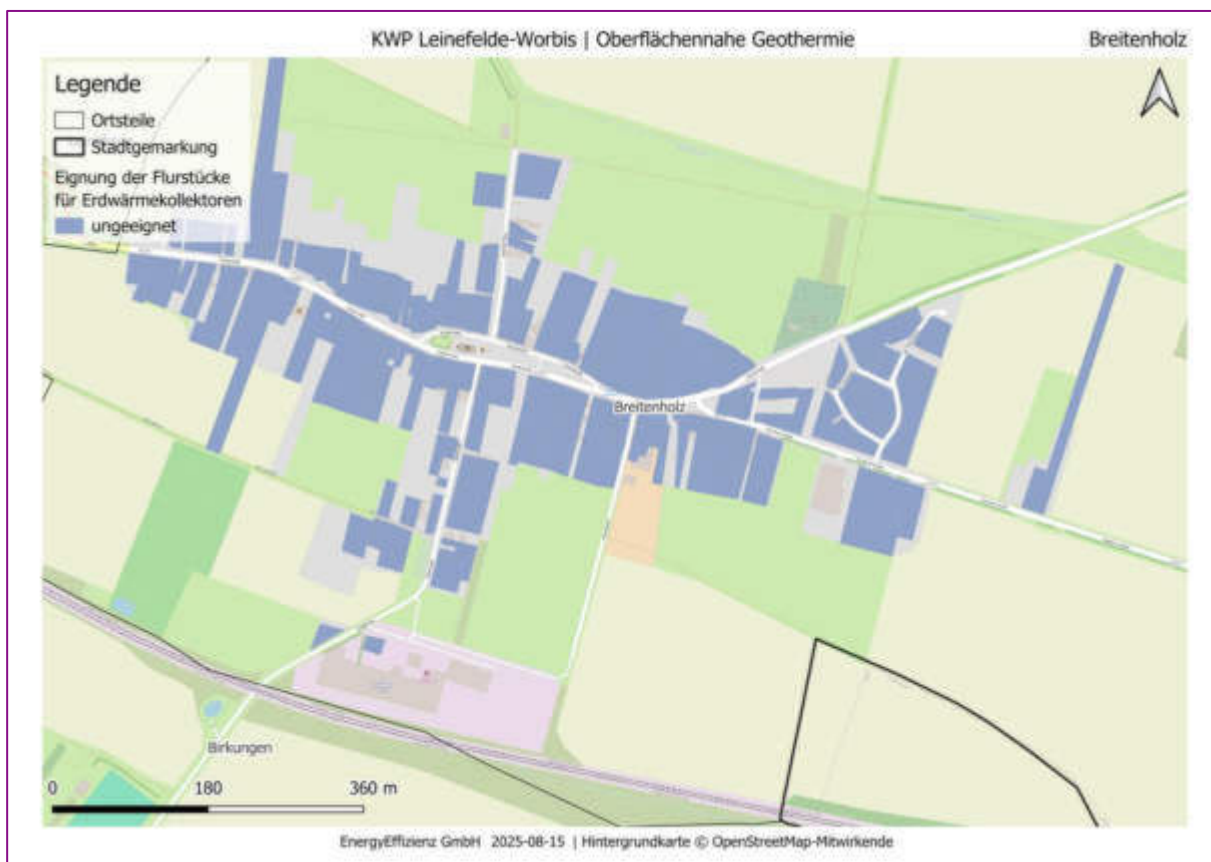


Abbildung 75: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Breitenholz

Anhang F: Hundeshagen

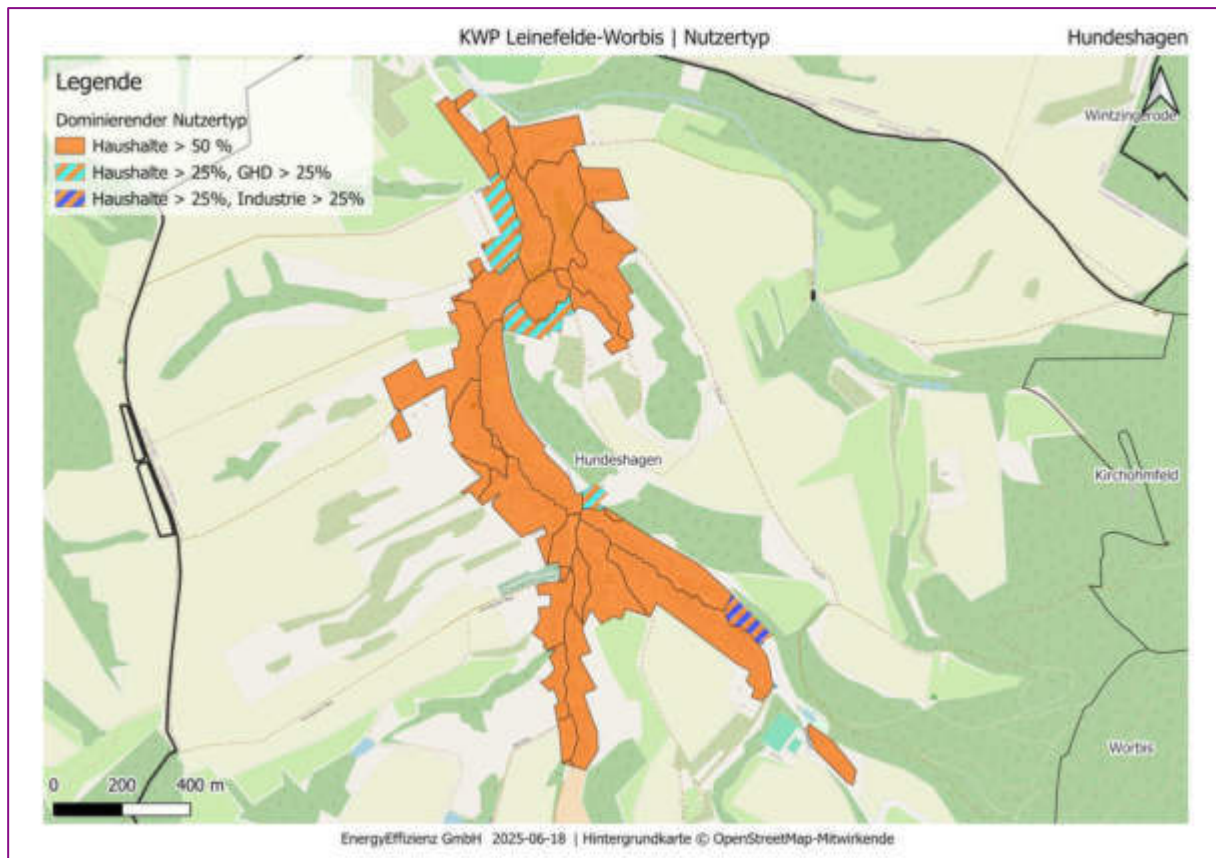


Abbildung 76: Nutzertypen Stadtteil Hundeshagen

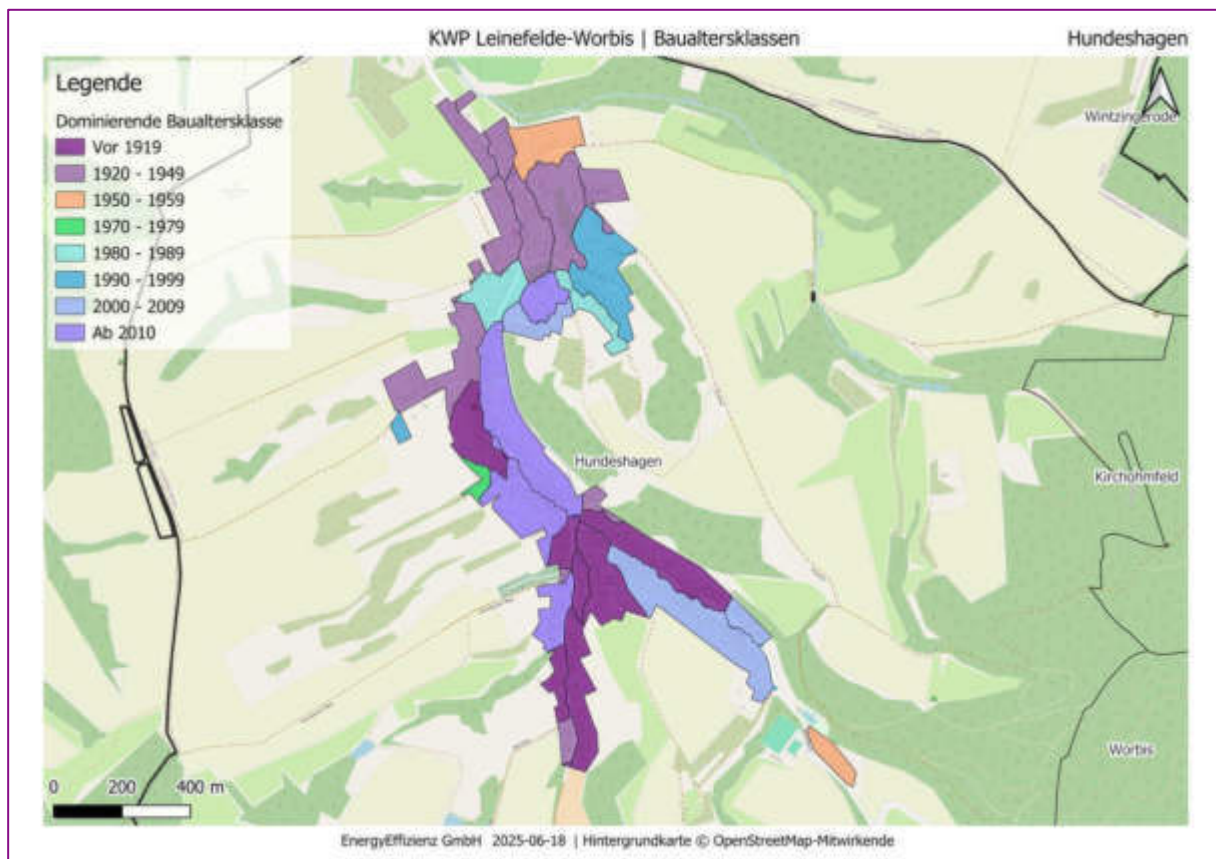


Abbildung 77: Baualtersklassen Stadtteil Hundeshagen

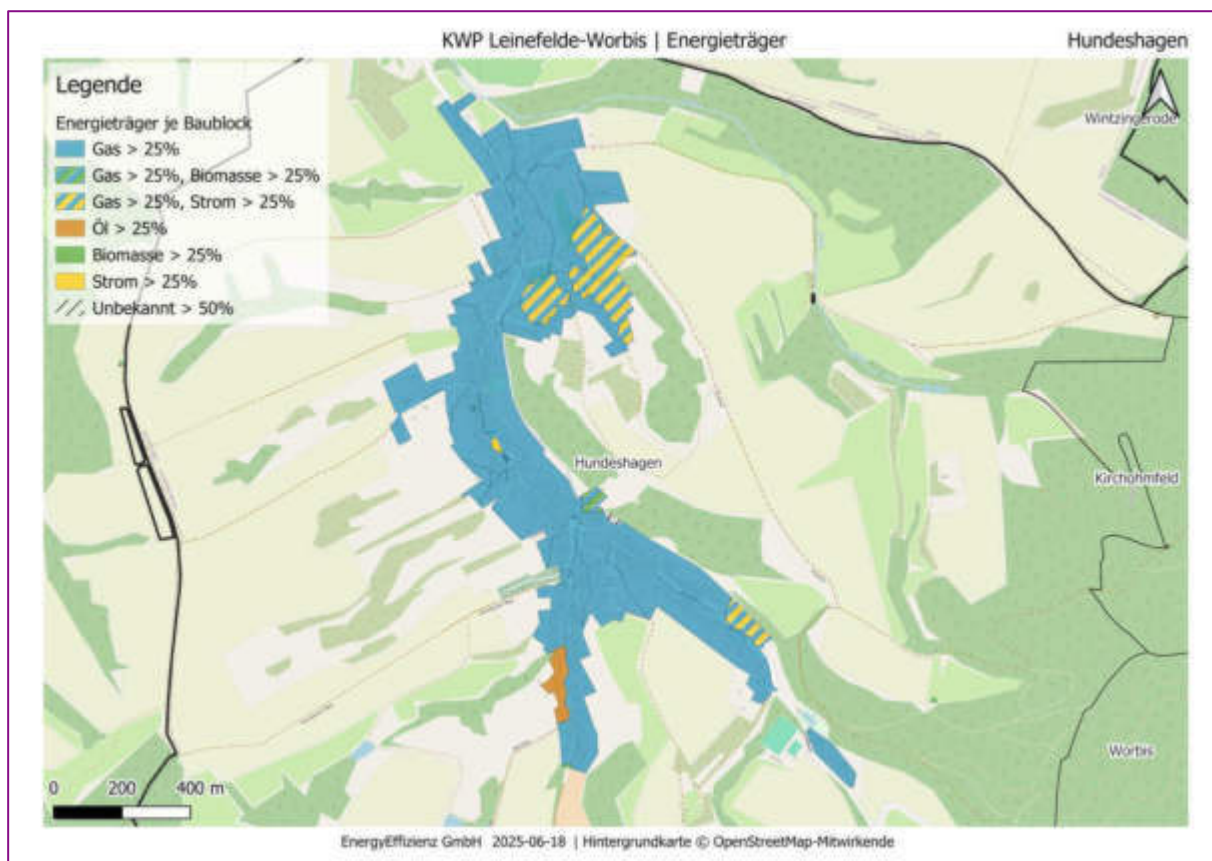


Abbildung 78: Energieträger Stadtteil Hundeshagen

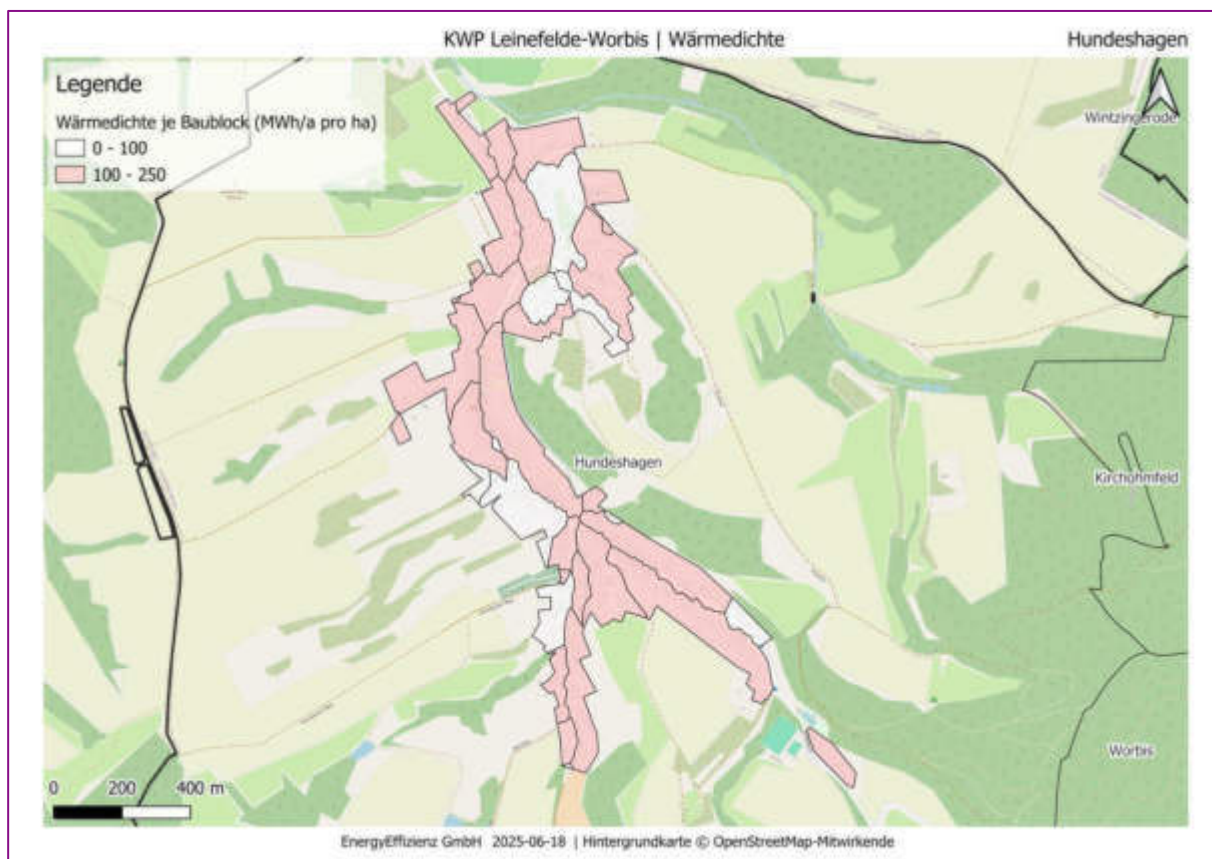


Abbildung 79: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Hundeshagen

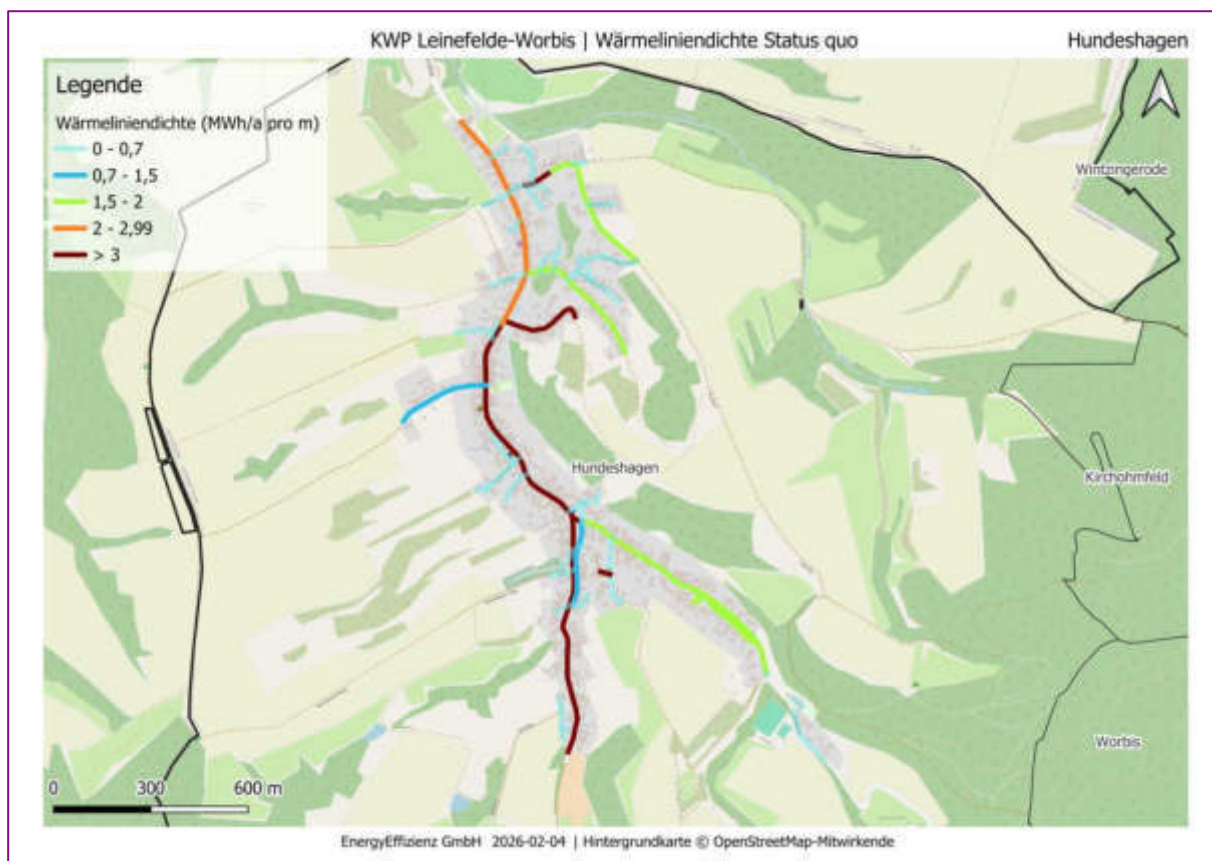


Abbildung 80: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Hundeshagen

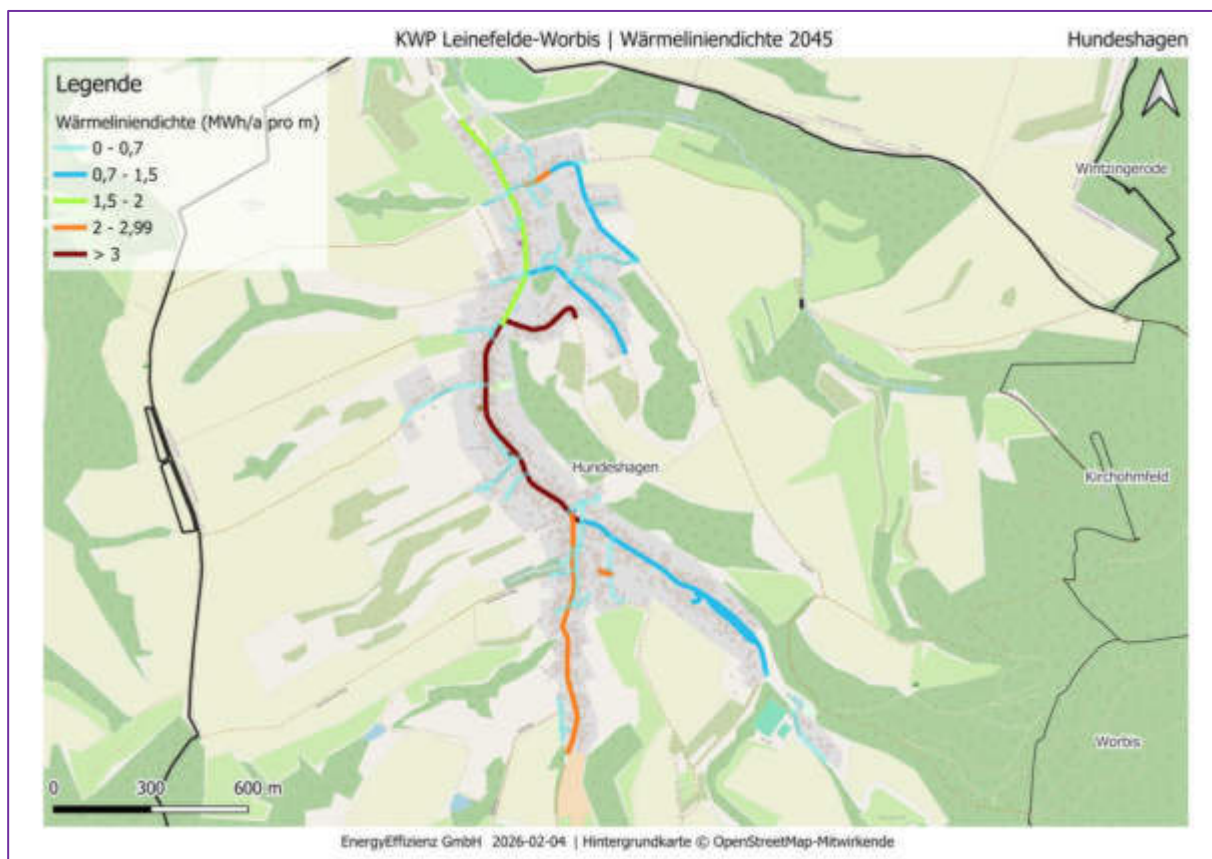


Abbildung 81: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Hundeshagen

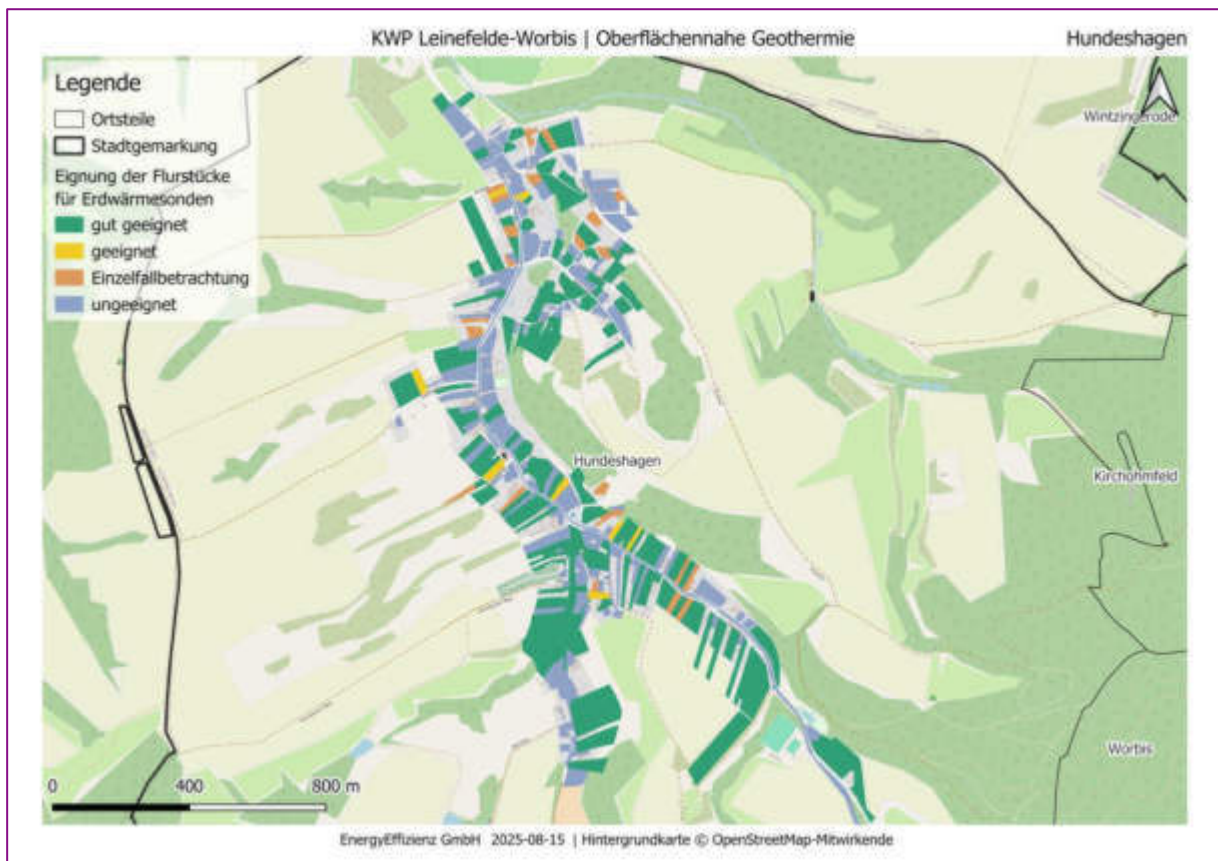


Abbildung 82: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Hundeshagen

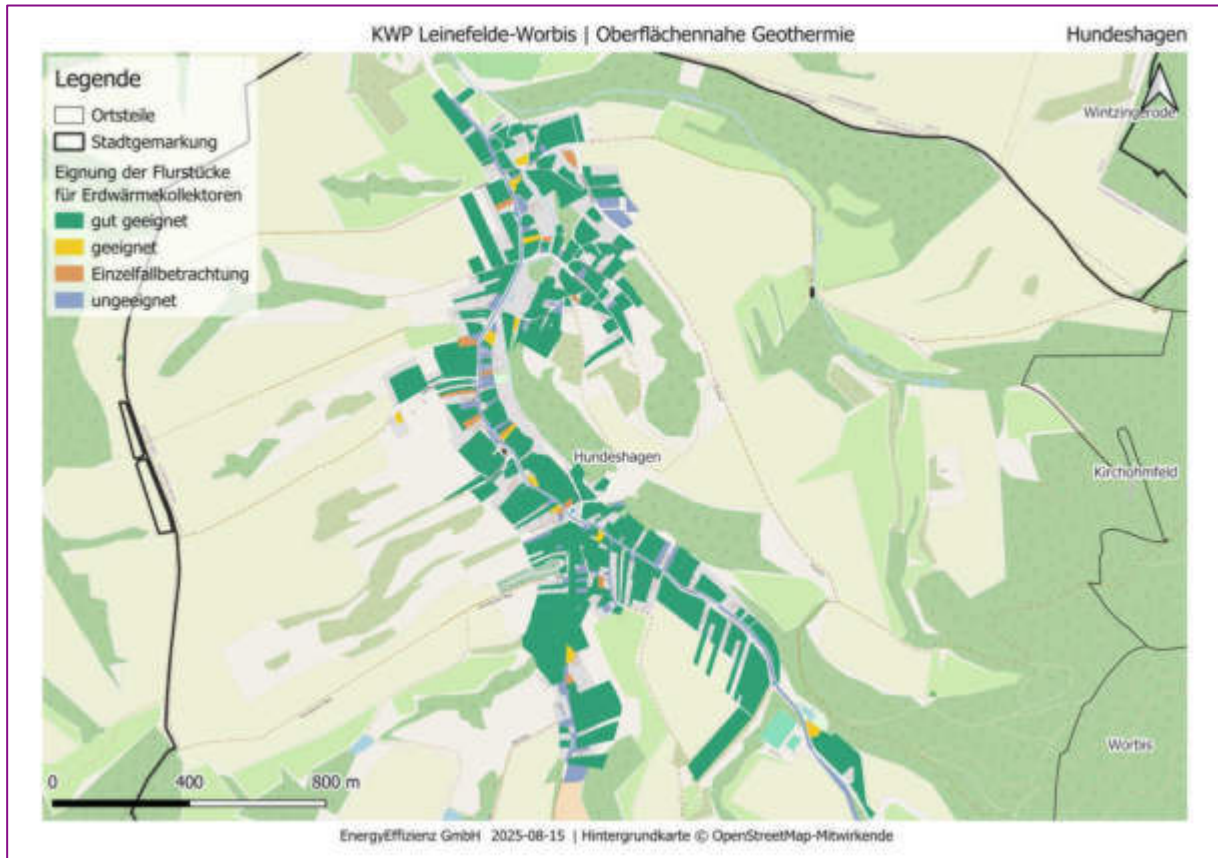


Abbildung 83: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Hundeshagen

Anhang G: Kallmerode

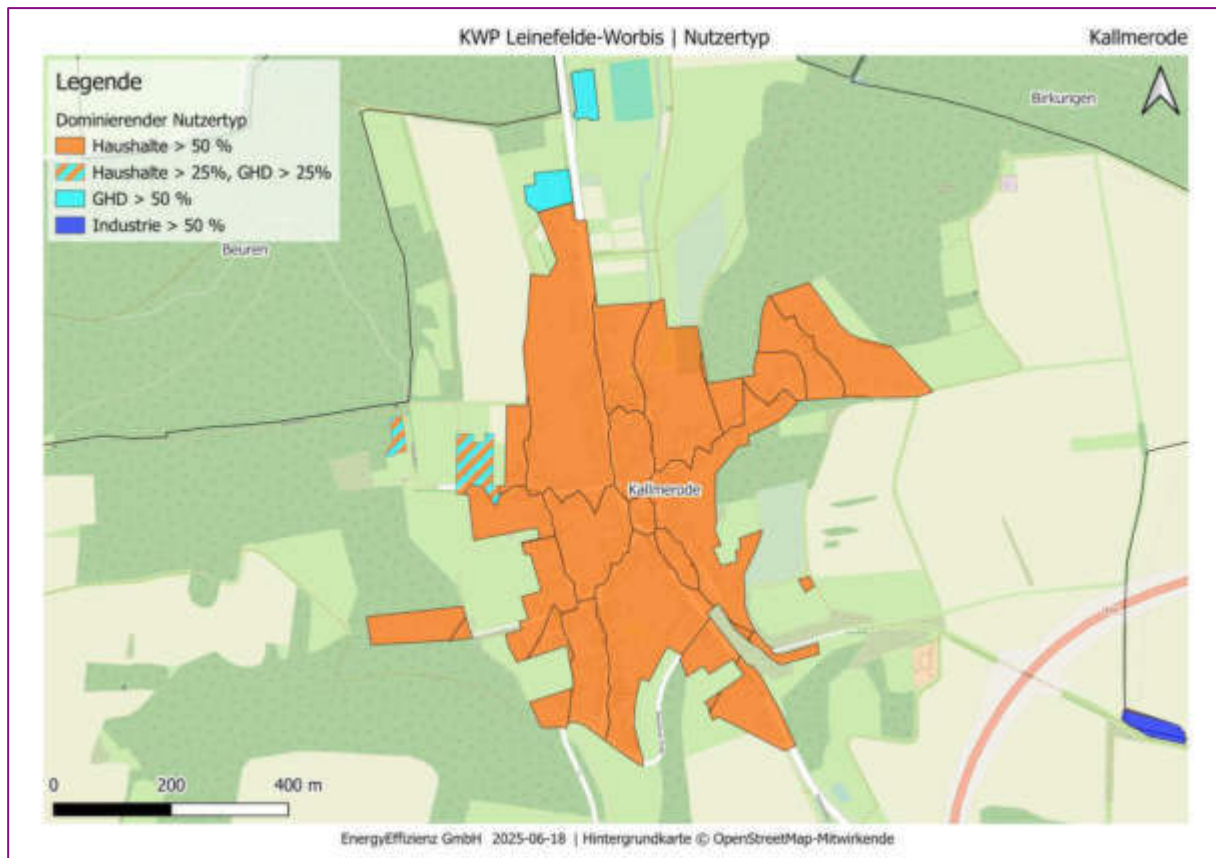


Abbildung 84: Nutzertypen Stadtteil Kallmerode

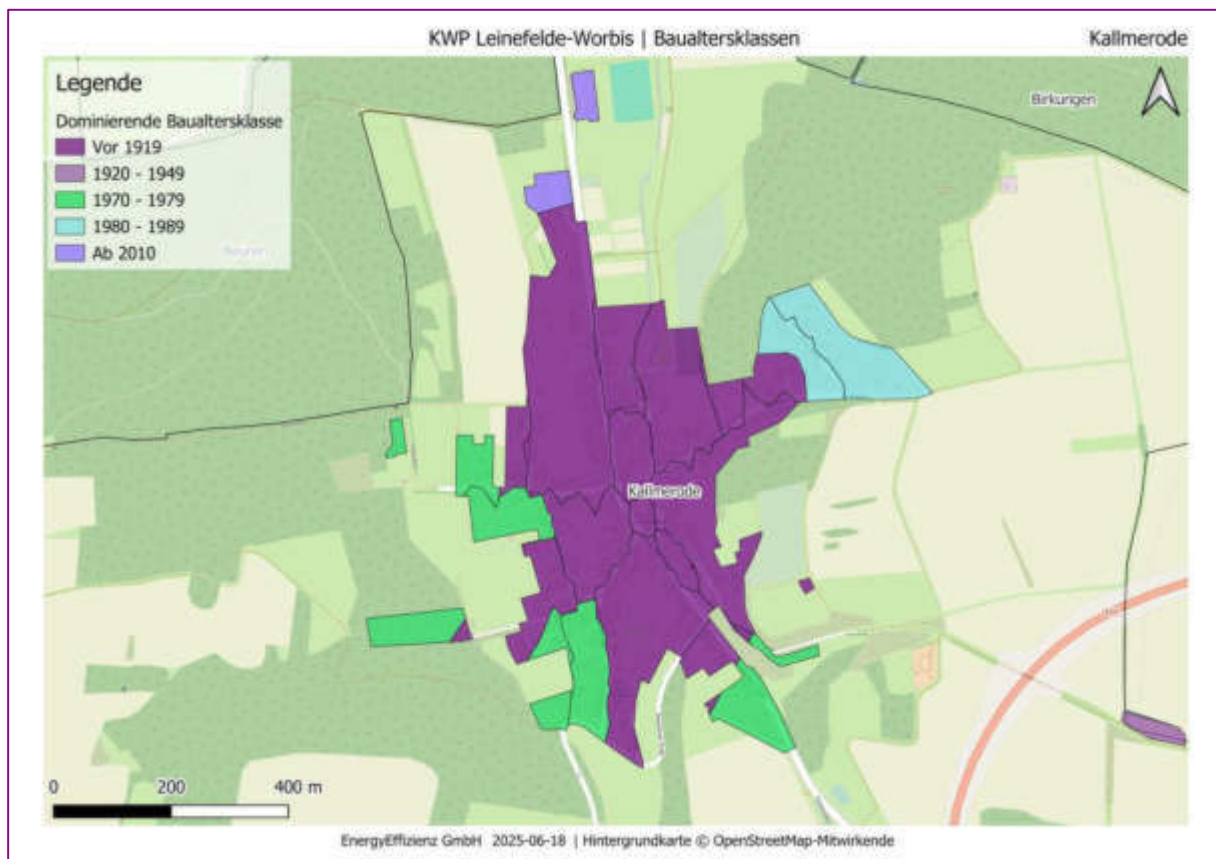


Abbildung 85: Baualtersklassen Stadtteil Kallmerode

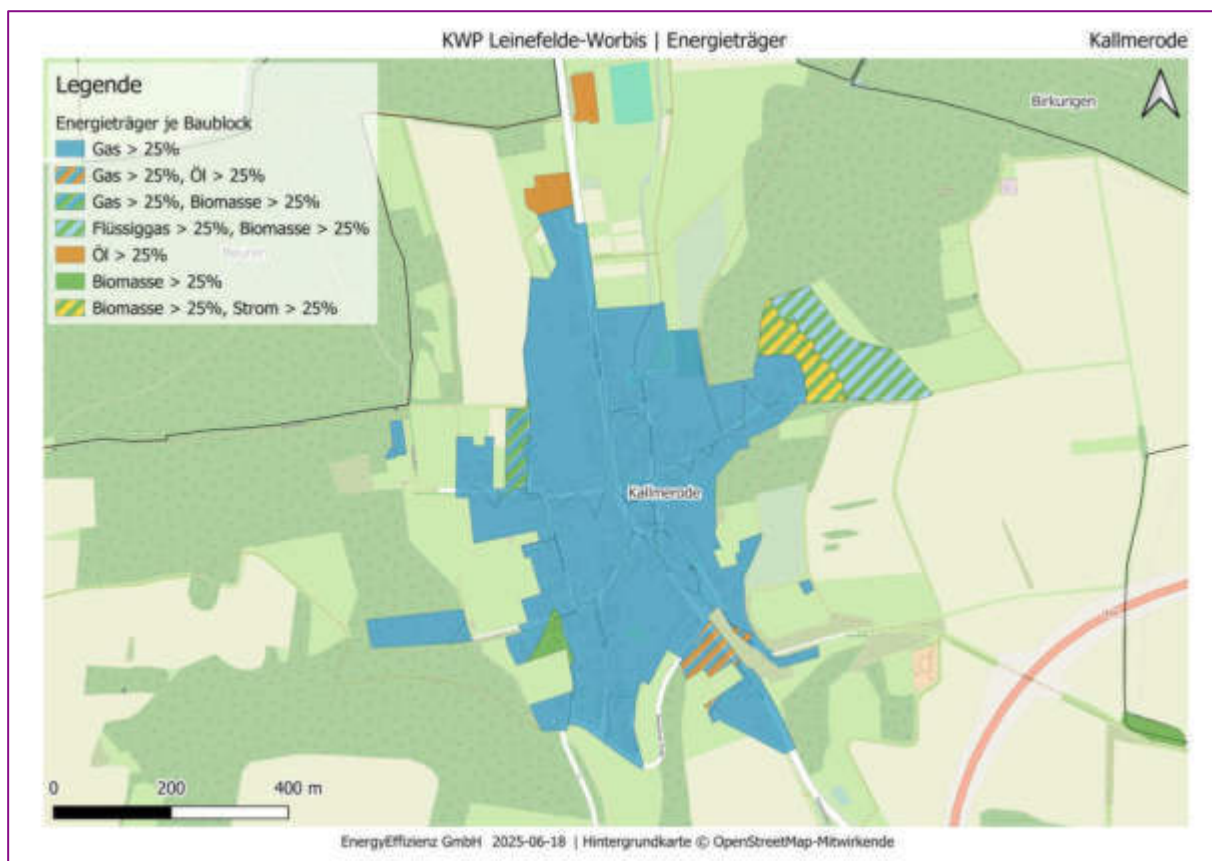


Abbildung 86: Energieträger Stadtteil Kallmerode

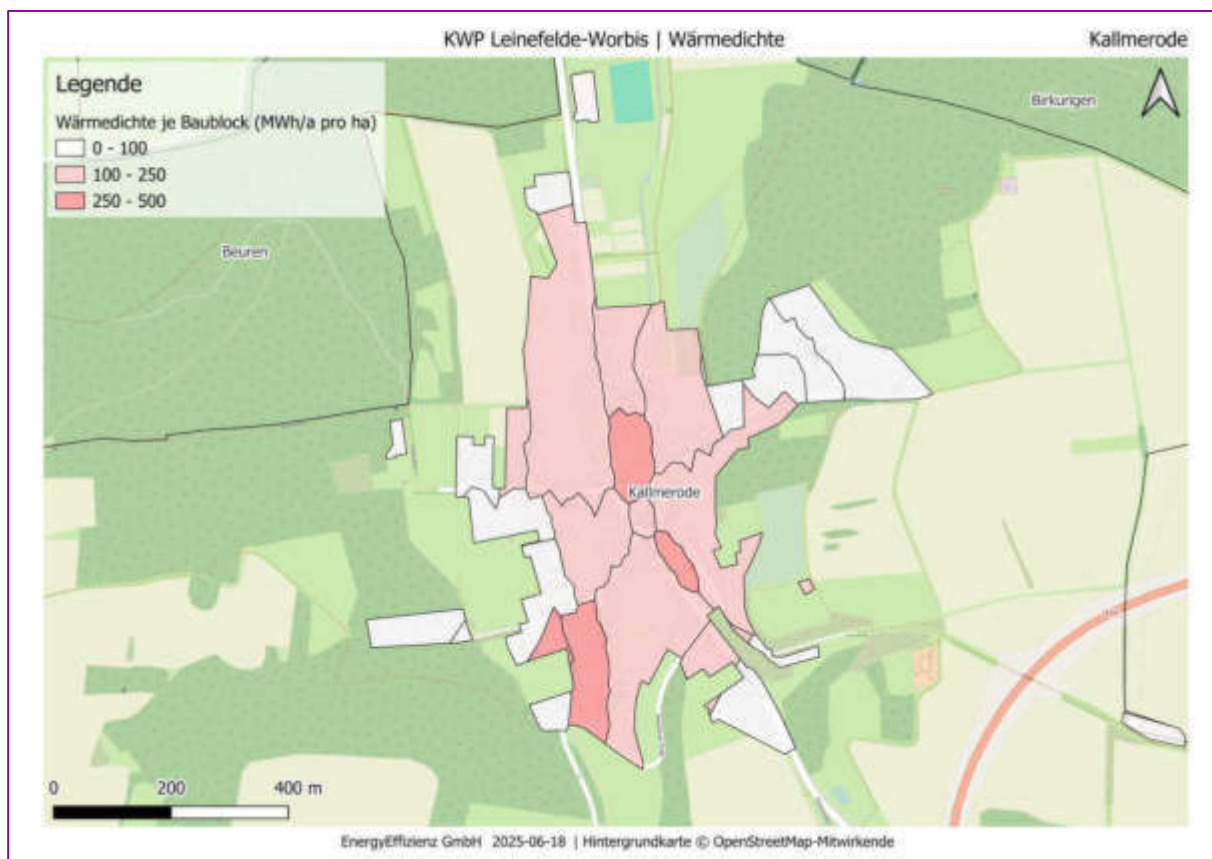


Abbildung 87: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kallmerode

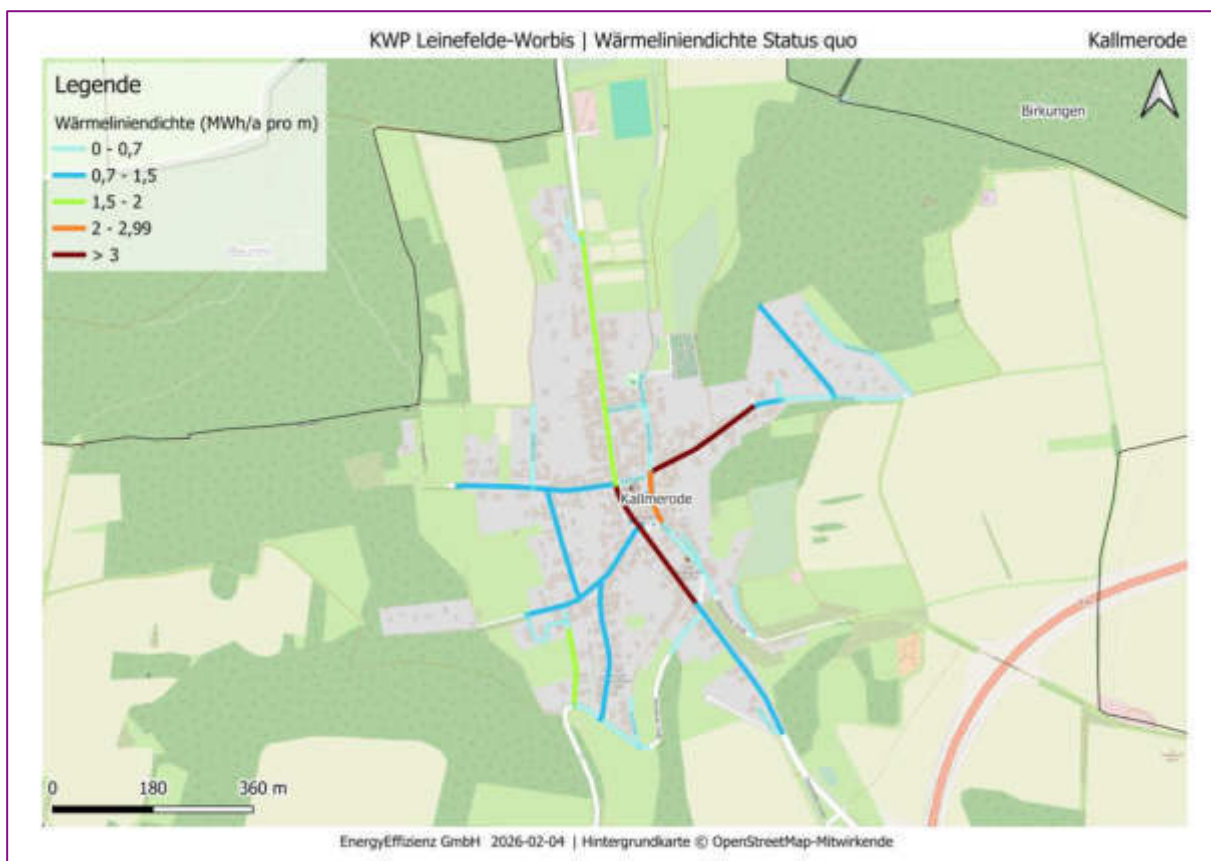


Abbildung 88: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Kallmerode



Abbildung 89: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kallmerode

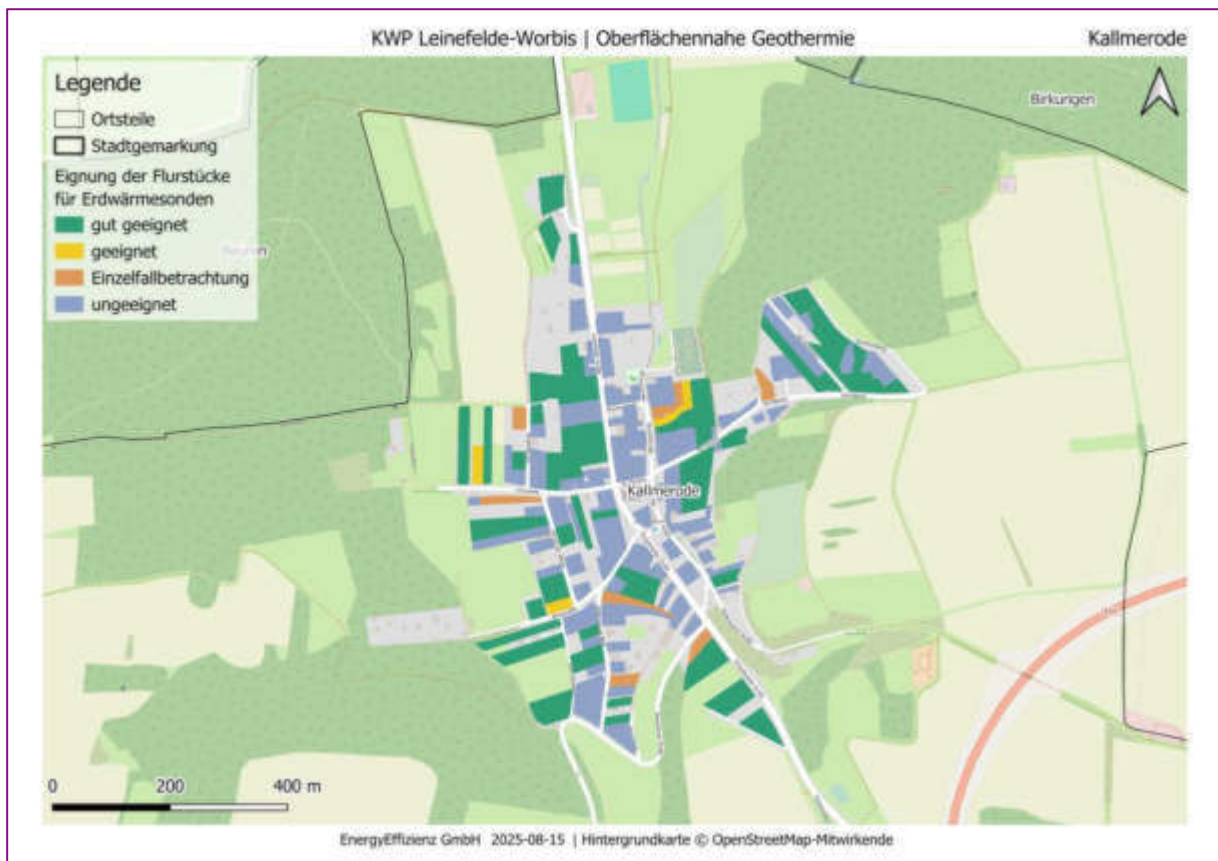


Abbildung 90: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kallmerode

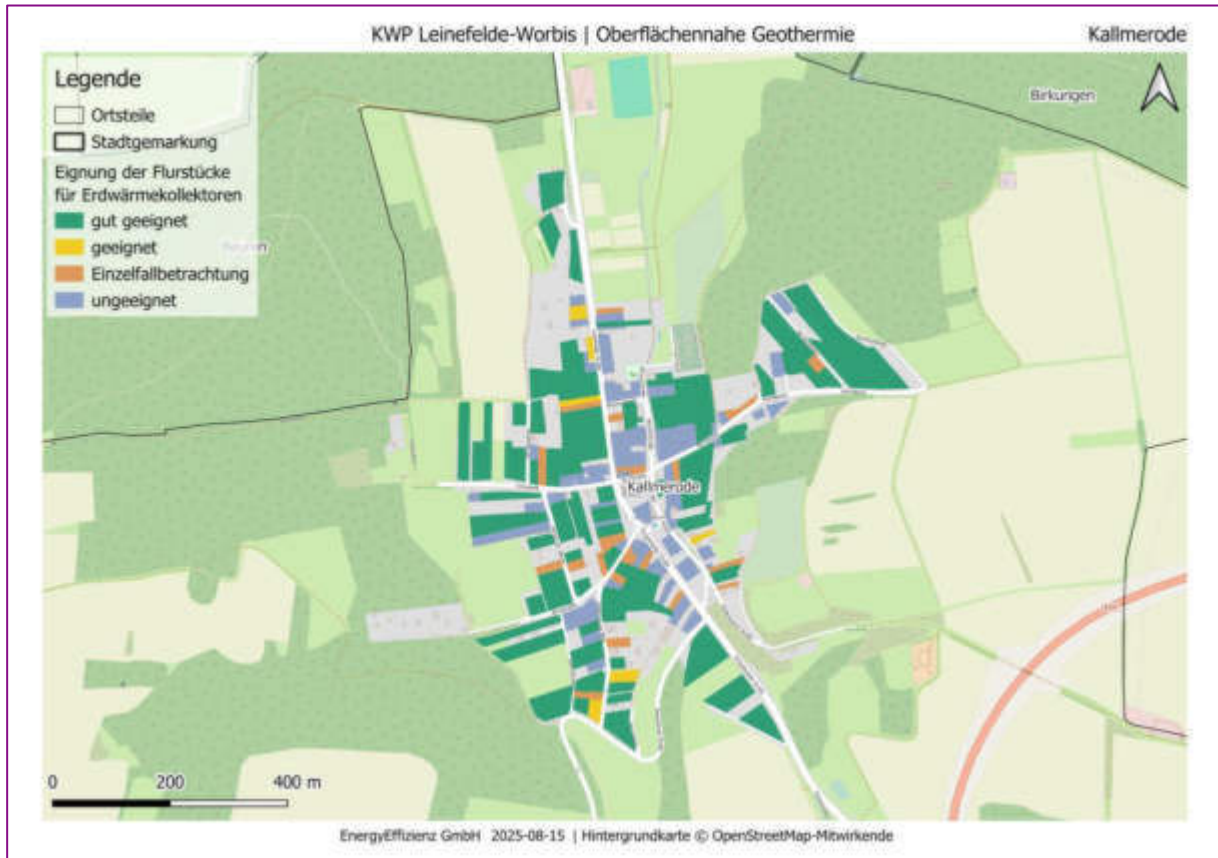


Abbildung 91: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kallmerode

Anhang H: Kaltohmfeld

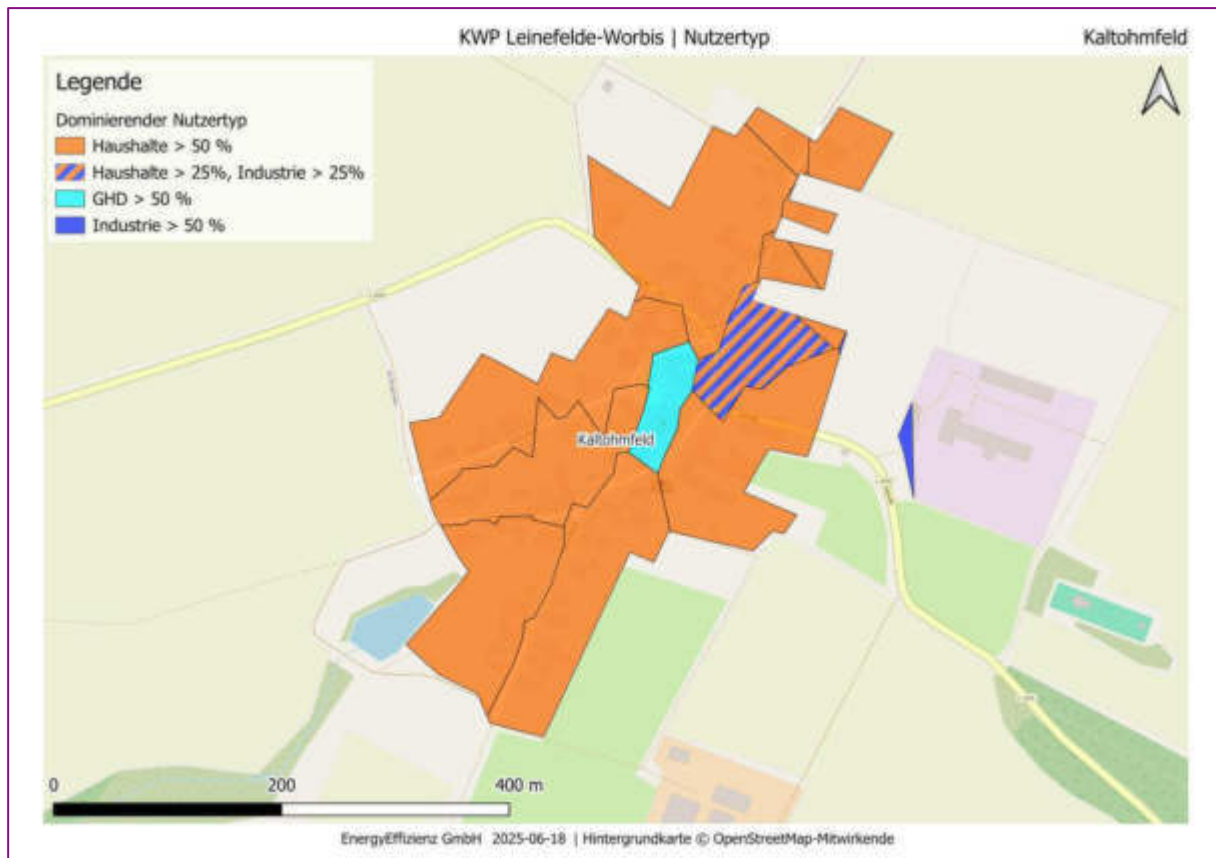


Abbildung 92: Nutzertypen Stadtteil Kaltohmfeld

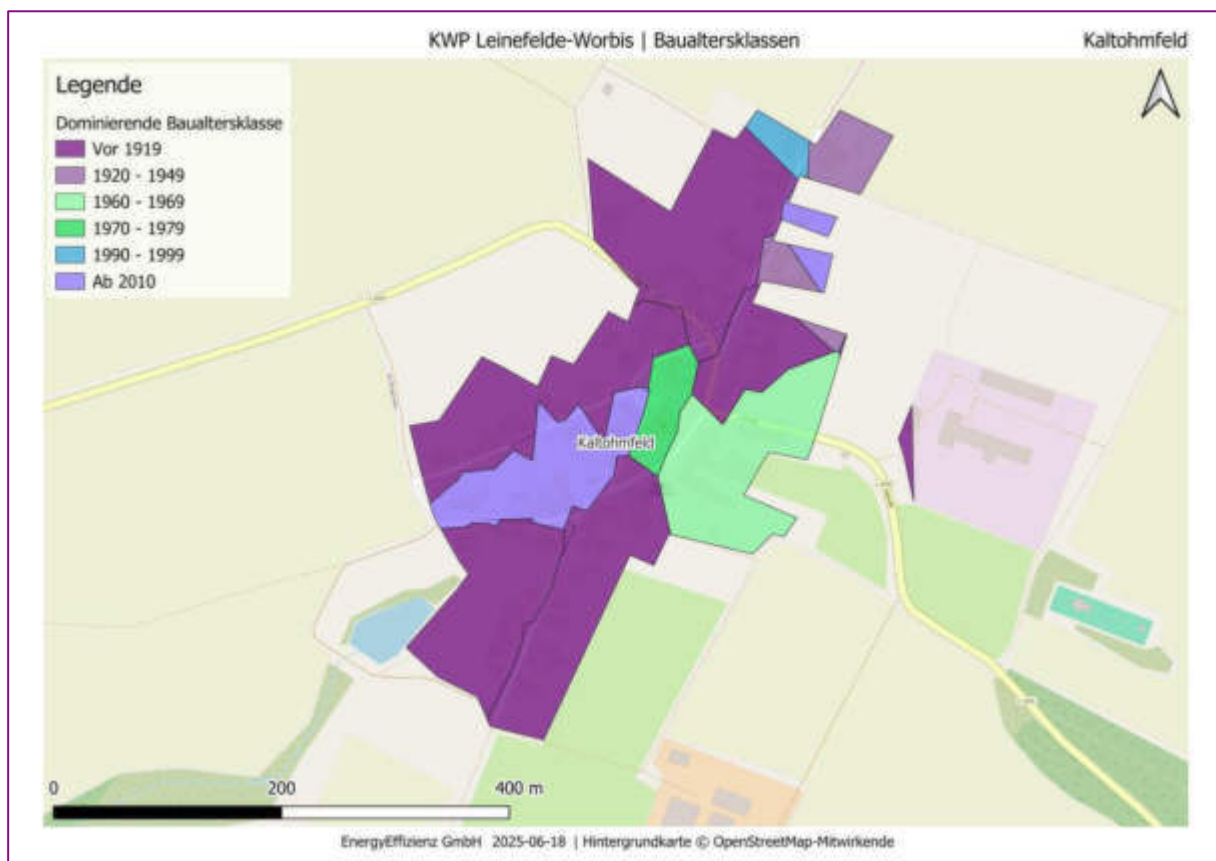


Abbildung 93: Baualtersklassen Stadtteil Kaltohmfeld

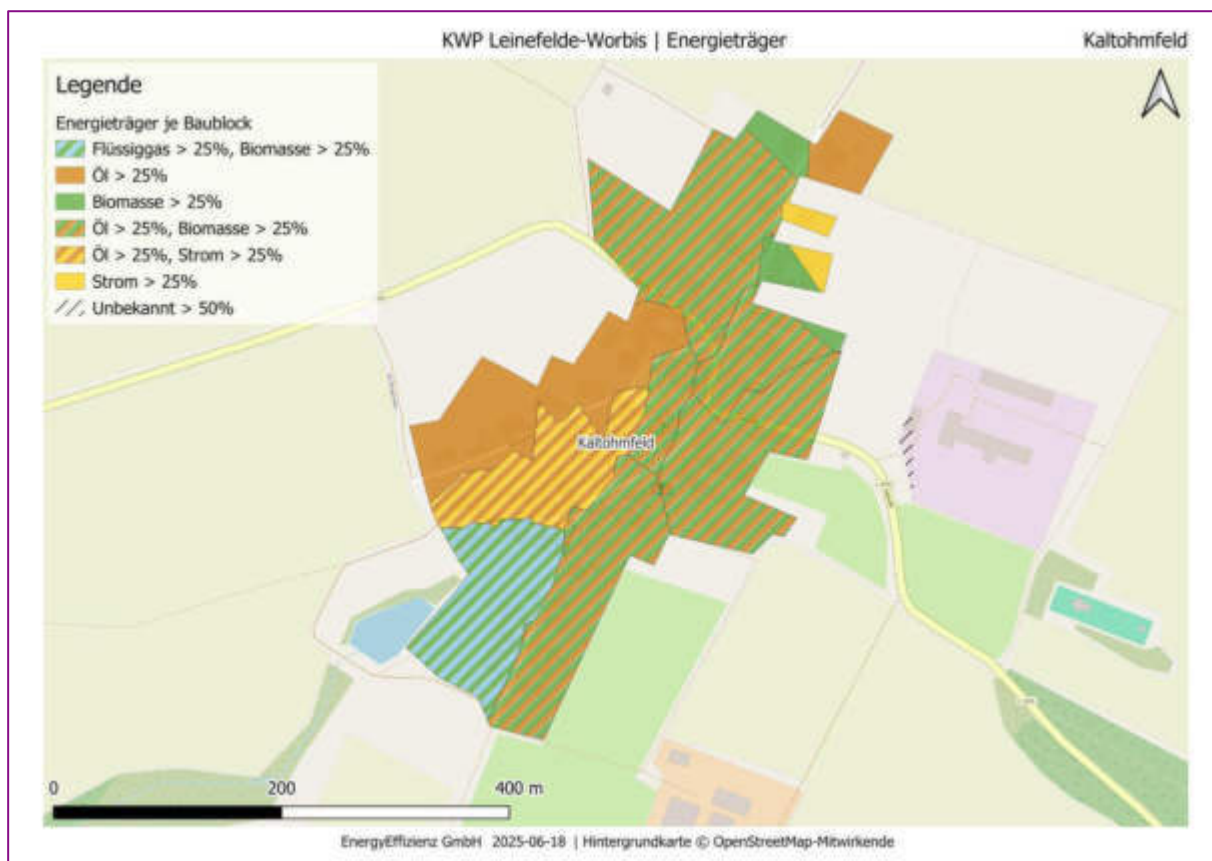


Abbildung 94: Energieträger Stadtteil Kaltohmfeld

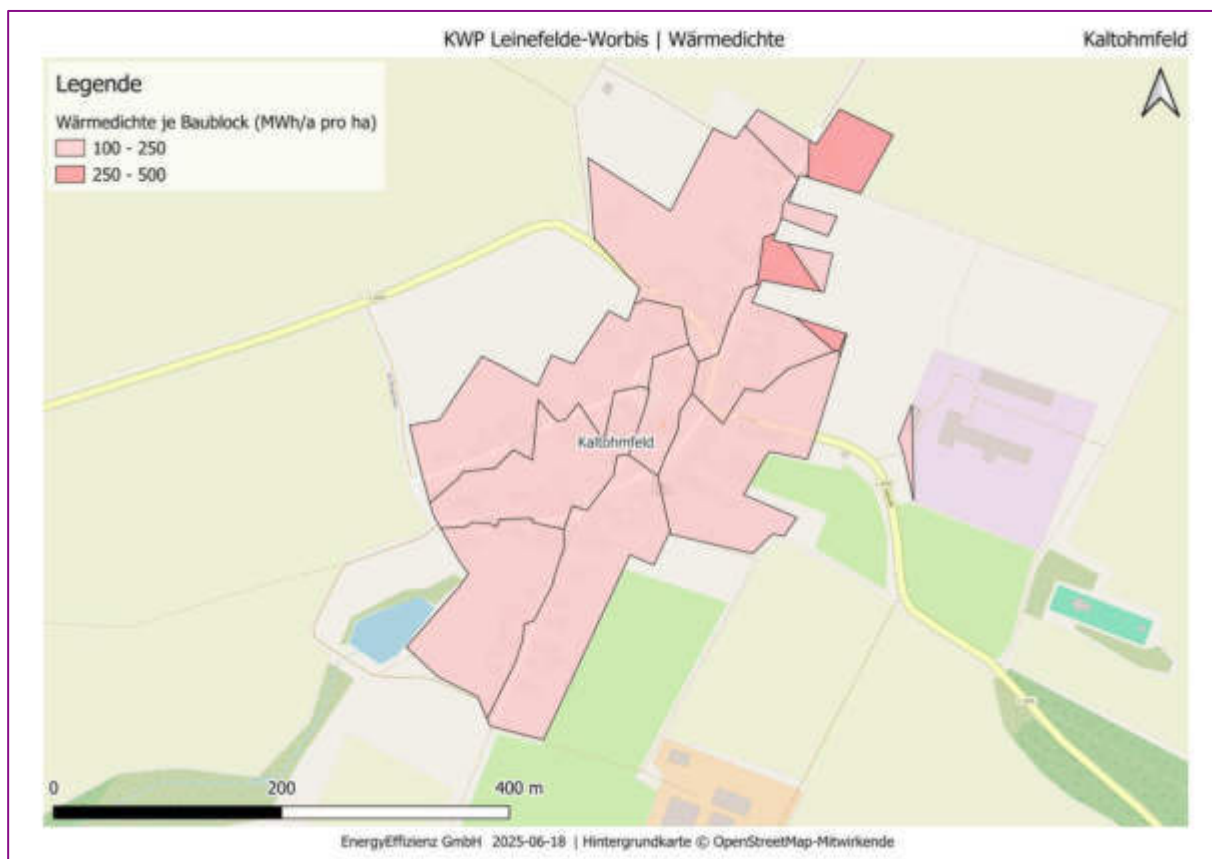


Abbildung 95: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kaltohmfeld



Abbildung 96: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Kaltohmfeld



Abbildung 97: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kaltohmfeld

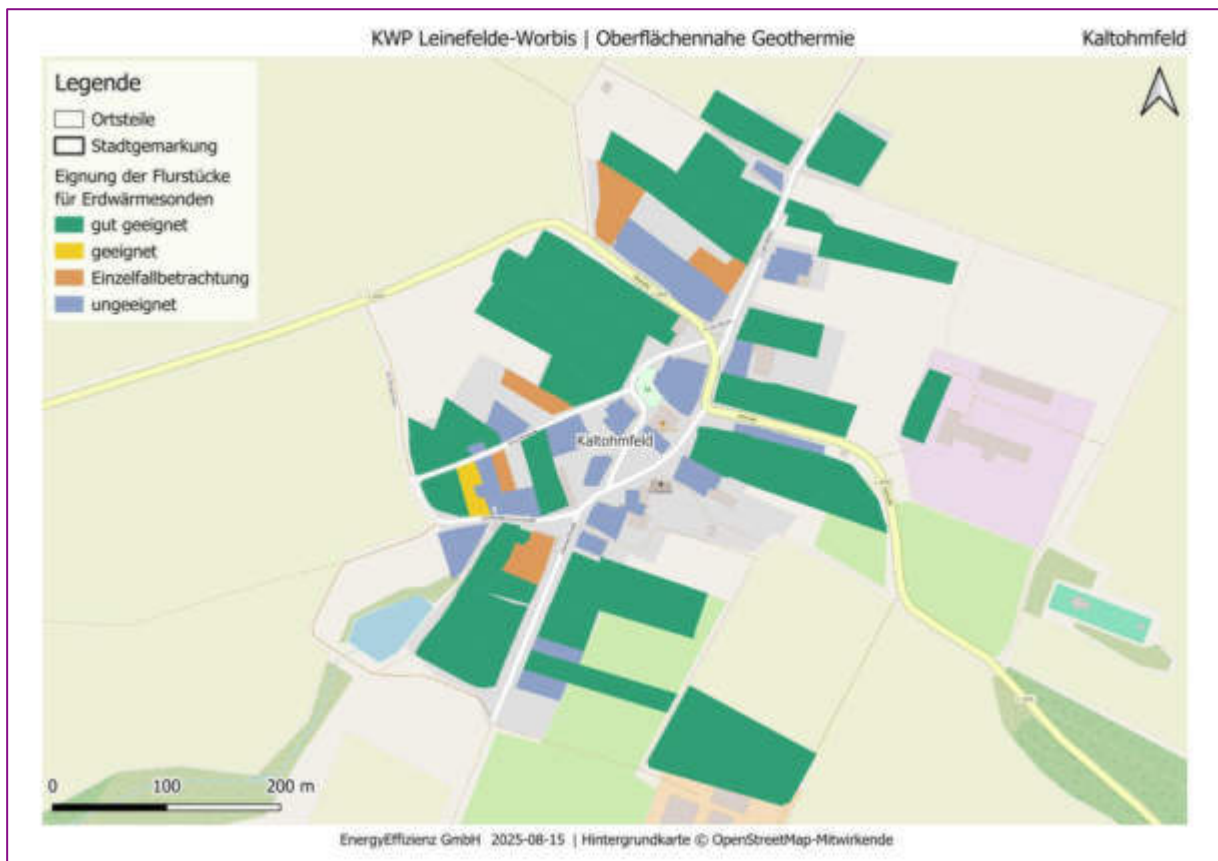


Abbildung 98: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kaltohmfeld

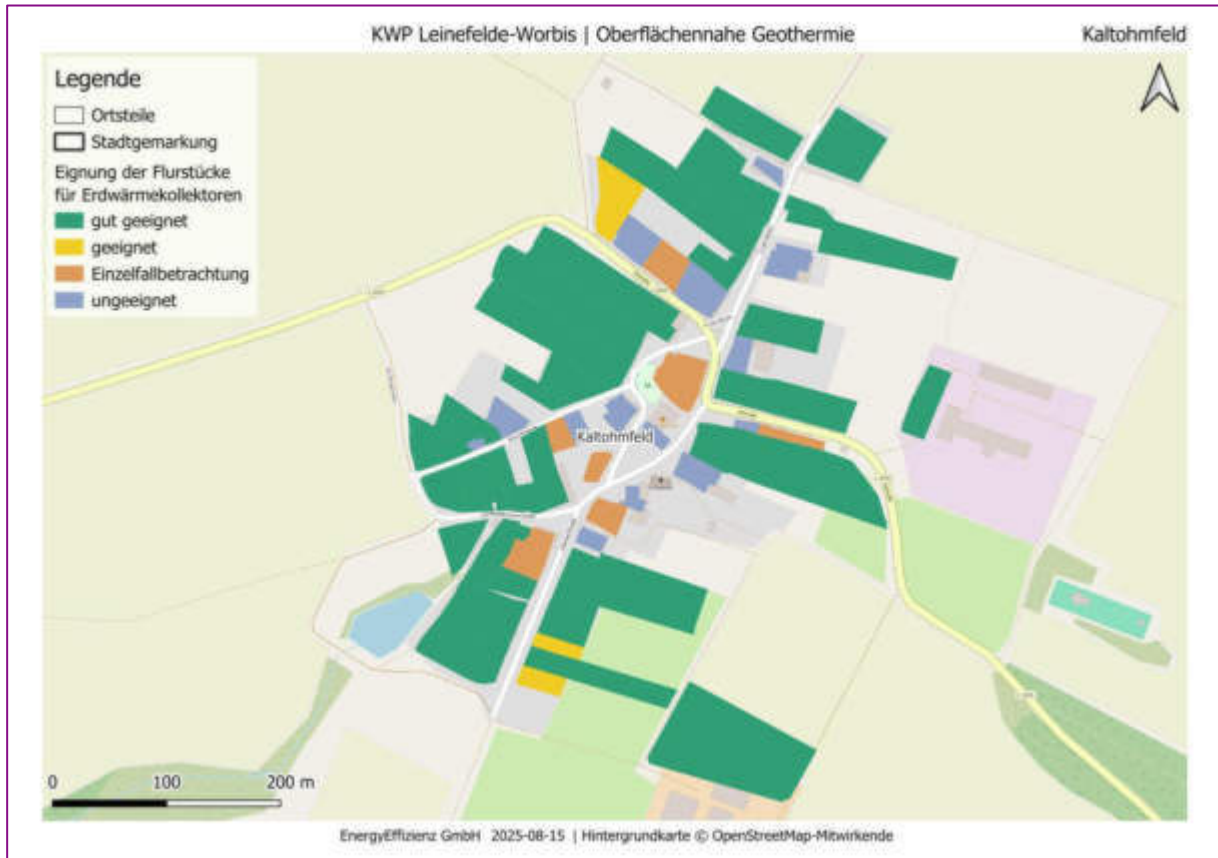


Abbildung 99: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kaltohmfeld

Anhang I: Kirchohmfeld

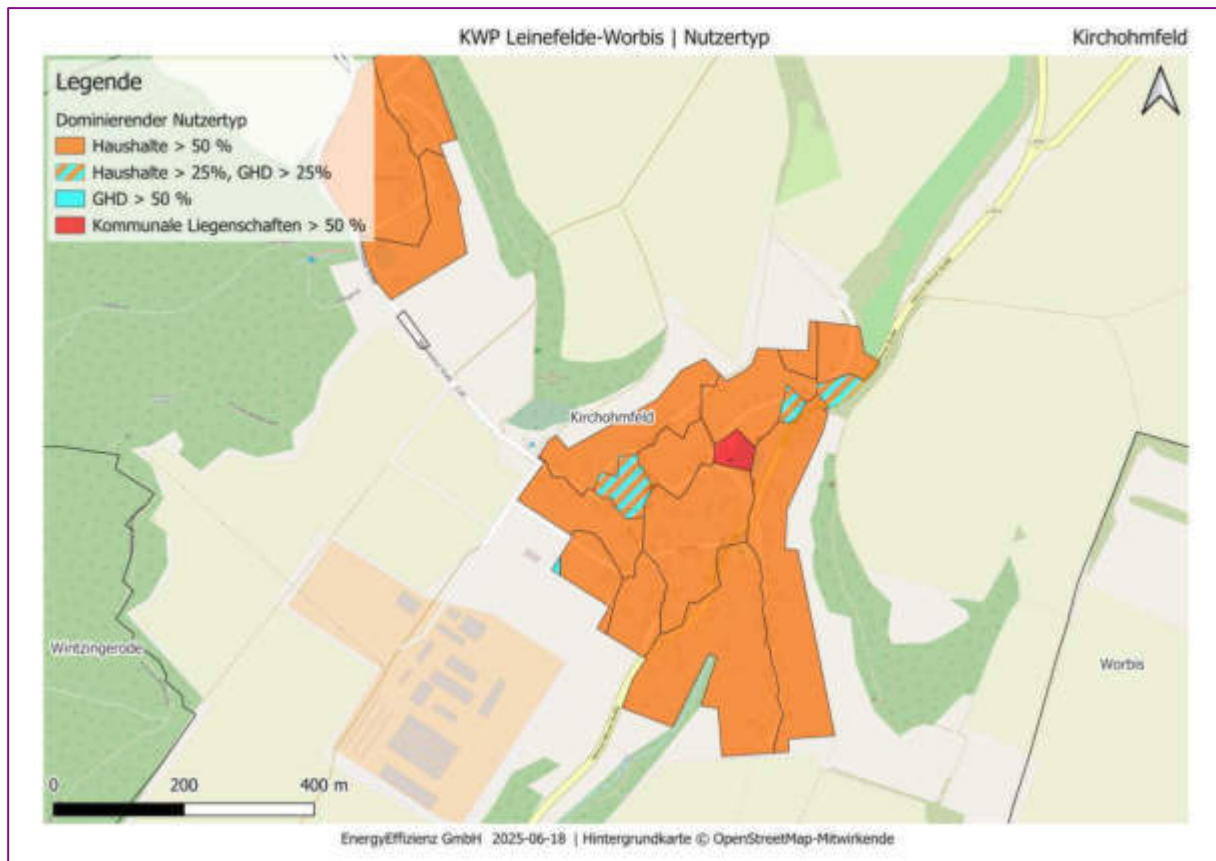


Abbildung 100: Nutzertypen Stadtteil Kirchohmfeld

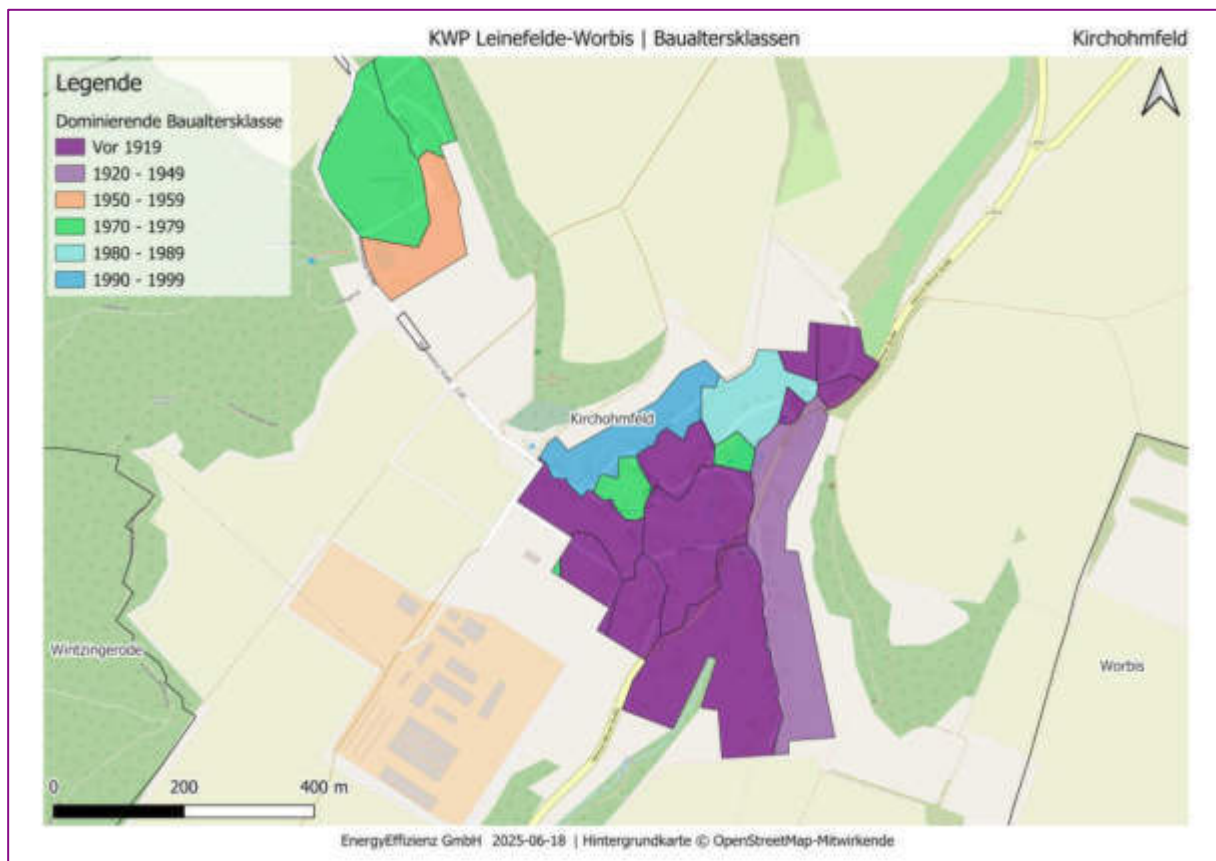


Abbildung 101: Baualtersklassen Stadtteil Kirchohmfeld

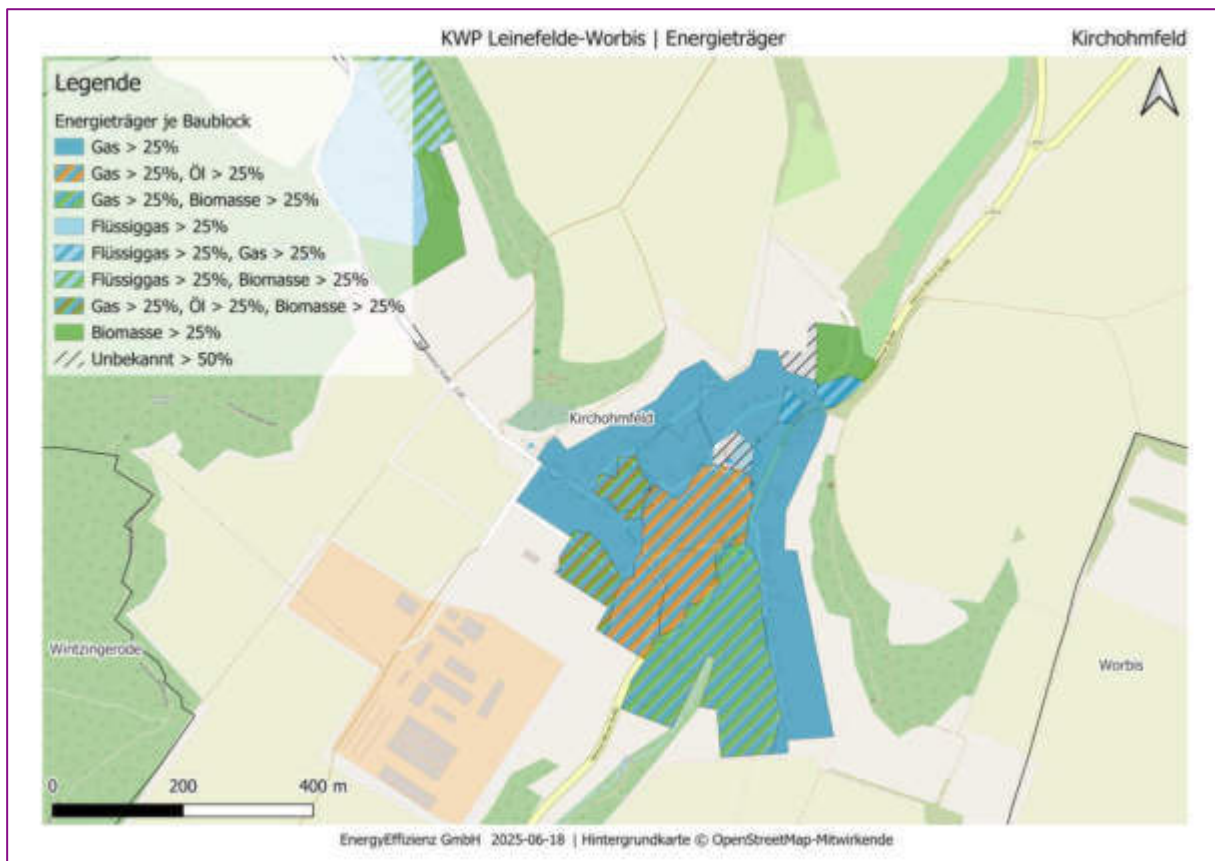


Abbildung 102: Energieträger Stadtteil Kirchhofmfeld

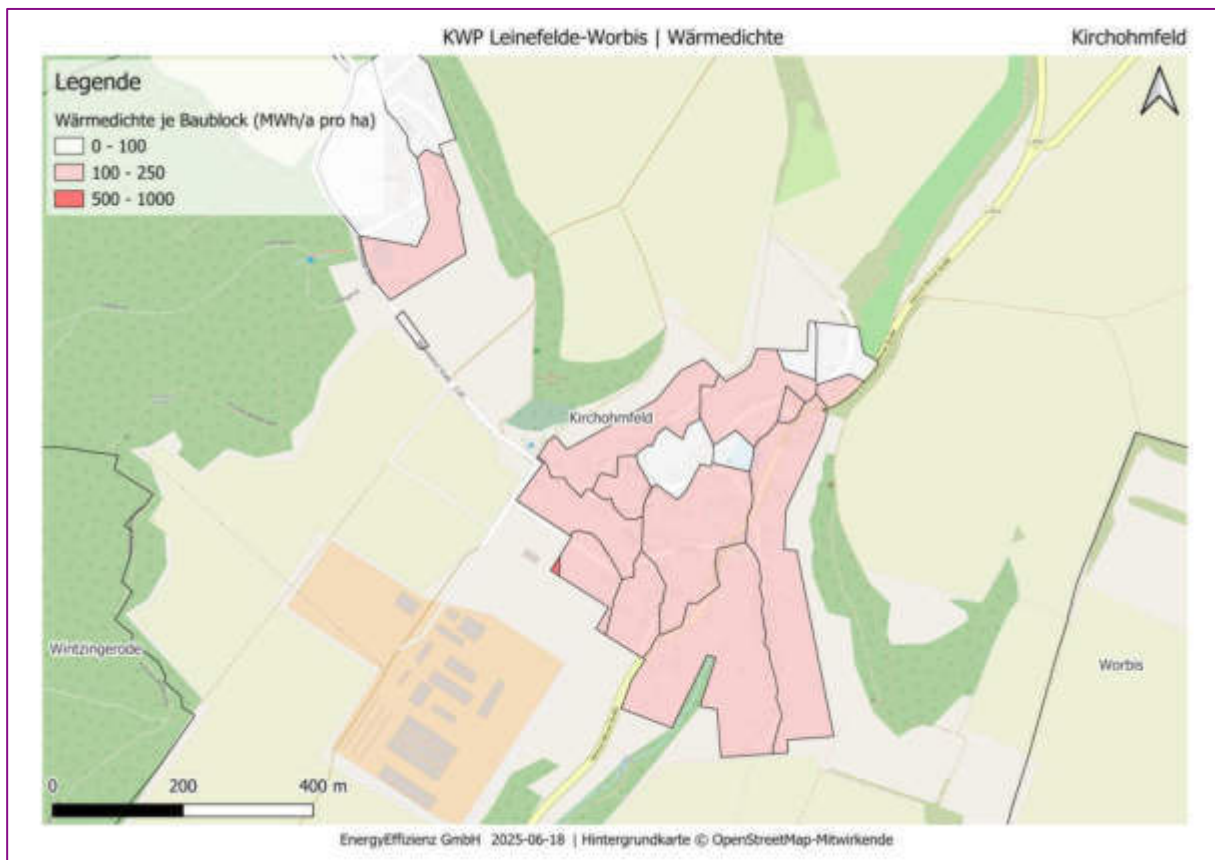


Abbildung 103: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Kirchhofmfeld

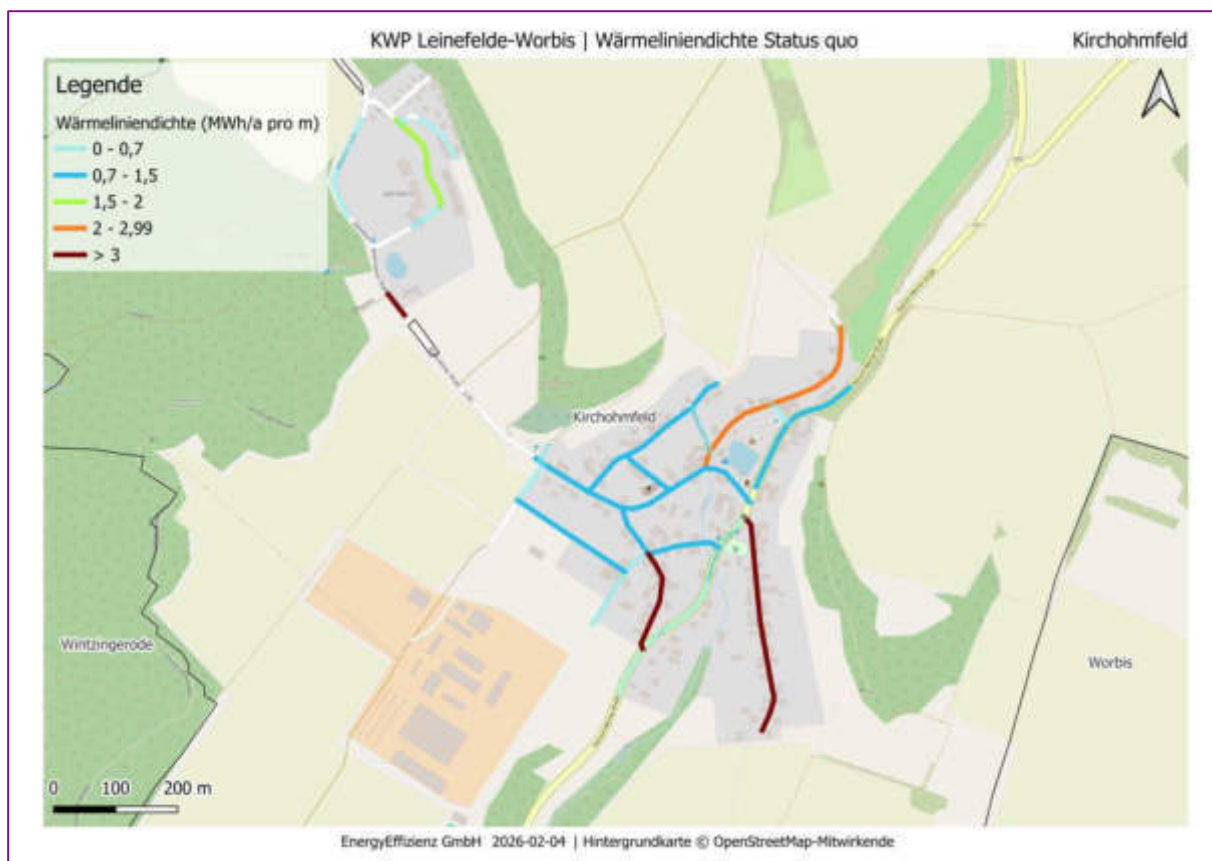


Abbildung 104: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Kirchhofmfeld



Abbildung 105: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Kirchhofmfeld

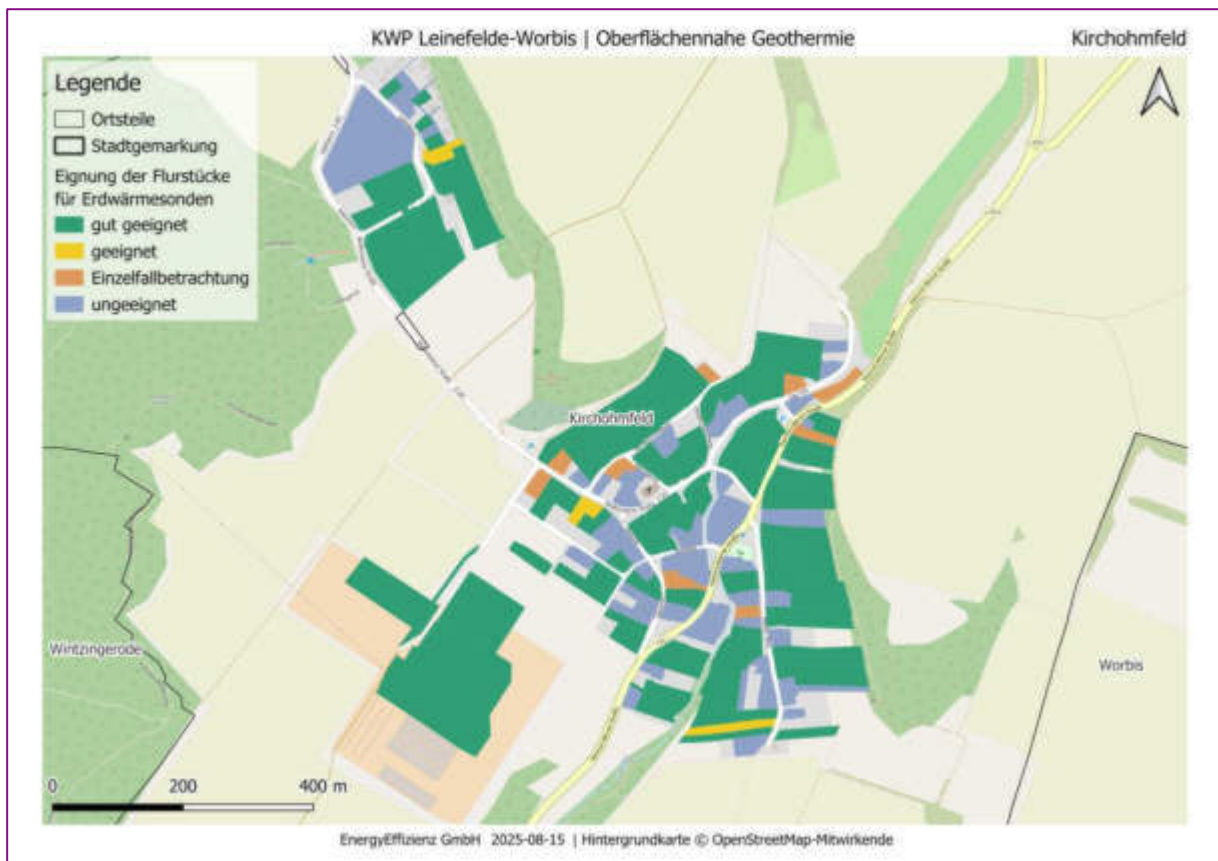


Abbildung 106: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Kirchhohmfeld

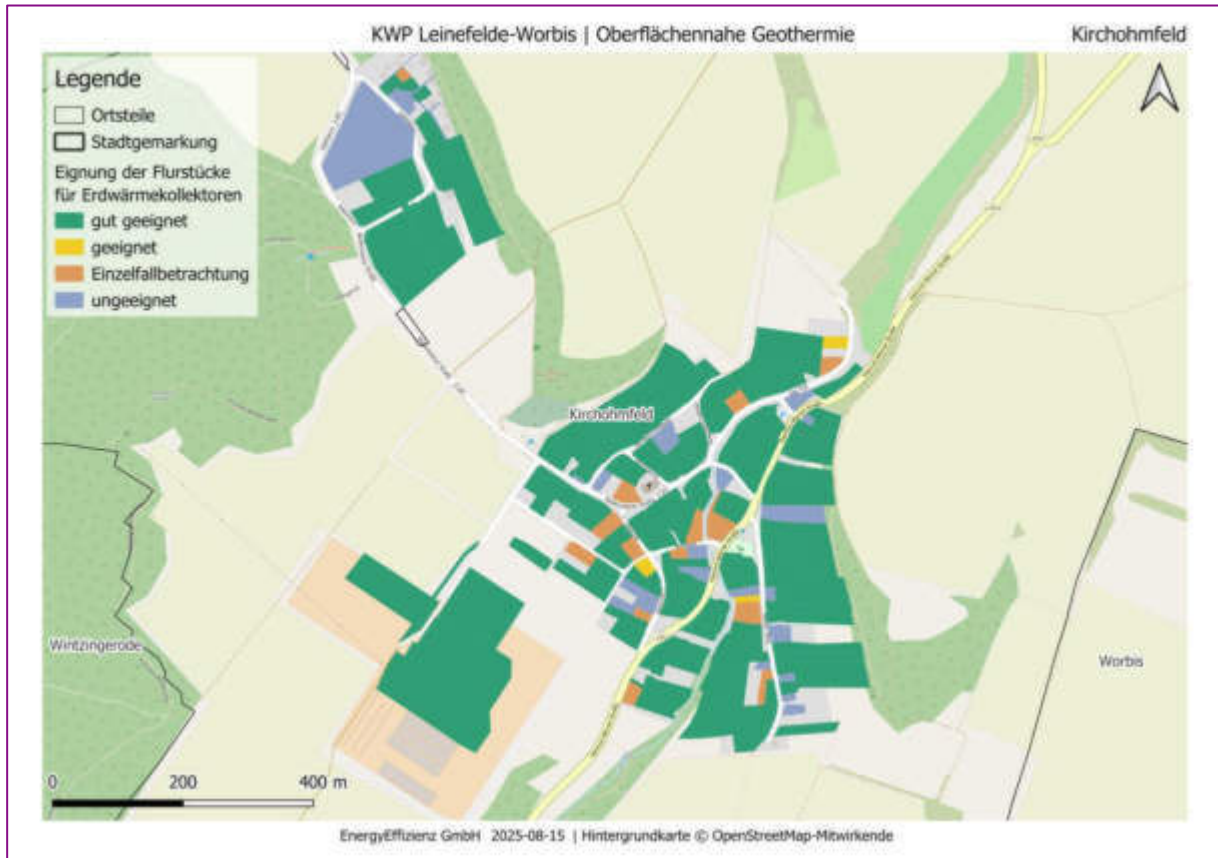


Abbildung 107: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Kirchhohmfeld

Anhang J: Leinefelde

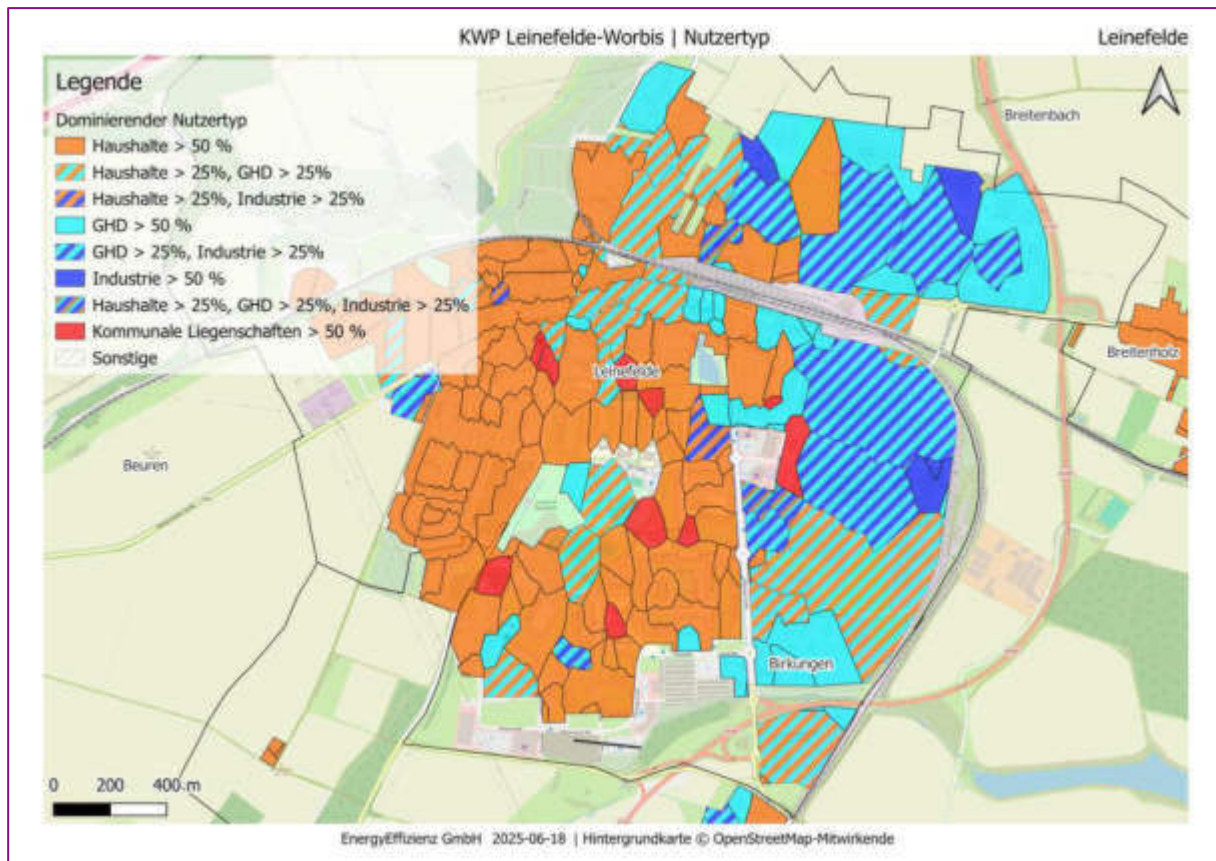


Abbildung 108: Nutzertypen Stadtteil Leinefelde

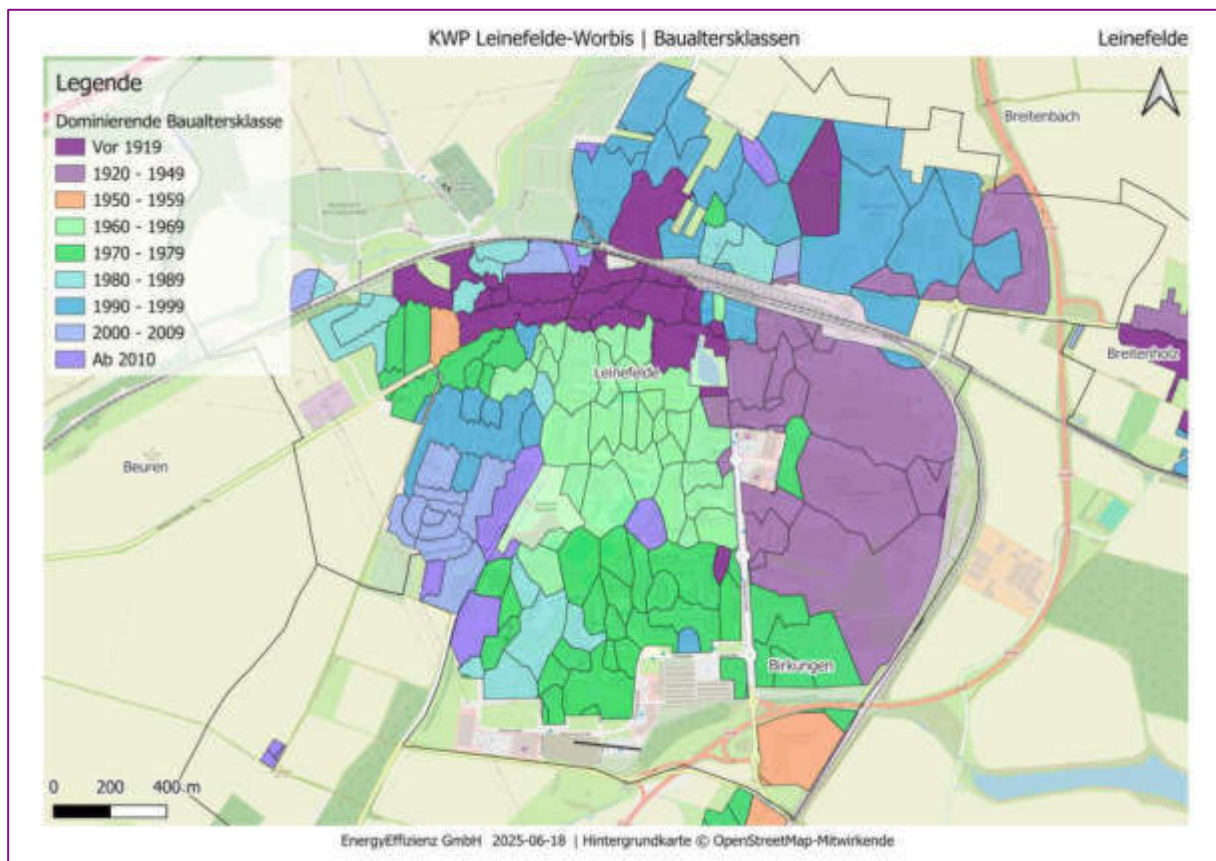


Abbildung 109: Baualtersklassen Stadtteil Leinefelde

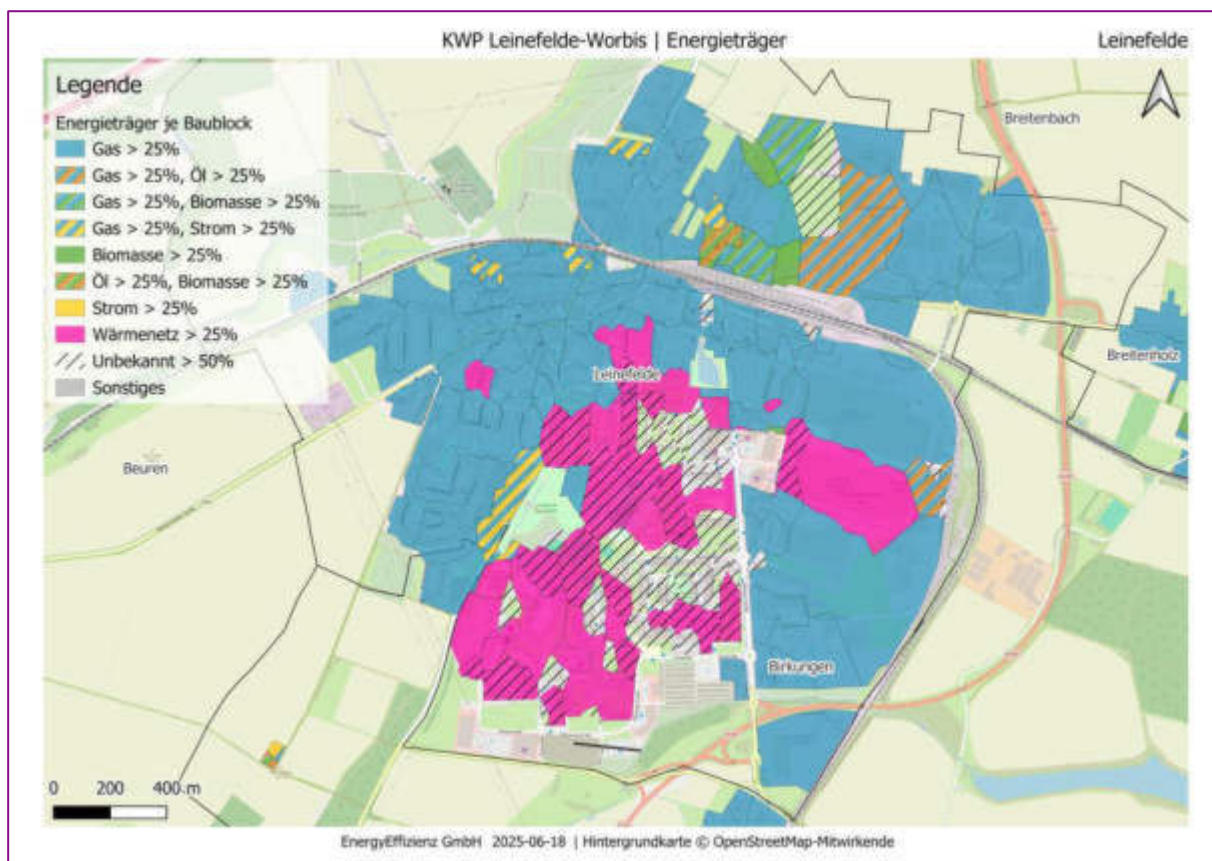


Abbildung 110: Energieträger Stadtteil Leinefelde

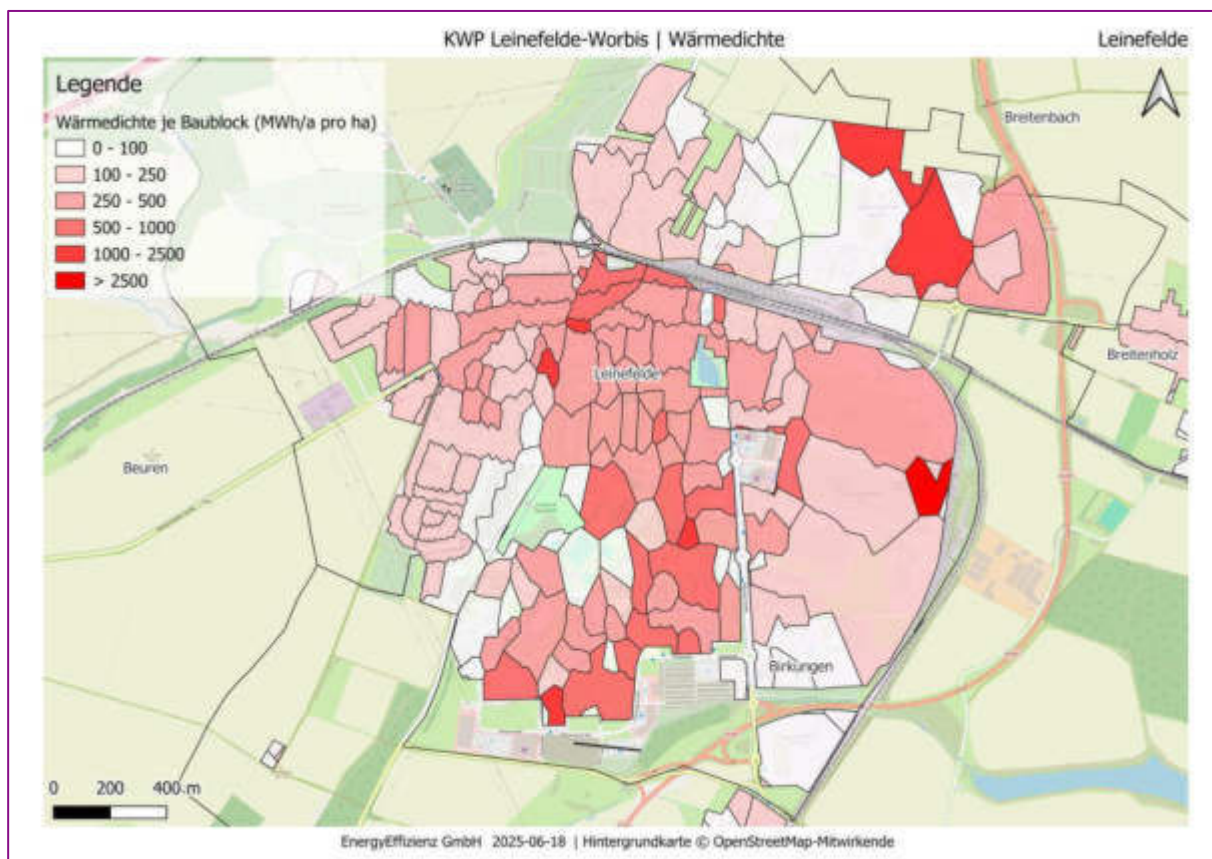


Abbildung 111: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Leinefelde

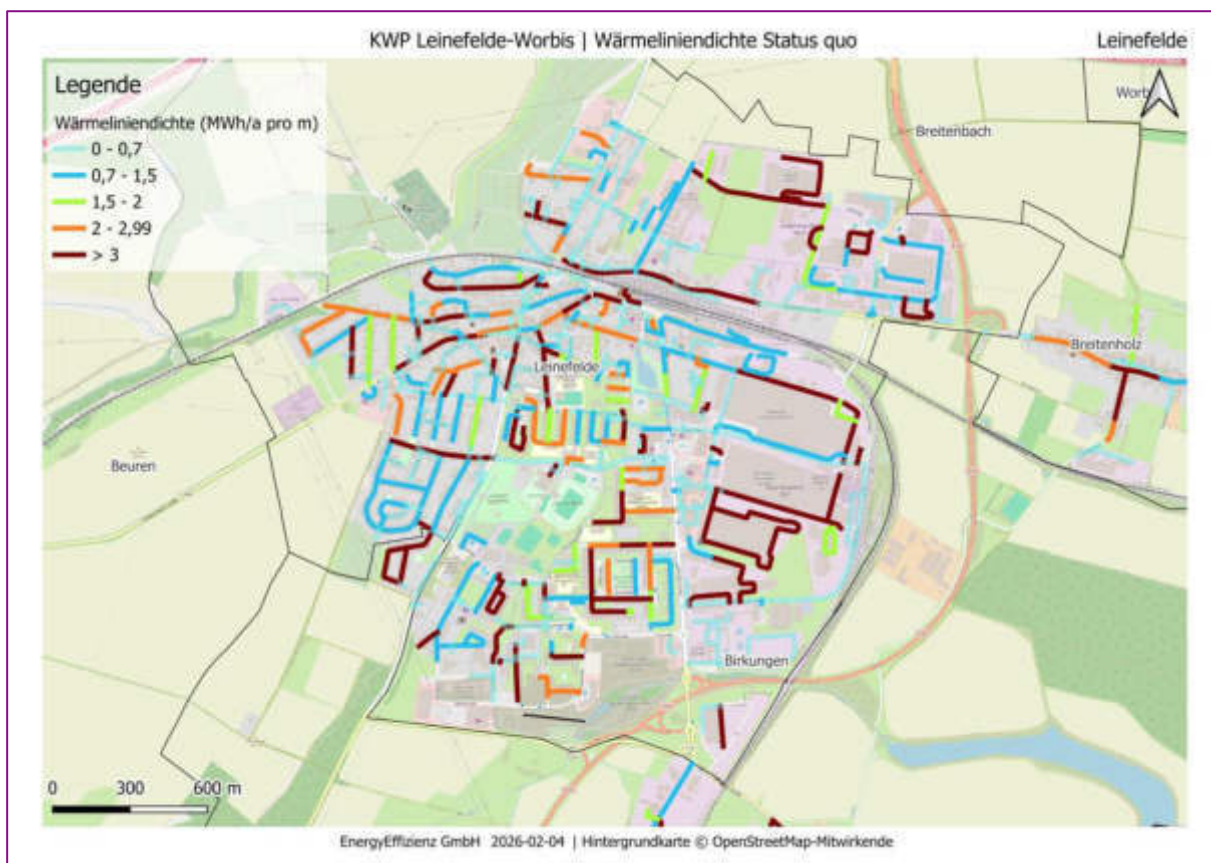


Abbildung 112: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Leinefelde

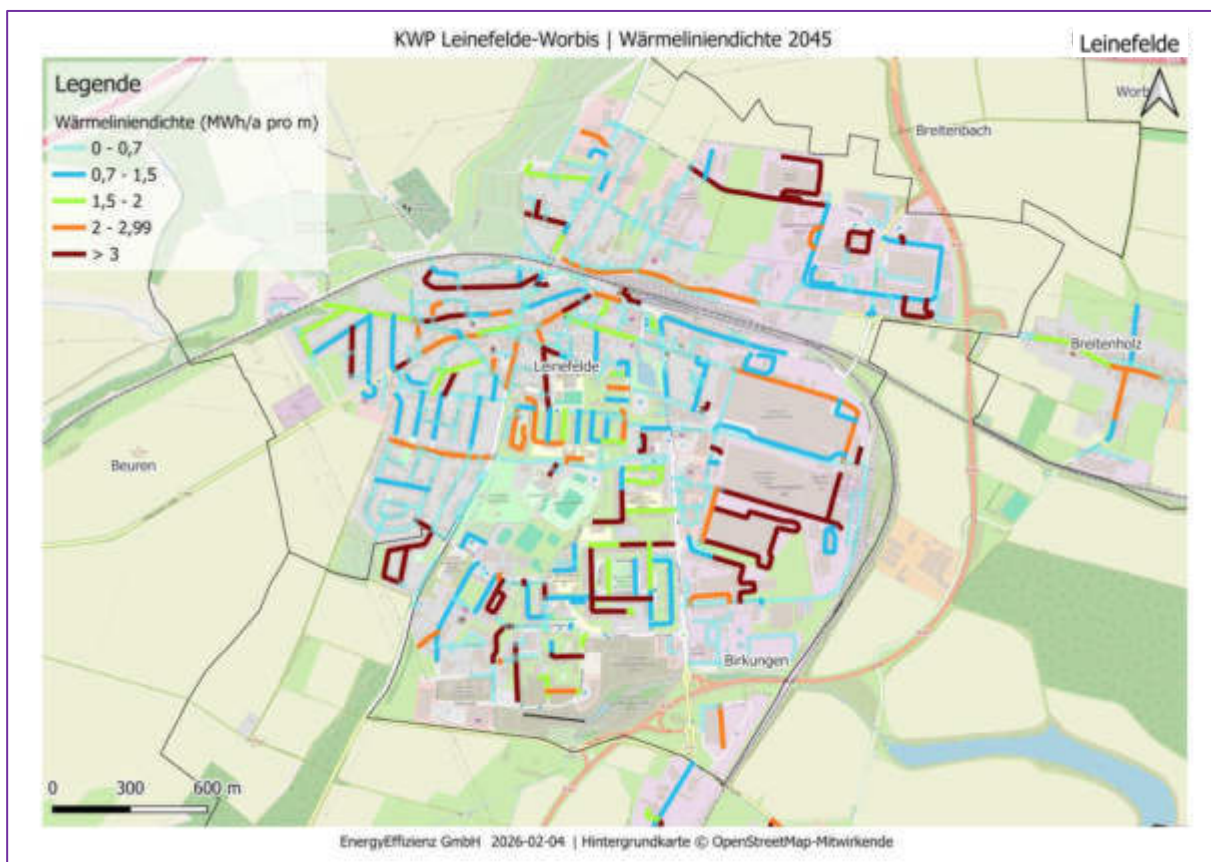


Abbildung 113: Wärmeliniendichte Zieljahr 2045 Stadtteil Leinefelde

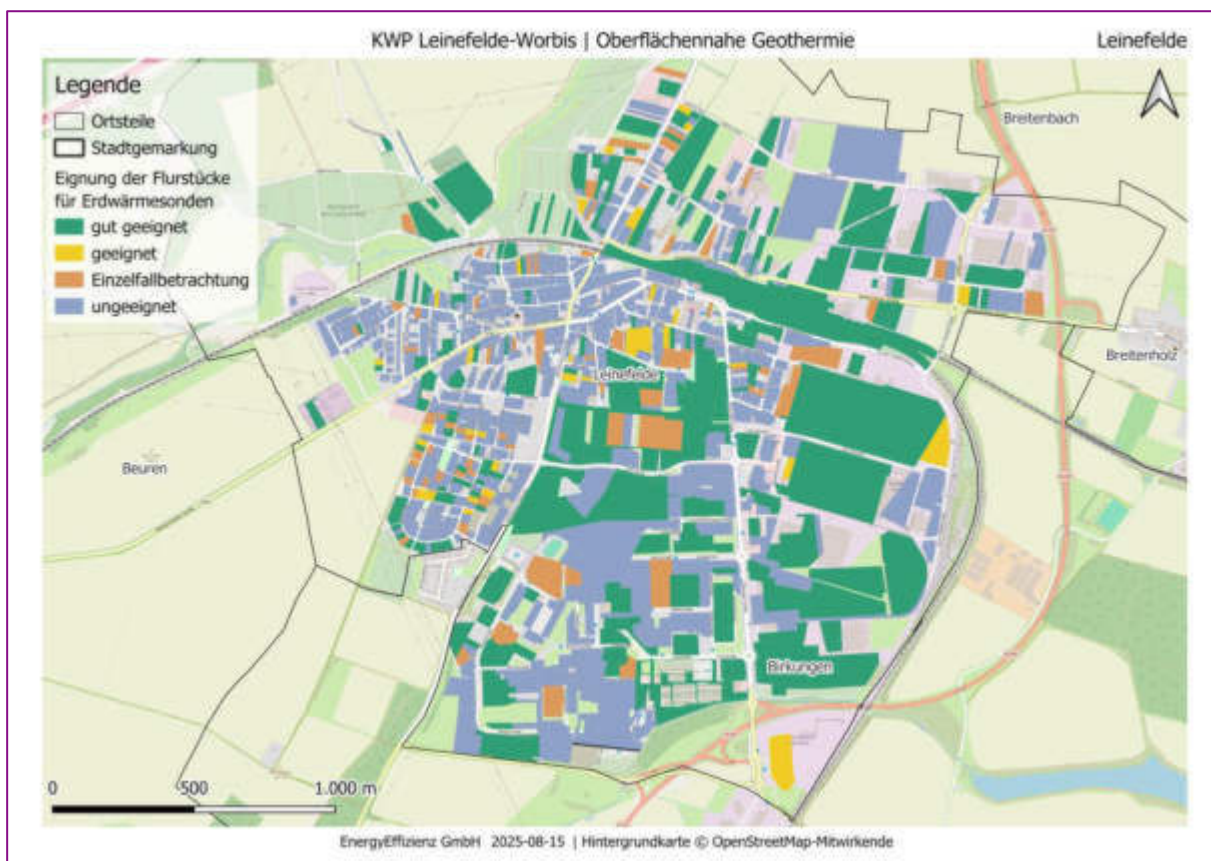


Abbildung 114: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Leinefelde

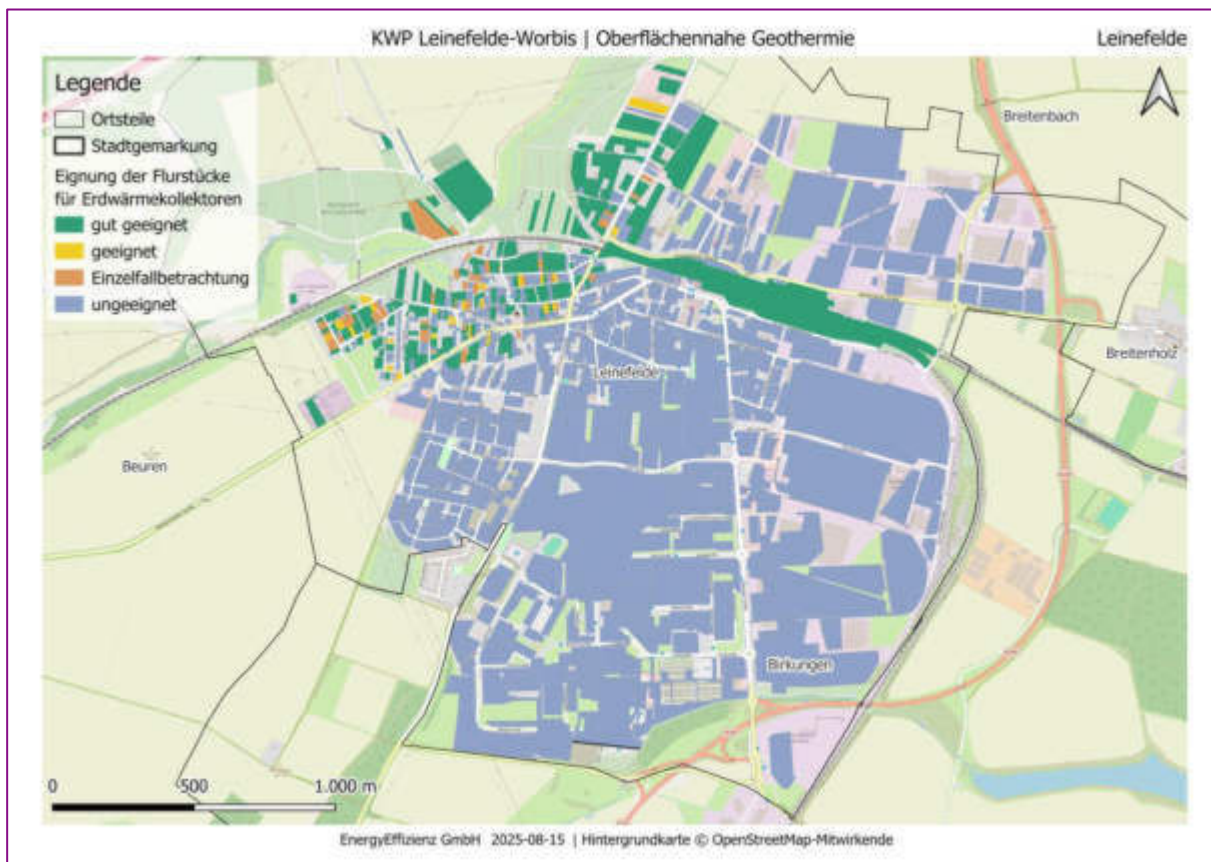


Abbildung 115: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Leinefelde

Anhang K: Wintzingerode

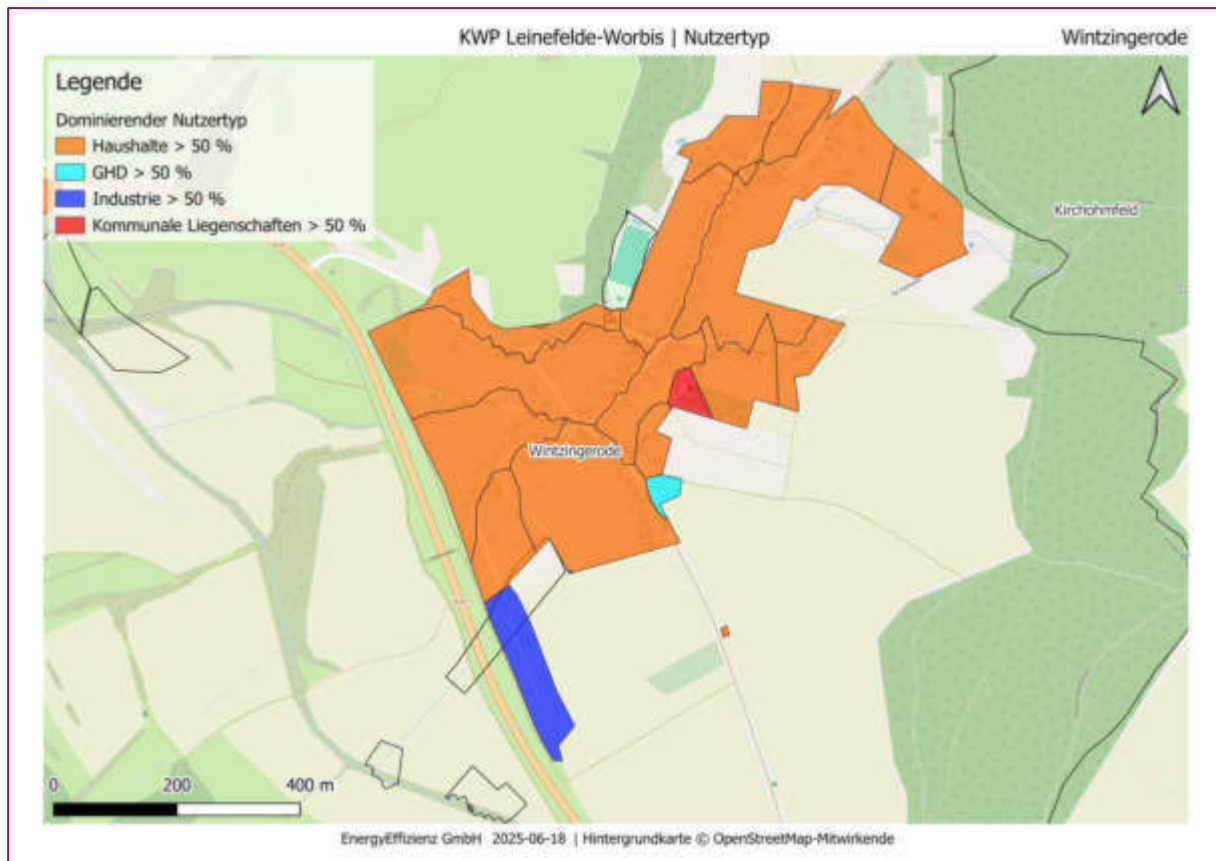


Abbildung 116: Nutzertypen Stadtteil Wintzingerode

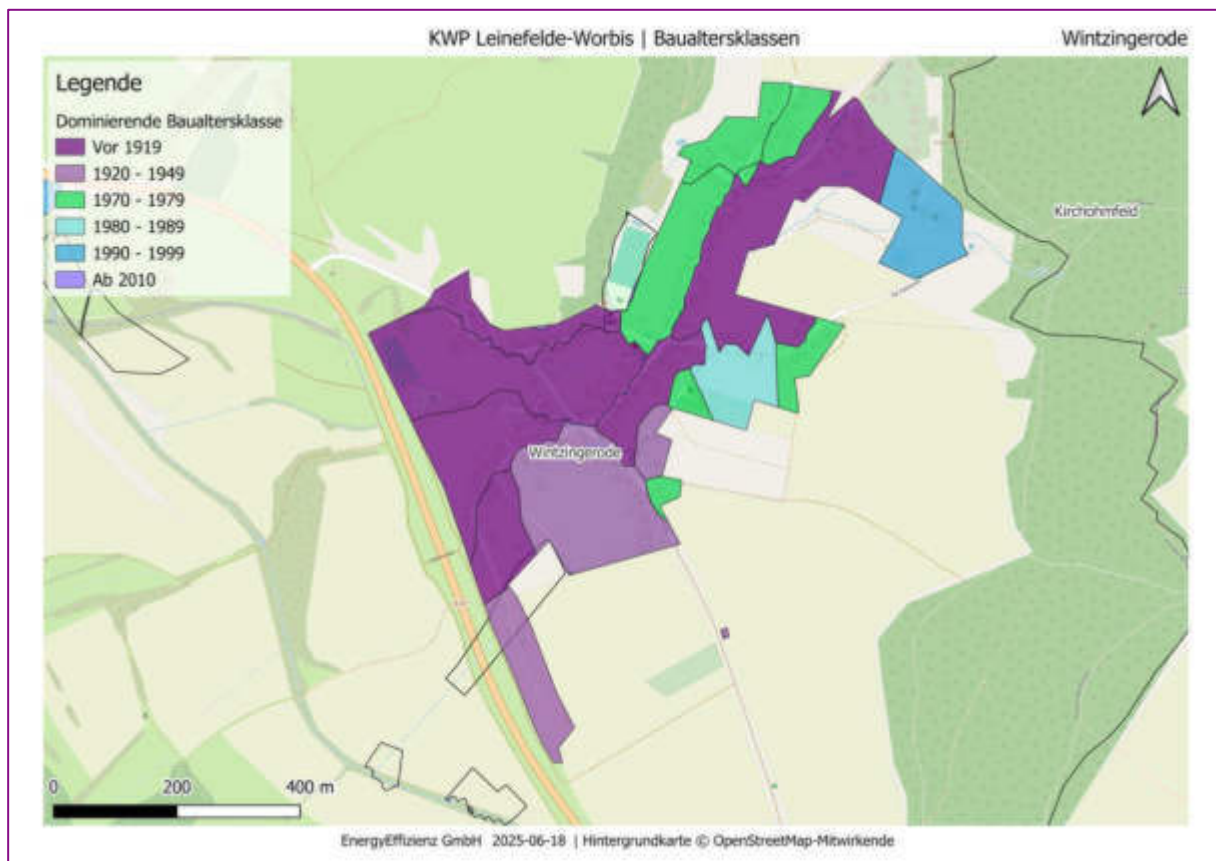


Abbildung 117: Baualtersklassen Stadtteil Wintzingerode

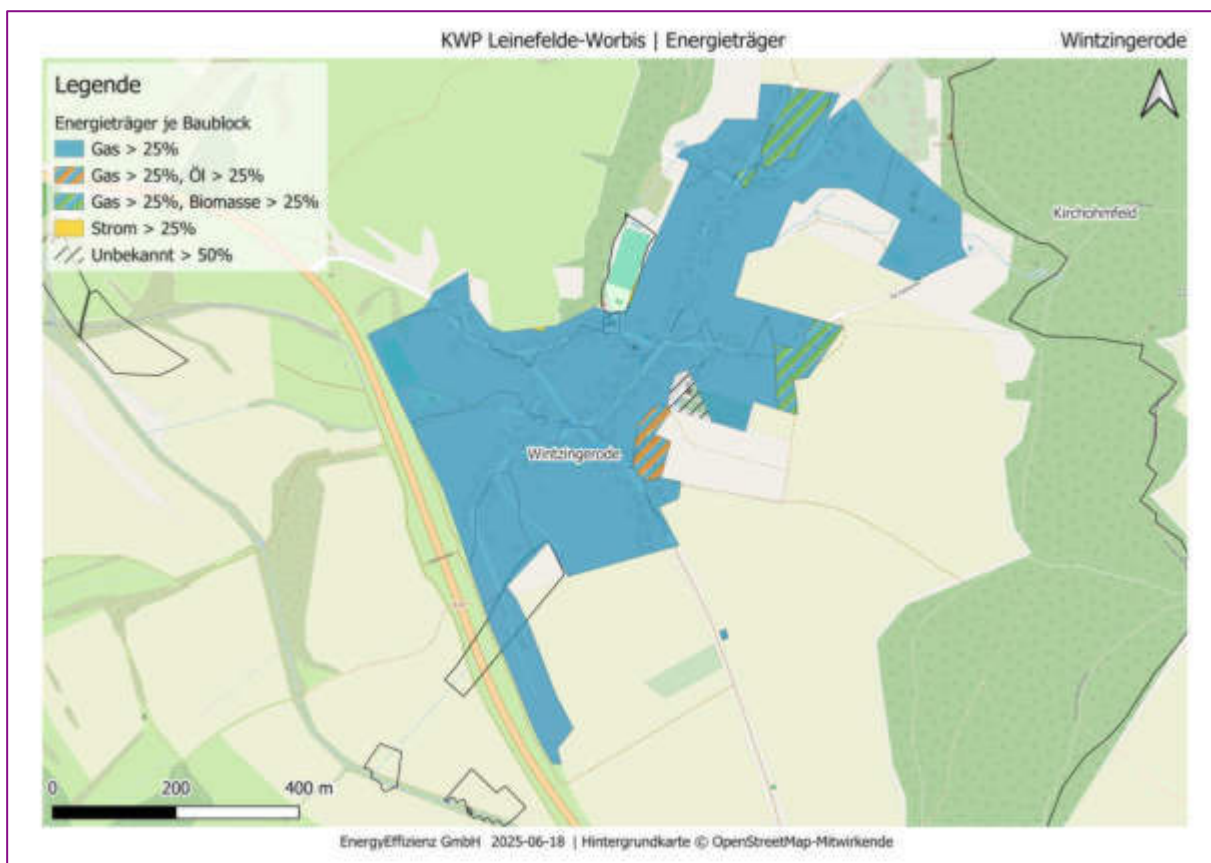


Abbildung 118: Energieträger Stadtteil Wintzingerode

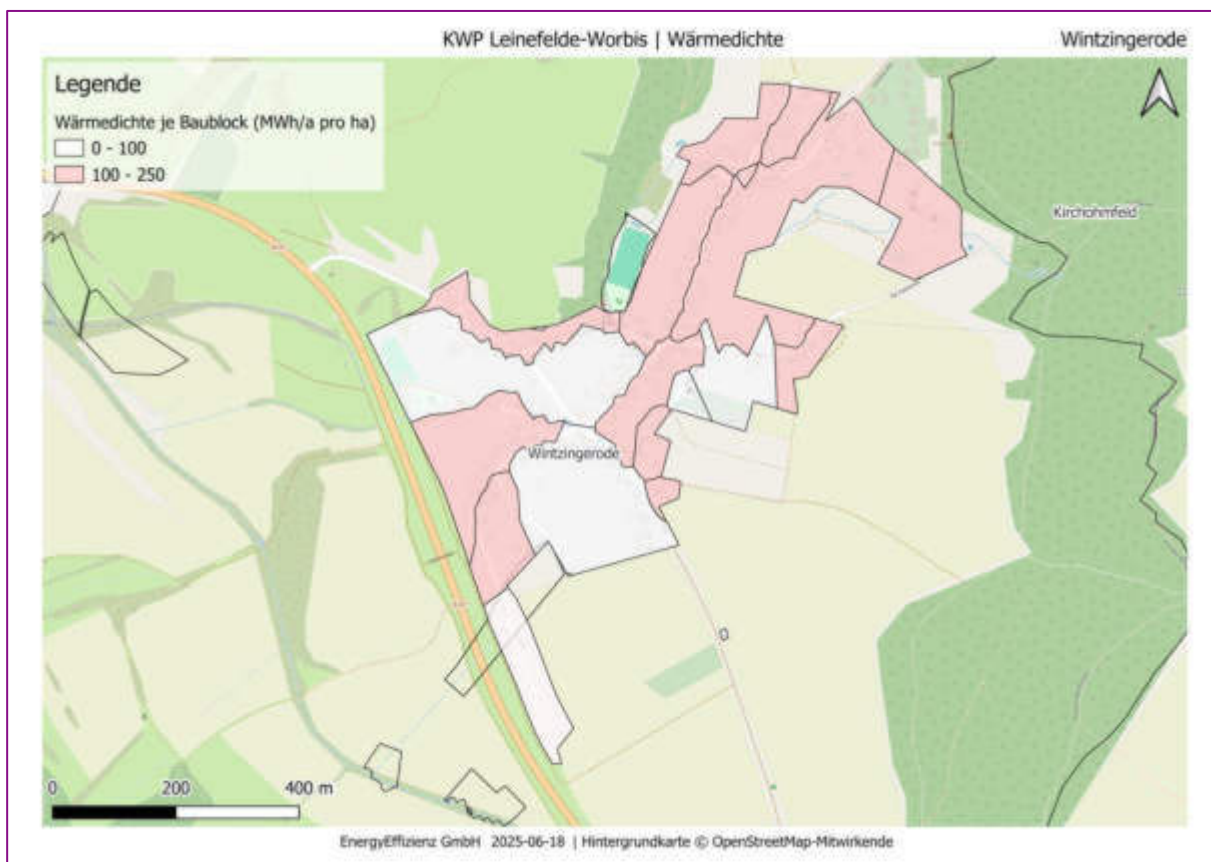


Abbildung 119: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Wintzingerode

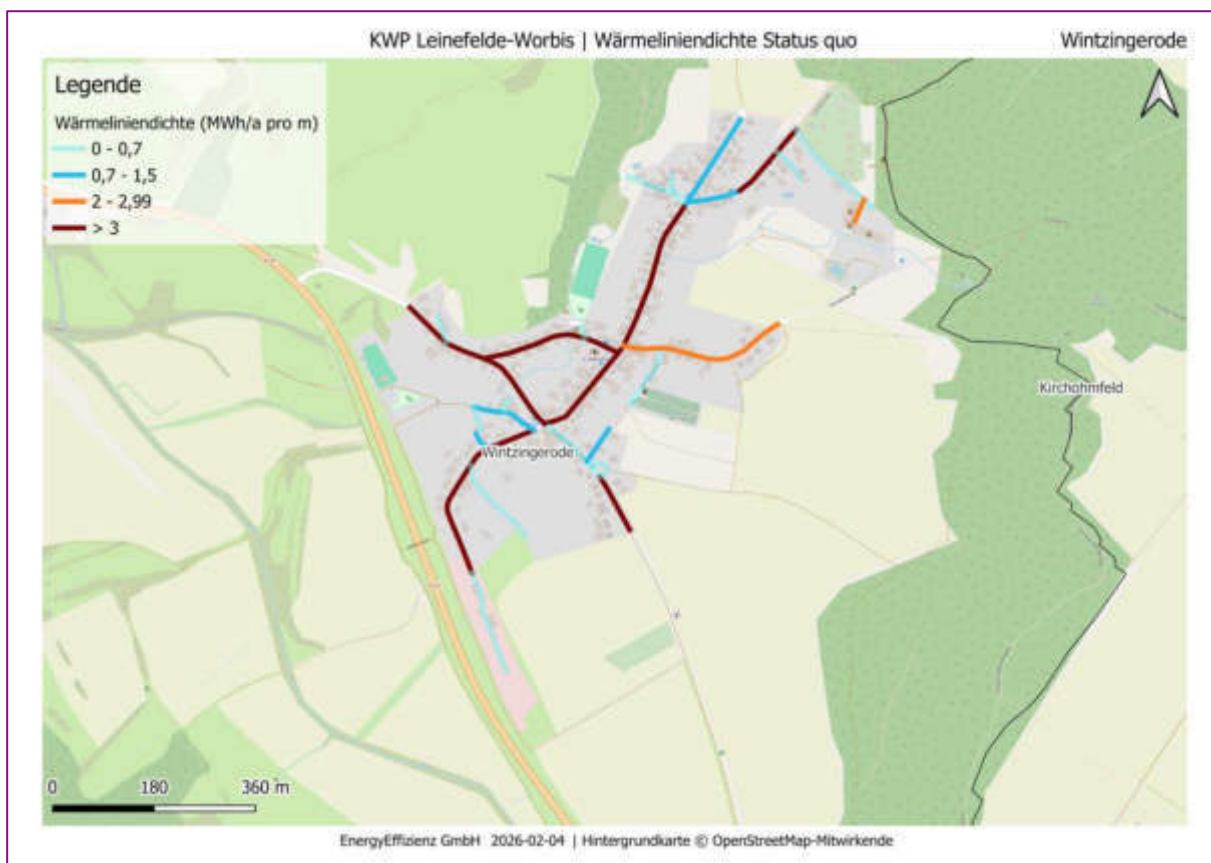


Abbildung 120: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Wintzingerode

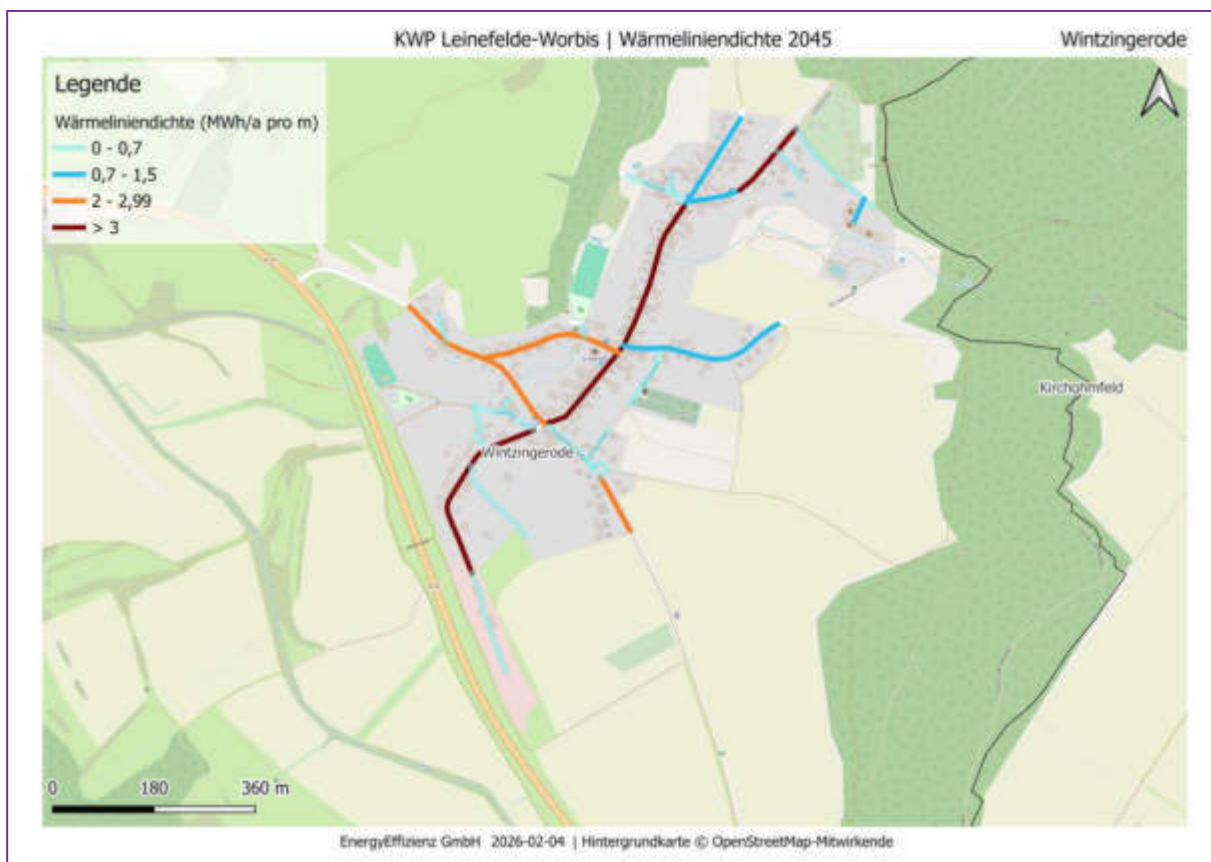


Abbildung 121: Wärmeliniendichten Zieljahr 2045 Stadtteil Wintzingerode

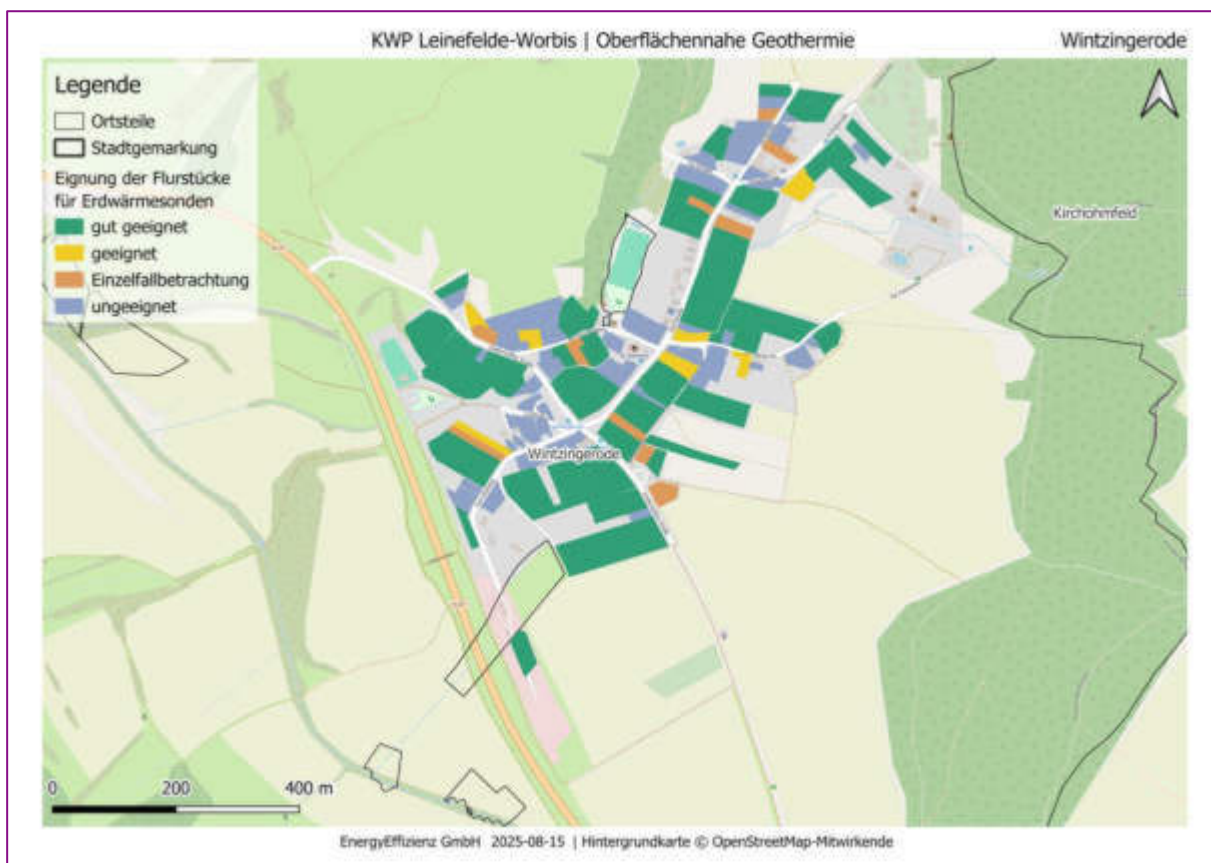


Abbildung 122: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Wintzingerode

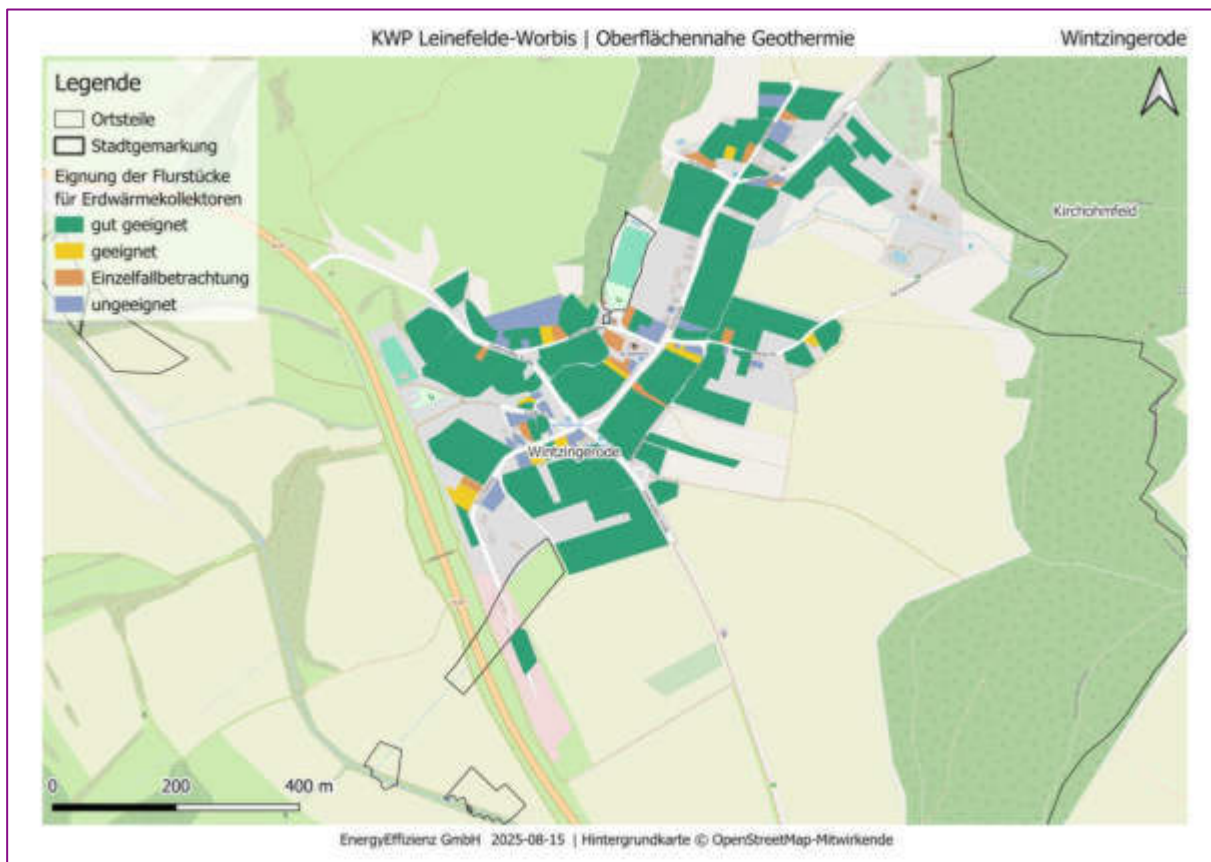


Abbildung 123: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Wintzingerode

Anhang L: Worbis

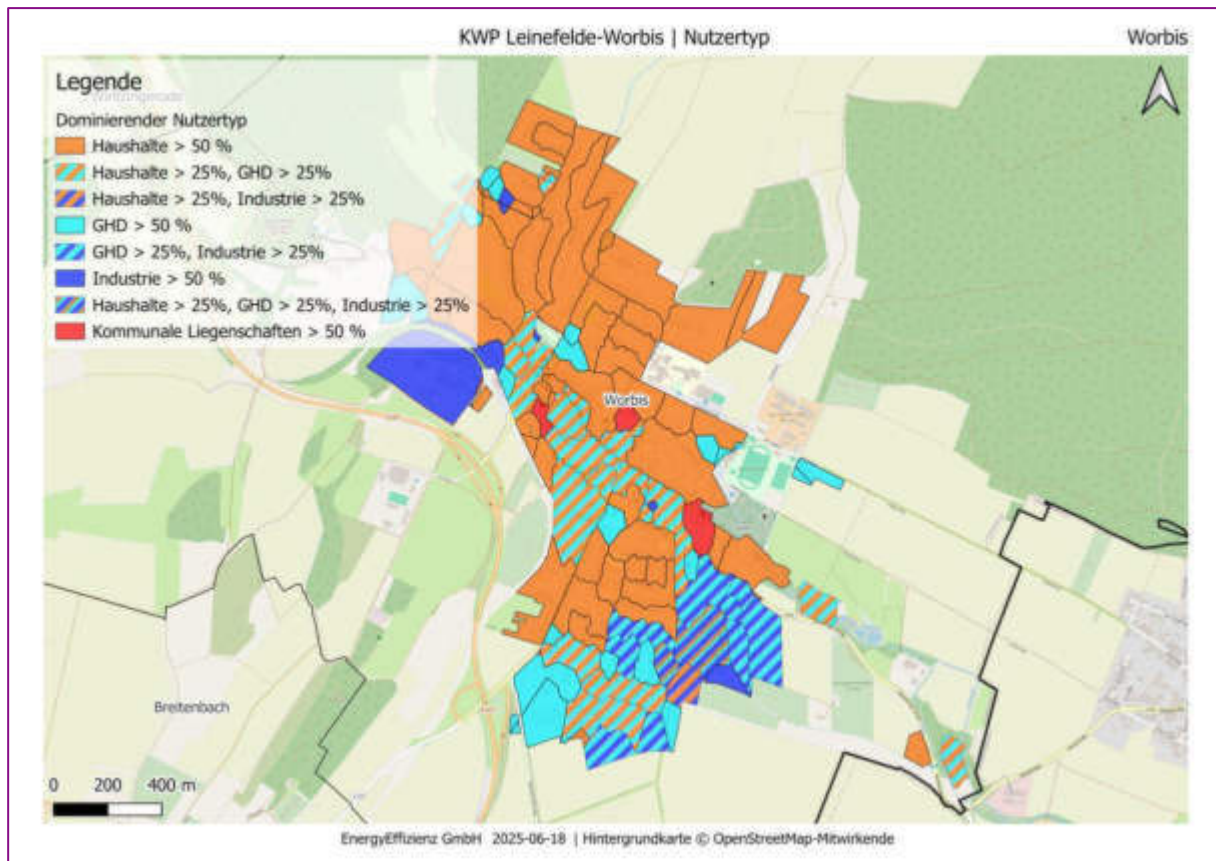


Abbildung 124: Nutzertypen Stadtteil Worbis

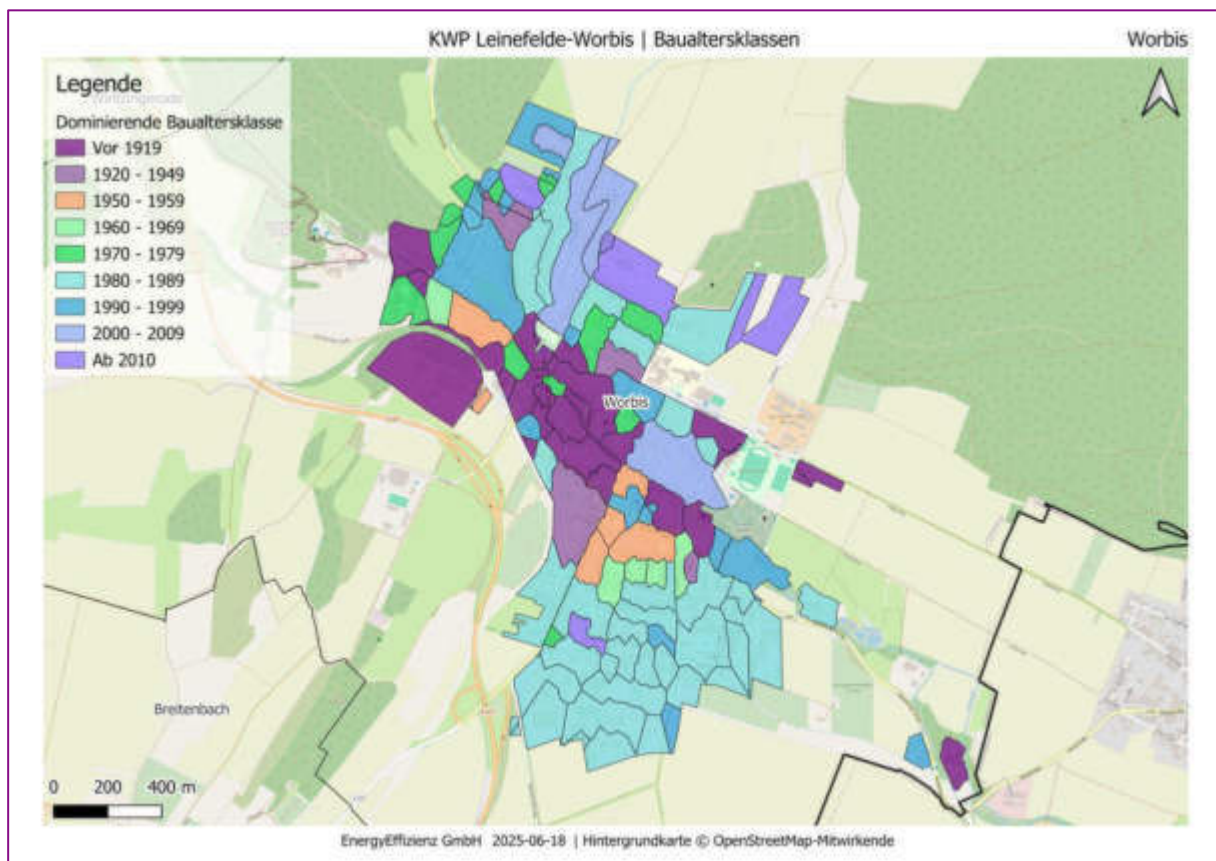


Abbildung 125: Baualtersklassen Stadtteil Worbis

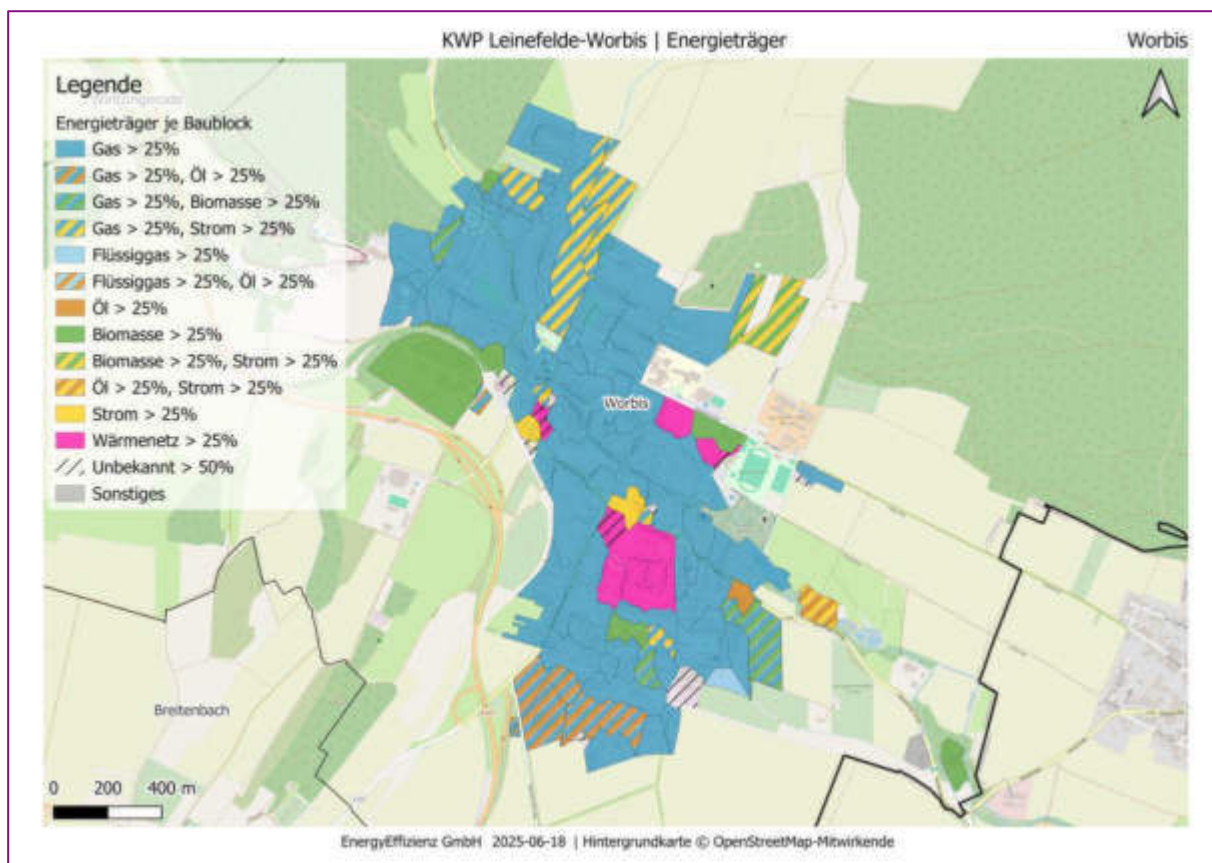


Abbildung 126: Energieträger Stadtteil Worbis

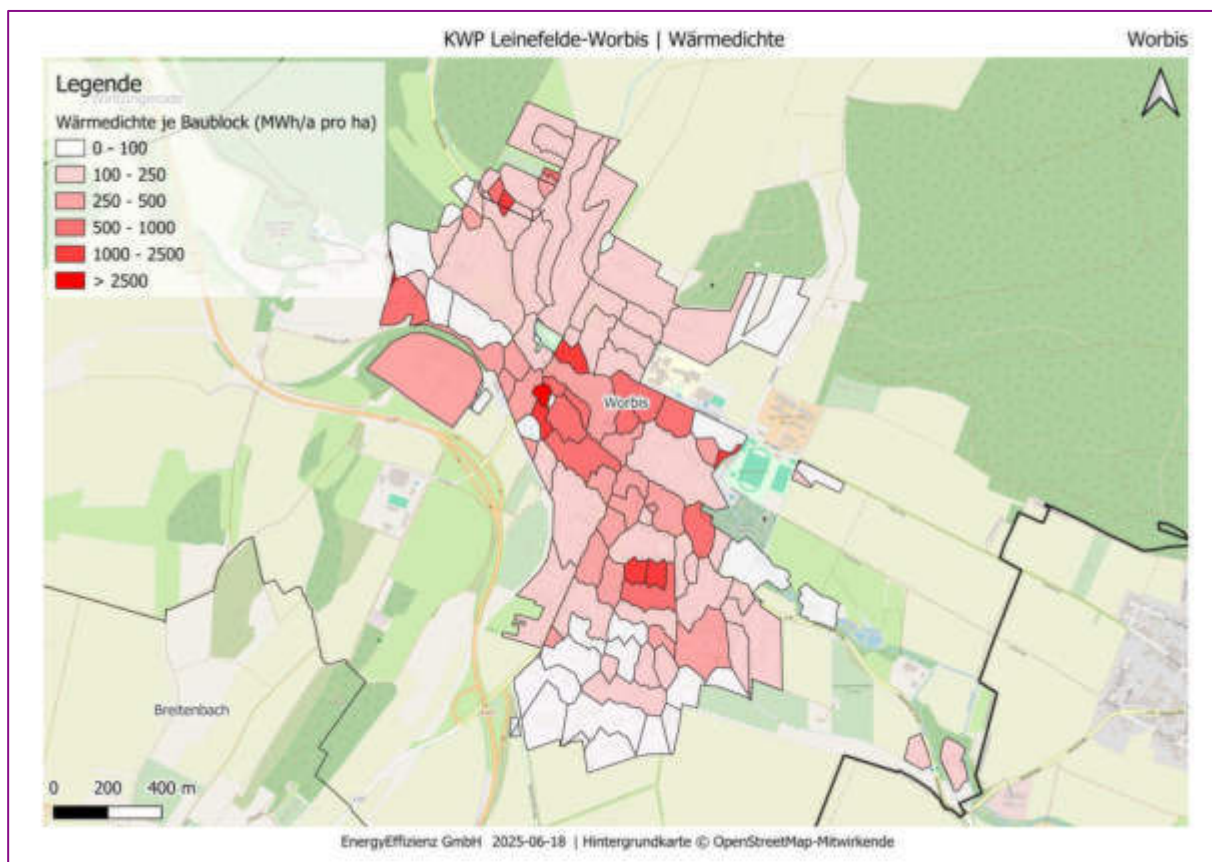


Abbildung 127: Wärmedichte Status-Quo Stadtteil Worbis

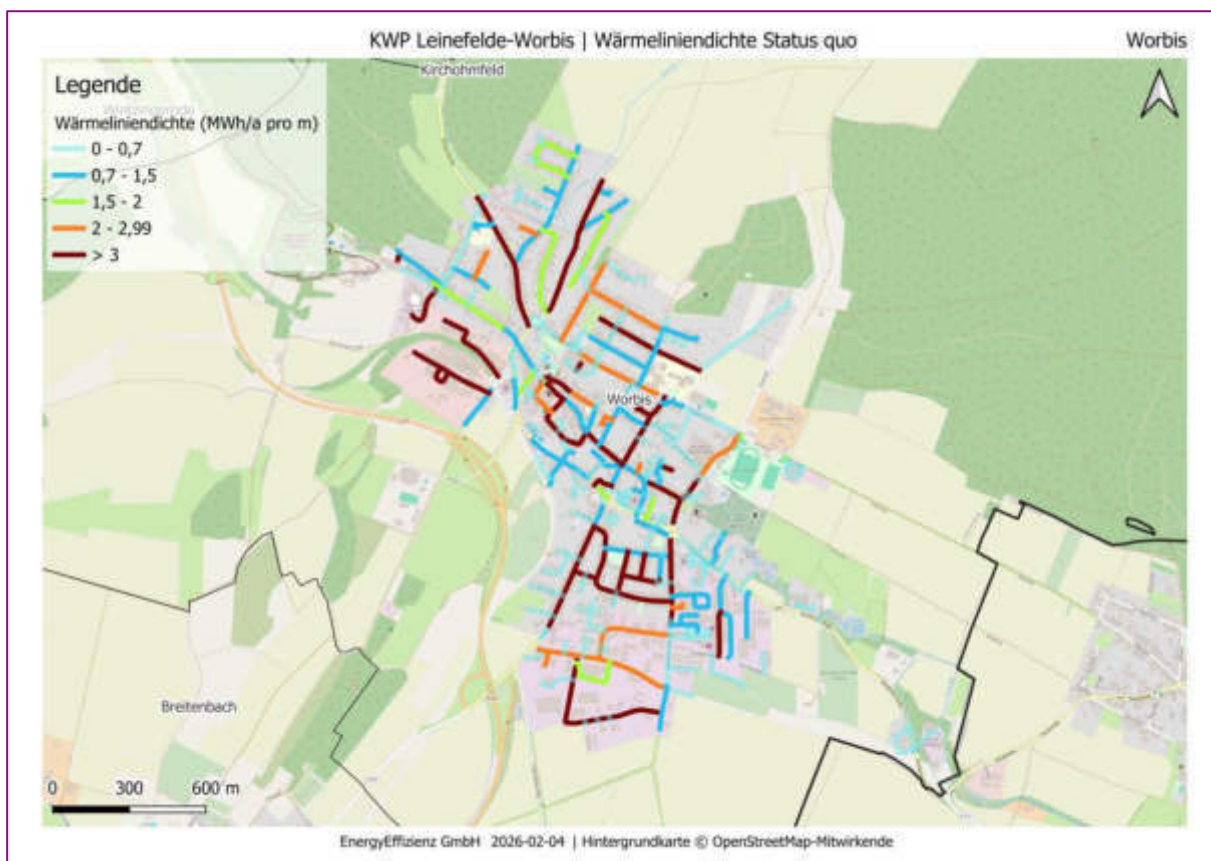


Abbildung 128: Wärmeliniendichte Status-Quo Stadtteil Worbis

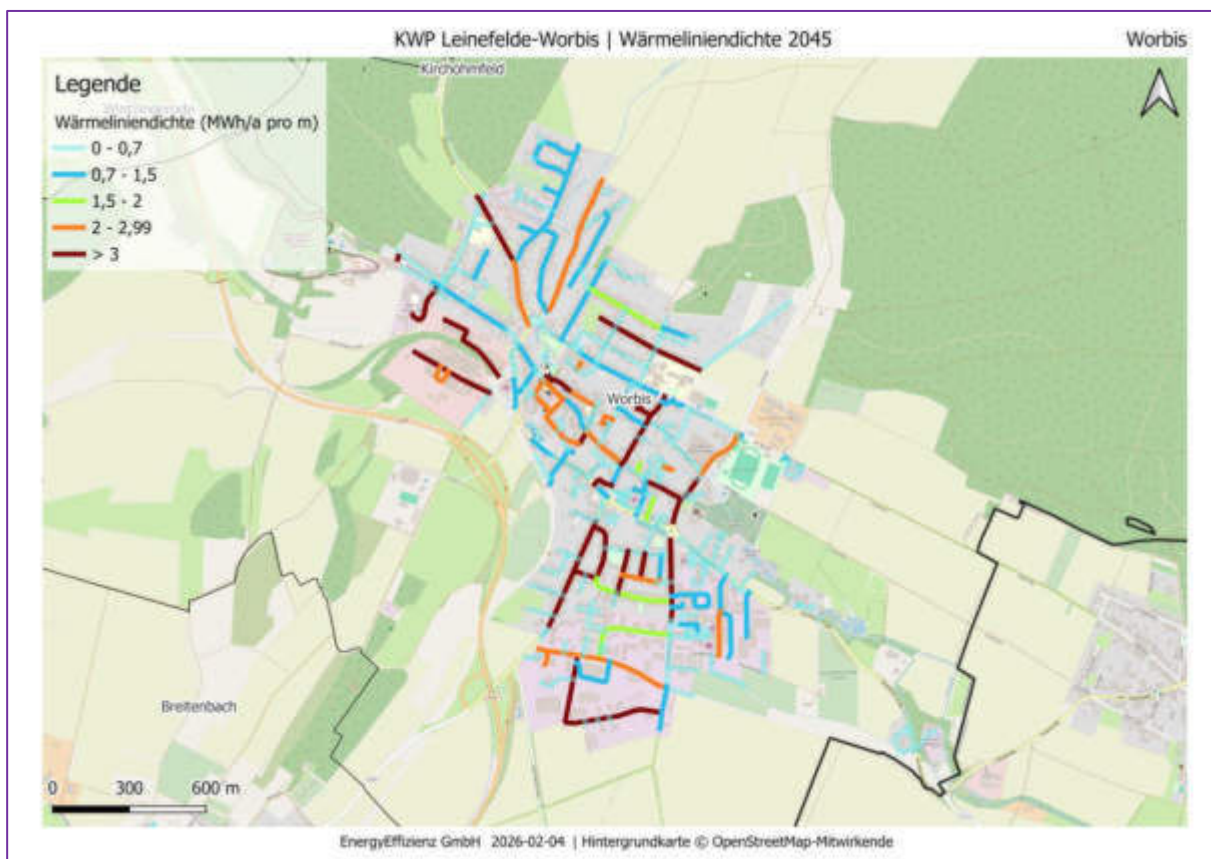


Abbildung 129: Wärmeliniendichten Zieljahr 2045 Stadtteil Worbis

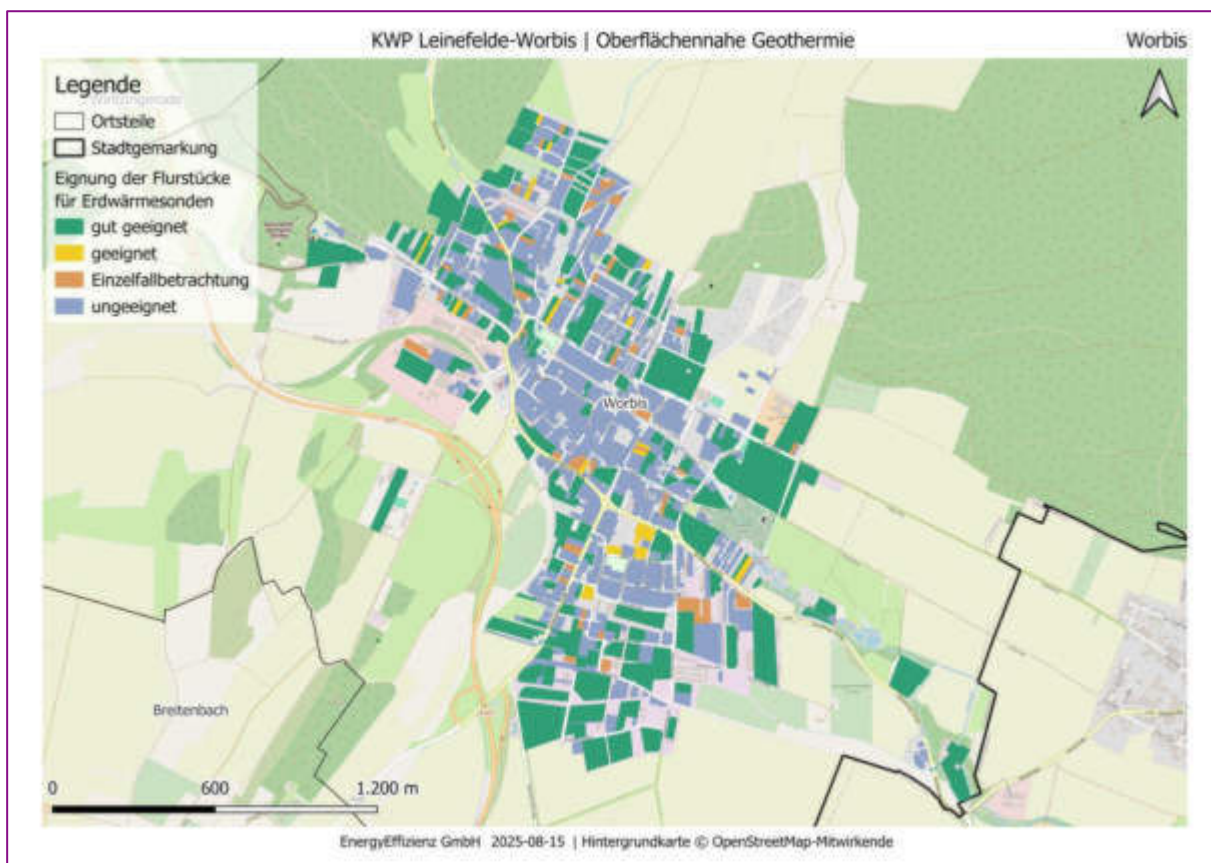


Abbildung 130: Eignung Erdwärmesonden Stadtteil Worbis

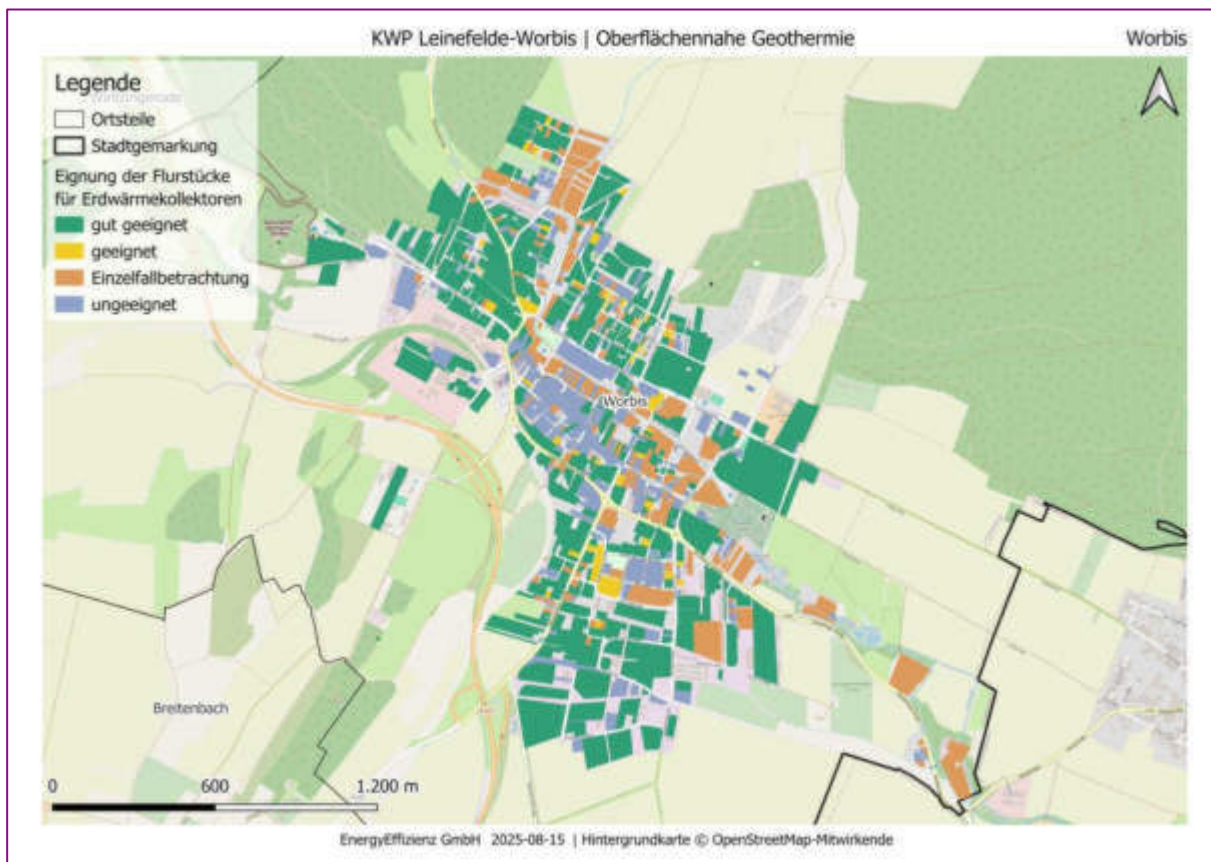


Abbildung 131: Eignung Erdwärmekollektoren Stadtteil Worbis