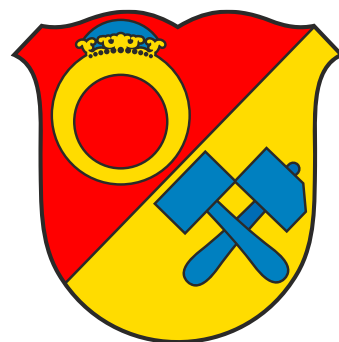


Kommunaler Wärmeplan der Stadt Ehrenfriedersdorf

Endbericht

Stand: 30.03.2026

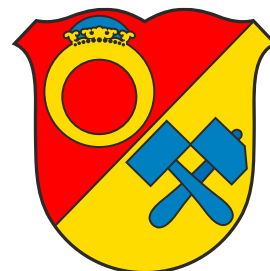


Impressum

Auftraggeberin

Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf
Markt 1 | 09427 Ehrenfriedersdorf

info@stadt-ehrenfriedersdorf.de
www.stadt-ehrenfriedersdorf.de



Auftragnehmerin

mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur
Jacobstr. 8-10 | 04105 Leipzig
www.mellon-gesellschaft.de

mellon
Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

In Kooperation mit:
arete GmbH
Bahnhofstraße 48 | 04158 Leipzig
www.aretcompany

arete

Hinweis zur Förderung

Titel des Vorhabens:

Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Stadt
Ehrenfriedersdorf

Laufzeit: 01.11.2024 bis 31.3.2026

Förderkennzeichen: 67K28448

Nationale Klimaschutzinitiative

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 oder Bildungseinrichtungen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz,
Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

► ► ► Bildnachweis Titelseite: © 2025 mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	6
1.1	Ausgangslage	6
1.2	Potenzialanalyse	6
1.3	Fokusgebiete	7
1.4	Zielszenario	8
1.5	Fazit	8
2	Einführung	9
2.1	Veranlassung und Zielstellung	9
2.2	Regulatorischer Hintergrund	10
2.3	Hinweise zum Bericht	12
3	Bestandsanalyse und Bilanzierung	15
3.1	Siedlungsstruktur	15
3.1.1	Gebäudebestand	15
3.1.2	Bauleitplanung	16
3.1.3	Baublöcke	17
3.2	Wärmesenkenanalyse	19
3.2.1	Wärmebedarfsanalyse	19
3.2.1.1	Baublockbezogene Wärmedichte	21
3.2.1.2	Wärmelinieindichte	22
3.2.2	Wohnungswirtschaft	23
3.2.3	Großverbraucher	24
3.3	Wärmeversorgungsstruktur	26
3.3.1	Vorhandene Gas- und Wärmenetzinfrastruktur	26
3.3.1.1	Erdgasversorgung	26
3.3.1.2	Wärmenetze	27
3.3.2	Feuerungsstätten	28
3.4	Energie- und Treibhausgasbilanz	31
3.4.1	Methodik	31
3.4.2	Ergebnisse Gesamtkommune	31
3.5	Eignungsprüfung für eine verkürzte Wärmeplanung	35
3.6	Zusammenfassung	37
4	Potenzialanalyse zur Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen und lokalen Potenzialen	38
4.1	Lokale Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme	38
4.1.1	Flächenscreening	38
4.1.2	Geothermie	40
4.1.2.1	Oberflächennahe Geothermie	40
4.1.2.2	Grubenwassernutzung	47
4.1.2.3	Tiefe und mitteltiefe Geothermie	51
4.1.3	Umweltwärme	52
4.1.3.1	Luft	52
4.1.3.2	Oberflächengewässer	55
4.1.3.3	Abwasser	56
4.1.4	Solarthermie auf Freiflächen	57

4.1.5	Biomasse	58
4.1.5.1	Grundlagen	58
4.1.5.2	Biomassepotenziale in Ehrenfriedersdorf	59
4.1.6	Unvermeidbare Abwärme	60
4.1.7	Grüner Wasserstoff	61
4.1.8	Biomethan	61
4.1.9	Großwärmespeicher	62
4.2	Regionale Potenziale der Wärmewende	65
4.2.1	Grüner Wasserstoff	65
4.3	Energieeinsparung	66
4.3.1	Wohngebäude	66
4.3.2	Kommunale Gebäude	73
4.3.3	Prozesse in Industrie und Gewerbe	74
4.4	Zusammenfassung	75
5	Strategieentwicklung und Maßnahmenkatalog	77
5.1	Entwicklung eines Zielszenarios	77
5.1.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen und Annahmen	77
5.1.2	Zielszenario für den Pfad zur Klimaneutralität 2045	78
5.2	Fokusgebiete der Wärmewende	80
5.2.1	Gebietsauswahl	80
5.2.2	Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf West	81
5.2.3	Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost	85
5.3	Gebietseinteilung und Versorgungsarten	89
5.3.1	Hintergrund	89
5.3.2	Wärmeversorgungsarten im Zieljahr	90
5.3.3	Voraussichtliche Wärmerversorgungsgebiete in den Stützjahren	93
5.4	Möglichkeiten der Wärmeversorgung außerhalb von Wärmenetzgebieten	95
5.5	Maßnahmenkatalog	97
5.6	Zusammenfassung	100
6	Prozess der Wärmewende	101
6.1	Verstetigungsstrategie	101
6.2	Controllingkonzept	105
6.3	Akteursbeteiligung und Kommunikation	107
6.3.1	Beteiligung in der Konzeptphase	107
6.3.1.1	Steuerungsgruppe	108
6.3.1.2	Weitere Beteiligungsformate	110
6.3.2	Kommunikationsinstrumente	111
7	Fazit und Ausblick	114
8	Vertiefte Untersuchung für das Versorgungsgebiet rund um die Fernwärmeversorgung	115
8.1	Einleitung	115
8.2	Beschreibung der Varianten	115
8.2.1	Variante 1: Netzmodernisierung	115
8.2.2	Variante 2: Erneuerbare Erzeugung im Wärmenetz	116
8.2.3	Variante 3: Netzerweiterung	117
8.3	Variantenvergleich	118
8.3.1	Energetische Betrachtung	118
8.3.2	Ökologische Betrachtung	120

8.3.3	Ökonomische Betrachtung.....	121
8.4	Zusammenfassung	123
Anhangsverzeichnis		125
Quellenverzeichnis		126
Abbildungsverzeichnis		130
Tabellenverzeichnis.....		133
Abkürzungsverzeichnis		134

1 Kurzfassung

1.1 Ausgangslage

Die Stadt Ehrenfriedersdorf steht in den kommenden Jahren vor der Herausforderung, ihre Wärmeversorgung grundlegend zu transformieren und nachhaltig, bezahlbar sowie treibhausgasarm auszurichten. Angesichts gesetzlicher Vorgaben aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz (WPG) sowie der energiepolitischen Zielstellung, den Gebäudewärmesektor bis spätestens 2045 vollständig zu dekarbonisieren, gewinnt die kommunale Wärmeplanung erheblich an Bedeutung. Sie bietet eine strategische Orientierung, wie die notwendige Wärmewende unter den lokalen Rahmenbedingungen realisiert werden kann.

Ehrenfriedersdorf weist eine kleinstädtische, historisch gewachsene Struktur mit rund 4.400 Einwohnern auf. Die heutige Wärmeversorgung wird stark durch fossile Energieträger geprägt, insbesondere durch eine nahezu flächendeckende Erdgasversorgung. Ergänzend besteht im westlichen Stadtgebiet ein seit 1978 betriebenes Fernwärmenetz, das überwiegend Wohn- und kommunale Gebäude versorgt und bereits einen erneuerbaren Anteil von etwa 58 % aus regional beschafften Hackschnitzeln aufweist. Die Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt verdeutlicht den bestehenden Handlungsdruck: Im Jahr 2022 lag der kommunale Endenergieverbrauch bei rund 90 GWh, wobei die privaten Haushalte den größten Anteil ausmachen und der fossile Anteil am Wärmemix weiterhin über 60 % liegt. Erneuerbare Wärmequellen wie Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen spielen bislang nur eine untergeordnete Rolle, gewinnen jedoch zunehmend an Bedeutung. Insgesamt ist der Transformationsbedarf hoch, jedoch aufgrund der klar erkennbaren Versorgungsstrukturen und lokaler Potenziale gut bestimmbar.

1.2 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Ehrenfriedersdorf insbesondere in zwei Bereichen über strategisch relevante erneuerbare Ressourcen verfügt: Zum einen ist hier das Grubenwasser aus den ehemaligen Bergbauanlagen und zum anderen die Nutzung von Luftwärmepumpen als dezentrale Versorgungslösung zu nennen. Im Folgenden werden die Potenziale einzeln eingeordnet.

1. Geothermie und Grubenwasser

Das größte lokale Einzelpotenzial stellt die Geothermie aus Grubenwasser dar.

Die bereits bestehende Nutzung an der Oberschule zeigt die technische Machbarkeit. Eine Erweiterung der Nutzung ist möglich und bietet eine stabile, erneuerbare Wärmequelle nahe der beiden Fokusgebiete.

2. Luftwärmepumpen

Nahezu im gesamten Stadtgebiet einsetzbar und perspektivisch einer der wichtigsten Pfeiler dezentraler Versorgung – mit Einschränkungen in besonders dicht bebauten Lagen.

3. Oberflächennahe Geothermie

Teilweise einsetzbar, aber im Stadtkern durch Bebauung und Altbergbau eingeschränkt. In Randbereichen realistische Ergänzung zu anderen Technologien.

4. Biomasse

Regionale Biomasseressourcen sind begrenzt. Relevanz v. a. für das bestehende Fernwärmenetz (Hackschnitzel).

Für die gesamtstädtische Transformation spielt Biomasse nur eine Nebenrolle.

5. Solarthermie

Flächen existieren, jedoch begrenzt und häufig in Konkurrenz zu PV. Potenziell geeignet für netzgebundene Anwendungen in Kombination mit Speichern.

6. Weitere Wärmequellen

Abwasserwärme: aktuell mangels Daten und geringer Siedlungsdichte nicht relevant.

Wasserstoff/Biomethan: perspektivisch möglich, aber heute für die Raumwärme unwirtschaftlich und unsicher verfügbar.

1.3 Fokusgebiete

Auf Basis von Wärmedichten, Erzeugungspotenzialen, Infrastruktur und städtebaulichen Gegebenheiten wurden zwei Fokusgebiete identifiziert, die für den kurz- bis mittelfristigen Ausbau bzw. die Neuerrichtung von Wärmenetzen besonders geeignet erscheinen. Im „Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf West“ besteht bereits ein Fernwärmenetz, dessen Transformation hin zu einer vollständig erneuerbaren Versorgung technisch realistisch und wirtschaftlich aussichtsreich ist. Die Kombination aus Grubenwasserwärme, Hackschnitzeln, Wärmepumpen und perspektivisch Solarthermie schafft die Grundlage für einen klimaneutralen Netzausbau. Das Gebiet ist durch eine hohe Wärmeliniendichte, bedeutende Ankerkunden und kurze Erschließungswege besonders vorteilhaft.

Das „Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost“ rund um den historischen Stadtkern weist ebenfalls eine hohe Wärmedichte auf, ist aktuell aber überwiegend durch Erdgas geprägt. Hier eröffnet sich die Option, ein neues, erneuerbares Wärmenetz zu entwickeln, das den Kernbereich und angrenzende Straßenzüge langfristig versorgen könnte. Auch hier könnte Grubenwasser als erneuerbare Grundlastquelle eine entscheidende Rolle spielen, unterstützt durch Luftwärmepumpen und gegebenenfalls Biomasse aus dem bestehenden Netz.

1.4 Zielszenario

Im Zielszenario bis 2045 wird eine nahezu treibhausgasneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Stadtgebiet erreicht. Der fossile Erdgasanteil sinkt dabei schrittweise ab, während erneuerbare Wärmenetze und dezentrale erneuerbare Lösungen sukzessive an Bedeutung gewinnen. Bis 2045 kann sich der Wärmemix auf rund 45 % netzgebundene erneuerbare Wärme und 55 % dezentrale Lösungen – vor allem Wärmepumpen – verlagern. Zugleich wird davon ausgegangen, dass der Wärmebedarf in den Wohngebäuden durch kontinuierliche Sanierungen um etwa 25 % sinkt und damit einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der Versorgung leistet. Auch im Bereich der kommunalen Gebäude zeigen sich bereits durch das eingeführte Energiemanagement messbare Einsparungen.

Die Analyse der Versorgungsoptionen macht deutlich, dass Wasserstoff im Raumwärme-Sektor langfristig eher eine untergeordnete Rolle spielen wird. Zwar ist eine technische Nutzung in Teilen des bestehenden Gasnetzes nicht ausgeschlossen, jedoch sprechen hohe Kosten, geringe Verfügbarkeit und derzeit fehlende regionale Infrastruktur gegen eine relevante Rolle im kommunalen Wärmesystem.

1.5 Fazit

Insgesamt zeigt die Wärmeplanung, dass Ehrenfriedersdorf gute Voraussetzungen hat, die Wärmewende aktiv und strukturiert zu gestalten. Durch die Konzentration auf zwei klar abgegrenzte Fokusgebiete, die konsequente Nutzung lokaler erneuerbarer Potenziale – insbesondere des Grubenwassers – sowie den systematischen Ausbau dezentraler Wärmepumpenlösungen kann die Stadt schrittweise eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen. Die Umsetzung bleibt jedoch anspruchsvoll und erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung, Netzbetreibern, Wohnungswirtschaft, lokalen Akteuren und der Bevölkerung. Die kommunale Wärmeplanung liefert hierfür einen realistischen und robusten Fahrplan, der regelmäßig fortgeschrieben und an technologische, wirtschaftliche und regulatorische Entwicklungen angepasst werden kann.

2 Einführung

2.1 Veranlassung und Zielstellung

Die Beschaffung von fossilen Energieträgern ist zunehmend unsicher. Insbesondere im Kontext der globalen geopolitischen Entwicklungen wird die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energieversorgung deutlich. Die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, einschließlich Erdgas, trägt erheblich zur Erhöhung der Treibhausgasemissionen bei, was den Klimawandel weiter beschleunigt.

Zugleich zeigt sich, dass der fortschreitende Klimawandel bereits heute spürbare Auswirkungen auf Umwelt, Gesundheit und Infrastruktur hat. Eine konsequente Reduktion fossiler Emissionen ist daher nicht nur energiepolitisch, sondern auch klimapolitisch zwingend erforderlich.

Um die Klimaziele zu erreichen und die Erderwärmung zu begrenzen, ist es daher unerlässlich, die Verbrennung fossiler Energieträger schnellstmöglich zu reduzieren und den Ausbau klimafreundlicher Versorgungsstrukturen gezielt voranzutreiben. Die Wärmewende spielt dabei eine zentrale Rolle, da besonders im Gebäudesektor große Emissionspotenziale bestehen.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) [15] sieht vor, dass ab dem 01. Januar 2045 keine Treibhausgasemissionen mehr durch die Verbrennung fossiler Energieträger in Gebäuden verursacht werden dürfen.

Dies erfordert eine umfassende Umstellung auf die Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme.

Zusätzlich wird die Dekarbonisierung des deutschen Wärmesektors bis 2045 als ein zentraler Baustein zur Erreichung der weltweiten Klimaziele betrachtet. Die kommunale Wärmeplanung spielt dabei eine entscheidende Rolle, um die Umstellung auf nachhaltige Wärmequellen zu koordinieren und zu fördern.

In der Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf wurde die Relevanz von Energieeffizienzmaßnahmen, Klimaschutz und nachhaltiger Wärmeversorgung bereits vor Jahren erkannt. Mit der Einführung des kommunalen Energiemanagements wurde die Grundlage in den Bereichen Energieeffizienz sowie Klimaschutz geschaffen.

Durch die sich in den Jahren 2021 bis 2023 verändernde Situation am Energiemarkt erhielt die kommunale Wärmeplanung eine besondere Relevanz und wurde entsprechend gesetzlich verankert. Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) auf Bundesebene wurden die Bundesländer mit Wirkung zum 01. Januar 2024 verpflichtet, diese flächendeckend durch die planungsverantwortlichen Stellen erstellen zu lassen. Daraus ergibt sich in der Regel, dass diese Verantwortung bei den Kommunen liegt, wie es in der Sächsischen Wärmeplanungsverordnung (SächsWPVO) geregelt ist.

2.2 Regulatorischer Hintergrund

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) [15] hat das Ziel, die Wärmeversorgung in Deutschland zukunftssicher und nachhaltig zu gestalten und die Nutzung erneuerbarer Energien im Sektor Wärme auszubauen. Es verpflichtet die Länder, Wärmepläne für ihre Gemeindegebiete zu erstellen, wobei die Fristen für die Erstellung dieser Pläne je nach Einwohnerzahl variieren.

Für Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen die Wärmepläne bis spätestens 30. Juni 2026 erstellt werden, während für Kommunen mit 100.000 oder weniger Einwohnern eine Frist bis zum 30. Juni 2028 gilt.

Auch die Anforderungen an die Wärmepläne selbst sind differenziert und hängen ebenfalls von der Einwohnerzahl der Kommunen ab.

Der Wärmeplan beschreibt die wesentlichen Planungsschritte und fasst deren Ergebnisse zusammen, einschließlich der Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse. Der Wärmeplan hat jedoch keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten. Im Gegensatz dazu kann die planungsverantwortliche Stelle auf Grundlage der Ergebnisse des Wärmeplans Entscheidungen über die Ausweisung von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaubereich treffen. Diese Ausweisungsentscheidung ist eigenständig und nicht Bestandteil des Wärmeplans.

Das Wärmeplanungsgesetz definiert zudem klare Anforderungen an die Dekarbonisierung der Wärmenetze.

Jedes Wärmenetz muss spätestens bis zum 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination dieser Quellen gespeist werden.

Zudem sind folgende Zwischenziele für den Anteil erneuerbarer Energien festgelegt:

- Ab dem 01. Januar 2030 müssen mindestens 30 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien und/oder unvermeidbarer Abwärme stammen.
- Ab dem 01. Januar 2040 muss der Anteil erneuerbarer Energien und/oder unvermeidbarer Abwärme mindestens 80 % betragen.

Diese Zwischenziele sollen sicherstellen, dass die Wärmenetze schrittweise auf eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung umgestellt werden.

In Sachsen wird die Umsetzung der Bundesvorgabe durch die Sächsische Wärmeplanungsverordnung (SächsWPVO) geregelt, welche die Kommunen damit als planungsverantwortliche Stelle benennt.

Bestehende Wärmepläne, die vor dem Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes begonnen wurden, haben Bestandsschutz, sofern sie im Wesentlichen mit den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes vergleichbar sind (vgl. § 1 Abs. 2 SächsWPVO bzw. § 5 WPG). Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Erstellung des Wärmeplans über die Kommunalrichtlinie (KRL) der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) gefördert wurde.

Die Kommunen sind verpflichtet, ihre Wärmepläne spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und bei Bedarf fortzuschreiben. [15]

Für die nicht bereits durch Landesgesetze verpflichteten Städte und Gemeinden in Deutschland bestand zwischen Ende 2022 und Ende 2023 die Möglichkeit, sich das Erstellen dieser umfassenden Entscheidungsgrundlage für die Etablierung neuer Wärmelösungen und den Umbau bestehender Infrastruktur innerhalb ihrer Kommune fördern zu lassen. Der Förderschwerpunkt „4.1.11 Kommunale Wärmeplanung“ der damals gültigen Kommunalrichtlinie [11] beinhaltet alle relevanten Schritte zum Erstellen dieser Planung im Kontext lokaler Besonderheiten hinsichtlich Versorgungserfordernissen sowie vorhandener Akteure und bildet die Grundlage für die vorliegende Wärmeplanung.

Ergänzend zum WPG legt das Gebäudeenergiegesetz (GEG) [15] spezifische Anforderungen an den Einbau und Austausch von Heizungsanlagen fest, insbesondere hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Energien.

Eine Heizungsanlage darf nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt. Hierbei gelten jedoch zeitlich gestaffelte Fristen: Seit 1. Januar 2024 gilt diese 65 %-Regel zunächst für Neubauten in Neubaugebieten. In bestehenden Gebäuden, die in einem Gemeindegebiet mit mehr als 100.000 Einwohnern liegen, kann noch bis zum 30. Juni 2026 eine Heizungsanlage eingebaut werden, die diesen Anforderungen nicht entspricht. In Gebieten mit 100.000 Einwohnern oder weniger gilt dies bis zum 30. Juni 2028. Heizungsanlagen, die zwischen dem 1. Januar 2024 und dem 30. Juni 2026 bzw. 2028 eingebaut wurden, müssen dann schrittweise eine Quote von mindestens 60 % erneuerbarer Energien bis 2040 erreichen. Für alle nach dem 30. Juni 2028 eingebauten Heizungsanlagen gilt die 65 %-Regelung sofort. Ergänzend dazu gelten weitere Übergangsfristen: Bei einem Heizungs austausch kann übergangsweise eine alte Heizungsanlage, die nicht den Anforderungen entspricht, für maximal fünf Jahre betrieben werden. Für dezentrale Heizsysteme in Bestandsgebäuden mit hohen Raumhöhen (über 4 m) gelten besondere Regelungen, die eine Übergangsfrist von zwei Jahren vorsehen, in der die Anforderungen an erneuerbare Energien nicht erfüllt werden müssen. Diese Regelungen sollen sicherstellen, dass der Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung gefördert wird und gleichzeitig Übergangsfristen für bestehende Systeme geschaffen werden.

Die Bundesregierung hat am 24. Februar 2026 ein Eckpunktepapier zum geplanten Gebäudemodernisierungsgesetz (GMG) veröffentlicht, das grundlegende Änderungen gegenüber dem derzeit gültigen Gebäudeenergiegesetz (GEG) vorsieht. Allerdings handelt es sich hierbei ausschließlich um politische Eckpunkte; ein rechtsverbindlicher Gesetzesentwurf liegt zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vor, und der weitere Verlauf des Gesetzgebungsverfahrens ist offen.

Das neue Gesetz soll nach aktueller Ankündigung frühestens zum 1. Juli 2026 verabschiedet werden. Bis dahin gilt unverändert das rechtskräftige GEG in der Fassung von 2023, das seit dem 1. Januar 2024 verbindlich angewendet wird. Informationen zu möglichen zukünftigen Änderungen durch das GMG werden in diesem Bericht ausschließlich zu informatorischen Zwecken berücksichtigt; für die Bewertungen und rechtlichen Grundlagen bleibt das aktuell geltende GEG maßgeblich.

Im Folgenden werden ausgewählte bekannten Eckpunkte aus dem geplanten GMG mit dem GEG gegenübergestellt und verglichen.

– 65 %-EE-Pflicht und fossile Heizungen

GEG: Neue Heizungsanlagen müssen grundsätzlich die 65 %-Anforderung erneuerbarer Energien erfüllen, abhängig von gestaffelten Übergangsfristen.

GMG-Eckpunkte: Eine pauschale 65 %-Pflicht soll entfallen; der Einbau neuer Heizungen auf Basis fossiler Energieträger bleibt auch nach 2028 weiterhin zulässig.

– „Bio-Treppe“ statt Quote für Erneuerbare Energien

GEG: Fossile Heizungen müssen die EE-Pflicht erfüllen oder über Übergangsfristen schrittweise EE-Anteile erreichen.

GMG-Eckpunkte: Wer ab Inkrafttreten des GMG fossil neu baut, muss ab 2029 mindestens 10 % klimafreundliche Brennstoffe (z.B. Biomethan) einsetzen – mit stufenweiser Erhöhung bis 2040 (Bio-Treppe).

– Energieträgerkosten/CO₂-Preis

GEG: Der CO₂-Preis fällt voll auf den fossilen Anteil der Energieversorgung an.

GMG-Eckpunkte: Der CO₂-Preis soll nur auf den fossilen Anteil erhoben werden, was zusätzliche Kosten begrenzen soll (insbesondere bei Hybridanlagen oder Brennstoffmischungen).

– Verpflichtende Quote für Energielieferanten

GEG: Keine direkte Quote für Gas- oder Öllieferanten.

GMG-Eckpunkte: Ab 2028 sollen Gas- und Öllieferanten eine verbindliche Beimischungsquote erfüllen und stetig wachsende klimafreundliche Gase/Öle einspeisen.

– Förderlandschaft (BEG/BEW)

GEG: Die Förderung erneuerbarer Heizungen ist an die Vorgaben des GEG gekoppelt.

GMG-Eckpunkte: Die BEG-Förderung für private Heizungen bleibt mindestens bis 2029 gesichert, außerdem soll die Förderung für Wärmenetze (BEW) erhöht werden.

2.3 Hinweise zum Bericht

Der vorliegende Bericht zur Erstellung des Wärmeplans für die Stadt Ehrenfriedersdorf ist die textliche und grafische Zusammenfassung eines gemeinsamen Erarbeitungsprozesses zwischen der Stadtverwaltung, den beauftragten Planungsbüros und den beteiligten Akteuren.

Die Zielstellung der Untersuchung besteht in der umfassenden Darlegung des Ausgangszustandes der Wärmeversorgung in Ehrenfriedersdorf nach dem

aktuellen Stand der Technik möglichen und gesetzlich zulässigen Chancen, die Versorgung bis zum Jahr 2045 treibhausgasneutral und sicher zu gestalten.

Damit werden ein großer Betrachtungszeitraum und ambitionierte Anforderungen durch Gesetze und die Nationale Klimaschutzinitiative vorgegeben. Die vorliegende Konzeption fasst die Möglichkeiten der Alternativen zu den derzeit wichtigsten Energieträgern in der Wärmeversorgung Erdgas und Heizöl zusammen und ist damit auch mit einer Reihe von Unsicherheiten behaftet. Neben europarechtlichen und bundespolitischen Vorgaben zur Wärmeversorgung und der damit verbundenen Regulierung der Energiemärkte und -verteilung kann auch die hohe Volatilität der Energiemärkte künftig für eine Veränderung der gesetzlichen Zielstellungen sorgen. Die kommunale Wärmeplanung hat gerade deshalb die Aufgabe, einen möglichen Weg der Wärmewende aufzuzeigen, auch wenn wenige belastbare Randbedingungen vorhanden sind.

Um sich der Aufgabe strukturiert zu widmen, ist die Arbeit an der Wärmeplanung und dieser Bericht im Wesentlichen in fünf Teile gegliedert.

Kapitel 1 dient der Beschreibung der Rahmenbedingungen im Jahr 2025 und soll in wesentliche Begriffe und Gesetze einführen. Der Abschnitt zur Bestandsanalyse und Bilanzierung (Kap. 3) beinhaltet eine umfangreiche Beschreibung der vorhandenen Wärmeversorgungsinfrastruktur und der Wärmeabnehmer in Ehrenfriedersdorf. Ausgehend von diesen Analysen wird in diesem Kapitel auch eine erste Bewertung der Eignung für neue Wärmenetze vorgenommen. Die Potenzialanalyse (Kap. 4) ist in die lokalen Potenziale erneuerbarer Energien, die regionalen Ansätzen der Wärmewende und Ausführungen zur Energieeinsparung gegliedert. Neben der Umweltwärme und Abwärme wird in diesen Abschnitten auch das Thema der Wasserstoffnutzung für die Bereitstellung von Raumwärme diskutiert. Das Kapitel 5 zur Strategieentwicklung baut zunächst auf den oben genannten Zielstellungen auf und skizziert ein Szenario, welches den Weg zur Umsetzung dieser aufzeigt. Einen weiteren Teil des Kapitels bilden die Fokusgebiete, welche aus aktueller Sicht die Chance bieten, kurz- bis mittelfristig klimagerechte Lösungen in Ehrenfriedersdorf zu realisieren. Abschließend wird in Kapitel 6 zum Prozess der Wärmewende auf die Verstetigungsstrategie eingegangen, welche in den nächsten Jahren im Verwaltungshandeln Stück für Stück integriert wird. Als Hilfestellung dienen entsprechende Ausführungen zur Organisation, dem Controlling und der Beteiligung relevanter Akteure.

Übersicht über Berichtsstruktur

Das Konzept wird von einem Kartenwerk (siehe Anhang 1) und einem Maßnahmenkatalog (Kap. 5.5 und Anhang 2) ergänzt.

Für das Verständnis der durchgeführten Analysen ist es wichtig zu wissen, dass die Berechnungen nur ansatzweise anhand der konkreten Eigenschaften eines Gebäudes erfolgen können. Dies resultiert aus dem Schutzgebot personenbezogener Daten und dem Umstand, dass die Genauigkeit verfügbarer Datensätze nicht einheitlich ist. So werden z. B. summierte Daten ganzer Raster (bspw. aus dem Zensus) und straßengenaue Leitungsdaten miteinander verschnitten. Daraus resultiert eine methodisch bedingte Unschärfe, die zu Abweichungen zwischen den im Bericht enthaltenen Darstellungen und der Realität vor Ort führen kann. Dies betrifft auch Auswertungen im Bereich der Potenzialanalyse, welche nur anhand einheitlich bekannter Parameter (bspw. Größe von Flurstücken) durchgeführt wurde und nicht auf Basis einer Datenerhebung vor Ort erfolgte. Auf die Zielstellung der Wärmeplanung, nämlich der Strategiefindung für eine erfolgreiche kommunale

Wärmewende, hat diese Tatsache jedoch keinerlei negativen Einfluss, da die Verhältnisse und Gegebenheiten in ihrer Struktur ausreichend genau beschrieben werden können.

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Ehrenfriedersdorf ist ein Strategiedokument, welches die lokalen Bedingungen, Regulatorik, technologische Trends und Ansätze für Wärmewendeprojekte zusammenführt. Sie ersetzt keine vorhabenkonkrete Machbarkeitsstudie oder vergleichende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Versorgungslösungen. In Anbetracht der kurzfristig volatilen Regulatorik und Situation am Energiemarkt sind die mittel- und langfristigen Energiekosten derzeit nicht verlässlich prognostizierbar. Dies ist Aufgabe der projektkonkreten Planungsphasen, die sich der Konzeption anschließen. Ausgehend von der Bestandsanalyse zeigt die kommunale Wärmeplanung die konkreten Ansatzpunkte solcher Projekte in Ehrenfriedersdorf.

3 Bestandsanalyse und Bilanzierung

3.1 Siedlungsstruktur

Ehrenfriedersdorf ist mit gut 4.400 Einwohnern (vgl. Zensus 2022 [57]) eine Stadt im Freistaat Sachsen, die im Süden von Chemnitz liegt. Die Stadt ist Teil des Erzgebirgskreises und grenzt im Norden an die Stadt Thum, im Osten an das Thermalbad Wiesenbad und im Südwesten an die Stadt Geyer.

Ehrenfriedersdorf liegt im nördlichen Erzgebirge; im Westen bildet ein großes Waldgebiet mit den Greifensteinen und dem Homersdorfer Hochmoor ein zusammenhängendes Landschaftsschutzgebiet und eine natürliche Grenze.

Die Verkehrsanbindung Ehrenfriedersdorfs ist gut ausgebaut. Über die Bundesstraße 95 besteht eine direkte Verbindung nach Chemnitz im Norden sowie nach Annaberg-Buchholz im Süden. Über das nahegelegene Straßennetz sind auch Anschlüsse an die Bundesautobahn 72 (Anschlussstelle Stollberg) erreichbar. Der Ort ist zudem in das regionale Busnetz des Verkehrsverbundes Mittelsachsen eingebunden.

Ehrenfriedersdorf besitzt eine kleinstädtisch geprägte, historisch gewachsene Siedlungsstruktur, die sich aus einem dichten, unregelmäßigen Stadtkern, straßenbegleitender Hangbebauung und lockeren Rand- und Streusiedlungen zusammensetzt.

Die Struktur ist stark durch Topographie und Bergbaugeschichte bestimmt und weist einen klaren Übergang von kompakter Innenstadt zu aufgelockerten Randlagen auf.

3.1.1 Gebäudebestand

Der Analyse des Gebäudebestands liegt als Datenbasis der ALKIS-Bestandsdatensatz zugrunde, der die Gebäudeumrisse sowie deren Funktion bereitstellt. Da die gesetzliche Grundlage eine Einmessungspflicht nur für alle nach 1991 errichteten Gebäude vorsieht (vgl. Sächsisches Vermessungs- und Katastergesetz § 6 Abs. 3), kommt es zu Abweichungen zwischen den ALKIS-Daten und den durch den Zensus erhobenen Daten. Aufgrund des nötigen Raumbezugs ist der Einsatz der ALKIS-Daten als Datengrundlage allerdings alternativlos.

Die Analyse der Gebäudetypen erfolgt auf Grundlage des 3D-Gebäudemodells des Landes Sachsen im Detailgrad LoD2. Dieses Modell ermöglicht eine Analyse der Gebäudekubatur, wodurch eine differenzierte Einteilung der Wohngebäude in verschiedene Typen vorgenommen werden kann. Die Klassifizierung erfolgt in Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser. Durch die Verwendung der 3D-Daten wird sichergestellt, dass die Analyse nicht nur auf der Grundfläche, sondern auch auf der tatsächlichen Gebäudehöhe und -form basiert, was zu einer realistischeren Einschätzung der Gebäudetypen führt.

Tabelle 1 Einteilung des Gebäudebestands nach Gebäudefunktion

Gebäudefunktion	Anzahl
Wohngebäude	13.235
Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe	7.499
Gebäude für öffentliche Zwecke	333

Tabelle 1 bildet die Einteilung des Gebäudebestands nach Gebäudefunktion ab. Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt des Gebäudebestands in Ehrenfriedersdorf auf Basis der ALKIS-Daten. Dargestellt ist der gesamte Gebäudebestand, bestehend aus Haupt- und Nebengebäuden. In späteren Analyseschritten wird der Bestand nach beheizten und unbeheizten Gebäuden differenziert.

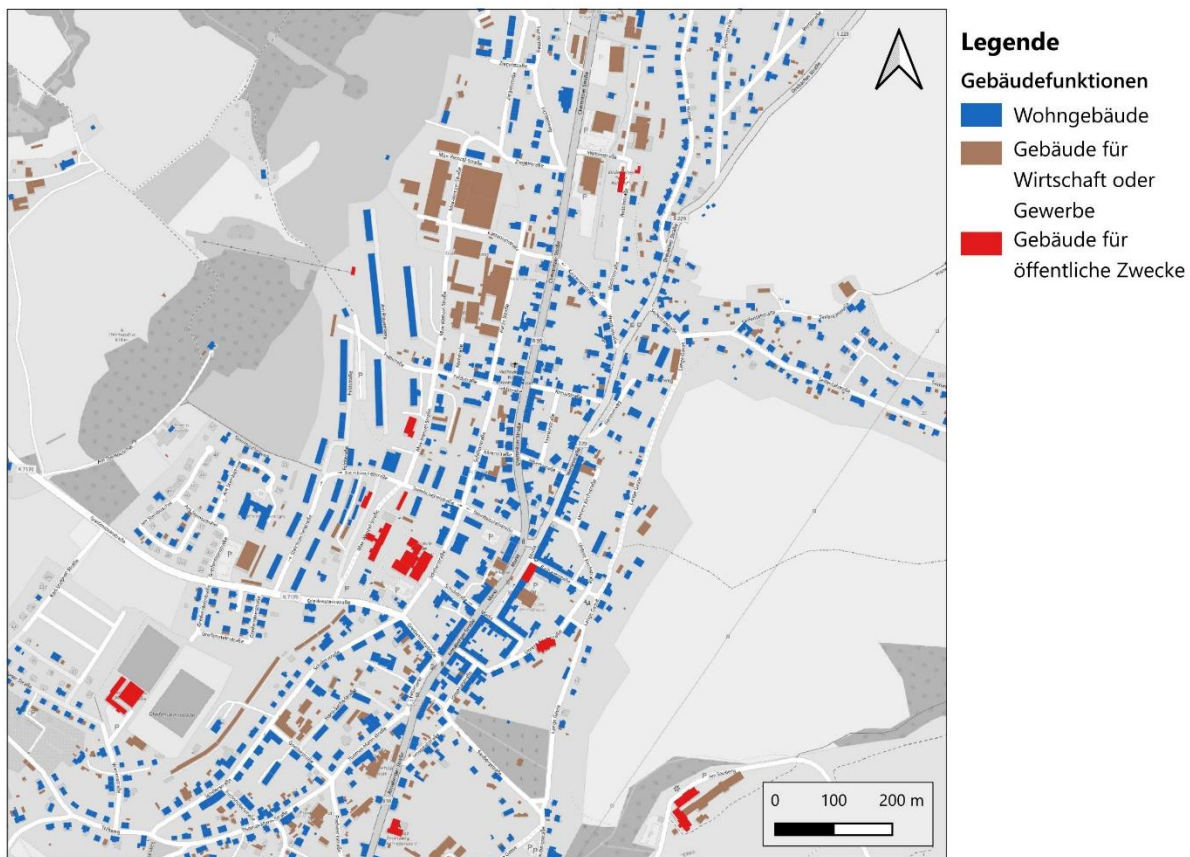


Abbildung 1 Darstellung der Gebäudefunktionen (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

3.1.2 Bauleitplanung

Die Bauleitplanung, in Form des Flächennutzungsplans sowie der rechtskräftigen und in Aufstellung befindlichen Bebauungspläne, hat maßgeblichen Einfluss auf die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans. So kann über die beabsichtigte Flächenentwicklung abgeschätzt werden, wie sich der Wärmebedarf im Stadtgebiet zukünftig entwickeln wird.

Die geltende Bauleitplanung wird im Rahmen des Flächenscreenings als fachliche Referenz herangezogen, um potenzielle Nutzungskonflikte zwischen städtebaulichen Entwicklungsabsichten und Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren.

Diese Prüfung dient der sachgerechten Abwägung und der konzeptionellen Einordnung innerhalb der kommunalen Wärmeplanung und begründet keine Änderung oder Bindungswirkung gegenüber der bestehenden Bauleitplanung. Der Flächennutzungsplan bleibt dabei das maßgebliche vorbereitende Planungsinstrument und entfaltet seine Bindungswirkung ausschließlich im Rahmen der Bauleitplanung nach BauGB.

Abbildung 2 stellt die rechtskräftigen Bebauungspläne der Stadt Ehrenfriedersdorf dar, die dem Raumplanungsinformationssystem (RAPIS) Sachsen entstammen.

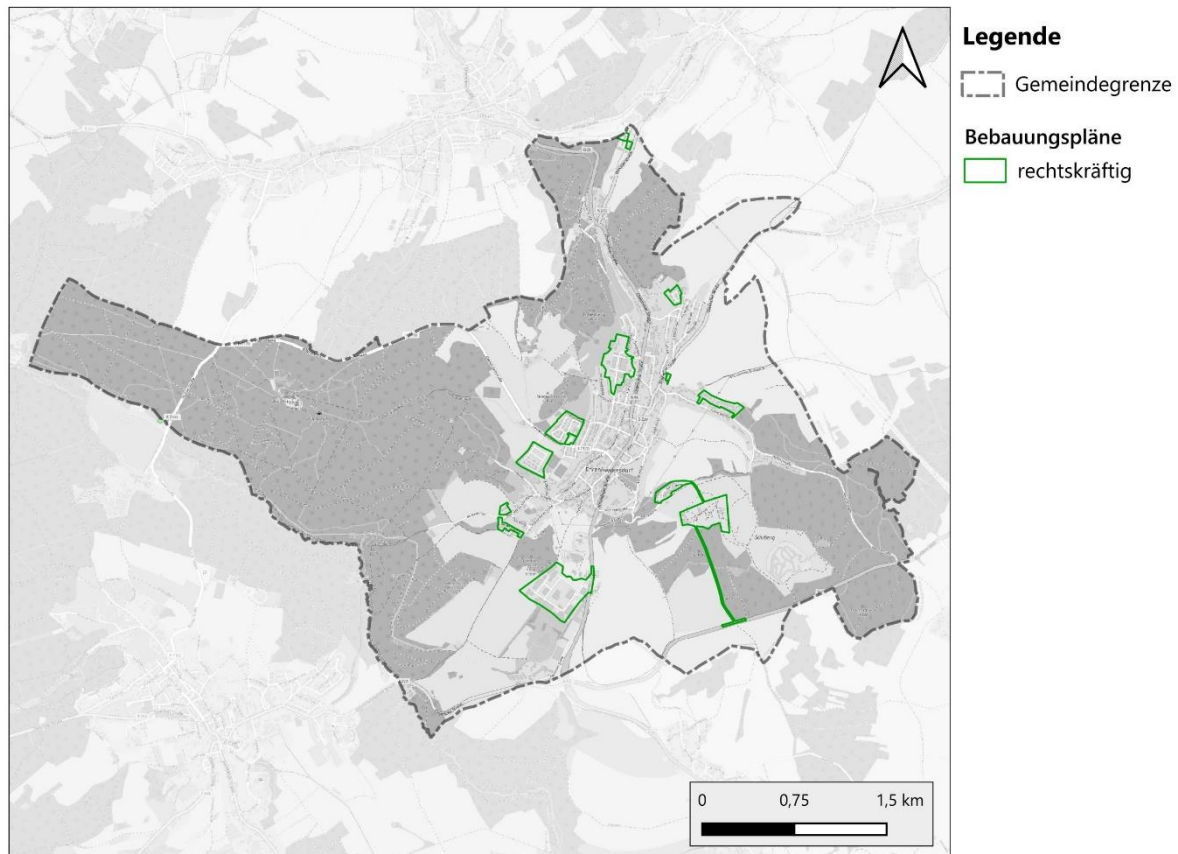


Abbildung 2 Bebauungspläne im Untersuchungsgebiet (Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [34])

3.1.3 Baublöcke

Baublöcke werden im WPG als ein oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften definiert, die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen sind.

Sie werden für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig betrachtet. Die Definition von Baublöcken dient dazu, eine einheitliche Grundlage für die Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungsmaßnahmen zu schaffen. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die Baublöcke als Analyseebene herangezogen, anhand derer die gegebenen Strukturen ausreichend detailliert beschrieben werden können, ohne die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) zu verletzen.

Die Erstellung der Baublöcke basiert auf einer automatisierten Auswertung digitaler Geodaten und einer anschließenden manuellen Bearbeitung nach erfolgter Abstimmung mit der Gemeinde.

Zunächst werden die georeferenzierten ALKIS-Daten der Flurstücke nach ihren Nutzungsarten sowie den auf ihnen befindlichen Gebäuden ausgewertet. Im Zuge der Auswertung werden die Flurstücke, die unbebaut sind, eine bestimmte Nutzung aufweisen oder dünn besiedelt sind, aus dem Geodatenatz entfernt. Die verbleibenden Flurstücke werden auf Basis ihrer Geometrien, der zugehörigen Gebäudegeometrien mit Berücksichtigung von Straßen- und Flussverläufen aggregiert. Unter Beachtung einiger weiterer Parameter, wie beispielsweise einer minimalen und maximalen Flächengröße, entstehen automatisiert die nach WPG definierten Baublöcke. Als Folge der automatisierten Erstellung können Baublöcke auch Flächen enthalten, die nicht überbaubar sind (z. B. Friedhöfe oder Sportplätze) auf denen aber beheizte Gebäude stehen. Es können auch Flächen in Baublöcken integriert sein, die unbeheizte Gebäude aufweisen wie bspw. Teile einer Kleingartensiedlung.

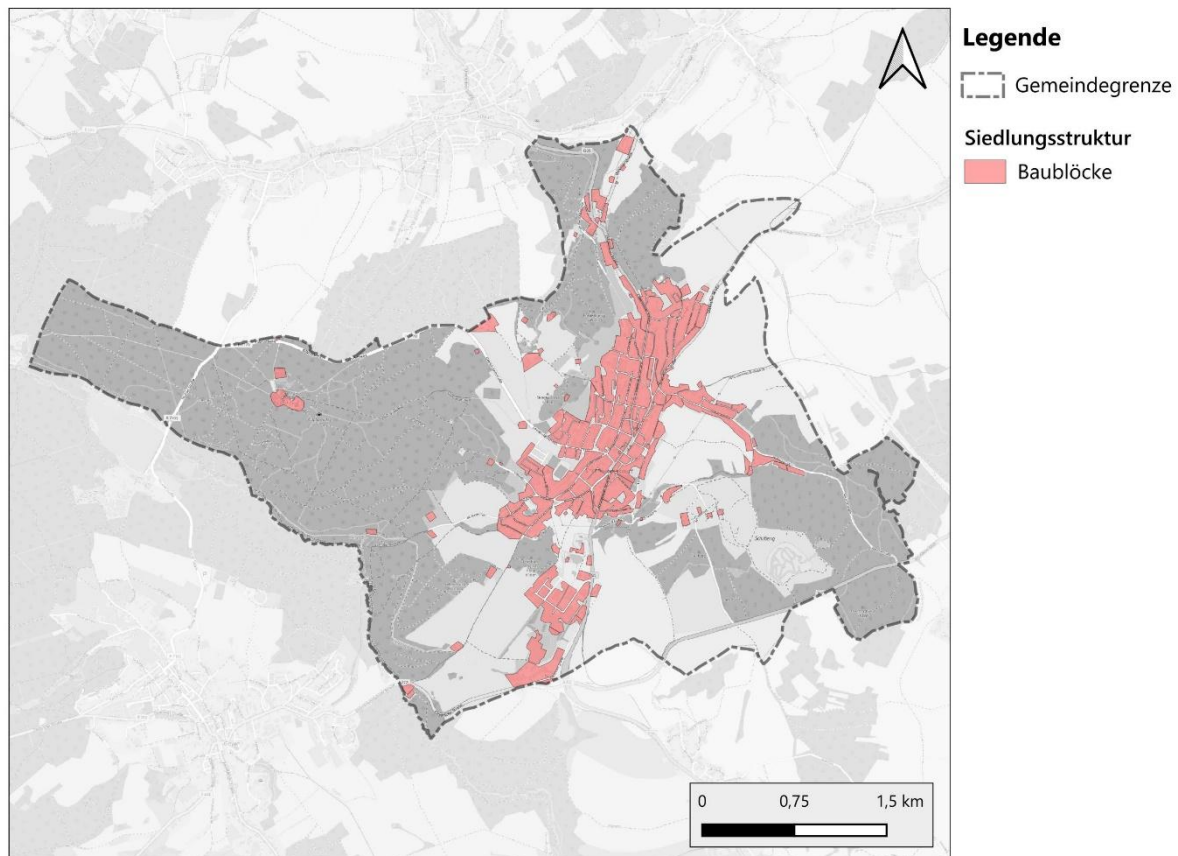


Abbildung 3 Kartografische Darstellung der Baublöcke (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

3.2 Wärmesenkenanalyse

3.2.1 Wärmebedarfsanalyse

Die Analyse des Wärmebedarfs basiert auf den 3D-Gebäudemodellen des Landesamtes für Geobasisinformation Sachsen im Detaillierungsgrad LoD2. Diese Modelle werden für das Stadtgebiet hinsichtlich ihrer Gebäudekubatur untersucht, um die Grundfläche, das beheizte Volumen sowie die Nettogrundfläche der einzelnen Gebäudeteile zu ermitteln. Anhand der hinterlegten Gebäudefunktion erfolgt anschließend die Klassifizierung jedes Gebäudes.

Es wird zudem angenommen, dass Gebäude mit einer Nettogrundfläche von weniger als 50 m² sowie solche, deren Nutzung unbeheizt ist (z. B. Garagen), keinen Wärmebedarf aufweisen. Die verbleibenden Gebäude werden entsprechend ihrer Nutzung in die Kategorien Wohngebäude und Nichtwohngebäude eingeteilt. Abbildung 4 veranschaulicht dieses Vorgehen.

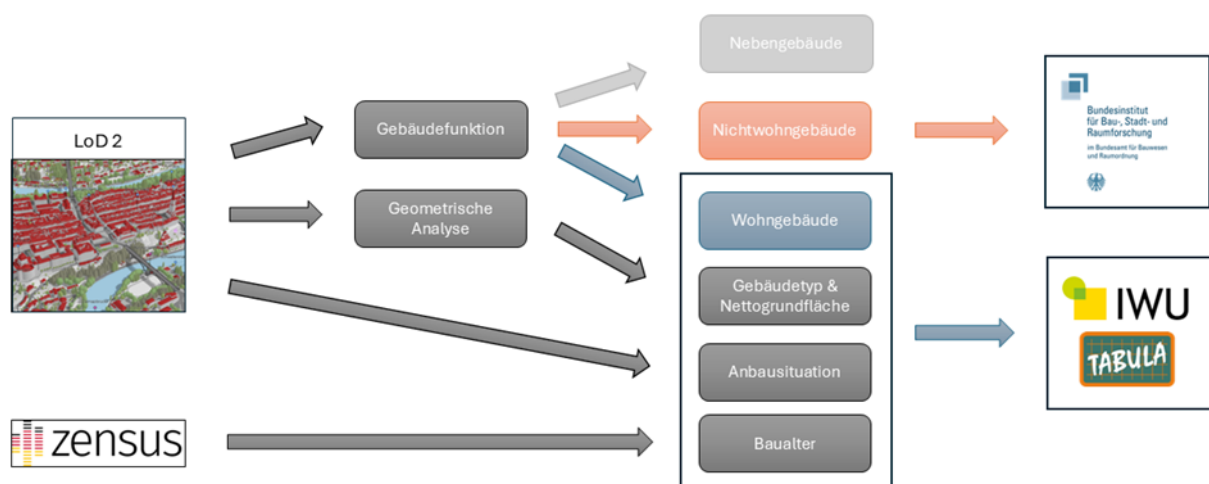


Abbildung 4 Flussdiagramm zur Methodik der Wärmebedarfsanalyse (Quelle: eigene Darstellung)

Die Nichtwohngebäude werden gemäß ihrer Gebäudefunktion den Kategorien des Bauwerkszuordnungskataloges zugeordnet. Mithilfe flächenbezogener Energiekennwerte (Energieaufwandsklasse „mittel“), herausgegeben vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [8], kann der Wärmebedarf jedes dieser Gebäude ermittelt werden. Dies geschieht durch die Multiplikation des spezifischen Bedarfs mit der ermittelten Nettogrundfläche des jeweiligen Gebäudes.

Für die Wohngebäude stehen spezifische Wärmebedarfswerte für verschiedene Gebäudetypen durch die TABULA Gebäudetypologie des Instituts für Umwelt und Wohnen (IWU) zur Verfügung [33]. Diese Werte variieren je nach Gebäudetyp, Baualtersklasse und Sanierungsstand. Darüber hinaus wird die Anbausituation der jeweiligen Gebäude bewertet, wobei zwischen freistehenden, einseitig bebauten und beidseitig bebauten Gebäuden unterschieden wird. Diese Bewertung erfolgt durch eine Untersuchung der geometrischen Lage der einzelnen LoD2-Gebäude zueinander. Der Gebäudetyp, wie beispielsweise Einfamilienhaus oder Zweifamilienhaus, wird, wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben, anhand der Gebäudekubatur

ermittelt. Das Gebäudealter wird auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse des Zensus aus dem Jahr 2022 bewertet. Schließlich kann jedem Wohngebäude ein spezifischer Wärmebedarf für den unsanierten sowie den sanierten Zustand zugeordnet werden. Per Multiplikation mit der sich aus der Gebäudekubatur ergebenden beheizten Fläche kann abschließend der absolute Wärmebedarf je Wohngebäude berechnet werden.

Tabelle 2 Beispielhafte Ermittlung des Wärmebedarfs eines typischen Mehrfamilienhauses

Gebäudefunktion:	Wohngebäude
Gebäudetyp:	Mehrfamilienhaus
Anhand LoD2-Daten ermittelte Nettogrundfläche (NGF):	663 m ²
Anbausituation:	freistehend
Absoluter Wärmebedarf (unsaniert):	93,4 $\frac{\text{MWh}}{\text{a}}$
Absoluter Wärmebedarf (konventionell saniert):	58,8 $\frac{\text{MWh}}{\text{a}}$

3.2.1.1 Baublockbezogene Wärmedichte

Durch die Zuordnung der ermittelten Gebäude zu den in Kapitel 3.1.3 definierten Baublocken, kann pro Baublock die Wärmebedarfsdichte, als Quotient aus der Bedarfssumme und der Baublockfläche, berechnet werden. Abbildung 5 zeigt, wie sich die Wärmebedarfsdichten je Baublock im Stadtgebiet verteilen. Dargestellt sind ausschließlich Baublocke, die einen Wärmebedarf haben und in denen der Anteil der Gebäudegrundflächen größer 1 % ist. Da die Ermittlung der Wärmebedarfe nicht auf dem konkreten Nutzerverhalten basiert, sondern die theoretisch auftretenden Wärmeströme anhand von der Gebäudekubatur widerspiegelt, müssen die Ergebnisse einer Validierung unterzogen werden. Dazu werden die ermittelten Gesamtwärmeverbräuche des Stadtgebiets gemäß BSKO (vgl. Kapitel 3.4) herangezogen. Hierbei handelt es sich um die tatsächlichen Verbrauchswerte, über welche abgeglichen werden kann, wie gut die Wärmebedarfswerte die Realität abbilden.

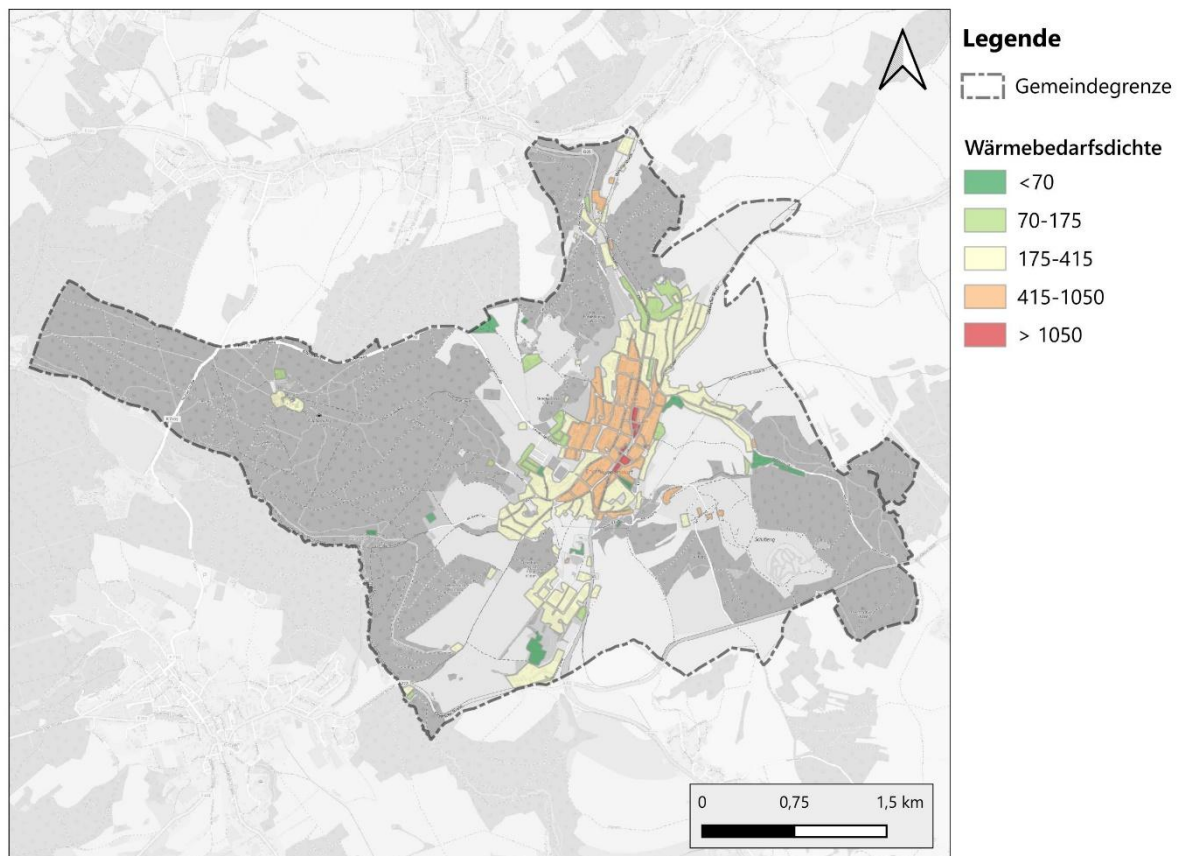


Abbildung 5 Darstellung der Wärmebedarfsdichten je Baublock (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Die Ergebnisse der Wärmebedarfsdichte wurden anschließend einer Validierung unterzogen. Zur Validierung wurden die Gas-Absatzdaten der inetz GmbH herangezogen. Auch wenn die Darstellung der Gasabsätze lediglich die leitungsgebundenen Wärmeverbräuche darstellt, so ist eine Validierung hierüber ausreichend genau. Der Gesamt-Gasabsatz innerhalb der Gemeinde beläuft sich auf 34,89 GWh. Der ermittelte Gesamtwärmebedarf, der nach beschriebener Methodik ermittelt wurde, beläuft sich hingegen auf 58,26 GWh, was sehr gut der in Kapitel 3.4 ermittelten Energiebilanz entspricht. Die Ergebnisse bilden entsprechend eine

ausreichend gute Grundlage, um sie auch für folgende Analyseschritte als Grundlage zu nutzen.

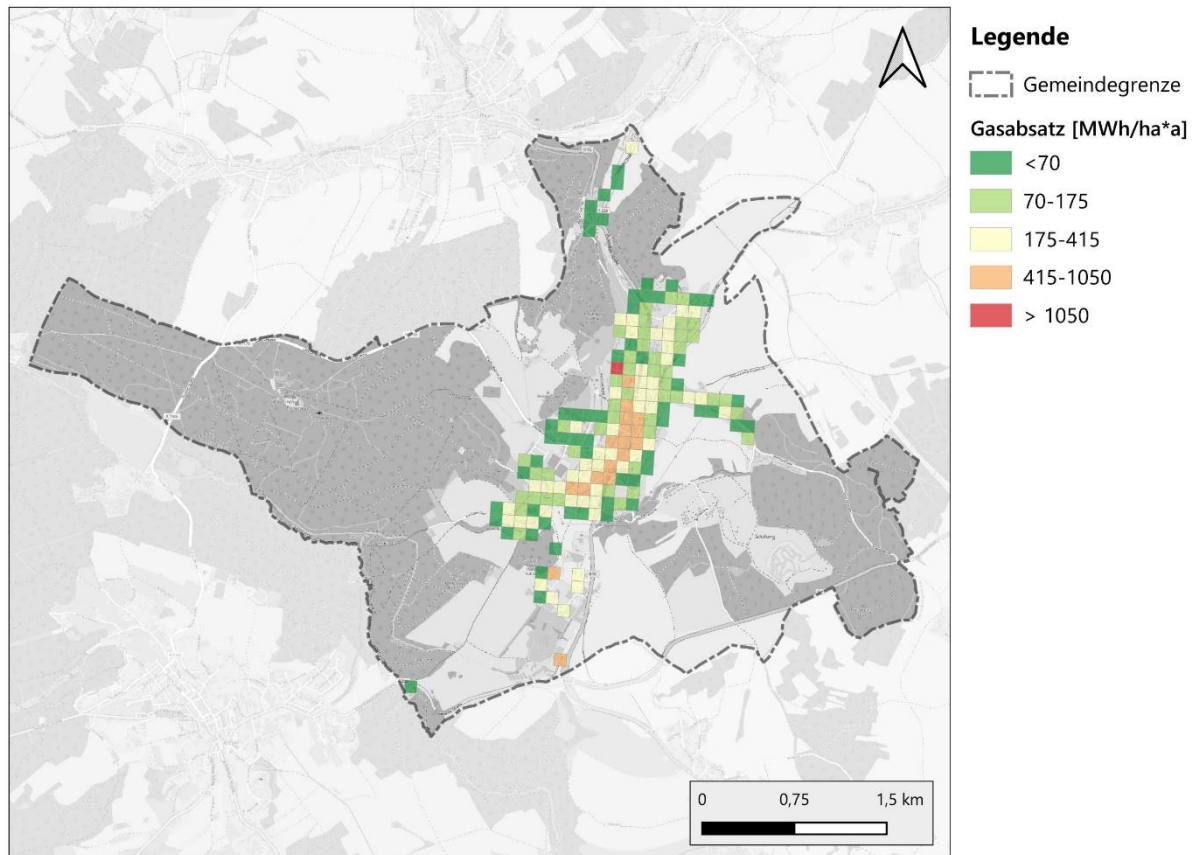


Abbildung 6 Gasverbrauchsichte auf Basis der Rasterbezogenen Gasabsätze (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [42], [45])

3.2.1.2 Wärmeliniendichte

Neben der baublockbezogenen Wärmedichte stellt die Wärmeliniendichte ein zentrales Instrument dar, um Teilgebiete hinsichtlich der Eignung für eine zukünftige Wärmenetzversorgung zu bewerten. Da eine solche Erschließung zum Großteil auf die Leitungsverlegung innerhalb des öffentlichen Verkehrsraumes angewiesen ist, werden die Straßenabschnitte aus dem Digitalen Basis Landschaftsmodell (Basis-DLM) [46] herangezogen. Durch die Zuordnung der ermittelten Wärmebedarfe je Gebäude zu eben jenen Straßenabschnitten, kann so jeweils die Wärmeliniendichte pro Straßenabschnitt berechnet und dargestellt werden. Abbildung 7 zeigt das entsprechende Ergebnis.

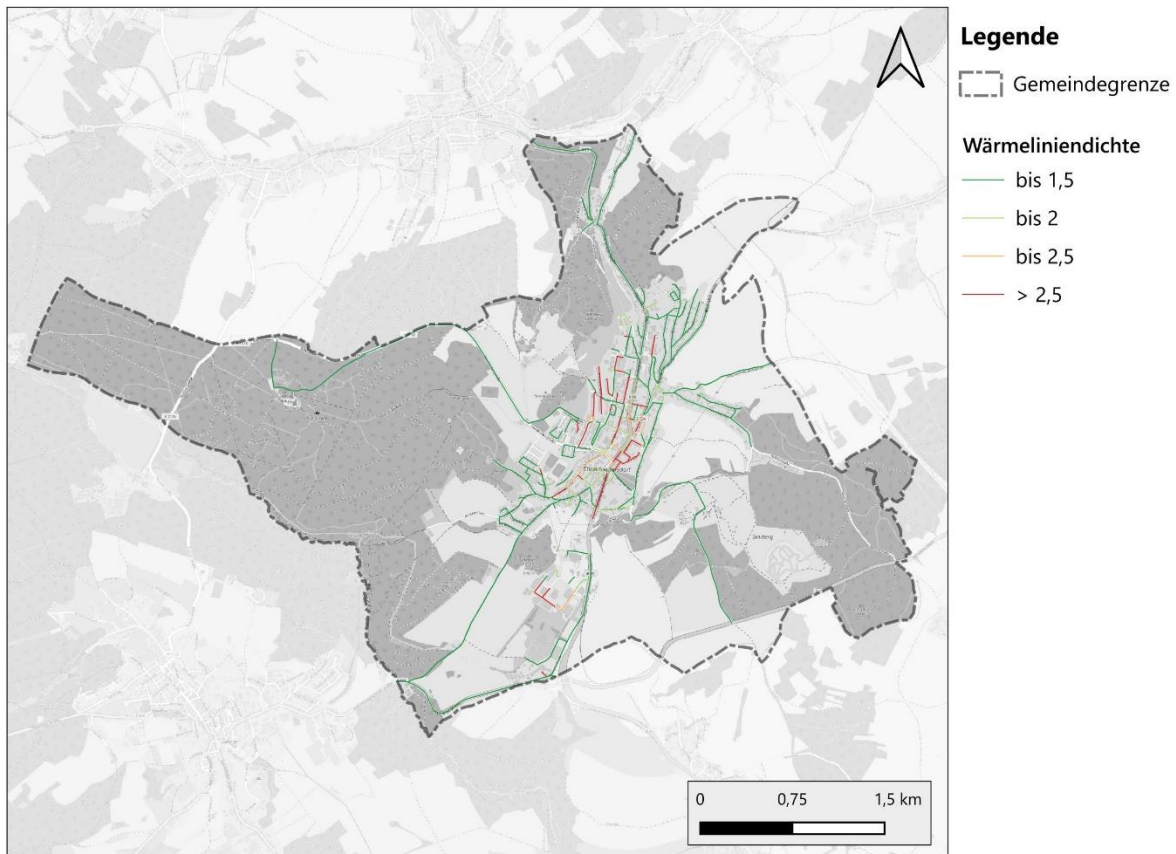


Abbildung 7 Wärmelinien-dichte auf Basis der ermittelten Wärmebedarfe (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [45])

3.2.2 Wohnungswirtschaft

Gebäude, die direkt oder indirekt im Eigentum großer Vermieter sind, können als sogenannte Ankerkunden für Wärmenetze fungieren. Ankerkunden sind potenzielle Hauptabnehmer von Wärme, die für den Bau von Wärmenetzen von zentraler Bedeutung sind.

Sie zeichnen sich durch einen hohen Wärmebedarf aus, wie beispielsweise große Mehrfamilienhäuser, die in unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zueinander liegen. Diese Liegenschaften sind besonders vorteilhaft für Wärmenetze, da die Entscheidung für oder gegen den Anschluss an ein Wärme- oder Gasnetz in einer Hand liegt und eine gewisse Verlässlichkeit der zukünftigen Wärmeabnahme garantiert werden kann. Die Identifikation potenzieller Ankerkunden ist damit Teil der Bestandsanalyse, wobei Liegenschaften mit langfristig hohen Raumwärme- und Warmwasserbedarfen im Fokus stehen. Im Rahmen der Beteiligung zum Wärmeplan wurden frühzeitig die folgenden Unternehmen der lokal agierenden Wohnungswirtschaft kontaktiert:

- Stadtbau GmbH
- Wohnungsgenossenschaft Glück auf e. G.

Abbildung 8 zeigt einen Auszug des diesbezüglichen Gebäudebestands im Stadtgebiet.



Abbildung 8 Gebäudebestandes der Wohnungswirtschaft (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5])

3.2.3 Großverbraucher

Ermittlung des Prozesswärmebedarfs mittels individueller Branchenanalyse, um Großverbraucher zu identifizieren.

Die Analyse potenzieller Großverbraucher ist notwendig, weil sie die wirtschaftliche Tragfähigkeit und technische Auslegung möglicher Wärmenetze maßgeblich beeinflusst. Großabnehmer stabilisieren Lastverläufe, schaffen Planungssicherheit und erschließen oft zusätzliche Synergien wie Abwärmepotenziale. Damit sind sie zentrale Faktoren für die Priorisierung geeigneter Gebiete und für eine realistische, umsetzungsorientierte Wärmeplanungsstrategie.

Im Bereich der gewerblichen Großverbraucher bzw. dem Verbrauchssektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie der Industrie ist es erforderlich, neben dem Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser auch den Prozesswärmebedarf zu berücksichtigen. Dies unterscheidet sich von der Betrachtung im Wohngebäudebereich. Die Vielfalt der Prozesse und Anwendungen in GHD und Industrie führt jedoch dazu, dass die tatsächlichen Wärmeverbräuche erheblich von den Durchschnittswerten abweichen können. Zudem ist die Ermittlung der Wärmeverbräuche der Liegenschaften mit hohen Unsicherheiten behaftet, insbesondere wenn keine netzbasierte Wärmeversorgung der Unternehmen vorhanden ist. Da die Datengrundlage, die die Verbrauchswerte der netzbasierten Versorgung umfasst, aus datenschutzrechtlichen Gründen keinen Rückschluss auf einzelne Großverbraucher zulässt, wurde eine individuelle Branchenanalyse durchgeführt, um Großverbraucher zu identifizieren.

Zur besseren Fokussierung wurden neben der qualitativen Bewertung der ansässigen Unternehmen auch Gebäude berücksichtigt, deren Nettogrundfläche größer als 20.000 m² ist. Auf diese Weise konnten im Gemeindegebiet Ehrenfriedersdorf neun Unternehmen identifiziert werden, die unterschiedlichen Branchen zuzuordnen sind.

Die Branchenstruktur Ehrenfriedersdorfs ist insgesamt stark mittelständisch geprägt, die sich größtenteils auf die Gewerbegebiete im Norden und Süden der Stadt sowie im Industriegebiet Am Sauberg aufteilen. Den größten Anteil nimmt der Metall- und Maschinenbau ein, insbesondere durch Unternehmen, die sich beispielsweise auf Werkzeugbau und Spanntechnik spezialisiert haben. Ebenfalls stark vertreten ist der Bau- und Handwerkssektor, zu dem Baustoffhändler, Anbieter für Dachdeckerbedarf sowie verschiedene Handwerksbetriebe gehören.

Ein Großteil der angefragten Unternehmen befindet sich im Gewerbegebiet „An der B95“. Dort reicht die Branchenvielfalt von der Papier- und Kunststoffverarbeitung bis hin zu Maschinenbauunternehmen. Weiter südlich ist ein weiteres metallverarbeitendes Unternehmen ansässig. Im Norden der Stadt liegt der Gewerbepark „Panther“, in dem sich neben zahlreichen kleineren Betrieben auch zwei metallverarbeitende Firmen befinden. Zudem wurden ein Getränkehersteller sowie ein Handwerksunternehmen angefragt.

Von den angefragten Unternehmen haben sich fünf zurückgemeldet. Von diesen konnten drei konkrete Angaben zum Verbrauch bzw. ihrer Prozesswärme machen. Die Auswertung der Angaben ergab, dass keines der Unternehmen als Großverbraucher einzustufen ist. Dabei stellte sich heraus, dass alle nicht als Großverbraucher einzustufen sind und auch keine potenziell nutzbare Abwärme aufweisen.

3.3 Wärmeversorgungsstruktur

3.3.1 Vorhandene Gas- und Wärmenetzinfrastruktur

3.3.1.1 Erdgasversorgung

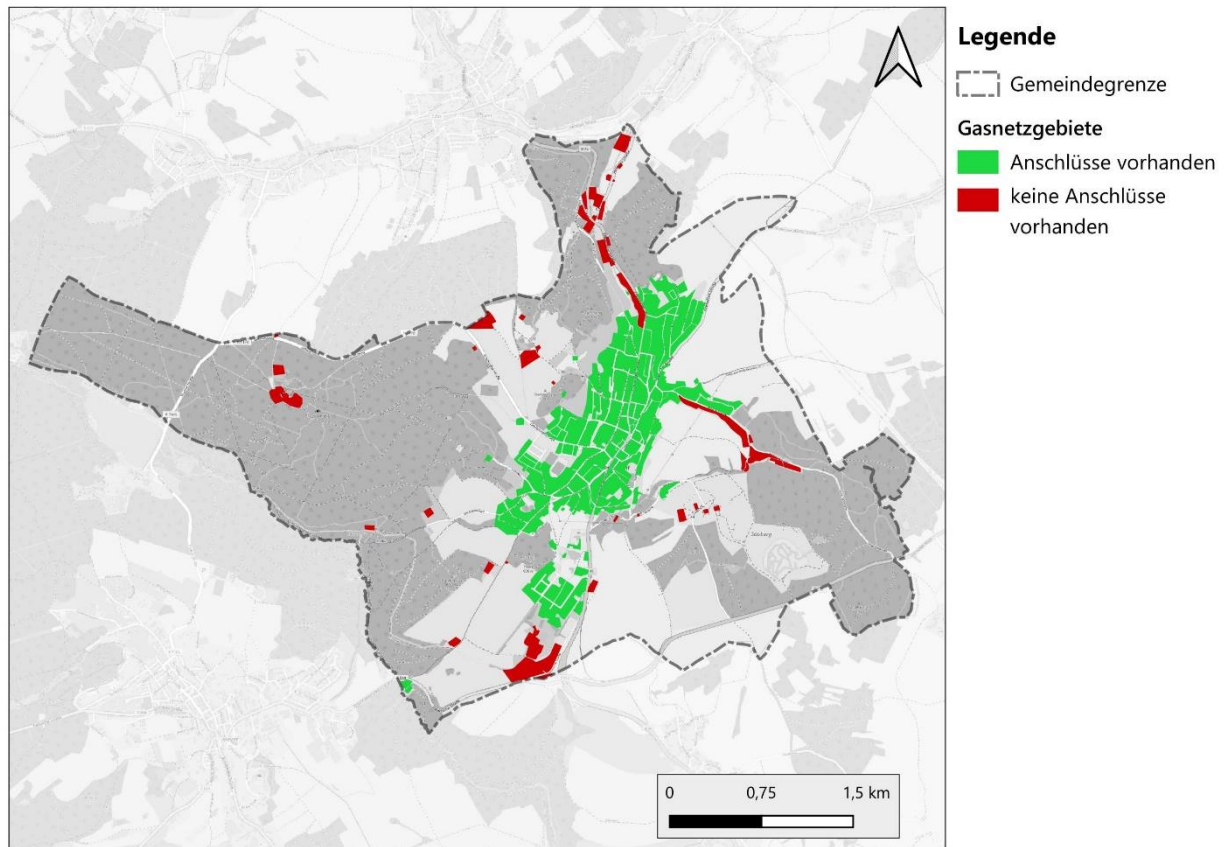


Abbildung 9 Darstellung der Gasnetzgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [42])

Die Stadt Ehrenfriedersdorf liegt im Versorgungsgebiet des Gasnetzbetreibers inetz GmbH. Da die Darstellung der Netzinfrastruktur gem. Anlage 2 WPG für das Gasnetz flächen- und nicht leitungsbezogen zu erfolgen hat, wurde für die Netzgebiete eine Darstellung gewählt, die keinen direkten Rückschluss auf die räumliche Lage der Leitungen zulässt. Stattdessen wurden die Straßenverläufe, in denen laut Netzbetreiber ein Gasabsatz vorhanden ist mit den in Kapitel 3.1.3 definierten Baublöcken verschnitten. Für Baublöcke deren Entfernung zu jenen Straßen 50 m oder weniger beträgt, wird die Verfügbarkeit des Mediums Gas angenommen. Dabei wurde nicht zwischen den verschiedenen Druckstufen unterschieden. Abbildung 9 zeigt die auf diese Weise ermittelten Gas-Netzgebiete der Stadt Ehrenfriedersdorf.

Wie Abbildung 9 zeigt, ist die Stadt Ehrenfriedersdorf nahezu flächendeckend mit einem Netz zur Gasversorgung erschlossen. Lediglich in den Bereichen der Ortsausgänge ist kein Gasnetz vorhanden.

3.3.1.2 Wärmenetze

Im westlichen Stadtgebiet von Ehrenfriedersdorf wird durch den Betreiber Danpower ein Wärmenetz betrieben, welches bereits seit 1978 rund 26 Anschlüsse versorgt. Es handelt sich um ein Heißwassernetz mit einer Trassenlänge von ca. 2,4 km und einer Anschlussleistung von 7.580 kW. Abbildung 10 zeigt den Leitungsverlauf des Netzes.

Die Wärmebereitstellung erfolgt auf Basis eines Wärmemixes, der sich aus mehreren Energieträgern zusammensetzt. Der größte Anteil der eingesetzten Wärme wird durch Hackschnitzel mit einem Anteil von 58 % erzeugt. Diese werden in der zentralen Heizungsanlage vor Ort verfeuert und bilden den biogenen Hauptbestandteil der Versorgung.

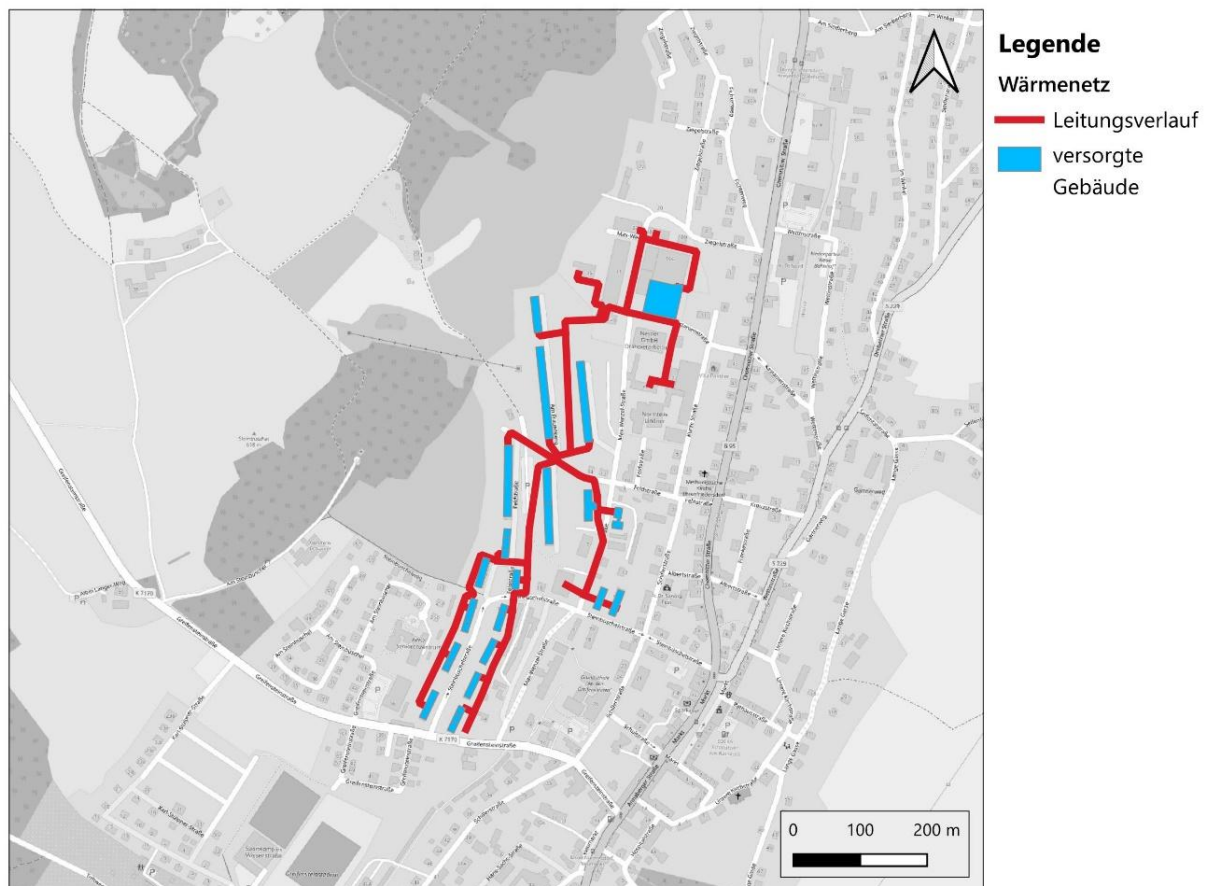


Abbildung 10 Wärmenetz Leitungsverlauf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5] [20])

Etwa 36 % der Wärme stammen aus der Verfeuerung von Erdgas, das zur Abdeckung des Grund- und Spitzenlastbereichs eingesetzt wird. Zusätzlich werden rund 5 % der Wärme aus einer KWK-Anlage (Kraft-Wärme-Kopplung) bereitgestellt, die ebenfalls mit Erdgas betrieben wird und sowohl Wärme als auch Strom erzeugt. Der verbleibende Anteil von 1 % entfällt auf den Einsatz von Heizöl, das vorrangig als Reserve- oder Ersatzbrennstoff dient [20].

Insgesamt ergibt sich damit ein heterogener Wärmemix, indem biogene und fossile Energieträger kombiniert werden, um eine zuverlässige und kontinuierliche Versorgung der angeschlossenen Verbraucher sicherzustellen.

3.3.2 Feuerungsstätten

Der Bereich der Feuerungsstätten umfasst jene Kleinfeuerungsanlagen, die direkt zur Wärmeversorgung in Gebäuden eingesetzt werden und zu großen Teilen nicht in der Erfassung der leitungsgebundenen Energieträger enthalten sind. Eine Betrachtung dieser Anlagen ist damit vor allem essenziell, um den Bereich der dezentralen Wärmeversorgung valide darstellen zu können.

Als Datengrundlage für die Feuerungsstätten dienen Erfassungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). Auf Basis einer Abfrage bei allen sächsischen bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegern wurde dabei für zwei Betrachtungsjahre (2015 und 2021) eine jahresspezifische Datenbank der Kleinfeuerungsanlagen erstellt. Diese enthält auch weiterführende Informationen wie beispielsweise den eingesetzten Energieträger, die Nennwärmeleistung und die Art der Anlage. Die Daten beider Erfassungsjahre sind inklusive einer ergänzenden Dokumentation direkt von der Webpräsenz des LfULG beziehbar [48].

Zur weiteren Analyse wurde dieser sachsenweite Datensatz auf jene Anlagen innerhalb der Verwaltungsgrenzen Ehrenfriedersdorfs reduziert. Die einzelnen Anlagen wurden weiterhin entsprechend dem eingesetzten Energieträger und in Leistungsklassen kategorisiert. Dabei erfolgte eine Orientierung an den Grenzen der Leistungsklassen entsprechend des Bilanzierungsprozesses nach BSKO (siehe Kap. 3.4). Als weitere Information ist je Anlage das Jahr der jeweiligen Inbetriebnahme bekannt. Als Ergebnis der Analyse zeigt die nachfolgende Abbildung, dass beide Datensätze einen grundlegend ähnlichen Verlauf zeigen. Wenngleich Verschiebungen bei der Angabe des Errichtungsjahrs der Anlagen im Bereich 1990 bis 2000 vorliegen, so ist festzustellen, dass der Großteil der Heizungsanlagen in den Nachwendejahren installiert wurde. In den Folgejahren nahm die Anzahl jährlicher Inbetriebnahmen neuer Heizungsanlagen zwar ab, eine leicht ansteigende Tendenz ist jedoch vor allem mit Blick auf den 2021er Datensatz feststellbar.

Auffällig ist die hohe Zahl installierter Feuerungsstätten im Jahr 2012 des 2015er Datensatzes. Dieses Verhalten bildet sich im Datensatz von 2021 nicht ab, sodass hier eine Fehlstelle im Datensatz von 2015 wahrscheinlich scheint. Im Detail handelt es sich bei diesen auffälligen Datenpunkten jedoch lediglich um Einzelraumfeuerungsstätten mit geringer Leistung, sodass deren Einfluss auf das Gesamtergebnis kaum wahrnehmbar ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch den kontinuierlichen Zubau neuer Feuerungsstätten somit bereits ein stetiger Austausch alter Kesselanlagen stattfindet.

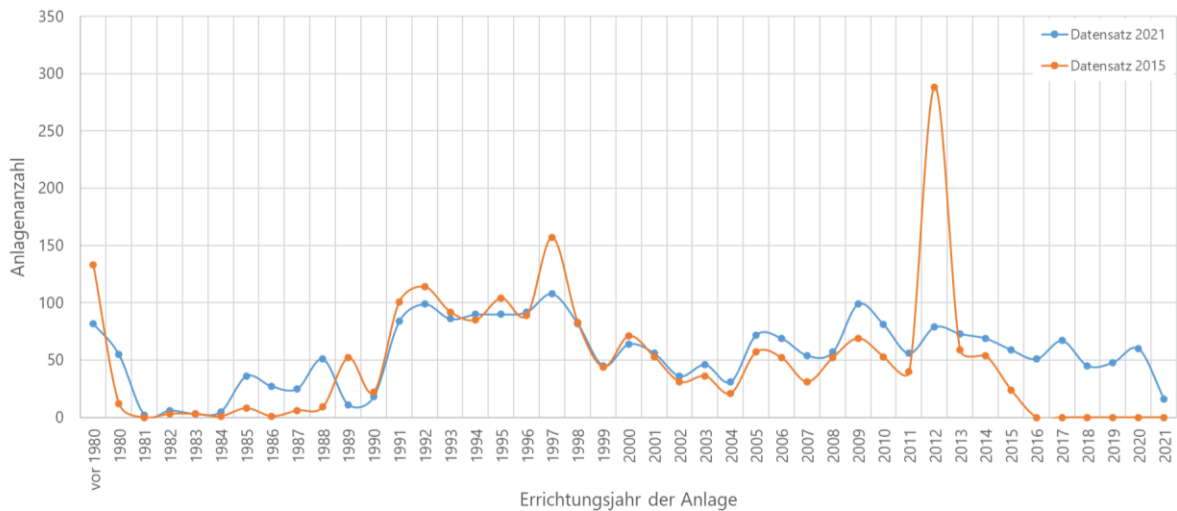


Abbildung 11 Anzahl betriebener Feuerungsstätten nach Errichtungsjahr (2015/2021) (Quelle: eigene Darstellung nach [48])

Im Folgenden werden weitere Darstellungen basierend auf dem Datensatz 2021 aufgeführt. Dabei sind in Abbildung 12 die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl dargestellt, während in Abbildung 13 der Zustand der mit Biomasse betriebenen Anlagen abgebildet ist. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass darüber hinaus auch Flüssiggas- sowie Kohleanlagen in Ehrenfriedersdorf vorhanden sind. Diese sind aus Gründen untergeordneter Relevanz und im Sinne einer erhöhten Übersichtlichkeit nachstehend nicht im Detail aufgeführt.

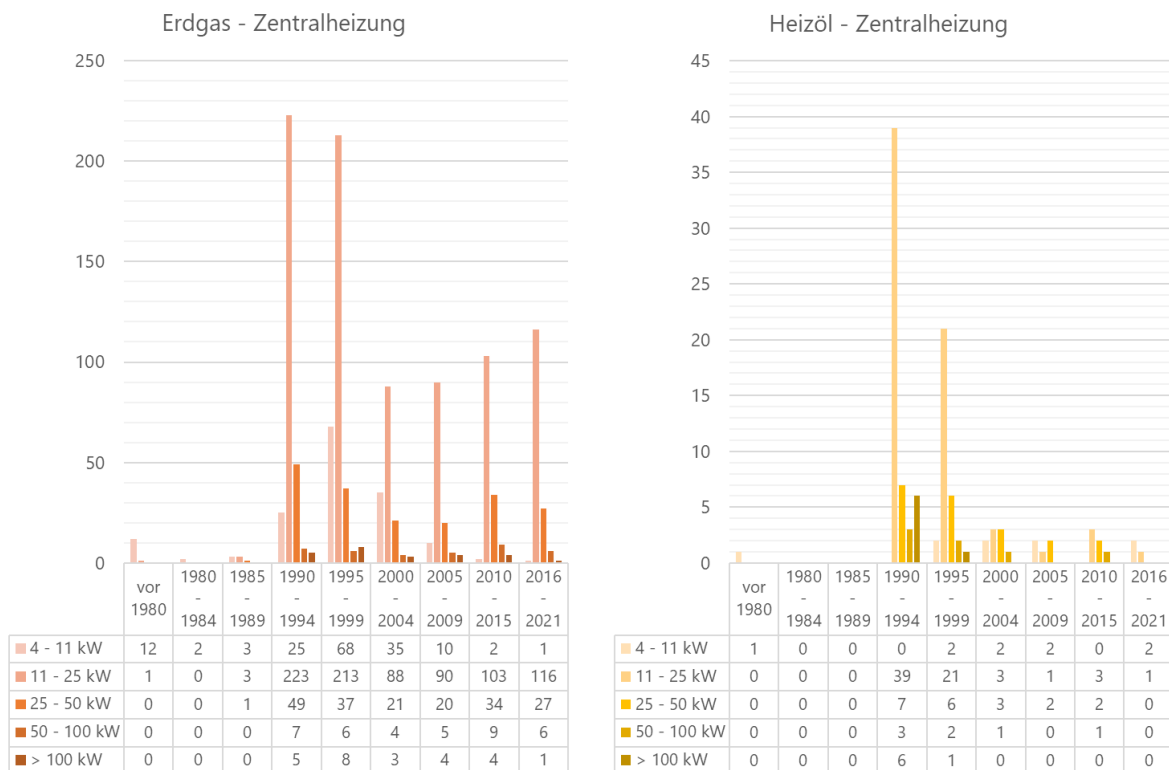


Abbildung 12 Feuerungsstätten nach Jahr der Errichtung und Leistungsklasse (Quelle: eigene Darstellung nach [48])

Wie sich zeigt, dominieren die erdgasbetriebenen Anlagen deutlich den Bestand an Feuerungsstätten in Ehrenfriedersdorf.

Diese Aussage bezieht sich dabei nicht nur auf die absolute Anlagenzahl, sondern ist vor allem auch bei den höheren Leistungsklassen gültig. Mit Heizöl betriebene Anlagen sind entsprechend des aktuellen Datensatzes aus dem Jahr 2021 noch zu einem relevanten Anteil vorhanden. Diese stammen aber überwiegend aus den Jahren 1990-1999. Seitdem ist der Zubau neuer Heizöl-Anlagen stark zurückgegangen, sodass spätestens mit dem Außerbetriebgehen dieser Altanlagen die Bedeutung des Heizöls für die lokale Wärmeversorgung deutlich sinken wird.

Im Gegensatz dazu zeigt sich eine steigende Bedeutung der Biomasse-Anlagen. Die Gesamtzahl solcher Anlagen steigt kontinuierlich an.

Einordnend ist dabei jedoch festzustellen, dass dabei vor allem Anlagen geringerer Leistungsklassen installiert werden. Viele der Biomasse-Anlagen dienen dabei als Einzelraumheizungen, wie beispielsweise Kamine. Somit leisten sie zwar einen Anteil an der lokalen Wärmeversorgung, stehen jedoch zumeist in ihrer absolut erzeugten Wärmemenge den oft deutlich leistungsstärkeren Zentralheizungen nach. Da diese überwiegend mit Erdgas betrieben werden, ist klar festzustellen, dass der Energieträger Erdgas die deutlich höchste Bedeutung bei den Feuerungsstätten aufweist.

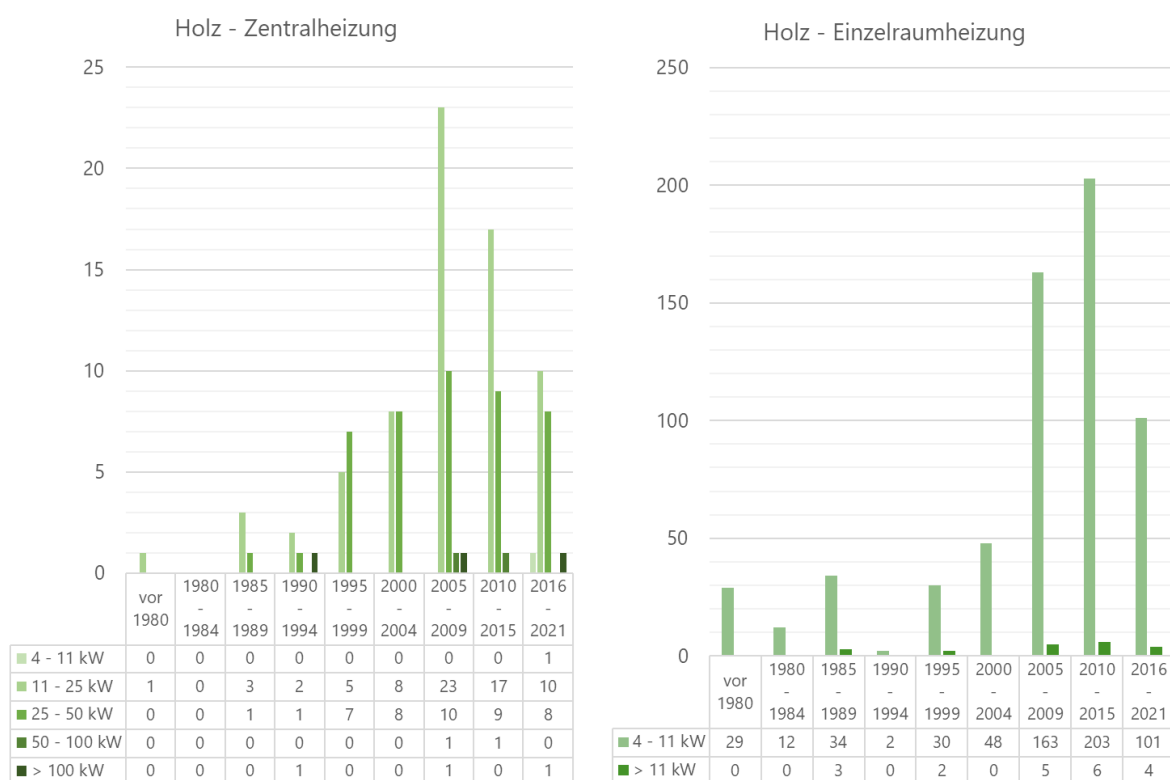


Abbildung 13 Feuerungsstätten nach Jahr der Errichtung und Leistungsklasse – 2 (Quelle: eigene Darstellung nach [48])

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

3.4.1 Methodik

Die Energie- und Treibhausgasbilanz für Ehrenfriedersdorf, mit dem Fokus auf der Wärmeversorgung, wurde unter Zuhilfenahme der Software „Klimaschutz-Planer“ erstellt. Diese webbasierte Software wird vom Klima-Bündnis e.V. betrieben. Methodische Grundlage der Bilanzierung ist die bundesweit einheitliche Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO), welche durch die Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH ausführlich beschrieben ist. [1] Der Bilanzzeitraum umfasst die Jahre 2018 bis 2022.

Hauptgrundlage waren Daten der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Quellen für die leitungsgebundene Energieversorgung (Gas, Strom, Fernwärme) sowie der Datensatz zu den Feuerungsstätten (Heizöl, Biomasse, Kohle etc.). Die Gesamtbilanzierung nach BISKO erfolgt auf Basis der folgenden zentralen Grundsätze:

7. Der Endenergieverbrauch wird nach dem Territorialprinzip erfasst. Das bedeutet, es wird der Endenergieverbrauch erfasst, der innerhalb der Grenzen der Kommunen anfällt. Dies unterscheidet sich grundlegend von einer personen- oder unternehmensbezogenen Bilanzierung (Verursacherbilanz), bei der unabhängig vom Ort des Energieverbrauchs bilanziert wird.
8. Treibhausgasemissionen (THG) werden als CO₂-Äquivalente bilanziert. Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden demnach beispielsweise auch Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxid/Lachgas (N₂O) berücksichtigt.
9. Die Vorkette wird bei der Berechnung der THG-Emissionen auf Basis des Endenergieverbrauchs berücksichtigt. Zur Vorkette gehören u. a. die Förderung, der Transport und die Bereitstellung der Anlagentechnik zur Gewinnung der Energieträger.
10. Die Treibhausgasemissionen des Stromverbrauchs werden anhand des deutschen Strommixes bilanziert. Die Begründung hierfür ist, dass der Stromanbieter frei gewählt werden kann und lokal produzierter Strom nicht automatisch auch lokal verkauft wird.
11. Das Hauptergebnis wird ohne Witterungskorrektur der Verbrauchswerte für Wärme ausgegeben. Eine gesonderte Darstellung mit Berücksichtigung der Witterungskorrektur ist möglich und wird folgend zur Einordnung der Ergebnisse ergänzend vorgenommen.

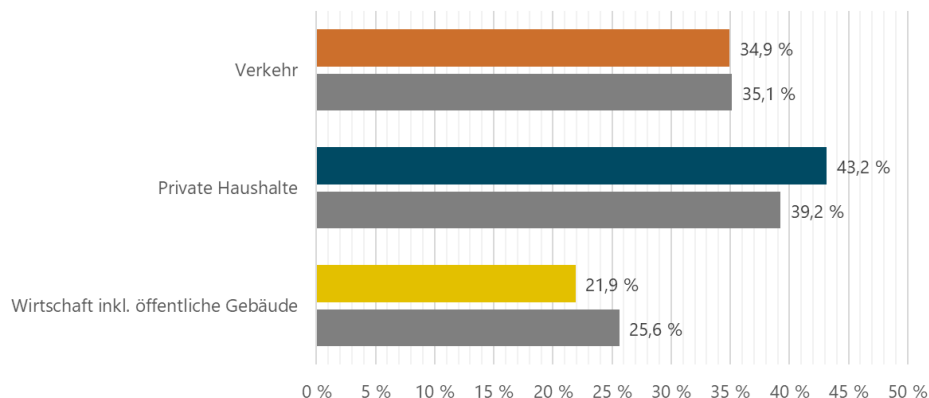
3.4.2 Ergebnisse Gesamtkommune

Im Zuge der Bilanzierung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden die letzten fünf Jahre berücksichtigt, für die vollständige Datengrundlagen vorliegen – konkret die Jahre 2018 bis 2022.

Insgesamt liegt der Endenergieverbrauch für das Jahr 2022 bei 90 GWh und verursacht dabei einen Treibhausgasausstoß von 28.112 t in Form von CO₂-Äquivalenten.

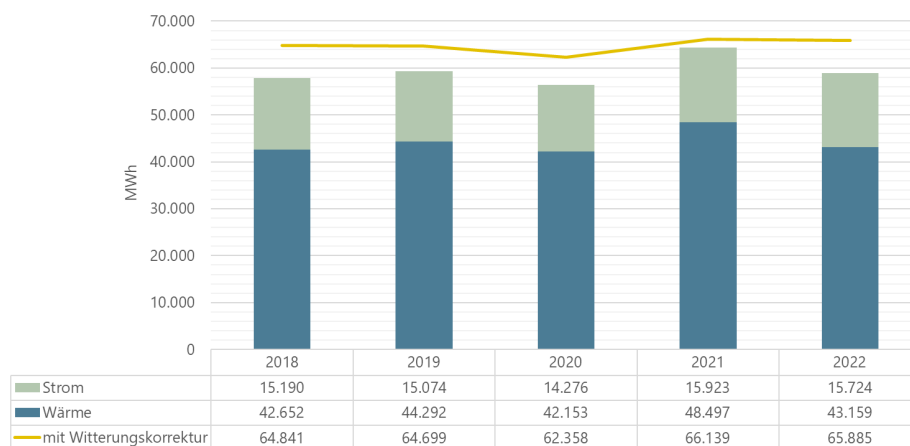
Mit Blick auf die Verteilung auf die Sektoren zeigt sich, dass in Ehrenfriedersdorf die privaten Haushalte mit über 40% den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch sowie an den THG-Emissionen aufweist. Im Vergleich dazu trägt die Wirtschaft mit ca. 22 % nach dem Sektor Verkehr den geringsten Anteil zum Endenergieverbrauch bzw. zu den THG-Emissionen bei. Im Detail zeigt nachfolgende Abbildung die Sektorenverteilung in Ehrenfriedersdorf. Veränderung des relativen Anteils an den THG-Emissionen gegenüber dem Endenergieverbrauch sind insbesondere mit dem Emissionsfaktor für Strom begründet, welcher aktuell noch deutlich über den Faktoren anderer Energieträger liegt.

Abbildung 14 Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch (farbig) und den Treibhausgasemissionen (grau) 2022 (Quelle: eigene Darstellung)



Die erstellte Bilanzierung für die Stadt Ehrenfriedersdorf ermöglicht es, eine langfristige Entwicklung der Verbräuche sichtbar zu machen. Abbildung 15 zeigt den Verlauf des Endenergieverbrauchs pro Kopf für Wärme und Strom sowie die witterungskorrigierten Werte als Linie. Das Einbeziehen der Witterungskorrektur ist wichtig, um abschätzen zu können, welche Schwankungen auf besonders milde oder kalte Winter zurückzuführen sind. Mit der Form der Ergebnisdarstellung als spezifische Werte pro Kopf wird ebenfalls die Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt. Im Betrachtungszeitraum von 2018 bis 2022 hat in Ehrenfriedersdorf ein Bevölkerungsrückgang um 5 % stattgefunden.

Abbildung 15 Endenergieverbrauch 2018-2022 stationär pro Kopf; Vergleich realer Verbrauch zu Verbrauch mit Witterungskorrektur (Quelle: eigene Darstellung)



Die Auswertung der summierten Verbräuche von Strom und Wärme für den betrachteten Zeitraum lässt zunächst einen Anstieg von 2018 auf 2019 erkennen mit einer Reduktion der Verbräuche im darauffolgenden Jahr. Dabei sinken von 2019 zu 2020 sowohl der Wärmeverbrauch – insbesondere aufgrund einer milderen Witterung – als auch der Stromverbrauch. Im Jahr 2021 hingegen steigen die Verbräuche stark an. Zum Teil lässt sich dies auch hier mit der Witterungskorrektur

erklären. Im Detail zeigt sich, dass insbesondere die Verbräuche im Sektor Wirtschaft deutlich ansteigen und auch im Jahr 2022 auf einem relativ hohen Niveau verbleiben.

Ein genauer Blick in die Verteilung der für die vorliegende Untersuchung relevanten Sektoren für das Jahr 2022 zeigt, dass die privaten Haushalte mit knapp 32 GWh den Wärmeverbrauch dominieren. Dagegen entfallen mit 12 GWh nur etwa ein Drittel der Wärmeverbräuche auf die Wirtschaft.

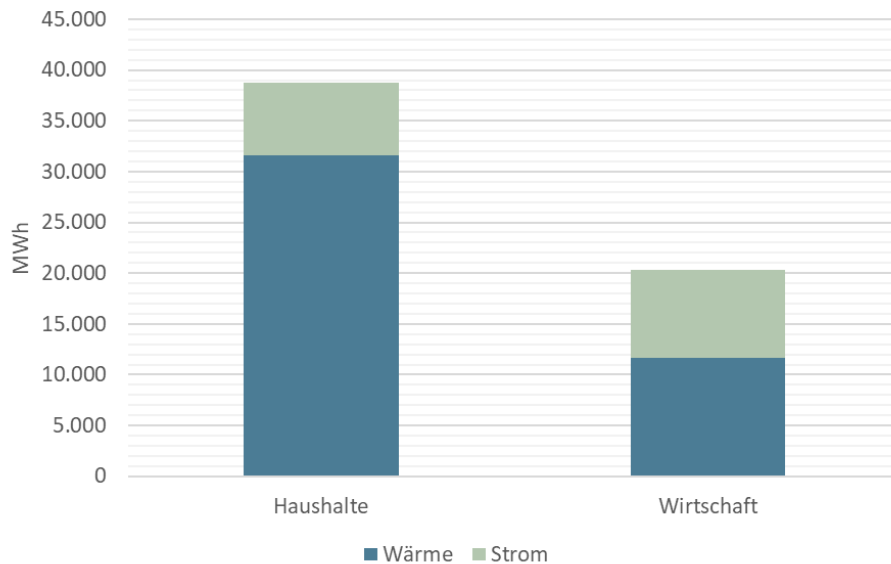


Abbildung 16 Endenergieverbrauch der Sektoren nach Hauptverbrauchsgruppen 2022 (Quelle: eigene Darstellung)

Zum besseren Verständnis zur Zusammensetzung der Verbräuche wurden im Zuge der aktuellen Betrachtung die Wärmemixe der stationären Sektoren ermittelt. Der Wärmemix, also die jeweiligen Anteile der einzelnen Energieträger am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung, wird zunächst für den Sektor private Haushalte betrachtet.

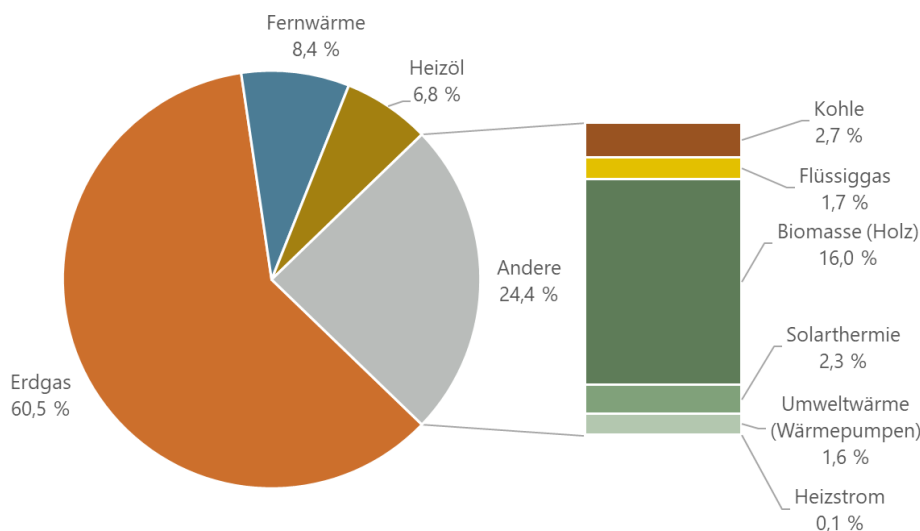
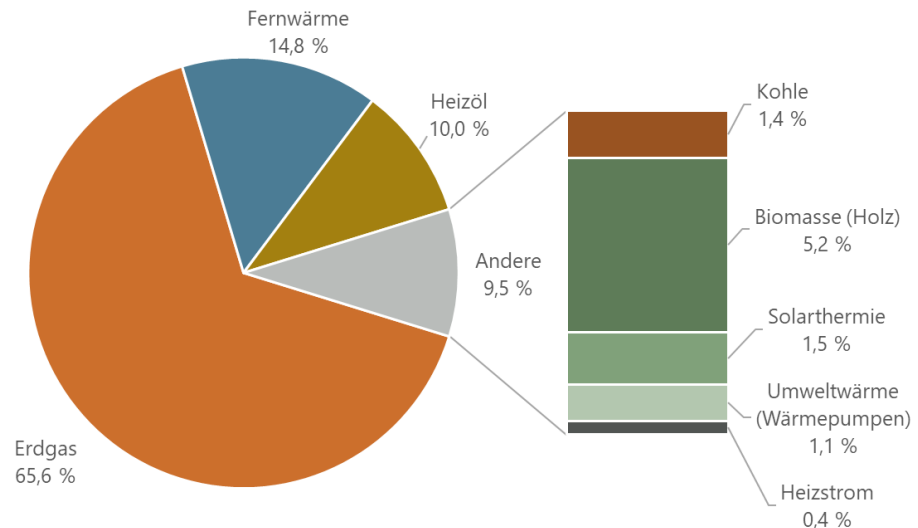


Abbildung 17 Wärmemix private Haushalte 2022 (Quelle: eigene Darstellung, Werte aufgerundet)

Der Wärmemix der privaten Haushalte wird aktuell in Ehrenfriedersdorf mit 60,5 % durch die Versorgung mit Erdgas dominiert. Rund 8 % der Wärme wird durch Fernwärme gedeckt. Der restliche Verbrauch entfällt auf die nicht leitungsgebundenen Energieträger. Dabei nehmen die fossilen Energieträger einen geringeren Anteil

von insgesamt 11,2 % ein. Der Großteil wird durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt: Biomasse (Holz) (16,0 %), Solarthermie (2,3 %) und Umweltwärme bzw. Wärmepumpen (1,6 %). Nachtspeicherheizungen sind für < 1 % der Wärmebereitstellung verantwortlich.

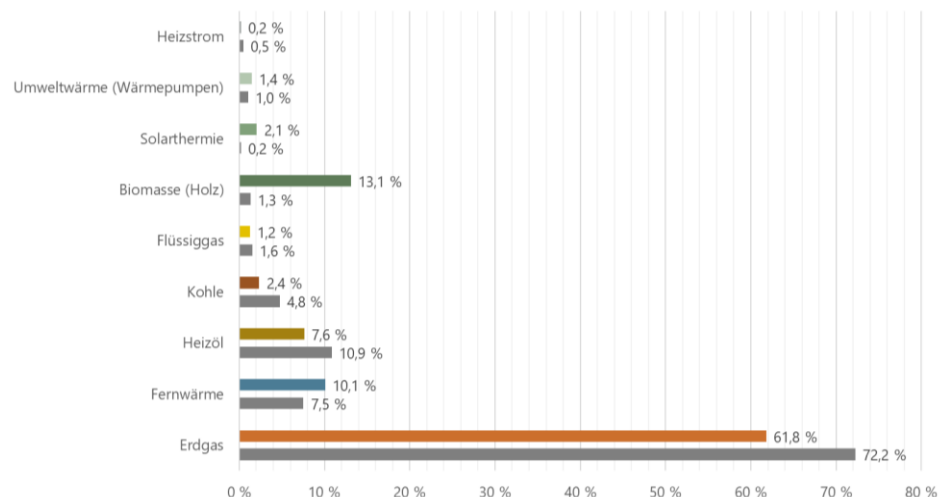
Abbildung 18 Wärmemix Wirtschaft 2022
(Quelle: eigene Darstellung, Werte aufgerundet)



Auch im Wärmemix der Wirtschaft ergibt sich ein ähnliches Bild. Auch hier wird die Versorgung durch Erdgas (65,6 %) dominiert, gefolgt von Fernwärme mit einem Anteil von knapp 15 %. In der Kategorie der nicht leitungsgebundenen Energieträger übernehmen erneuerbare Energien mit 19,2 % den Großteil der Wärmeversorgung. Mit entsprechend geringerem Anteil folgen die fossilen Energieträger Heizöl (10,0 %) und Kohle (1,4 %).

Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung 2045 spielen die THG-Emissionen der verwendeten Energieträger sowie ihr Anteil am Gesamtverbrauch eine zentrale Rolle. Abschließend werden daher die für die Wärmebereitstellung verwendeten Energieträger mit den im Verbrauch resultierenden THG-Emissionen gegenübergestellt. Strom kommt zwar auch bei Betrieb von Wärmepumpen zum Einsatz, dient dort jedoch vor allem als Hilfsenergie zur Nutzung erneuerbarer Energien in Form von Umweltwärme. Im Gegensatz dazu wird im Fall von Heizstrom die elektrische Energie direkt zum Heizen verwendet, z. B. in Nachtspeicheröfen.

Abbildung 19 Anteile der Energieträger Wärmemix am Endenergieverbrauch (farbig) und THG-Emissionen (grau) 2022 (Quelle: eigene Darstellung)



Der Vergleich der Energieträger zeigt, dass die aufgeführten fossilen Energieträger einen vergleichbaren, wenn nicht sogar höheren, Anteil bei den THG-Emissionen im Vergleich zum Endenergieverbrauch aufweisen. Die Vorteile der erneuerbaren Energieträger (Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme (Wärmepumpen)) zeigen sich im Verhältnis von Anteil THG zu EEV deutlich. Bei den Wärmepumpen ist dabei der Anteil Strom am Betrieb entsprechend dem aktuellen Strommix berücksichtigt. Mit großer Sicherheit wird sich zukünftig der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes mit dem fortschreitenden Ausbau erneuerbarer Energien deutlich verbessern. Das langfristige Ziel ist eine 100%ige Versorgung von Wärme durch erneuerbare Energien im Jahr 2045 (vgl. Kapitel 5.1). Die Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden hingegen auch in Zukunft konstant bleiben.

3.5 Eignungsprüfung für eine verkürzte Wärmeplanung

Die Eignungsprüfung ist ein zentraler Bestandteil der Wärmeplanung, wie sie im Wärmeplanungsgesetz (WPG) festgelegt ist. Gemäß § 14 WPG dient die Eignungsprüfung dazu, definierte Teilgebiete des beplanten Gebietes dahingehend zu bewerten, ob sich diese mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Die Prüfung ermöglicht es, Gebiete zu identifizieren, in denen eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann, was bedeutet, dass auf die Erhebung bestimmter Daten verzichtet werden kann, wenn die Eignung für beide Versorgungsarten als unwahrscheinlich erachtet wird (WPG, § 14 Abs. 4).

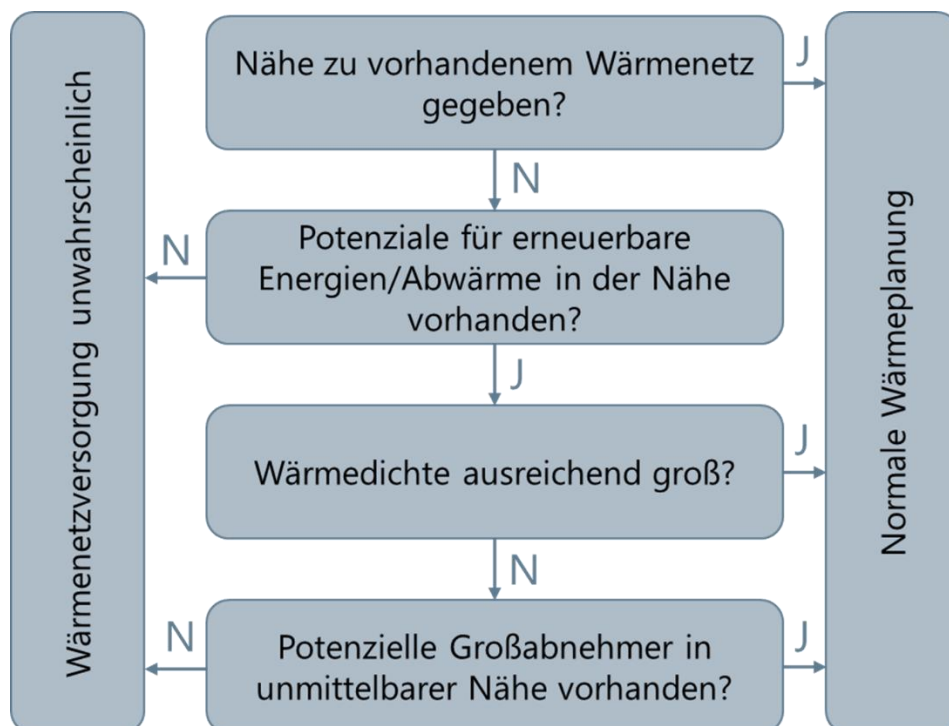


Abbildung 20 Flussdiagramm zur Einschätzung der Wahrscheinlichkeit einer Wärmenetzversorgung (Quelle: eigene Darstellung)

Obwohl sich die Erstellung der hier vorliegenden Wärmeplanung an den Vorgaben des technischen Annexes der Kommunalrichtlinie orientiert und somit eine

Eignungsprüfung nicht zwingend erforderlich ist [11], wurde die Eignungsprüfung in Teilen durchgeführt, um deren Ergebnisse in die weitere Wärmeplanung einfließen zu lassen. Insbesondere für die Identifizierung der Fokusgebiete und die Strategieentwicklung ist dies von großem Vorteil. Die hier angewandte Methodik orientiert sich dabei ausschließlich an Abs. 2 des § 14 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), spricht der Wahrscheinlichkeitsprüfung hinsichtlich einer zukünftigen Wärmenetzversorgung, während Abs. 3 des § 14, die Wahrscheinlichkeitsprüfung hinsichtlich einer Wasserstoffnetzversorgung, nicht berücksichtigt wurde. Hierzu wurden spezifische Kriterien definiert, welche in einem iterativen Prozess gemeinsam mit den beteiligten Akteuren entwickelt und validiert wurden. Dieser kooperative Ansatz gewährleistet, dass die Kriterien praxisnah und realistisch sind. Abbildung 20 zeigt das generelle Schema des methodischen Prozesses. Als Analyseebene für die Teilgebiete wurden die in Kapitel 3.1.3 definierten Baublöcke genutzt. Das kartografische Ergebnis der Analyse ist in Abbildung 21 dargestellt. Das Ergebnis zeigt gut, was das gesetzte Ziel der Eignungsprüfung ist: Teilgebiete in Stadtrandlage, die weniger dicht bebaut und somit für eine leitungsgebundene Versorgung weniger interessant sind, bedürfen keiner intensiven Betrachtung im Rahmen des Wärmeplanungsprozesses. Eine Versorgung durch dezentrale Versorgungsanlagen ist in diesen Gebieten sehr wahrscheinlich. Für Ehrenfriedersdorf zeigt sich hierbei eine erste Tendenz, welche Gebiete in den Fokus genommen werden müssen, weshalb sich das Ergebnis der Eignungsprüfung auch in der Auswahl der Fokusgebiete widerspiegelt (vgl. Kapitel 5.2.1).

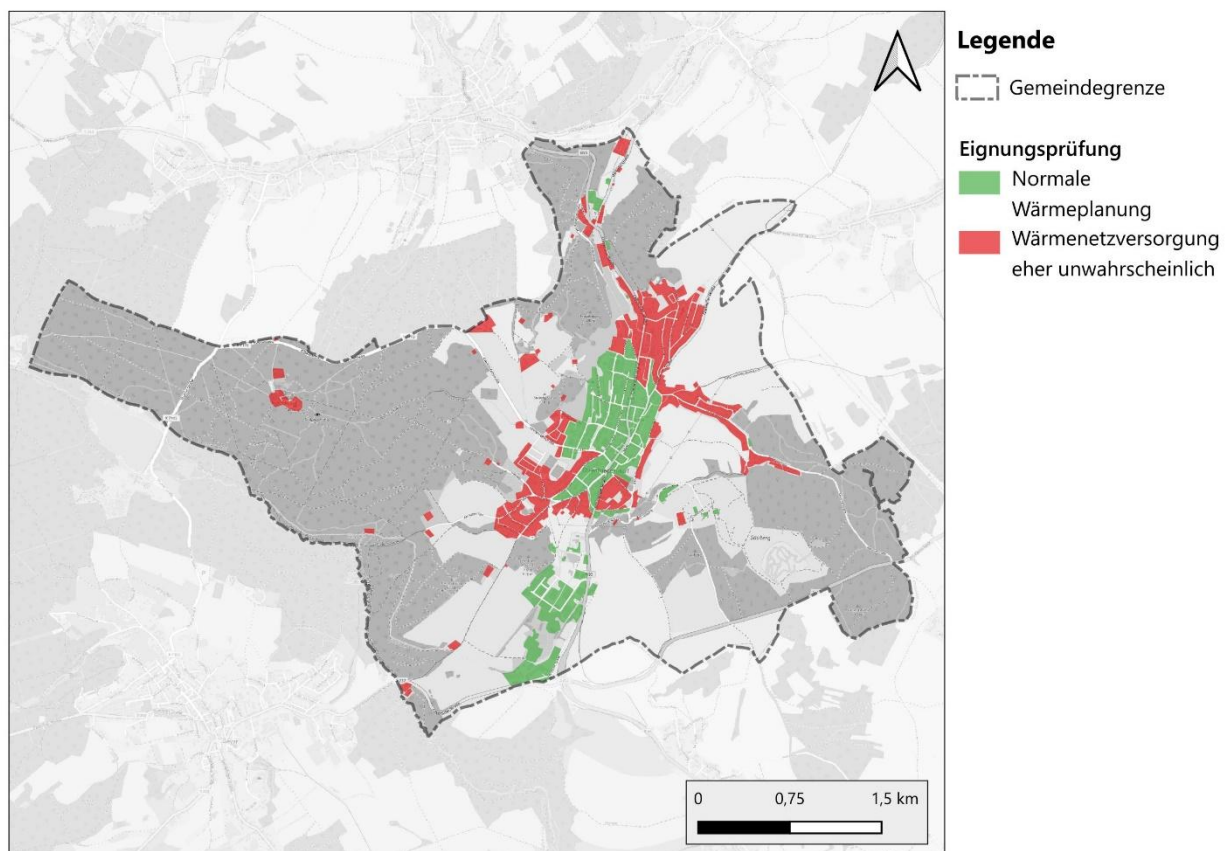


Abbildung 21 Ergebnisse der Eignungsprüfung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

3.6 Zusammenfassung

Die Wärmeversorgung in der Stadt Ehrenfriedersdorf ist derzeit durch eine starke Nutzung fossiler Energieträger geprägt, insbesondere durch eine nahezu flächendeckende Erdgasinfrastruktur. In den ländlich geprägten Siedlungsbereichen und Randlagen, in denen keine Erdgasversorgung vorhanden ist, dominieren dezentrale Versorgungssysteme. Im Stadtgebiet existiert zudem ein Wärmenetz im westlichen Bereich, das bereits seit 1978 betrieben wird und einen Teil der Gebäude mit einem Wärmemix aus überwiegend Hackschnitzeln, Erdgas und KWK-Anlagen versorgt. Die übrigen Bereiche werden entweder über die Erdgasinfrastruktur oder über dezentrale Systeme versorgt.

Die Analyse des Gebäudebestands zeigt eine heterogene Siedlungsstruktur mit einem kompakten, historisch gewachsenen Ortskern. Der Gebäudebestand umfasst überwiegend Wohngebäude, ergänzt durch gewerblich und öffentlich genutzte Gebäude. Die Wärmebedarfsanalyse, basierend auf 3D-Gebäudemodellen und Verbrauchsdaten, bestätigt, dass insbesondere im zentralen Bereich hohe Wärmeliniendichten auftreten. Diese Gebiete sind grundsätzlich für den Ausbau oder die Erweiterung von Wärmenetzen geeignet, wobei die dichte Bebauung auch Herausforderungen für Baumaßnahmen mit sich bringen kann.

Im Bereich der Wohnungswirtschaft konnten potenzielle Ankerkunden identifiziert werden, die für zukünftige Wärmenetzprojekte von strategischer Bedeutung sind. Die bestehende Wärmeversorgungsstruktur wird durch eine Vielzahl dezentraler Feuerungsstätten ergänzt. Erdgasbetriebene Anlagen dominieren, während Heizöl- und Biomasseanlagen ebenfalls in nennenswertem Umfang vorhanden sind. Die Daten zeigen neben einer Dominanz fossiler Kesselanlagen auch einen kontinuierlichen Zubau neuer Biomasseanlagen, insbesondere im Bereich kleiner Einzelraumheizungen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz für Ehrenfriedersdorf weist für das Jahr 2022 einen Gesamtendenergieverbrauch von 90 GWh aus, wovon der größte Anteil auf die privaten Haushalte entfällt. Der Wärmemix ist stark von Erdgas abhängig (über 60 % bei Haushalten, rund 65 % bei der Wirtschaft), während erneuerbare Energien wie Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme einen wachsenden, aber noch vergleichsweise geringen Anteil ausmachen. Die daraus resultierenden THG-Emissionen sind entsprechend hoch, wobei die Reduktion fossiler Energieträger und der Ausbau erneuerbarer Wärmequellen zentrale Hebel für die zukünftige Entwicklung darstellen.

Ergänzend wurde eine Eignungsprüfung gemäß § 14 WPG durchgeführt. Sie zeigt, dass die weniger dicht bebauten Randlagen für eine leitungsgebundene Versorgung eher ungeeignet sind. Diese Gebiete werden voraussichtlich langfristig durch dezentrale Systeme versorgt. Die Ergebnisse der Eignungsprüfung werden bei der Auswahl der Fokusgebiete für die weitere Wärmeplanung berücksichtigt.

Insgesamt zeigt die Bestandsanalyse, dass Ehrenfriedersdorf über eine solide Datenbasis für die strategische Weiterentwicklung der Wärmeversorgung verfügt. Die identifizierten Potenziale und Herausforderungen bilden die Grundlage für die nachfolgenden Kapitel zur Potenzialanalyse und Strategieentwicklung.

4 Potenzialanalyse zur Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen und lokalen Potenzialen

4.1 Lokale Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme

4.1.1 Flächenscreening

Zielstellung

Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen spielt bei der Entwicklung von Infrastruktur eine entscheidende Rolle. Speziell die Transformation eines gesamten Versorgungsbereiches, wie in diesem Fall die Wärmeversorgung, ist auf eine Flächenverfügbarkeit angewiesen, um konkrete Projektvorhaben in die Tat umsetzen zu können. Dies ist hierbei für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle nötig. So sind Standorte für Erzeugungsanlagen, wie beispielsweise Großwärmepumpen, genauso von Nöten wie Standorte für großflächigere Anlagen, wie bspw. ein Solarthermie-Kollektorfeld für eine direkte Wärmenutzung oder eine Photovoltaik-Anlage für eine wirtschaftliche Optimierung der elektrifizierten Wärmeversorgung. Ohne ausreichend große und geeignete Flächen kann die Installation dieser Anlagen nicht realisiert werden. Zudem ist die Nutzung von Flächen oft mit wirtschaftlichen Interessen verbunden. Akteure, die in die Energieinfrastruktur investieren, benötigen eine klare Perspektive auf die Rentabilität ihrer Projekte, die stark von der Verfügbarkeit und den Kosten der Flächen abhängt.

Um diesbezüglich einen ersten Fokus zu setzen, führen wir im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein Flächenscreening durch, das jene Flächen in den Fokus nimmt, deren Raumwiderstand möglichst gering ist. Raumwiderstand meint hierbei Widerstände oder Hindernisse, die die Nutzung oder Entwicklung eines bestimmten Raumes oder Gebietes negativ beeinflussen können. Diese Widerstände können physische, rechtliche oder soziale Barrieren umfassen, die die Planung und Umsetzung von Projekten erschweren. Dazu zählen beispielsweise bestehende Bebauungen, Naturschutzgebiete, rechtliche Vorschriften oder auch die Akzeptanz in der Bevölkerung. Auch die Eigentumsverhältnisse spielen eine zentrale Rolle, wobei dieser Faktor im Rahmen der hier vorliegenden Analyse keine Berücksichtigung findet, da diesbezügliche Gespräche erst Sinn ergeben, wenn es um konkrete Projektvorhaben geht. Die kommunale Wärmeplanung als Strategieplanung kann solche Prozesse nicht abbilden.

Methodik

Datenbasis der Betrachtung ist die gesamte Fläche der Stadt Ehrenfriedersdorf, nach den offiziellen Verwaltungsgrenzen, bezogen vom Landesamt für Geobasisinformation Sachsen [47]. Von dieser Fläche werden Ausschlussflächen abgezogen, um eine Gebietskulisse zu erhalten, deren Raumwiderstand minimal ist. Tabelle 3 zeigt die definierten Ausschlussflächen und deren Herkunft.

Tabelle 3 Definierte Ausschlussflächen und deren Herkunft

Ausschlussflächen	Herkunft
Alle Vorranggebiete	Regionalplan Chemnitz (genehmigt am 23. Januar 2025)
Flächennaturdenkmäler Naturschutzgebiete Landschaftsschutzgebiete Biosphärenreservate Nationalparks Naturparks	Schutzgebiete nach dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
Siedlung (außer AX_Halde) Verkehr Gewässer Vegetation (außer AX_Landwirtschaft, AX_Heide, AX_UnlandVegetationsloseFlaeche)	ALKIS-Bestandsdaten zur tatsächlichen Flächennutzung
Europäische Vogelschutzgebiete FFH-Gebiete	Natura 2000
Wald (CLC-Codes: 311, 312, 313)	Corine Land Cover 2018
TWSG für Talsperren Zone I und II TWSG für Grundwasser Zone I und II TWSG für Fließgewässer Zone I und II Heilquellenschutzgebiete Zone I und II	Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) § 46, 47
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete Festgesetzte Überschwemmungsgefähr- dete Gebiete	Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) § 72-75

Das so erzielte Ergebnis wurde anschließend gemeinsam mit Vertretern der Stadtverwaltung qualitativ geprüft, um auszuschließen, dass die ermittelte Flächenkulisse Bereiche enthält, die für eine anderweitige Entwicklung vorgesehen sind, oder auf denen bereits Bauvorhaben angedacht sind.

Abbildung 22 zeigt die auf diese Weise ermittelten Potenzialflächenanteile des gesamten Stadtgebiets. Dabei ist festzuhalten, dass Flächenpotenziale in unmittelbarer Nähe der in Kapitel 5.2 definierten Fokusgebiete ermittelt wurden.

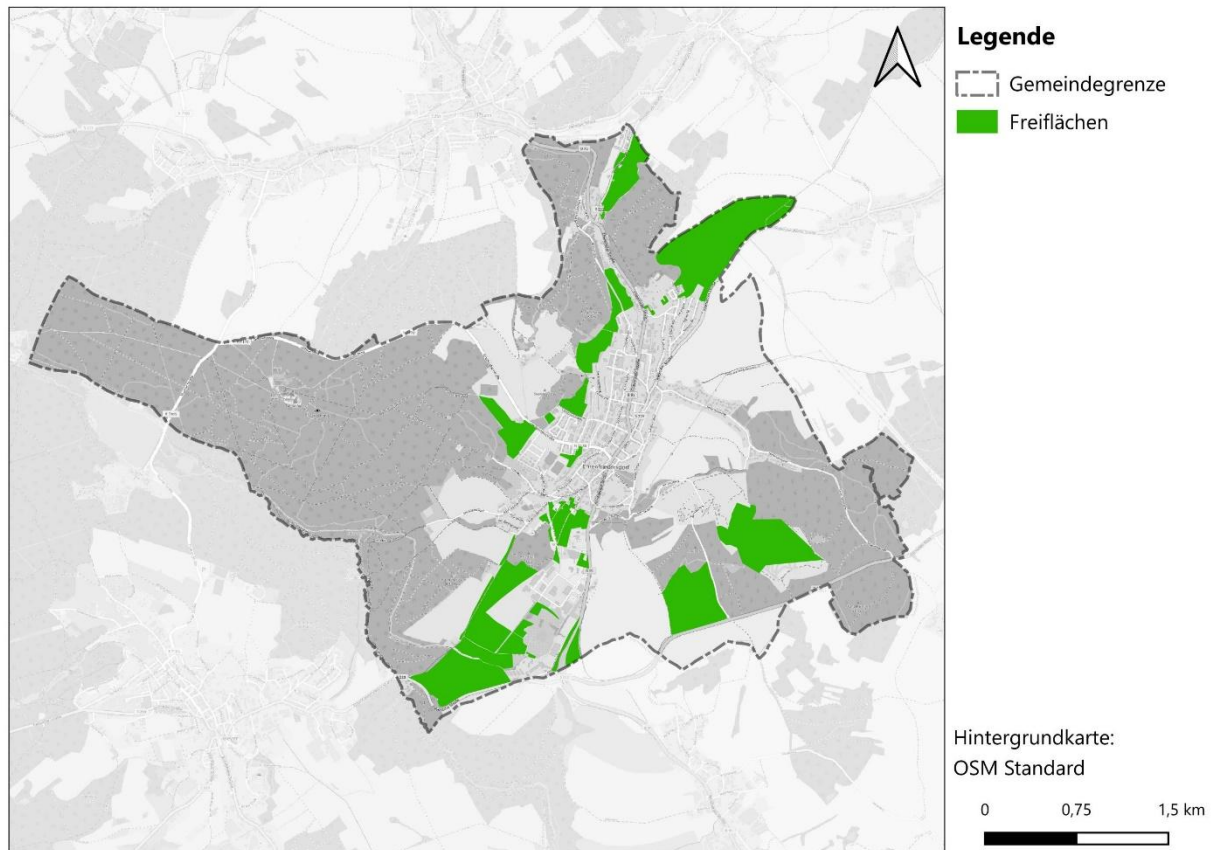


Abbildung 22 Ergebnis des Flächenscreenings (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

4.1.2 Geothermie

4.1.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Grundlagen

Die oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung der Erdwärme bis zu einer Tiefe von etwa 400 m. Diese Technologie nutzt die in der Erdoberfläche gespeicherte Wärme, deren Temperatur ab einer Tiefe von ca. 15 m konstant ist und somit ganzjährig zur Verfügung steht. Es gibt verschiedene Systeme zur Erschließung dieser Wärmeenergie.

Erdwärmesonden sind vertikale Systeme, die in Bohrlöchern installiert werden. Sie bestehen aus einem geschlossenen Rohrsystem, in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Diese Sonden benötigen weniger Fläche als die weiter unten beschriebenen Kollektoren, erfordern jedoch Zugang für Bohrgeräte und sind in der Regel kostenintensiver. Die Entzugsleistung variiert je nach Untergrund, bewegt sich aber um die 50 W/m.

Erdwärmekollektoren hingegen werden horizontal im frostfreien Bereich verlegt, typischerweise in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 m. Diese Systeme benötigen eine größere Fläche, die nicht überbaut werden darf, um eine Regeneration des Erdreichs

zu gewährleisten. Die Entzugsleistung variiert je nach Bodenbeschaffenheit und Klimazone und liegt zwischen 10 und 35 W/m².

Eine weitere Möglichkeit der oberflächennahen Erdwärmenutzung besteht in der energetischen Nutzung von *Grundwasser*. Da es für diese Technologie einer Einzelfallprüfung bedarf, wird in der weiteren Wärmeplanung auf eine nähere Betrachtung verzichtet.

Der große Vorteil bei der Nutzung der im oberflächennahen Erdreich gespeicherten Wärme liegt in der hohen Effizienz der Wärmepumpensysteme, die diese Form der Wärme nutzbar machen. Jene Effizienz, gemessen in der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (JAZ), hängt direkt von der Konstanz sowie dem Niveau der Quelltemperatur ab. Somit schneidet eine Erdwärmepumpe in puncto Effizienz im Vergleich zum Quellmedium Luft in den überwiegenden Fällen wesentlich besser ab. Dem gegenüber stehen die initialen Investitionskosten für die Installation von Erdwärmesonden oder -kollektoren. Diese sind höher als beim Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen, was in erster Linie auf die zusätzlich zu erbringenden Erdarbeiten zurückzuführen ist. Zudem sind die Genehmigungsverfahren komplexer und zeitaufwendig. Schließlich kann die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in dicht besiedelten Gebieten eingeschränkt sein, da ausreichend Platz für die Installation der Systeme benötigt wird.

Die rechtlichen Grundlagen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesondenanlagen sind in Sachsen im Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Sächsischen Wassergesetz (SächsWG), dem Bundesberggesetz (BBergG) und dem Geologiedatengesetz (GeolDG) verankert. Vor dem Bau einer Erdwärmesondenanlage ist eine Anzeigepflicht bei der unteren Wasserbehörde erforderlich, da die Bohrungen das Grundwasser beeinflussen können. Zusätzlich kann der Bau und Betrieb einer Erdwärmesonde eine Gewässerbenutzung darstellen, die eine behördliche Erlaubnis erfordert. Für Bohrungen, die tiefer als 100 m sind, gilt eine bergrechtliche Anzeigepflicht gegenüber dem Sächsischen Oberbergamt (SOBA). Alle Bohrungen müssen zudem gemäß dem GeolDG angezeigt werden.

Analyse und Methodik

Im Rahmen der hier vorliegenden Wärmeplanung soll das Potenzial für die oberflächennahe Geothermie näher betrachtet werden. Der Fokus liegt dabei auf einer dezentralen Versorgung per Erdwärmesonde. Der Vollständigkeit halber wird außerdem die dezentrale Versorgungsoption per Erdwärmekollektor betrachtet. Ziel der Analyse ist es darzustellen, welche Teilgebiete des Stadtgebiets für eine dezentrale Versorgung per oberflächennaher Geothermie ungeeignet sind. Dies kann als zusätzliches Argument für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung innerhalb dieser Gebiete herangezogen werden. Da die angestellten Berechnungen auf generalisierten Annahmen basieren, kann aus den Analyseergebnissen nur bedingt ein Rückschluss auf spezifische Fragestellungen zur Wärmeversorgung konkreter Gebäude erfolgen. Zur Ermittlung der Potenziale von Erdsondenfeldern, die im Rahmen einer zentralen Wärmenetzlösung zum Einsatz kommen können, dienen die Ergebnisse des Flächenscreenings (vgl. Kapitel 4.1.1).

Grundlage für die dargestellten Potenzialabschätzungen sind die amtlichen Flurstücke. Die Betrachtung beschränkt sich dabei auf jene Flurstücke, die einen Wärmebedarf aufweisen, sowie eine ausreichend hohe Bebauungsdichte besitzen. Die Fläche jener Flurstücke wird insofern reduziert, als dass die Grundflächen der

Gebäude sowie die festgelegten Wasserschutzgebiete (Zone I und II) abgezogen werden. Für die Erdwärmekollektoren wird diese Fläche um einen pauschalen Abschlagsfaktor reduziert, um anschließend anhand der technologischen Annahmen ein Wärmeergezeugungspotenzial zu berechnen. Für die Erdwärmesonden finden die Mindestabstände zur Grundstücksgrenze, zu den Gebäuden und zwischen den Bohrungen selbst Beachtung, indem jeder Bohrung ein definierter Flächenbedarf zugewiesen wird. Die maximale Bohrtiefe orientiert sich an der Grenze, ab der eine bergrechtliche Anzeigepflicht bestünde, um die Notwendigkeit eines zusätzlichen Genehmigungsverfahrens auszuschließen. Anhand der spezifischen Wärmeentzugsleistungen aus dem Geothermieatlas des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie [49], sowie der weiteren technologischen Annahmen kann auf diese Weise ebenfalls ein Wärmeergezeugungspotenzial bestimmt werden. Alle spezifischen Annahmen und Rahmenbedingungen sind in Tabelle 4 zu finden.

Tabelle 4 Technologische Annahmen und Rahmenbedingungen zur Potenzialermittlung der oberflächennahen Geothermie

Technologische Annahmen & Rahmenbedingungen	Wert
Mindestbebauungsdichte [%]	0,5
Spezifische Entzugsleistung [W/m ²] (Erdwärmekollektoren)	20
JAZ [-] (Erdwärmekollektoren)	3,5
Flächenbedarf/Bohrung [m ²] (Erdwärmesonden)	79
Bohrlochtiefe [m] (Erdwärmesonden)	100
JAZ [-] (Erdwärmesonden)	4
Vollbenutzungsstunden [h/a]	2.400

Ergebnisse

Die so ermittelten Wärmemengenpotenziale sind in Abbildung 23 für die Erdwärmekollektoren sowie in Abbildung 25 für die Erdwärmesonden dargestellt. Die hier abgebildeten Daten zeigen das theoretische Potenzial basierend auf öffentlichen Daten. Ein Ausschluss basierend auf technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist durchaus im Folgeprozess möglich. Es ist gut zu erkennen, dass einige Flurstücke hierbei besonders geeignet zu sein scheinen. Für die weitere Planung und Umsetzung entsprechender Geothermieanlagen ist jedoch immer eine

Einzelfallprüfung notwendig, da lediglich die Versiegelung durch Gebäude, nicht aber die Beeinträchtigung durch anderweitige Versiegelung, Pflanzenbestände oder sonstiger besonderer lokaler Hindernisse berücksichtigt wurde.

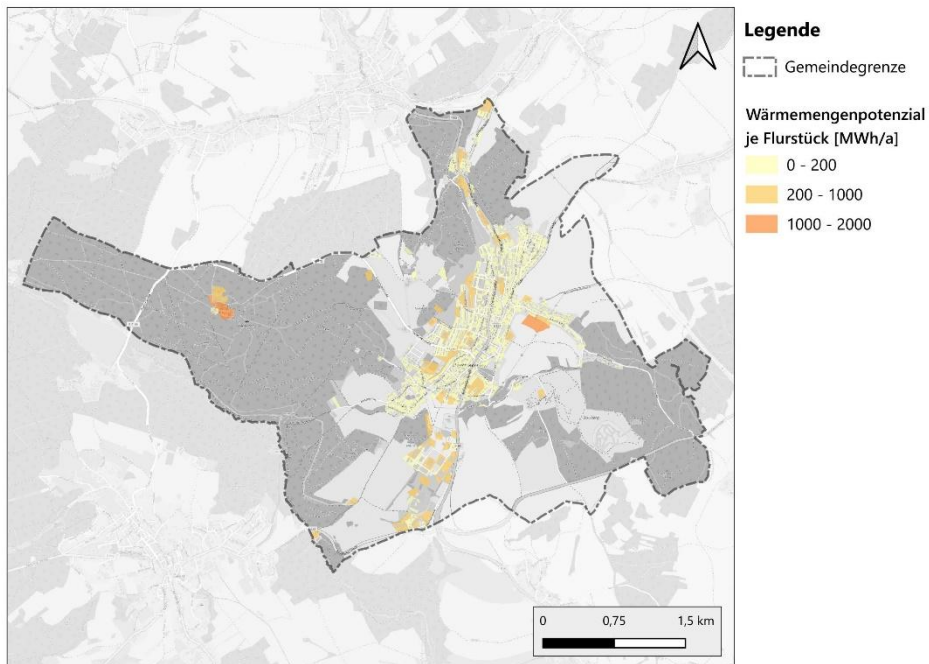


Abbildung 23 Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmekollektoren je Flurstück (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

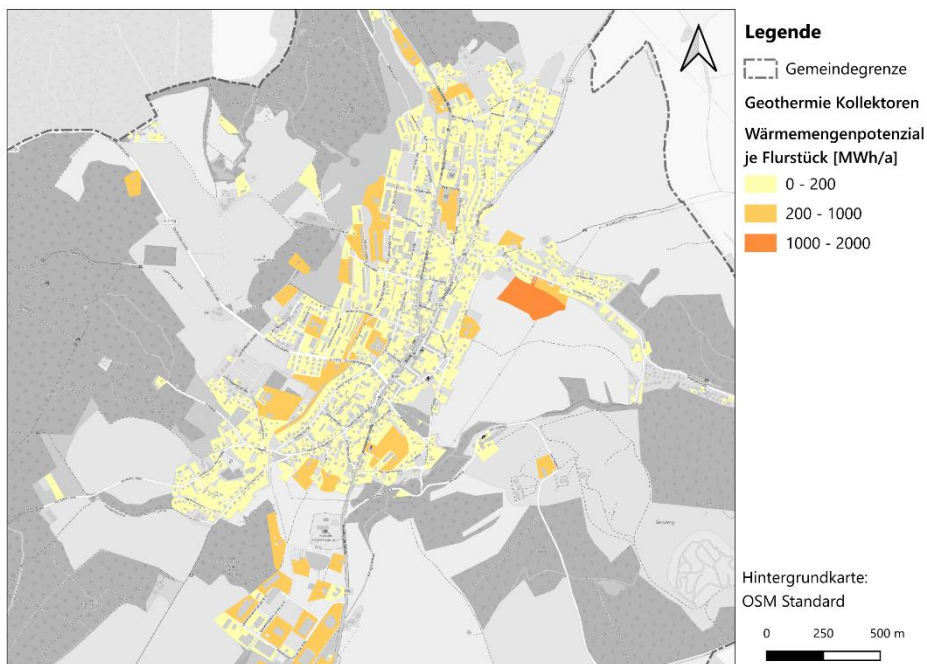


Abbildung 24 Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmekollektoren je Flurstück in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Abbildung 25 Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmesonden je Flurstück
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

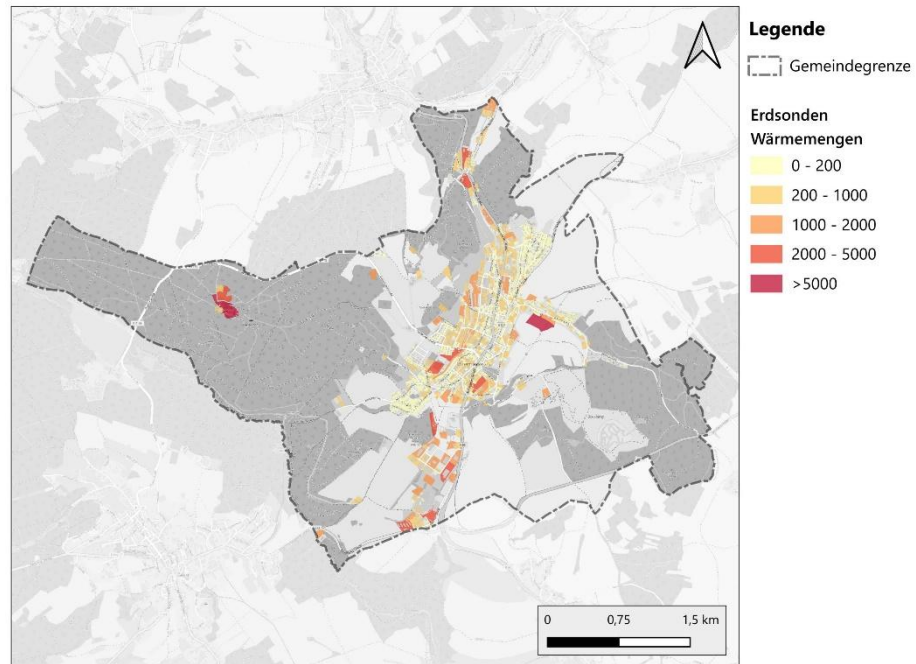
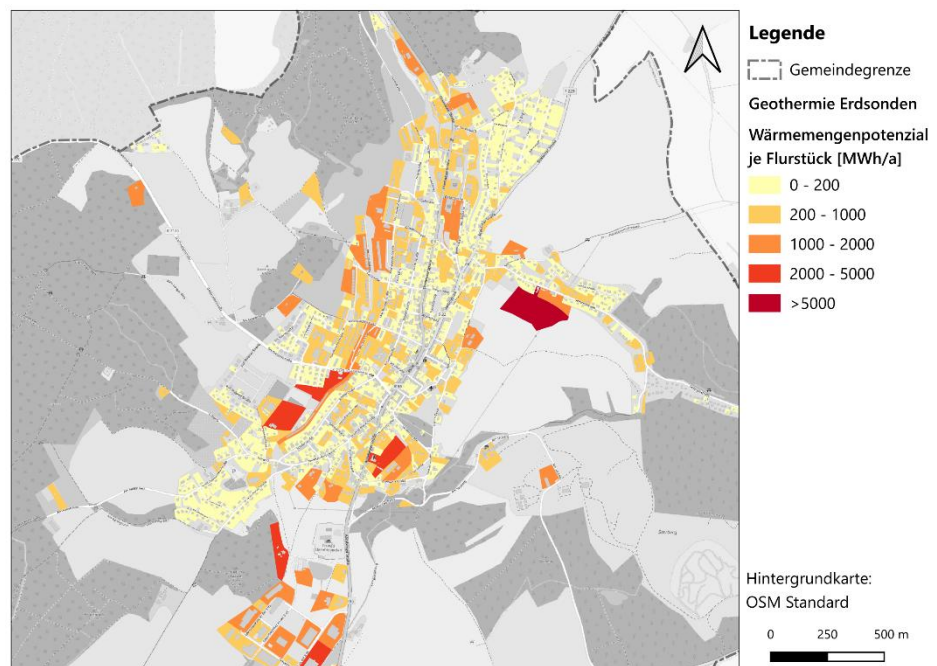


Abbildung 26 Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmesonden je Flurstück in der Kernstadt
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])



Zusätzlich stellen Abbildung 27 und Abbildung 29 jeweils dar, ob die berechneten Wärmemengenpotenziale ausreichen, um die auf dem Flurstück ermittelten Wärmebedarfe zu decken. Hierbei ist der wesentlich höhere Flächenbedarf der Erdwärmekollektoren gut daran erkennbar, dass eine Deckung des Wärmebedarfs per Kollektor lediglich in den weniger dicht bebauten Randgebieten möglich ist. Die fehlende Deckung per Erdwärmesonden beschränkt sich hingegen lediglich auf die dicht bebauten Kernbereiche der Stadt.

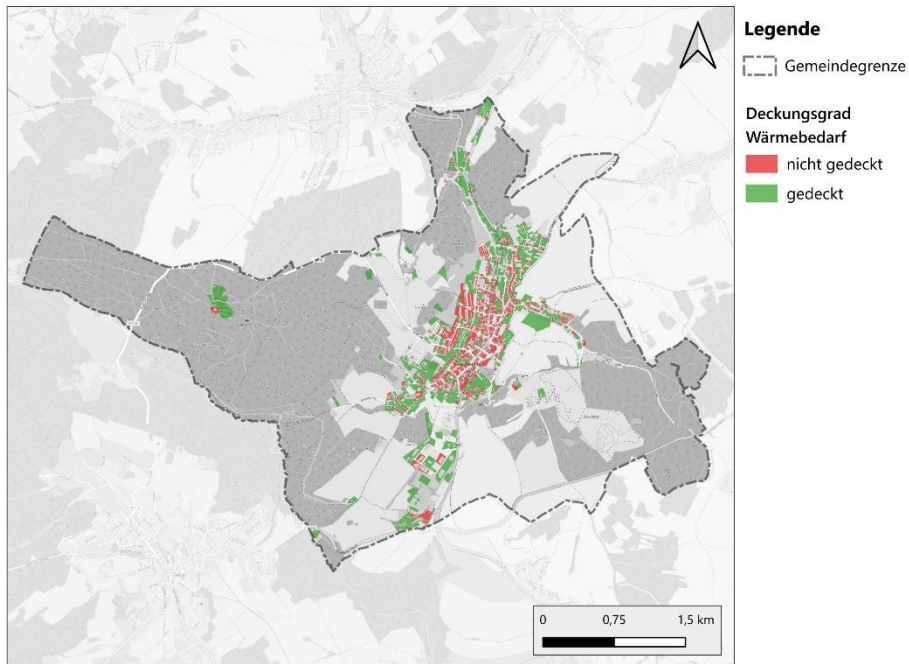


Abbildung 27 Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmekollektoren je Flurstück
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

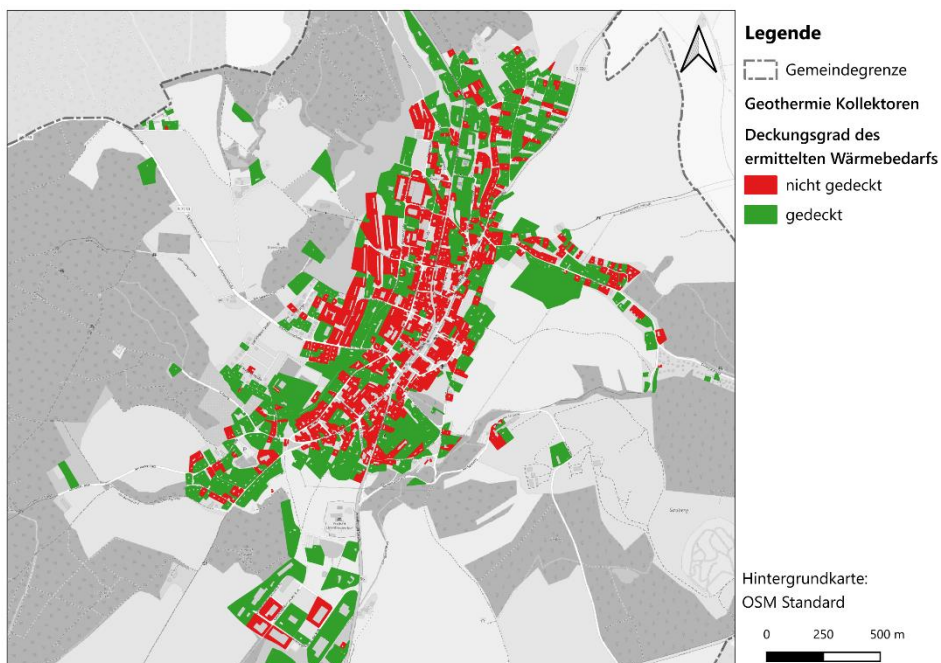


Abbildung 28 Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmekollektoren je Flurstück in der Kernstadt
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Abbildung 29 Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmesonden je Flurstück
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

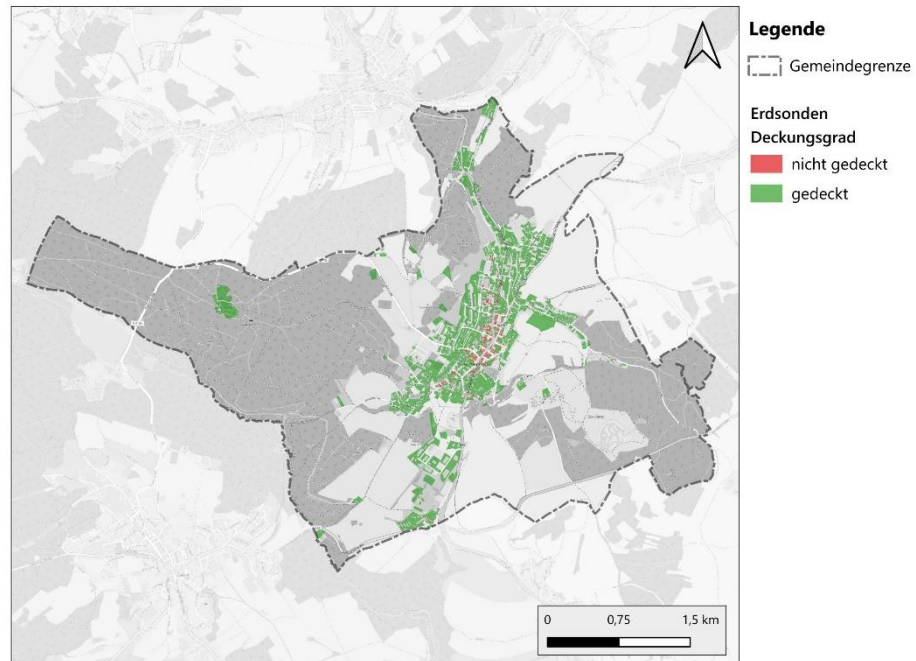
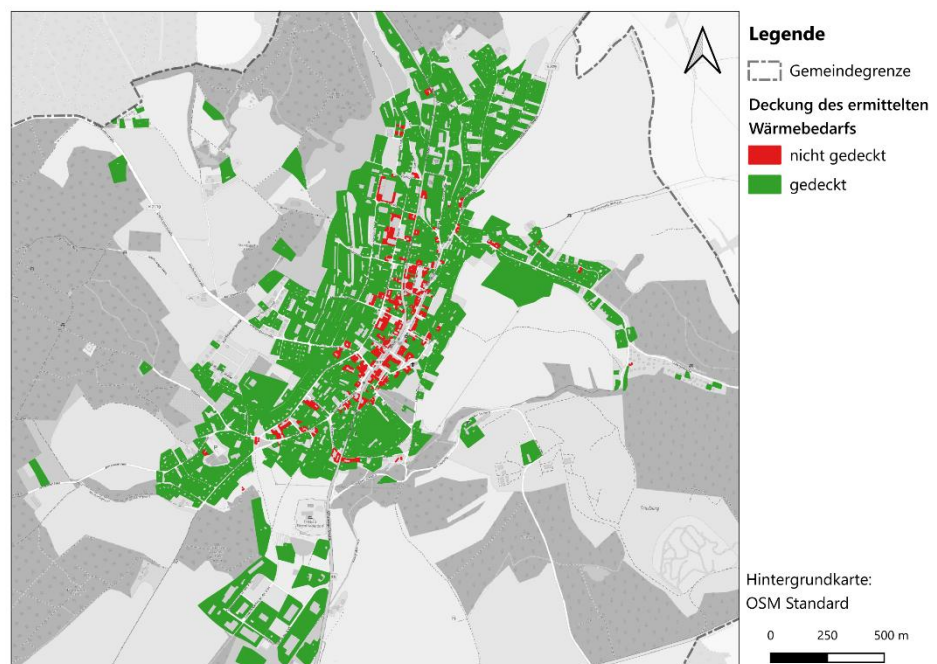


Abbildung 30 Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmesonden je Flurstück in der Kernstadt
(Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])



Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen (§ 7 SächsHohlVO)

Eine zusätzliche Einschränkung bei der Nutzung oberflächennaher Geothermie kann durch die Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 7 der Sächsischen Hohlraum Verordnung gegeben sein. Dabei handelt es sich um Gebiete, in denen unterirdische Hohlräume nach § 2 Abs. 1 eben jener Verordnung bekannt sind. Die Bergbehörde stellt bei Vorliegen eines berechtigten Interesses, insbesondere bei geplanten Bauvorhaben, auf Antrag eine Mitteilung über mögliche Gefahren und Einschränkungen der Nachfolgenutzung aus. Jedoch sind hier die Tiefen der Hohlräume individuell je Maßnahme zu berücksichtigen und zu prüfen, so dass die erschließbaren Potenziale nicht automatisch reduziert werden können. Abbildung 31 zeigt jene Gebiete innerhalb der Grenzen der Stadt Ehrenfriedersdorf.

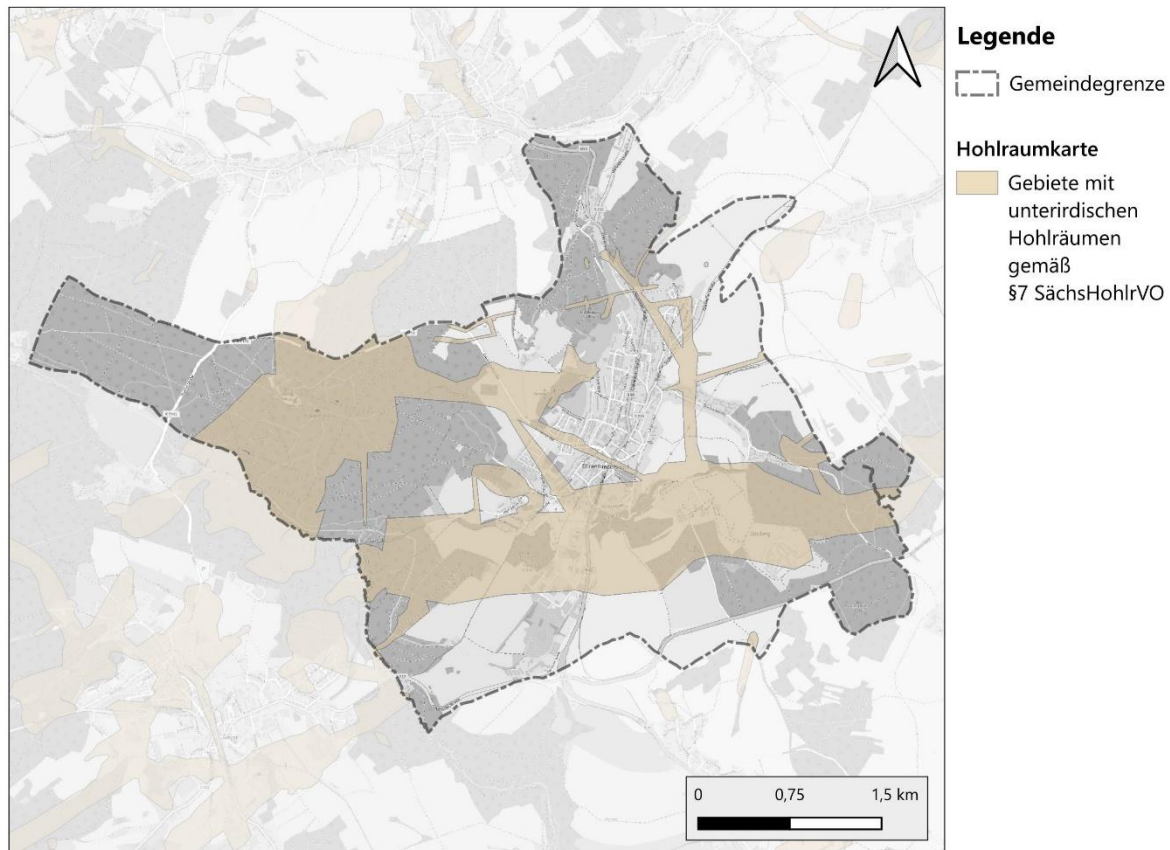


Abbildung 31 Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen (Hohlraumkarte) (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [51])

4.1.2.2 Grubenwassernutzung

Grundlagen

Die Nutzung von Grubenwasser als geothermische Wärmequelle stellt eine innovative und nachhaltige Option für die kommunale Wärmeversorgung dar. In Ehrenfriedersdorf ist diese Ressource das Ergebnis einer jahrhundertelangen Bergbaugeschichte, die ein weitverzweigtes System aus untertägigen Hohlräumen hinterlassen hat. Nach der Einstellung des Bergbaus füllten sich diese Hohlräume mit Wasser, das durch den Kontakt mit dem umgebenden Gestein kontinuierlich Wärme aufnimmt. Die Temperatur des Grubenwassers bleibt dabei über das Jahr hinweg weitgehend konstant und liegt im Bereich von etwa 10 bis 12 °C. Diese Stabilität macht Grubenwasser zu einer besonders attraktiven Wärmequelle für den Einsatz von Wärmepumpen, da die Effizienz solcher Systeme maßgeblich von der Quelltemperatur abhängt. [58]

Die geothermische Nutzung der Grubenwasseranlage Nord-West-Feld für die Beheizung der Schule und Kita erfolgt in Ehrenfriedersdorf über ein geschlossenes System. Dabei wird das Grubenwasser aus dem Grubengebäude gefördert, durch einen Wärmetauscher geleitet und anschließend wieder in das Bergwerk zurückgeführt. Auf dem Fließweg durch das Gebirge regeneriert sich die Temperatur des Wassers, sodass eine nachhaltige Nutzung über viele Jahre möglich ist. Die Effizienz und das nutzbare Potenzial hängen dabei von mehreren Faktoren ab: Neben

der Temperatur und dem Volumenstrom des Grubenwassers sind insbesondere die Länge des untertägigen Fließweges und die geologischen Eigenschaften des umgebenden Gesteins entscheidend. Die Mineralisierung des Grubenwassers ist in Ehrenfriedersdorf als moderat einzustufen, was den technischen Aufwand für die Anlagentechnik begrenzt und die Genehmigungsfähigkeit erleichtert. [58]

Die Potenzialstudie der TU Bergakademie Freiberg [58] hebt hervor, dass Grubenwasser im Vergleich zu klassischer oberflächennaher Geothermie ein erhöhtes Regenerationsvermögen aufweist. Dies ist auf die große Kontaktfläche zwischen Wasser und Gestein sowie auf die Möglichkeit zurückzuführen, gezielt Fließwege im Grubengebäude zu nutzen und so eine kontinuierliche Wärmeaufnahme zu gewährleisten. Gleichzeitig ist das Fündigkeitsrisiko – also das Risiko, kein nutzbares Wasser anzutreffen – im Vergleich zur Tiefengeothermie deutlich geringer, da die untertägigen Strukturen in Ehrenfriedersdorf gut dokumentiert und teilweise noch begehbar sind. Die vorhandene Infrastruktur, darunter das Besucherbergwerk und mehrere Bohrungen, erleichtert die Erschließung und Überwachung der Ressource. [58]

Standortbewertung Ehrenfriedersdorf

Das Ehrenfriedersdorfer Revier zählt zu den bedeutendsten Zinnerzlagern des Erzgebirges. Die Grubenbaue erstrecken sich über sechs Sohlen und sind durch den Tiefen Sauberger Stollen entwässert, der das Grubenwasserniveau konstant hält. Unterhalb dieses Stollens haben sich große Hohlräume mit einem Gesamtvolumen von etwa 1,5 Millionen Kubikmetern Wasser gebildet. Die Temperatur des Grubenwassers liegt im Bereich von 10 bis 12 °C und ist damit für die geothermische Nutzung optimal geeignet. Probenentnahmen und Analysen zeigen, dass es sich überwiegend um oberflächennahe Grundwässer handelt, die nur eine kurze Verweilzeit im Gebirge besitzen. Die Mineralisierung ist moderat, mit erhöhten Eisen- und Arsengehalten, jedoch ohne gravierende technische oder rechtliche Einschränkungen für eine energetische Nutzung. Die Zugänglichkeit ist durch das Besucherbergwerk und vorhandene Bohrungen gegeben. Die Risswerkskenntnis ist durch aktuelle und vektorisierte Karten sehr gut, was die Planung und Umsetzung von Grubenwasserprojekten erheblich erleichtert. [58], [59]

Die hydraulische Trennung einzelner Grubenfelder durch wasserdichte Dämme ermöglicht die gezielte Steuerung von Wasserständen und Fließwegen. Dies ist insbesondere für die nachhaltige Nutzung und die Vermeidung von thermischen Kurzschlüssen von Bedeutung. Die untertägigen Strukturen sind so angelegt, dass das geförderte und abgekühlte Grubenwasser nach der energetischen Nutzung in einen ausreichend entfernten Teil des Grubengebäudes zurückgeführt wird. Auf dem Weg zurück zur Entnahmestelle kann das Wasser erneut Wärme aus dem Gestein aufnehmen, sodass eine kontinuierliche Nutzung ohne kritische Abkühlung des Systems möglich ist. [6], [58]

Potenziale und technische Bewertung

Die Potenzialstudie der TU Bergakademie Freiberg bewertet das Grubenwasserpotenzial in Ehrenfriedersdorf als „gut“. Die untertägigen Strukturen bieten durch das große Hohlraumvolumen und die gute Zugänglichkeit günstige Voraussetzungen für eine geothermische Nutzung. Der modellierte Gesamtwärmebedarf der Stadt liegt bei etwa 43 GWh pro Jahr. Die Potenzialkarte weist insbesondere

im Stadtzentrum eine hohe Überschneidung von Grubenwasserpotenzial und Wärmebedarf aus. Die bereits bestehende Nutzung im Besucherbergwerk und an der Oberschule Ehrenfriedersdorf belegt die technische Machbarkeit. Die Simulationen zeigen, dass bei einer nachhaltigen Entnahme – unter Berücksichtigung des natürlichen Zuflusses – eine langfristige Nutzung ohne kritische Abkühlung des Systems möglich ist. Die maximal entziehbare Leistung hängt vom Volumenstrom und der Temperaturdifferenz ab. Bei einer Abkühlung des Grubenwassers um 6 K und einem Volumenstrom von 11 m³/h sind Leistungen im Bereich von 76 kW realisierbar. Höhere Entnahmestufen sind technisch möglich, erfordern jedoch eine genaue Überwachung der Temperaturentwicklung und des natürlichen Zuflusses. Dieser erfolgt in Ehrenfriedersdorf-West über das Grundwasser. Eine Erhöhung ist grundsätzlich denkbar, erfordert jedoch eine sorgfältige Analyse. Gleichzeitig besteht das Risiko diffuser Austritte, die bei Veränderung des Zustromregimes auftreten können. Darüber hinaus sind Genehmigungen und der zeitliche Rahmen für die Nutzung höherer Volumenströme zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts schwer einzuschätzen. Diese Aspekte sind bei der Planung und Überwachung zu berücksichtigen, um eine nachhaltige und sichere Nutzung des Grubenwassers zu gewährleisten. [6], [58]

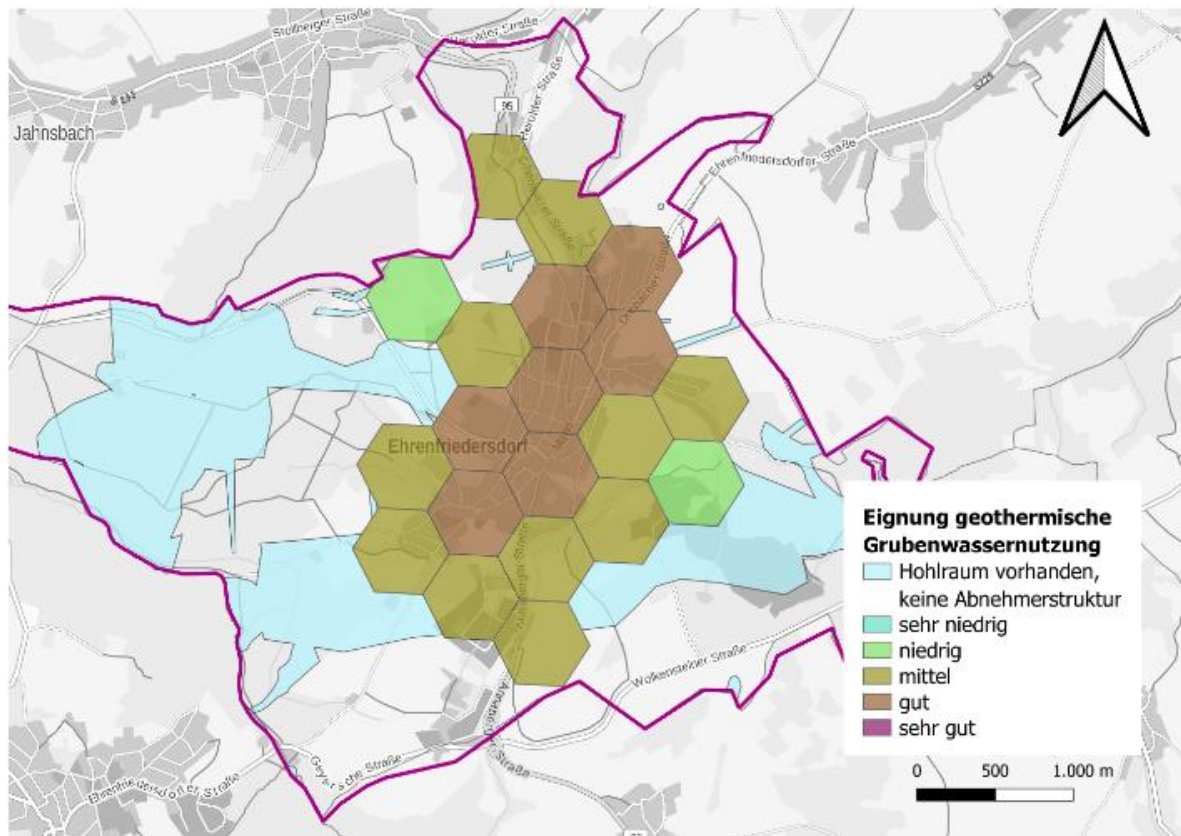


Abbildung 32 Eignung geothermische Grubenwassernutzung in Ehrenfriedersdorf (Quelle: [58])

Die numerischen Modellierungen aus dem Abschlussbericht der Bergakademie von 1993 [6] zeigen, dass das Auskühlen des Grubenbaus in den ersten Produktionsjahren – bedingt durch geringe Förderraten und das vorhandene „Warmwasser“-Reservoir im Grubenbau – kaum nachweisbar ist. Erst mit Beginn der dritten Ausbaustufe (72 m³/h) nach vier Jahren ist mit einer deutlichen Temperaturabnahme zu rechnen. Maßgeblichen Einfluss auf das Langzeit-Temperaturverhalten

des Grubenbaus hat dabei der natürliche Wasserzufluss in den Fluidkreislauf. Bei fehlendem natürlichem Zufluss kann ein Wärmetransport nur über die Wärmeleitung des Gesteins erfolgen, was die nutzbare Leistung begrenzt. Die Simulationen von 1993 belegen, dass bei einer nachhaltigen Betriebsweise und unter Berücksichtigung der natürlichen Zuflüsse eine Nutzung des Grubenwassers als Wärmequelle möglich ist. [6]

Praxisbeispiel: Grubenwasserbeheizung der Oberschule Ehrenfriedersdorf

Ein herausragendes Beispiel für die erfolgreiche Nutzung von Grubenwasser als Wärmequelle ist die Beheizung der Oberschule Ehrenfriedersdorf. Bereits seit 1994 wird dort Grubenwasser aus dem Nordwestfeld der ehemaligen Zinngrube zur Wärmeversorgung eingesetzt. Die Anlage zählt zu den ersten ihrer Art in Sachsen und dient als Referenzprojekt für die praktische Umsetzung der Grubenwassergeothermie. [59]

Das technische Konzept basiert auf einem geschlossenen Kreislauf mit Reinjektion. Grubenwasser wird über eine Förderbohrung aus einer Tiefe von etwa 150 m entnommen. Die durchschnittliche Temperatur des geförderten Grubenwassers liegt bei etwa 10 °C. Das Wasser wird durch einen Plattenwärmeübertrager geleitet, der die Wärme an einen Zwischenkreis abgibt. Die eigentliche Wärmeerzeugung kann über eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe mit einer Heizleistung von rund 95 kW erfolgen und wurde in der Vergangenheit so auch umgesetzt und betrieben. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts sind die Pumpen jedoch defekt und eine Neuinstallation befindet sich in der Planung (siehe 4.3.2). Die Wärmepumpe hebt das Temperaturniveau auf das für die Gebäudeheizung erforderliche Maß an. Nach der Wärmeentnahme wird das abgekühlte Grubenwasser über eine separate Leitung in eine Injektionsbohrung zurückgeführt und gelangt so wieder in das Grubengebäude. Der untertägige Fließweg zwischen Förder- und Injektionsbohrung beträgt etwa 3.000 m, sodass das Wasser auf dem Weg zurück zur Entnahmestelle erneut Wärme aus dem Gestein aufnehmen kann. [6], [58]

Die Anlage ist für einen saisonalen Betrieb ausgelegt: Während der Heizperiode wird das Grubenwasser neun Monate lang genutzt, gefolgt von einer dreimonatigen Sommerpause. Die Betriebsweise ist so gewählt, dass ein thermodynamisches Gleichgewicht zwischen entnommener und zugeführter Wärme erreicht wird. Die numerischen Simulationen zeigen, dass bei den gewählten Betriebsparametern eine nachhaltige Nutzung über viele Jahre möglich ist, ohne dass es zu einer kritischen Abkühlung des Grubenwassers kommt. [6]

Im Rahmen von Monitoringprojekten wurden die Effizienz und die Arbeitszahlen der Anlage regelmäßig dokumentiert. [59]

Die erfolgreiche Nutzung an der Oberschule belegt die technische Machbarkeit und das langfristige Potenzial der Grubenwassergeothermie in Ehrenfriedersdorf. Sie dient als Vorbild für weitere Projekte im Stadtgebiet und unterstreicht die Bedeutung dieser Ressource für die kommunale Wärmeplanung. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Planung neuer Anlagen ein und helfen, potenzielle Herausforderungen frühzeitig zu identifizieren und zu adressieren. [58]

Zusammenfassung und Ausblick

Ehrenfriedersdorf verfügt über ein signifikantes geothermisches Potenzial durch die Nutzung des Grubenwassers. Die Kombination aus großem Hohlraumvolumen, moderater Mineralisierung und guter Zugänglichkeit schafft günstige Voraussetzungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung. Die bestehenden Anlagen belegen die technische Umsetzbarkeit der Technologie. Für eine weitergehende Nutzung empfiehlt sich eine detaillierte Machbarkeitsstudie, die insbesondere die langfristige Temperaturentwicklung, den Einfluss des natürlichen Zuflusses und die Integration in ein kommunales Wärmenetz betrachtet. Dabei sollte auch der Kältebedarf mitgedacht werden, insbesondere für Gebäude mit Überhitzungsproblemen wie den örtlichen Kindergarten. Die Grubenwassergeothermie kann einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung leisten und ist als zentrale Option im kommunalen Wärmeplan zu berücksichtigen.

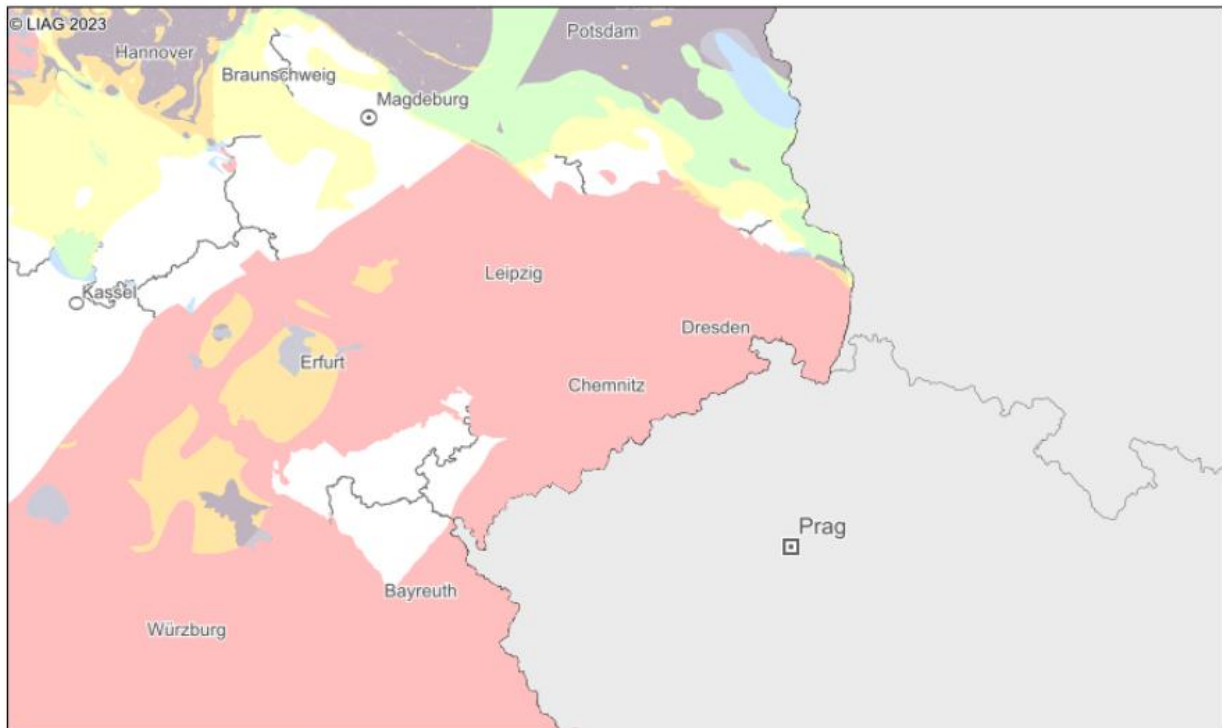
4.1.2.3 Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Tiefengeothermie beschreibt die Nutzung der Wärmeenergie, die tief in der Erdkruste gespeichert ist und aus Reservoirs in Tiefen von über 400 m gewonnen wird. Diese Energieform ermöglicht die Nutzung von Temperaturen im Bereich von 30 °C bis 170 °C, wobei die Leistung pro Bohrloch bei mindestens 0,2 MW liegt. Es wird in der Regel eine kombinierte Strom- und Wärmebereitstellung bei der Projektierung von Tiefengeothermieranlagen angestrebt.

Es gibt zwei Hauptarten der tiefen Geothermie: die hydrothermale und die petrothermale Geothermie. Hydrothermale Geothermie nutzt Gebiete, in denen Thermalwasser zirkuliert. Ein funktionierendes hydrothermales System erfordert eine ergiebige wasserführende Gesteinsschicht. Diese Methode ist in Deutschland bereits etabliert, insbesondere im bayerischen Molassebecken, wo zahlreiche Projekte erfolgreich umgesetzt wurden.

Petrothermale Geothermie hingegen greift auf die im Tiefengestein gespeicherte Wärmeenergie zurück, oft durch geschlossene Systeme oder verbesserte geothermale Systeme, auch bekannt als Enhanced Geothermal Systems (EGS). Hierbei dienen Kristallin- und Sedimentgesteine mit hohen Temperaturen als Reservoir. Diese Methode ist komplexer und weniger erprobt als die vorgenannte, jedoch gibt es einige Pilotprojekte, wie das EU-Forschungsprojekt in Soultz-sous-Forêts und das Projekt in Geretsried [31], welches einen künstlichen hydrothermalen Kreislauf nutzt, um perspektivisch Wärme für ein Fernwärmenetz bereitzustellen.

Das Geothermische Informationssystem GeotIS [29] bietet die Möglichkeit, Daten zu den verschiedenen Potenzialbereichen der Geothermie zu visualisieren. Dazu gehört auch die Einschätzung des tiefengeothermischen Potenzials in der Region. Sachsen ist dabei überwiegend geprägt von Gebieten petrothermischen Potenzials bzw. ist insbesondere in der Region Südsachsen nicht mit hydrothermischen Reservoirs zu rechnen (vgl. Abbildung 33).



Fachdaten

Geothermieatlas - Kompilation von Karten A-C

■ hydrothermisch	■ vermutet hydrothermisch
■ petrothermisch	■ hydrothermisch und petrothermisch
■ vermutet hydro. und petrothermisch	■ hydrothermisch und vermutet hydro.
■ hydro., verm. hydro. und petro.	

Abbildung 33 Auszug aus „Geothermisches Informationssystem für Deutschland“ (Quelle: [29])

Der Einsatz petrothermischer Systeme ist mit deutlich größeren Realisierungsrisiken verbunden als die Nutzung vorhandener Thermalwasserreservoirs. Nach der Durchführung der Erkundungsbohrungen gilt die Exploration erst als erfolgreich, wenn zwischen den beiden Bohrungen eine hydraulische Verbindung erzeugt werden kann, also Wasser, nachdem es ins Gestein eingebracht wurde, erwärmt wieder gefördert werden kann.

Der mit der Erkundung verbundene Aufwand hinsichtlich Standortsuche für die Bohrungen und der damit verbundenen Kosten mindern das Umsetzungspotenzial für diese Wärmequelle deutlich.

4.1.3 Umweltwärme

4.1.3.1 Luft

Die Nutzung von Luft-Wärmepumpen stellt derzeit eine der flexibelsten dezentralen Versorgungsoptionen für Wohngebäude dar. Durch Wärmepumpen kann

die Umgebungsluft fast überall, auch in städtischen Gebieten, als Umweltwärme genutzt werden. Bei dem Betrieb von Luft-Wärmepumpen kommt es allerdings zu Emissionen durch Lärm und es sollten Vorkehrungen zum Lärmschutz beachtet werden, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten. Um die Nachbarschaft nicht mit dem Geräuschpegel der eigenen Wärmepumpe zu belasten, wird meist ein Abstand von min. 3 m zum Nachbargrundstück empfohlen. In einigen Bundesländern gibt es hierzu verpflichtende Regelungen. In Sachsen wird lediglich eine Empfehlung ausgesprochen [52]. Im urbanen Raum wird außerdem auf die potenzielle Platzproblematik hingewiesen, wobei es hierfür Lösungen, wie die Ausführung der Außeneinheiten als Fassadenelement oder Dachintegration, gibt. Der Platzbedarf von Wärmepumpen ist in der Regel gering und moderne Geräte sind leiser als ältere Modelle. Luftwärmepumpen finden zunehmend Anwendung in Neubauten und können auch in Bestandsgebäuden effizient eingesetzt werden, wobei die Effizienz bei hohen Vorlauftemperaturen abnimmt. Das technische Potenzial der Umgebungsluft ist nahezu unbegrenzt.

In der Potenzialanalyse dieser Wärmeplanung wurden Gebäude identifiziert, auf deren Grundstücken aufgrund von Mindestabständen (min. 3 m zum Nachbargrundstück und max. 30 m zum zu versorgenden Gebäude) der Einsatz von Luft-Wärmepumpen kein Problem darstellt. Die Untersuchung wurde auf Basis von digitalen ALKIS Flurstücks- und Gebäudedaten [45] durchgeführt. Außerdem wurde die potenzielle Anschlussleistung der Luft-Wärmepumpen pro Gebäude berechnet. Die Anschlussleistung ist die maximale elektrische Leistung, die von der Wärmepumpe bei Volllast aus dem Stromnetz bezogen wird. Diese Angabe ist relevant für die Dimensionierung des Stromnetzes. Die Ergebnisse basieren dabei ebenfalls auf den ALKIS-Bestandsdaten, sowie der in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Wärmebedarfsanalyse. Zur Berechnung der Anschlussleistung wurde je nach Nutzungskategorie der Gebäude eine Annahme zu den Vollbenutzungsstunden des jeweiligen Heizsystems getroffen, weshalb die Ergebnisse, im Vergleich zu einer detaillierten Heizlastberechnung, lediglich als Orientierung dienen können. Bei der Umsetzung konkreter Vorhaben bedarf es entsprechend stets einer Einzelfallprüfung.

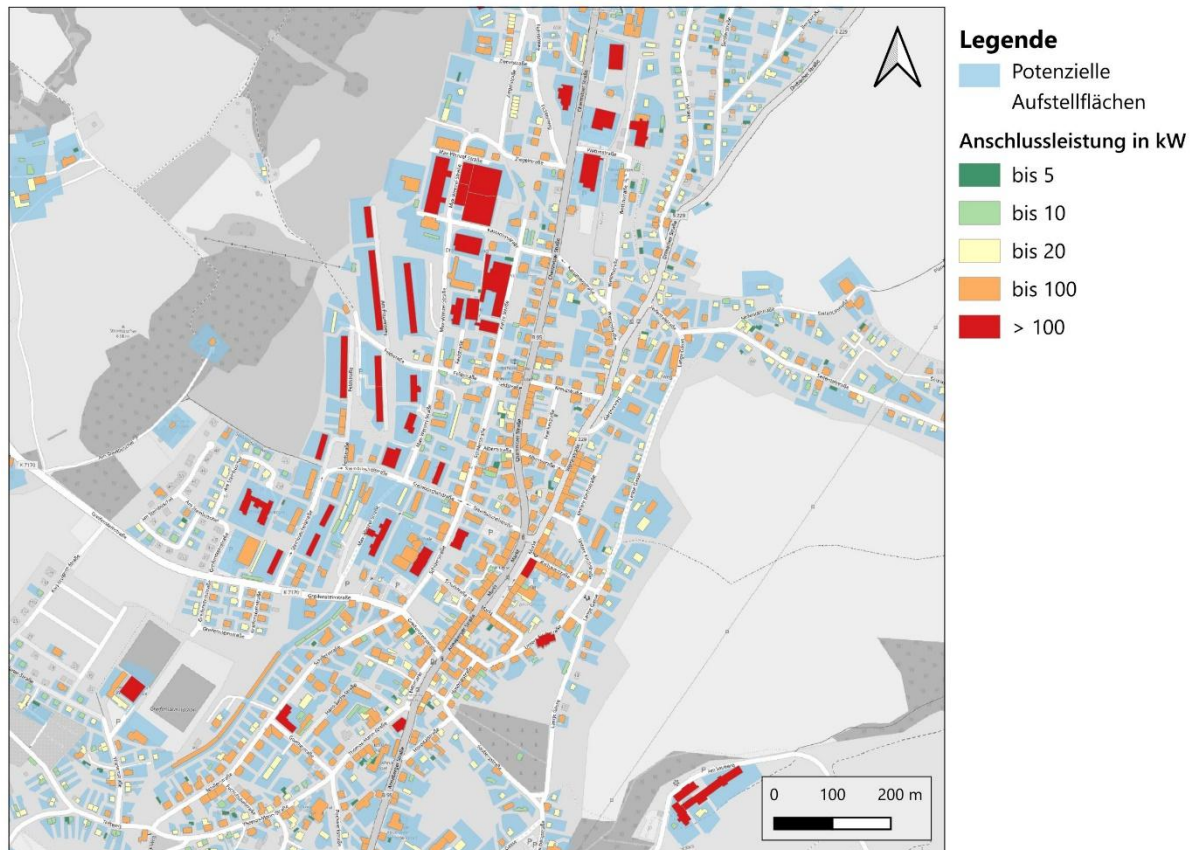


Abbildung 34 Analyse der potenziellen und zu prüfenden Aufstellflächen für die Außeneinheiten von dezentralen Luft-WP (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Abbildung 34 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt der kartografischen Darstellung der potenziellen Aufstellflächen sowie der klassifizierten Einteilung der Anschlussleistungen. Die Umsetzung erfordert eine individuelle Prüfung der Aufstellflächen und der technischen Rahmenbedingungen.

Über das gesamte Stadtgebiet ergibt sich die in Abbildung 35 dargestellte Verteilung der Anschlussleistungen in kW. Den größten Teil machen die Leistungen von über 5 kW bis 20 kW aus, welche mehrheitlich den Wohngebäuden zugeordnet werden können. Die Leistungsklassen von 20 kW bis über 100 kW repräsentieren gewerblich oder industriell genutzte Objekte, sowie große Wohnkomplexe.

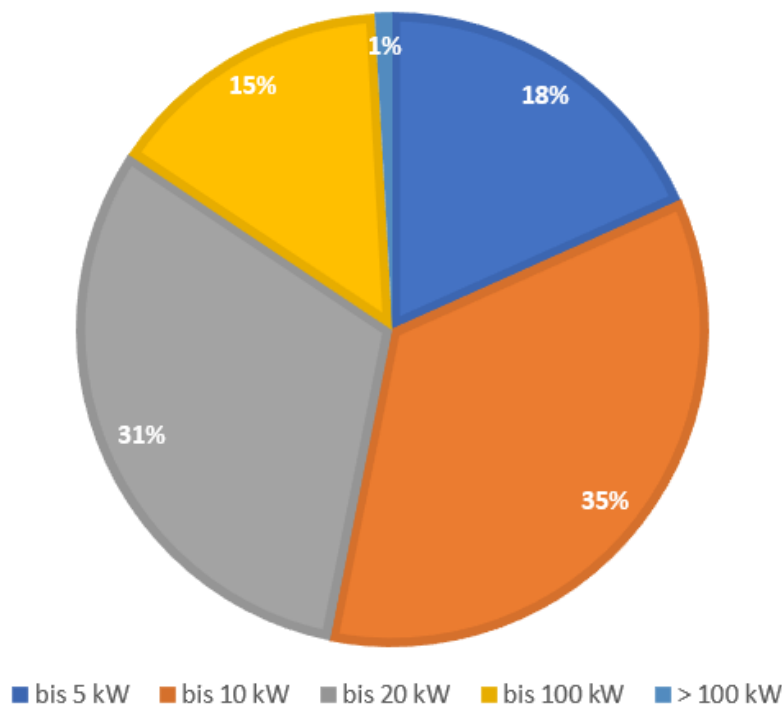


Abbildung 35 Verteilung der Anschlussleistung der Luft-Wärmepumpen in 5 Klassen (Quelle: eigene Darstellung)

Neben der dezentralen Nutzung zur Beheizung von Einzelgebäuden können Luft-Wasserwärmepumpen auch zur Wärmeerzeugung in Wärmenetzen genutzt werden. Vorteile liegen in der praktisch nicht vorhandenen Einschränkung der Nutzbarkeit der Wärmequelle Luft, bspw. im Vergleich zur Geothermie, und den vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Erzeugerarten. Weiterhin kann durch die Zentralisierung die Problematik der Schallemissionen, vor allem innerhalb von Wohngebieten, verringert werden. Wesentlicher Nachteil ist die im Vergleich zu anderen Umweltwärmequellen verringerte Effizienz, speziell an besonders kalten Wintertagen.

4.1.3.2 Oberflächengewässer

Die Potenzialanalyse von Oberflächengewässern nimmt die Nutzung der in Gewässern gespeicherten Wärmeenergie in den Fokus. Sie kann durch die Nutzung von Wasser-Wasser-Wärmepumpen erschlossen und nutzbar gemacht werden. Bei dieser Technologie wird Wasser aus dem Gewässer entnommen, als Quellmedium durch die Wärmepumpe geleitet und anschließend wieder in das Gewässer zurückgeführt. Eine weitere Möglichkeit ist die direkte Einbringung des Wärmeübertragers in das Gewässer. Mögliche Quellmedien sind stehende Gewässer wie Seen und Teiche, aber auch Fließgewässer. Gewässer weisen tendenziell eine konstantere Temperatur als das Quellmedium Luft auf, was für die Effizienz der Wärmepumpen von Vorteil ist (vgl. Kapitel 4.1.2.1). Temperaturextreme des Mediums Luft wirken sich dabei nicht unmittelbar auf die Gewässertemperatur aus.

Neben der quellenseitigen Verfügbarkeit eines Gewässers spielt bei der technischen Potenzialermittlung das Vorhandensein von entsprechenden Wärmesenken eine entscheidende Rolle. Neben der qualitativen Bewertung des sächsischen Gewässernetzes [50] wird deshalb im Rahmen der hier vorliegenden Analyse die

Distanz zwischen relevanten Oberflächengewässern sowie den in Kapitel 3.1.3 definierten Baublöcken ausgewertet. Im Ergebnis können so nicht nur die relevanten Gewässer aufgezeigt werden, sondern auch tatsächliche Projektansätze visualisiert werden.

Ergebnisse

Ehrenfriedersdorf wird von keinem Fließgewässer in relevanter Größe durchflossen und im Gemeindegebiet sind keine relevanten Standgewässer vorhanden. Somit haben Fluss- und Seethermie im Untersuchungsgebiet keine Relevanz.

4.1.3.3 Abwasser

Die Nutzung von Umweltwärme aus Abwasser stellt grundsätzlich eine Möglichkeit dar, erneuerbare Energiequellen für die Wärmeversorgung zu erschließen. Hierbei wird die im Abwasser enthaltene Wärme mittels Wärmepumpen in nutzbare Heizenergie umgewandelt. Die Attraktivität dieser Technologie liegt insbesondere in der ganzjährigen Verfügbarkeit der Wärmequelle mit relativ konstanten Temperaturen, was eine stabile Energiegewinnung ermöglicht. Besonders in urbanen Gebieten mit hohen Abwassermengen kann dies eine interessante Ergänzung zur lokalen Wärmeversorgung sein.

Für das Stadtgebiet Ehrenfriedersdorf liegen jedoch keine detaillierten Angaben zu Trockenwetterabflüssen oder zur Temperaturentwicklung im Kanalnetz vor. Nach Auskunft des zuständigen Abwasserzweckverbands (AZV) [1] betreibt der Verband eine zentrale Kläranlage in Gelenau mit einer Kapazität von 19.100 Einwohnerwerten (EW). Der mittlere Trockenwetterabfluss lag im Jahr 2024 bei etwa 60 l/s. Aussagen zur potenziellen Absenkung der Temperatur im Zulauf der Kläranlage konnten nicht getroffen werden.

Das Kanalnetz in Ehrenfriedersdorf ist überwiegend als Freispiegelkanal ausgeführt und umfasst sowohl Misch- als auch Trennsysteme. Zwei Regenüberlaufbecken sind im Stadtgebiet vorhanden. Die Inbetriebnahme der Kanäle erfolgte ab Mitte der 1990er Jahre. Eine Übersicht der Kanalabschnitte mit größeren Dimensionen wurde im Rahmen der Untersuchung bereitgestellt, detaillierte Abflussdaten für einzelne Abschnitte sind jedoch nicht verfügbar. Untersuchungen zur energetischen Nutzung der Abwassersysteme wurden für das Verbandsgebiet bislang nicht durchgeführt. [1]

Leitungen mit einem Rohrdurchmesser von mehr als 800 Millimetern eignen sich grundsätzlich für eine nähere Betrachtung des Nutzungspotenzials. Durch eine grobe Sichtung der übergebenen Leitungsverläufe lässt sich feststellen, dass entlang der Hauptstraßen wie der Chemnitzer Straße oder der Schillerstraße, Mischwasser-Leitungen mit einem Rohrdurchmesser von bis zu 1.400 Millimetern, verlaufen.

Aufgrund der fehlenden spezifischen Daten zu Trockenwetterabflüssen und der bislang nicht erfolgten Potenzialanalysen kann das Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme in Ehrenfriedersdorf derzeit nicht abschließend bewertet werden. Für eine fundierte Einschätzung wären weitergehende Untersuchungen und Messungen erforderlich, insbesondere zur Ermittlung der verfügbaren Abwassermengen und deren Temperaturverläufen im Jahresverlauf. Erst auf dieser Basis kann

geprüft werden, ob und in welchem Umfang die Nutzung von Abwasserwärme einen Beitrag zur lokalen Wärmeversorgung leisten kann.

4.1.4 Solarthermie auf Freiflächen

Solarthermische Freiflächenanlagen stellen eine Technologie zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien dar, bei welcher direkt die solare Wärme genutzt wird, um Wärmenetze zu versorgen. Im Vergleich zu Aufdachanlagen gibt es für solarthermische Freiflächenanlagen größere zusammenhängende Flächen, was die Effizienz erhöht. Das liegt daran, dass sie auf größeren Flächen installiert werden können, was eine bessere Ausnutzung der Sonnenenergie ermöglicht. Zudem ist die Integration in bestehende oder geplante Wärmenetze so einfacher zu realisieren. Die Integration dezentraler Solarthermieanlagen als Wärmeerzeuger in Fernwärmenetzen bildet bislang die Ausnahme.

Ein wesentlicher Vorteil der solarthermischen Freiflächenanlagen ist ihre Fähigkeit, auch in kleineren Städten oder Randlagen wie in Ehrenfriedersdorf realisiert zu werden. Das Stadtgebiet und seine Umgebung bieten geeignete Freiflächen in siedlungsnahen Bereichen, die potenziell für die solare Wärmegewinnung genutzt werden können. Aufgrund der kleinstädtischen Struktur und der vorhandenen Topografie (u. a. Hanglagen an der Wilisch und im Süden am Röhrgraben) ist jedoch eine sorgfältige Standortanalyse erforderlich. Eine mögliche Integration in ein zukünftiges Nahwärmenetz im Stadtgebiet oder in bestehende Wärmenetze, etwa in Verbindung mit kommunalen Liegenschaften oder Gewerbegebieten, ist denkbar. Die Anlagen könnten dabei mit Wärmespeichern kombiniert werden, welche entweder direkt am Standort oder innerhalb des geplanten Wärmenetzes installiert werden. Diese Speicher sind entscheidend, um den zeitlichen und saisonalen Versatz zwischen Wärmeangebot und -nachfrage auszugleichen (vgl. [44]).

Bei der Planung von solarthermischen Freiflächenanlagen ist ein Flächenscreening unerlässlich. Für Ehrenfriedersdorf wurde im Rahmen der Wärmeplanung ein solches Screening durchgeführt, um potenzielle Standorte für die Anlagen zu ermitteln (vgl. Kap. 4.1.1). Dabei wurden Flächen berücksichtigt, die nicht durch andere Nutzungen, wie beispielsweise Photovoltaik, eingeschränkt sind. Bei der Prüfung geeigneter Standorte treten diese beiden Technologien aufgrund der ähnlichen Anforderungen häufig in Konkurrenz. Diese Konkurrenz um Flächen zwischen solarthermischen Anlagen und Photovoltaik muss stets bedacht werden, um die optimale Nutzung der verfügbaren Flächen zu gewährleisten.

Die Anforderungen an die Flächen für solarthermische Freiflächenanlagen sind spezifisch. Es müssen ausreichend große Flächen (mindestens 2.000 m²) in der Nähe eines bestehenden oder zukünftigen Wärmenetzes verfügbar sein. Zudem sollten die Flächen eine geeignete Ausrichtung und Neigung aufweisen, um die maximale Sonneneinstrahlung zu nutzen. In der Regel eignen sich Konversionsflächen aus gewerblicher oder industrieller Nutzung sowie Flächen entlang großer Verkehrswege (vgl. [44]).

Solarthermieanlagen bilden in aktuellen Wärmeversorgungskonzepten einen Baustein mit eher untergeordneten Anteilen im Wärmemix, können aber z.B. relevant sein für die Regenerierung des Erdreichs beim Einsatz großer Geothermiefelder.

4.1.5 Biomasse

4.1.5.1 Grundlagen

Allgemein

Energie aus Biomasse ist vielseitig und kann in Form von festen, flüssigen oder gasförmigen Energieträgern bereitgestellt werden. Sie findet Anwendung sowohl in der Wärme- und Stromerzeugung als auch als Kraftstoff. Somit gilt sie als die flexibelste unter den erneuerbaren Energiequellen und kann fossile Brennstoffe in zahlreichen Bereichen ersetzen. Zudem ist ihr Energieangebot unabhängig von den schwankenden Verfügbarkeiten der Wind- und Sonnenenergie im Tages- oder Jahresverlauf. [9]

Bioenergie ist die am häufigsten genutzte erneuerbare Energiequelle weltweit. Ihre Potenziale sind zwar erheblich, jedoch insgesamt begrenzt. Die Biomasse, die zur Erzeugung von Bioenergie in Form von Wärme, Strom und Kraftstoffen verwendet wird, stammt hauptsächlich von forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie in geringem Maße aus aquatischen Systemen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Bioenergie leistet die Verwendung von biogenen Nebenprodukten, Reststoffen und Abfällen. Gemäß dem Prinzip "Nahrung zuerst" sollten landwirtschaftliche Flächen vorrangig für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden. [25]

Quellen von Biomasse

Die verschiedenen Quellen von Biomasse spielen eine entscheidende Rolle in der nachhaltigen Energieerzeugung und umfassen eine Vielzahl organischer Materialien aus unterschiedlichen Bereichen:

- Energiepflanzen, z. B. Mais, Raps, Rüben, Getreide, Gräser oder Dauerkulturen wie die Durchwachsene Silphie, Wildpflanzenmischungen oder Agrarholz (schnell wachsende Baumarten)
- Energie aus Waldholz [25]
- biogene Rest- und Abfallstoffe, z. B. holz- und forstwirtschaftliche Reststoffe, Reststoffe aus der Landwirtschaft, Siedlungsabfälle, biogene Reststoffe aus der Industrie [23]

Die Bioenergie-Potenziale in Deutschland variieren je nach regionalen Gegebenheiten in ihrer Größe und werden unterschiedlich stark genutzt. Aufgrund ihrer Standortunabhängigkeit ist auch eine überregionale Nutzung möglich. [25]

Konfliktpotenzial und Hemmnisse

Unproblematisch ist die Nutzung von Biomasse als Energieträger jedoch nicht. Biomassenutzung ist insbesondere dann klimafreundlich, wenn der in der Biomasse gebundene Kohlenstoff über einen langen Zeitraum gebunden bleibt. Wo immer dies technisch und wirtschaftlich möglich ist, soll daher die stoffliche einer energetischen Nutzung vorgezogen werden. Insbesondere Anbaubiomasse und Waldholz stellen hochwertige Rohstoffe dar und sollten folglich prioritär höherwertigen

stofflichen Nutzungen zugeführt werden. Von besonderer Bedeutung ist auch die Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen und die Frage, ob jene zur Nahrungsmittelproduktion genutzt oder für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden.

Zudem unterliegt die zukünftige Verfügbarkeit von Biomasse einer Reihe von Faktoren, welche aus heutiger Sicht schwer bzw. nicht einschätzbar sind:

- Krisen (z. B: Klimaänderung, Witterungsextreme)
- Verschiedene Szenarien der Futter- und Nahrungsmittelnutzung,
- Entwicklung der Biodiversität,
- Bodenqualität und -verfügbarkeit.

Dennoch gelten die nachhaltige Erzeugung und Nutzung von Biomasse als ein wichtiger Beitrag für das Erreichen von Klimaschutzzielen und zur Umsetzung der Energiewende. [12]

4.1.5.2 Biomassepotenziale in Ehrenfriedersdorf

Biogasanlagen

Im Gemeindegebiet der Stadt Ehrenfriedersdorf befindet sich derzeit keine Biogasanlage. Dies bedeutet, dass aktuell keine Infrastruktur zur energetischen Verwertung von Biomasse über anaerobe Vergärung vorhanden ist. Entsprechend besteht in diesem Bereich weder eine lokale Einspeisemöglichkeit für Biogas noch eine direkte Nutzung der entstehenden Wärme. Für zukünftige Planungen könnte dies als Hinweis auf ein potenzielles Entwicklungsfeld dienen, sofern geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Müll und Reststoffe

Die Entsorgung relevanter Stoffe, wie Biomüll oder Grünschnitt in der Stadt Ehrenfriedersdorf obliegt dem Landkreis Erzgebirgskreis. Der für die Abfallentsorgung verantwortliche Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestsachsen (ZA-SWS) teilt auf seiner Webseite die aktuellen Abfallbilanzen mit. Hierbei erfolgt die mengenmäßige Erfassung der gesammelten biogenen Abfälle auf Gebietsebene des Landkreises (Nord, Ost und West) jedoch nicht auf kommunaler Ebene.

Für die Jahre 2023 sowie 2024 stellt die ZA-SWS eine Abfallbilanz für den gesamten Landkreis zur Verfügung. [61] Den aktuellen Zahlen für das Jahr 2024 zufolge wurden für das Gebiet Ost, zu dem auch Ehrenfriedersdorf zählt, 1.657 t Bioabfall eingesammelt. Für den gesamten Erzgebirgskreis fallen im gleichen Jahr zusätzlich 7.551 t Grünschnitt an (Sammlung aus 16 Wertstoffhöfen sowie 12 Grünschnittannahmepätzen, inkl. Weihnachtsbäumen). Die weitere Verwendung der biogenen Abfälle findet außerhalb der Grenzen Ehrenfriedersdorf statt und steht somit zur kommunalen Nutzung nicht zur Verfügung.

Holzartige Biomasse

Nach Auskunft des zuständigen Revierförsters besteht für Waldresthölzer kein verwertbares Potenzial, da die Böden in der Bergbauregion eine unzureichende

Qualität aufweisen. Aus ökologischen Gründen wird jede im Wald verbleibende Biomasse für die Stabilität des Ökosystems benötigt.

Darüber hinaus stehen für Feuerholz ca. 600 Festmeter (FM) zur Verfügung, wovon bereits die Hälfte an die lokale Bevölkerung verkauft wird. Aus dem restlichen Feuerholz kann – nach einer überschlägigen Berechnung sowie abhängig von der Holzart – eine Wärmemenge von unter 1 GWh generiert werden.

4.1.6 Unvermeidbare Abwärme

Eine gesetzliche Grundlage für die Definition des Begriffs der unvermeidbaren Abwärme bildet das WPG. Nach § 3 Abs. 1 Nr. 13 WPG bezeichnet unvermeidbare Abwärme die Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, einer Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder in das Wasser abgeleitet werden würde. Abwärme wird als unvermeidbar eingestuft, wenn sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder anderen Gründen im Produktionsprozess nicht genutzt werden kann und eine Reduzierung mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist. Zudem wird gemäß § 3 Abs. 4 WPG Wärme, die aus der thermischen Abfallbehandlung stammt, als unvermeidbare Abwärme betrachtet, sofern sie unter Beachtung der Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes in der jeweils gültigen Fassung aus der energetischen Verwertung von Abfall gewonnen wird. Hierzu zählt auch die Wärme, die aus der thermischen Behandlung von Klärschlamm gemäß der Klärschlammverordnung in der jeweils geltenden Fassung resultiert.

Auch wenn aufgrund der unmittelbaren inhaltlichen Verknüpfung dieses Berichtes mit dem WPG die o. g. Begriffsdefinition zur Grundlage der Betrachtungen genutzt wird, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass bestehende Abwärmedefinitionen in Gesetzen, Verordnungen und Programmen zum Teil widersprüchlich und nicht umfassend sein können. Zu den für die Wärmeplanung relevanten und möglichen Abwärmequellen zählen insbesondere:

- Produktion (z. B. Raffinerien, Stahlverarbeitung, chemische Industrie, Nahrungs- und Genussmittel),
- Dienstleistung (z. B. Rechenzentren, Wäschereien, Kühlhäuser, (Ab-) Wasserwirtschaft)
- Abfallentsorgung (z. B. thermische Abfallbehandlung, Schließung von innerbetrieblichen Stoffkreisläufen),
- Energieumwandlung (z. B. Kondensationskraftwerke, Abgaswärme aus Verbrennungsprozessen, Wasserstoffelektrolyse) [4][44]

Ausgehend von den oben genannten Kategorien wurden im Verwaltungsgebiet der Stadt Ehrenfriedersdorf Unternehmen recherchiert, deren Branchenzugehörigkeit den oben genannten Kategorien zuordenbar sind.

Auf die Befragung der insgesamt neun Unternehmen (Abwärme und Großverbrauch) meldeten sich fünf zurück, was eine Rücklaufquote von über 50% ergibt. Dabei gaben keine der Firmen an, über Abwärme zu verfügen. Somit hat die Unvermeidbare Abwärme als Wärmequellenpotenzial im Untersuchungsgebiet keine Relevanz.

4.1.7 Grüner Wasserstoff

Die Potenzialanalyse für die Wärmeversorgung in der Stadt Ehrenfriedersdorf zeigt, dass lokal erzeugter Wasserstoff bislang nicht in Netzen verfügbar ist. Jedoch ist das vorhandene Erdgasnetz in Teilen zur Verteilung von Wasserstoff in der Region in der Lage. Im Rahmen der Verstärkung des Wärmewendeprozesses ist die Rolle von Wasserstoff in Ehrenfriedersdorf laufend neu zu bewerten. Zukünftig könnte Wasserstoff in der Wärmeversorgung auf verschiedene Weise eingesetzt werden, wie zum Beispiel durch die Nutzung der Abwärme aus Elektrolyseuren, die bei zeitweiligem Überschuss von erneuerbarem Strom, diesen in Wasserstoff umwandeln. Zudem kann Wasserstoff direkt in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) eingesetzt oder über Wasserstoffverteilnetze zu Endverbrauchern transportiert werden, wo er in dezentralen Anlagen verbrannt wird. Eine weitere Option ist die Umwandlung von Wasserstoff in Methan unter Verwendung von biogenem oder atmosphärischem Kohlendioxid.

Aufgrund der zu erwartenden höheren Energieträgerkosten und den Unwägbarkeiten in den verfügbaren Mengen ist das Potenzial zur Nutzung von Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in Wohngebäuden derzeit eher gering. Diese Aspekte und die Rolle der Anbindung der Kommune an das Wasserstoffkernnetz sind in Abschnitt 4.2.1 dargestellt.

4.1.8 Biomethan

Biomethan ist ein erneuerbarer Energieträger, der durch die Aufbereitung von Biogas gewonnen wird. Es entsteht mittels technologischer Abtrennung des Kohlendioxids vom Rohbiogas sowie der Reinigung von weiteren chemischen Bestandteilen. Während Rohbiogas 50–70 % Methan enthält, liegt der Methangehalt von Biomethan bei 80–98 %. Chemisch ist Biomethan identisch mit Erdgas. So reichen auch seine Verwendungsmöglichkeiten von der Strom- und Wärmegewinnung bis hin zum Einsatz als Kraftstoff. In Deutschland wird Biomethan fast ausschließlich in das Erdgasnetz eingespeist. Mit diesem Netz sind eine sehr gut ausgebaute Infrastruktur sowie Speicher- und Anschlussmöglichkeiten vorhanden. Dies ermöglicht eine Entkoppelung von Produktion und Nutzung, sodass das Gas unmittelbar und bedarfsgerecht als erneuerbarer Energieträger zur Verfügung stehen kann. Dementsprechend kann Biomethan zur Stabilisierung des zukünftigen Energiesystems beitragen. Auch für die direkte Wärmeversorgung von Städten ist Biomethan, z. B. im Hinblick auf eine Versorgung von Innenstädten mit erneuerbarer Wärme, von Interesse. So können reines Biomethan bzw. Erdgas-Biomethan-Gemische mit hoher Effizienz und ohne Umstellung in vorhandenen Heiz- und Brennwertkesseln verwendet werden.

Im Jahr 2006 gingen in Deutschland die ersten Produktionsanlagen für Biomethan in Betrieb. Die inzwischen ca. 220 Anlagen speisen bis auf wenige Ausnahmen in das deutsche Erdgasnetz ein. Im Jahr 2020 belief sich diese Menge auf 1 Mrd. Nm³. Bis zum Jahr 2030 könnte der Anteil an Biomethan von aktuell 1 % auf bis zu 40 % des derzeitigen Gasverbrauchs ansteigen, wenn das Gesamtpotenzial von Biomasse aus tierischen Exkrementen, Energiepflanzen, Stroh, Grünland sowie kommunalen und industriellen Reststoffen zur Biomethanerzeugung genutzt werden würde. [26]

Was den Handel mit Biomethan betrifft, so besteht einerseits die Option eines direkten Vertragsabschlusses zwischen Biomethanproduzenten (Einspeiser) und Biomethannutzern, andererseits haben Einspeiser auch die Möglichkeit, die Vermarktung des Biomethans über einen Händler abzuwickeln: Biomethanhändler erwerben Biomethan von unterschiedlichen Produzenten und vertreiben es wiederum an mehrere Kunden oder Verbraucher. Der Händler übernimmt somit den Transport, gegebenenfalls die Nachweisführung sowie die damit verbundenen Verträge. Im Unterschied zum Handel mit Erdgas muss beim Biomethanhandel ein Herkunftsnachweis erstellt werden. In Deutschland besteht die Möglichkeit, diese Herkunfts- und Eigenschaftsnachweise im Biogasregister der Deutschen Energieagentur (dena) zu dokumentieren. [24]

Auch wenn die aktuellen Rahmenbedingungen die deutsche Biomethanwirtschaft vor einige Herausforderungen stellen mögen, gilt es, die Vorteile von Biomethan hervorzuheben und intelligente Lösungen voranzubringen. Neben einer moderaten Neuerrichtung von Aufbereitungsanlagen kann auch die Umrüstung der vorhandenen Biogasanlagen für die Biomethanproduktion erwogen werden. [26]

Auf dem Verwaltungsgebiet der Stadt Ehrenfriedersdorf befindet sich keine Biogasanlage. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Berichtes lagen keine Informationen über geplante Vorhaben vor.

4.1.9 Großwärmespeicher

Die Aufgaben von Großwärmespeichern umfassen die Speicherung von Wärmeenergie, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und unerwünschte Lastspitzen im Tagesverlauf auszugleichen oder zu reduzieren. Sie ermöglichen die Nutzung lokal verfügbarer regenerativer Energiequellen, die starken Schwankungen unterliegen, und tragen zur effizienteren Nutzung von Energieressourcen bei. Großwärmespeicher sind entscheidend für die Integration erneuerbarer Energien und die Dekarbonisierung des Wärmesektors, insbesondere im Rahmen der kommunalen Wärmewende.

Die grobe Unterteilung von Großwärmespeichern je nach Einsatzgebiet erfolgt in [28]:

Niedertemperatur-Speicher: Diese werden in Niedertemperatur-Nahwärmenetzen eingesetzt, die Neubauten mit Flächenheizungen wie Fußbodenheizungen versorgen. Sie sind auch für die zentrale Trinkwarmwasserbereitung und Raumheizung über Fernwärmenetze geeignet, wobei eine Nachheizung zur Gewährleistung der erforderlichen Warmwassertemperatur notwendig ist.

Hochtemperatur-Speicher: Diese Speicher sind für die Wärmespeicherung auf Hochtemperatur-Niveau ausgelegt und werden in industriellen Prozessen eingesetzt, die hohe Vorlauftemperaturen benötigen. Sie sind besonders geeignet für energetisch wenig optimierte Bestandsgebäude und bieten ein großes Einsatzpotenzial in der Industrie, z. B. in der Metall-, Zement-, Glas- und Keramikbranche.

Erdwärmesondenspeicher: Diese nutzen das Erdreich oder Gestein als Speichermedium und sind häufig in Kombination mit solaren Wärmeversorgungen zur Gebäudeheizung und -kühlung im Einsatz. Sie sind besonders geeignet für Neubauten mit guter Wärmedämmung und Fußbodenheizung.

Grubenwasserspeicher: Grubenwasserspeicher nutzen das in stillgelegten Bergwerksstollen stehende Wasser als Wärmequelle oder -senke. Durch die ganzjährig nahezu konstanten Temperaturen eignet sich Grubenwasser für die Wärme- und Kälteversorgung mittels Wärmepumpen. Es bietet vor allem in ehemaligen Bergbauregionen ein hohes Potenzial für quartiersbezogene Anwendungen und ermöglicht eine stabile, mittel- bis langfristige Wärmespeicherung bei gleichzeitig hoher Nutzungszuverlässigkeit. Nähere Informationen dazu sind unter 4.1.2.2 beschrieben.

Zusätzlich erfolgt eine Unterteilung nach der Speicherdauer [44], [28]:

Saisonale Speicher: Diese sind für die langfristige Wärmespeicherung gedacht. Beispiele sind Erdbeckenspeicher und Aquifer-Speicher, die Wärme über längere Zeiträume, wie Jahreszeiten, speichern können.

Mittel- bis kurzfristige Speicher: Diese Speicher sind für mittelfristige Wärmespeicherung (wenige Wochen) und kurzfristige Wärmespeicherung (mehrere Stunden/Tage) ausgelegt. Ein Beispiel sind Behälterspeicher, die oft aus Stahlbeton bestehen und für kürzere Speicherzeiten geeignet sind.

Eisspeicher stellen eine weitere spezielle Form der Wärmespeicherung dar. Diese Systeme nutzen die latente Wärme des Phasenwechsels von Wasser zu Eis, um Energie effizient zu speichern und abzugeben. Eisspeicher werden vor allem zur Effizienzsteigerung von Wärmepumpen in Einzelgebäuden oder kalten Nahwärmenetzen eingesetzt. Durch ihre Fähigkeit, große Mengen an Energie bei niedrigen Temperaturen zu speichern, können sie die Leistung und Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen erheblich verbessern, insbesondere in gut gedämmten Neubauten, die eine konstante und zuverlässige Wärmequelle benötigen.

Spezifische bauphysikalische Anforderungen

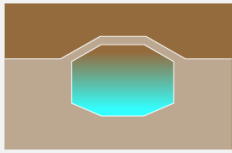
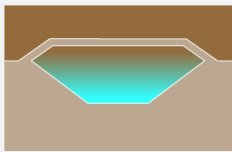
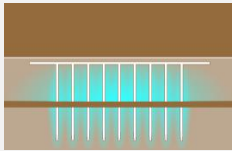
Um die Eignung von Großwärmespeichern am jeweiligen Standort einschätzen zu können, ist die Betrachtung von mehreren Aspekten auch mit Blick auf die spezifischen bauphysikalischen Anforderungen wichtig. Diese Faktoren müssen bei der Planung und Umsetzung von Wärmespeichern sorgfältig berücksichtigt werden, um eine optimale Leistung und Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

Standortfaktoren für Wärmespeicher umfassen mehrere Aspekte wie:

- geologische und hydrogeologische Bedingungen
- Baukosten und Wirtschaftlichkeit
- thermische Leistungsfähigkeit
- Materialien und Konstruktion
- Umwelt- und Klimabedingungen

Mit Blick auf die Baugrundverhältnisse spielen Bodentyp, Bodenklasse, Schichtenabfolge, Lage und Neigung des Grundwasserspiegels, hydraulische Durchlässigkeit des Untergrunds, Strömungsgeschwindigkeit und -richtung des Grundwassers eine wichtige Rolle bei der Gründung bzw. dem Einbau in das Erdreich. Bautechnische Anforderungen ergeben sich je nach Speichertyp und benötigten Baugrubenverbaumaßnahmen.

Tabelle 5 spezifische Anforderungen nach Speichertyp [53]

Speichertyp	Anforderungen
BEHÄLTER-WÄRMESPEICHER 	gutstehender Boden Bodenklasse II-III mindestens 2 m über Grundwasserhorizont; 5-15 m Tiefe bei ebenerdiger Anordnung keine Anforderungen an die Grundwassertiefe
ERDBECKEN-WÄRMESPEICHER 	gutstehender Boden Bodenklasse II-III mindestens 2 m über Grundwasserhorizont; 5-15 m Tiefe
ERDSONDEN-WÄRMESPEICHER 	gut bohrbarer Boden Bodenklasse I-III und entweder Grundwasser, geringe Durchlässigkeit ($k_f < 10^{-10}$ m/s) und Fließgeschwindigkeit (< 1 m/a) oder KEIN Grundwasser, dann auch hohe Durchlässigkeit möglich; 30-100 m tief
AQUIFER-WÄRMESPEICHER 	Aquifer mit hoher Porosität Grundwasser und hohe Durchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) notwendig geringe Fließgeschwindigkeit abgeschlossen nach oben und unten durch dichte Schicht; 20-50 m mächtig

Ein Einsatz von Großwärmespeichern ist in erster Linie bei Nutzung unestet verfügbarer erneuerbarer Energien relevant (z. B. Solarthermieranlagen, Flusstermie). Die potenziellen Flächen sollten sich gut erschließen lassen sowie eine Nähe zu Erzeugungsanlagen und wirtschaftliche Möglichkeiten zur Versorgung potenzieller Verbraucher aufweisen. Standorte in Gefährdungsflächen durch z. B. Hochwasserisiko, unterirdische Hohlräume oder Altlasten sind für bestimmte Speichertypen eher als ungünstig einzuschätzen.

Ist die Nutzung von solarthermischen Kollektorfeldern zur Beladung der Großwärmespeicher geplant, müsste die potenzielle Fläche eine entsprechende Größe zur Unterbringung der Absorberfläche aufweisen. Grundsätzlich sind Erdbecken-Wärmespeicher mit optimalen Oberflächen-Volumen-Verhältnissen (A/V) zur Reduzierung der Wärmeverluste und Speichervolumen ab 1.000 m^3 mit moderaten Dämmstärken umsetzbar.

Insgesamt gibt es Potenziale zur Umsetzung verschiedener Speicherkonzepte in Ehrenfriedersdorf. Die konkrete Technologie wird im Zuge weiterer Projektierungsschritte identifiziert. Bei ausreichenden Platzverhältnissen können einfache Speicherkonzepte (z. B. Erdbeckenspeicher) deutlich geringere Kosten verursachen als Speziallösungen auf engem Raum.

4.2 Regionale Potenziale der Wärmewende

4.2.1 Grüner Wasserstoff

Die vergangene Bundesregierung hat die damalige Schwerpunktsetzung im Ausbau der Wasserstoffnutzung in der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie gebündelt. Die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie der damaligen Bundesregierung zielt darauf ab, den Markthochlauf von Wasserstoff zu beschleunigen und die Transformation Deutschlands zu einer klimaneutralen Volkswirtschaft bis 2045 zu unterstützen. Bis 2030 soll die heimische Elektrolysekapazität von 5 GW auf mindestens 10 GW erhöht werden, wobei ein Großteil des Wasserstoffbedarfs durch Importe gedeckt wird. Wasserstoff wird insbesondere im Industriesektor und im Verkehr eingesetzt, während im Stromsektor Wasserstoff als systemdienlicher Stabilisator dient. Die Strategie verfolgt das Ziel, eine zuverlässige Versorgung mit grünem Wasserstoff, also mit erneuerbarem Strom hergestelltem Wasserstoff, zu erreichen, um die Klimaziele zu unterstützen und zur Dekarbonisierung der Industrie, des Verkehrs und der Energiewirtschaft beizutragen. Der Preis von Wasserstoff wird durch die Nachfrage beeinflusst, daher muss sich die staatliche Förderung auf Bereiche fokussieren, in denen der Wasserstoffeinsatz zwingend erforderlich ist. Die Preisentwicklung wird durch Förderprogramme wie Klimaschutzverträge unterstützt, die die Kostendifferenz zu konventionellen Technologien abdecken. Diese Fortschreibung ist ein integraler Bestandteil der deutschen Klimapolitik und zielt darauf ab, die Versorgungssicherheit und die technologische Führerschaft im Bereich Wasserstoff zu stärken. [13]

Die Importstrategie der vergangenen Bundesregierung für Wasserstoff und Wasserstoffderivate zielt darauf ab, eine zuverlässige und nachhaltige Versorgung Deutschlands mit diesen Energieträgern sicherzustellen. Ein Großteil des deutschen Wasserstoffbedarfs wird jedoch mittel- und langfristig durch Importe gedeckt werden müssen, welche bis 2030 etwa 50 bis 70 % des Bedarfs abdecken könnten. Dieser Anteil wird nach 2030 weiter ansteigen. Die Strategie umfasst sowohl pipelinegebundene als auch schiffbasierte Transporte, wobei mittelfristig ein Großteil des Wasserstoffbedarfs durch Pipelines gedeckt werden soll. Schiffstransporte werden insbesondere für Wasserstoffderivate eine bedeutende Rolle spielen. Die Importstrategie bezieht kohlenstoffarmen Wasserstoff in die Bedarfsdeckung mit ein, um frühzeitig eine verlässliche Versorgung sicherzustellen. Auch werden die Preise für Wasserstoff und seine Derivate durch die Importstrategie beeinflusst, indem die Nutzung von Erdgasimportinfrastrukturen zu Kostenersparnissen führen kann. Es wird dabei auf einen parallelen Aufbau von Importinfrastrukturen (bspw. Pipelines und über Schifffahrtswege) gesetzt, um die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten zu verbessern. Die Importstrategie soll zudem Investitionssicherheit für die Wasserstoffproduktion in Partnerländern schaffen

und den Aufbau notwendiger Importinfrastrukturen fördern. Ziel ist es, einen stabilen länderübergreifenden Wasserstoffmarkt zu etablieren, der die Grundlage für die Umstellung auf klimaneutrale Verfahren in Industrie, Verkehr und Energiewirtschaft bildet. [13] [14]

Wasserstoff könnte damit in der Wärmewende eine Rolle spielen. Jedoch wird die mögliche Nutzung von einigen unsicheren Faktoren begleitet. Zunächst ist die wirtschaftliche Perspektive von Wasserstoff im Wärmesektor mit erheblichen Risiken verbunden. Die Herstellungskosten von Wasserstoff sind hoch, und in der Phase des Markthochlaufs, die voraussichtlich bis in die 2040er-Jahre andauern wird, können die Preise aufgrund von Angebot und Nachfrage deutlich über den Herstellungskosten liegen. Dies macht eine wirtschaftliche Nutzung im Wärmesektor derzeit unwahrscheinlich. [44]

Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Notwendigkeit des Imports von Wasserstoff. Wie bereits oben dargestellt, ist angesichts des absehbar hohen Wasserstoffbedarfs in der Industrie und der begrenzten Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms in Deutschland davon auszugehen, dass der Wasserstoffbedarf nur sehr begrenzt durch nationale Erzeugung gedeckt werden kann. Ein Großteil des Wasserstoffs muss importiert werden, was die Abhängigkeit von internationalen Märkten und die damit verbundenen Preisrisiken erhöht. [44]

In Bezug auf die Raumwärme ist es wahrscheinlich, dass Wasserstoff keine wesentliche Rolle spielen wird. Die Nutzung von Wasserstoff im Wärmesektor ist durch hohe Umwandlungsverluste und Kosten belastet, was seine Eignung nur auf bestimmte Anwendungsfälle beschränkt. Zudem sind hohe Sicherheitsstandards erforderlich, und es gibt aktuell kaum Betreiber, die bereit sind, diese Risiken einzugehen. Daher ist zu erwarten, dass andere Sektoren (bspw. Industrie) eher Wasserstoff wirtschaftlich einsetzen können.

Ehrenfriedersdorf liegt bezogen auf die aktuell durch die Bundesnetzagentur genehmigte Wasserstoffkernnetzplanung in keinem direkten räumlichen Zusammenhang zu einer Neubau- oder Umstellungstrasse. Der regionale Erdgasnetzbetreiber strebt aber insbesondere zur Anbindung der Stadt Chemnitz eine Erschließung der Region im Rahmen möglicher Kernnetzprojekte an. Konkrete Vorhaben mit direktem Bezug zur Stadt Ehrenfriedersdorf sind zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichtes der Wärmeplanung nicht bekannt. Die langfristige Entwicklung der Wasserstoffpreise und die Verfügbarkeit von Wasserstoff sind unsicher, was sich erschwerend auf die Planung und Umsetzung von Wasserstoffprojekten im Wärmesektor auswirkt. Daher werden in der ersten Wärmeplanung alternative erneuerbare Energiequellen und Technologien stärker in Betracht gezogen, welche wirtschaftlich tragfähiger und weniger risikobehaftet sind.

4.3 Energieeinsparung

4.3.1 Wohngebäude

Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude ist in großem Maße abhängig von individuellen Entscheidungen zu Zeitpunkt und Ausmaß von

Sanierungen. Somit kann sich der aktuelle Sanierungszustand der einzelnen Wohngebäude in Ehrenfriedersdorf stark voneinander unterscheiden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Wärmeplanung liegt keine flächendeckende Information über den Sanierungszustand der Wohngebäude vor. Da auch die realen Energieverbräuche nicht in gebäudescharfer Auflösung vorliegen, kann keine Annäherung an den Sanierungszustand über einen Vergleich von tatsächlichen zu theoretischen Wärmeverbräuchen stattfinden. Aus diesen Gründen basiert die folgende Betrachtung rein auf der gebäudescharfen Wärmebedarfsanalyse, deren Methodik bereits in Kapitel 3.2.1 aufgeführt ist.

In Fortführung dieser initialen Analyse wurden ergänzend ebenso gebäudescharfe Wärmebedarfe für zwei definierte Sanierungszustände berechnet. Deren Ergebnisse wurden in Verbindung mit dem initial berechneten Wärmebedarf gebracht, bei dem ein teilsanierter Sanierungszustand (als Mittelwert zwischen einem unsanierten und „konventionell“ sanierten Zustand) angenommen wurde. Anschließend wurde die Differenz zwischen saniertem Zustand und dem angenommenen Ist-Zustand gebildet und eine aggregierte Form je Baublock als Grundlage für die folgenden Darstellungen ermittelt. Die nachstehende Abbildung zeigt dabei zunächst das Sanierungspotenzial der Wohngebäude je Baublock, wenn von einer vollständigen „konventionellen“ Sanierung ausgegangen wird. In den Karten zur „konventionellen“ und „zukunftsweisenden“ Sanierung gilt es zu beachten, dass Baublöcke mit einem Potenzial von <1% mit „kein Potenzial“ ausgewiesen werden.

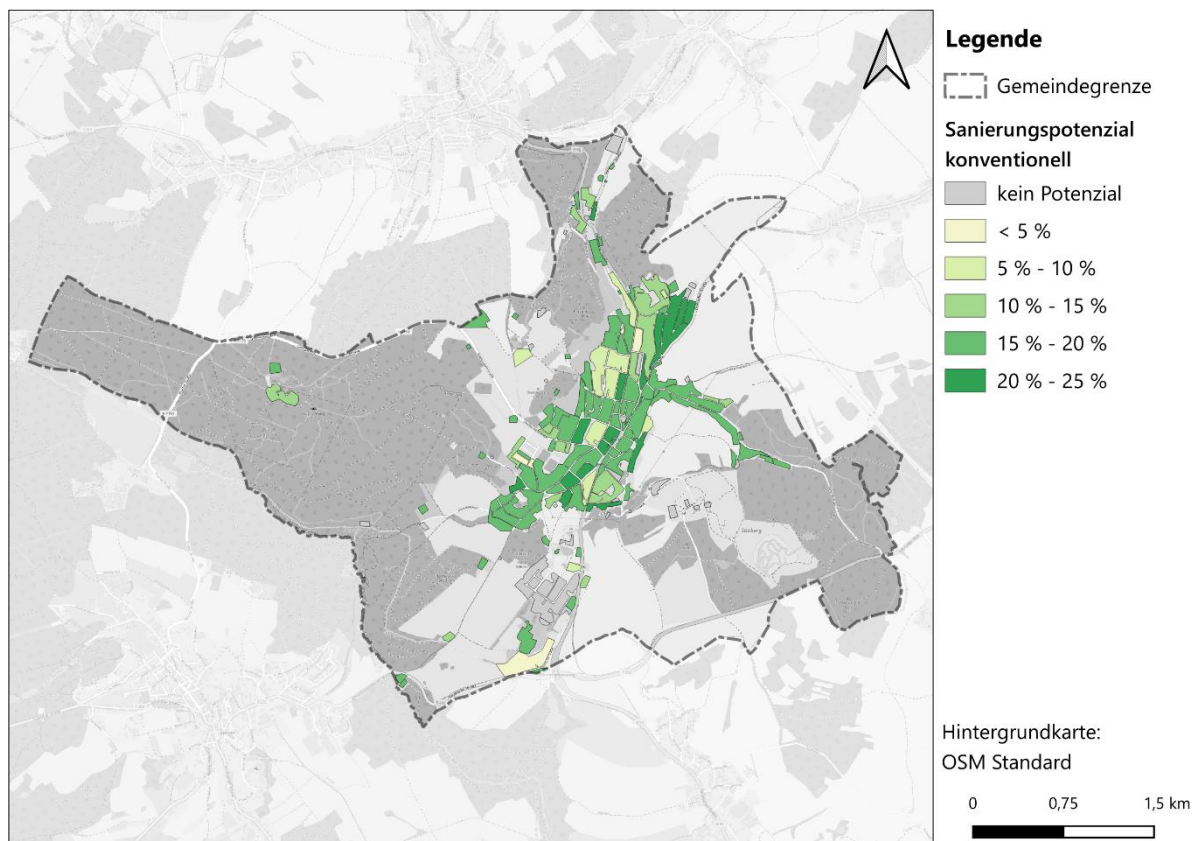


Abbildung 36 Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei konventioneller Sanierung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

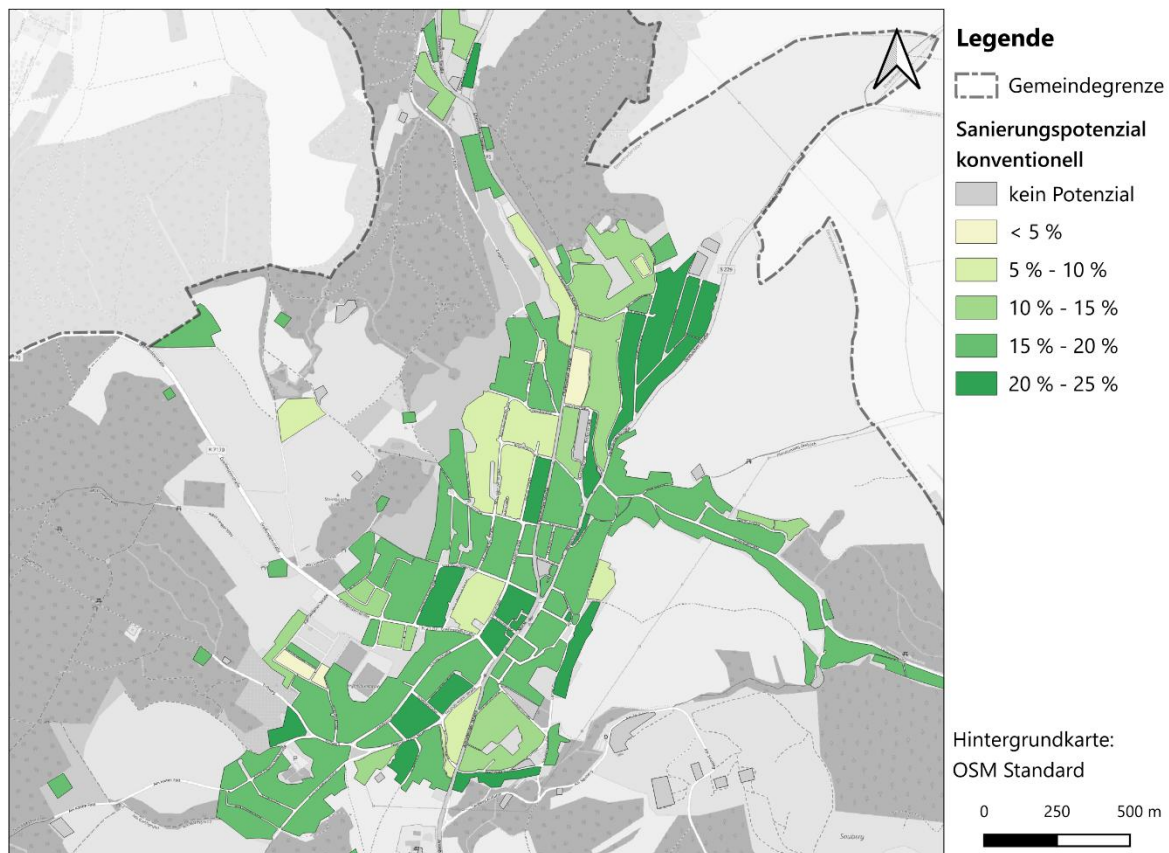


Abbildung 37 Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei konventioneller Sanierung in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Die Bezeichnung „konventionelle“ Sanierung entstammt dabei der den angenommenen Wärmebedarfen zugrundeliegenden TABULA-Gebäudetypologie des Instituts für Umwelt und Wohnen (IWU)[33] und entspricht einer praktischen Umsetzung der Mindeststandards in Anlehnung der Energieeinsparverordnung aus dem Jahr 2014. Als ambitionierterer Sanierungszustand wird weiterhin eine „zukunftsweisende“ Sanierung beschrieben, die näherungsweise den Dämmstandards von Passivhäusern entspricht. Analog zur Abbildung 36 sind in Abbildung 38 die Sanierungspotenziale der Wohngebäude bei einer ambitionierten „zukunftsweisenden“ Sanierung dargestellt. Weitere Details zu den Annahmen hinter diesen beiden Sanierungszuständen, inklusive bauteilscharfer Informationen, sind in der IWU-Gebäudetypologie zu finden.

Im Ergebnis zeigen beide Darstellungen, dass Sanierungspotenziale im Wohngebäudebestand Ehrenfriedersdorfs existieren, diese jedoch aufgrund verschiedener Baualtersklassen und Gebäudetypen lokal unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Bei der Annahme einer flächendeckenden „konventionellen“ Sanierung ergeben sich Sanierungspotenziale je Baublock von bis zu 25 %. Das Potenzial einiger Baublocke fällt deutlich geringer aus, da die vorliegende Bausubstanz, beispielsweise durch höhere energetische Anforderungen beim Bau jüngerer Gebäude, bereits zu großen Teilen dem Anforderungsprofil einer „konventionellen“ Sanierung nach IWU-Gebäudetypologie entspricht. Bei einer „zukunftsweisenden“ Sanierung zeigen sich naturgemäß deutlich höhere Sanierungspotenziale, die zum Teil höher

als 80% ausfallen können, sich jedoch überwiegend im Bereich von 40 bis 80 % gegenüber dem angenommenen Ist-Zustand befinden.

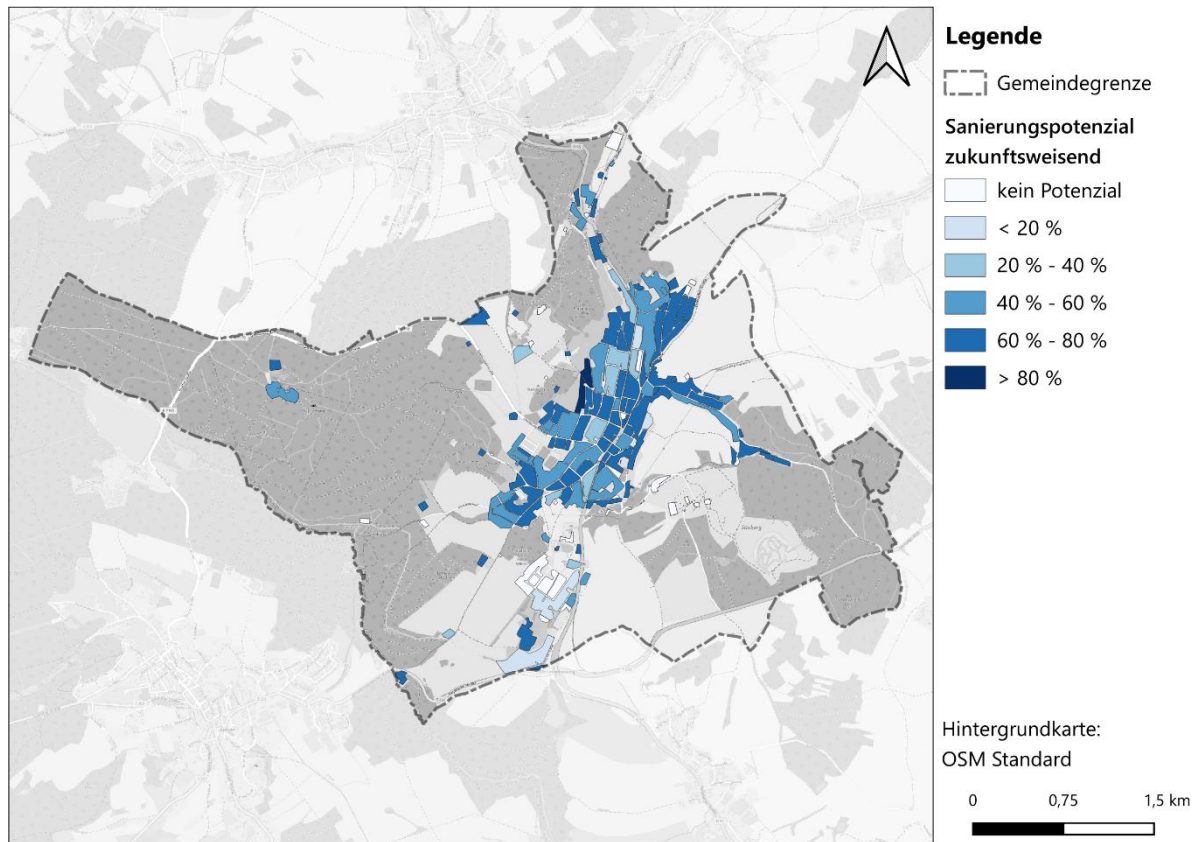


Abbildung 38 Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei zukunftsweisender Sanierung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

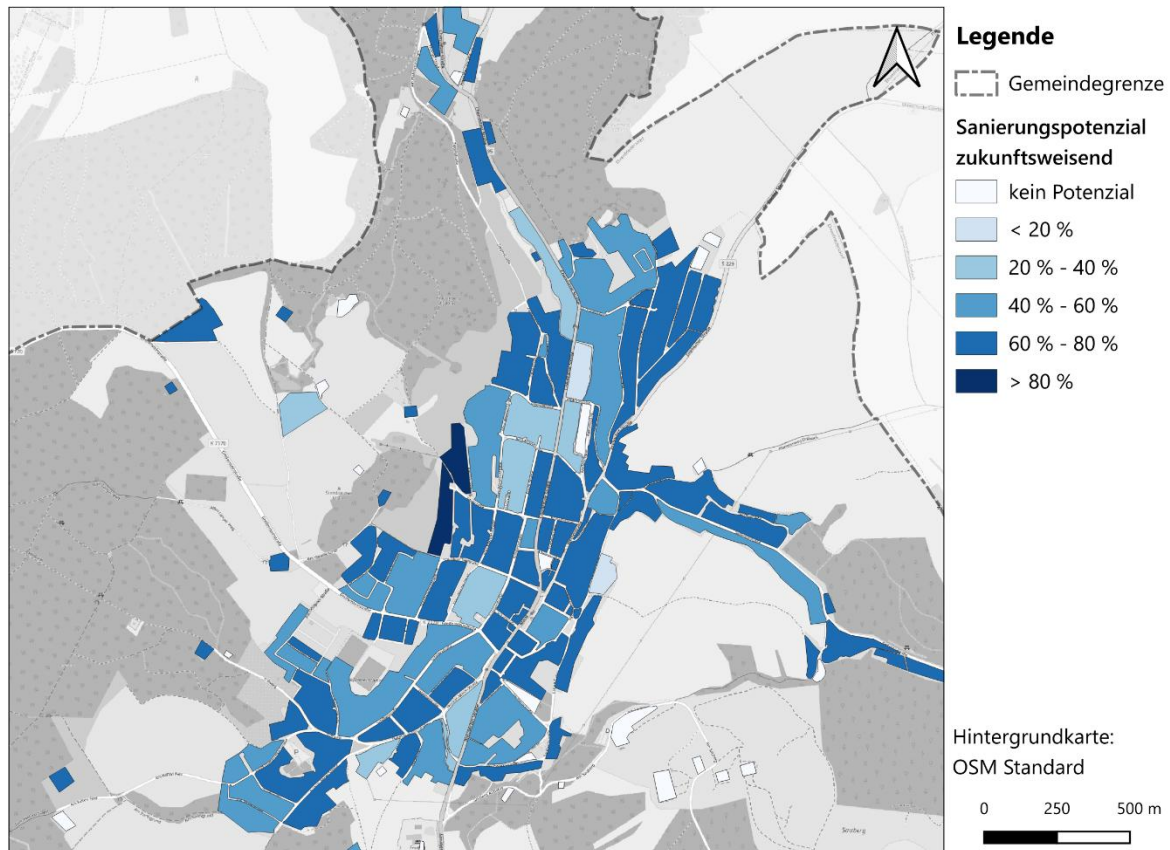


Abbildung 39 Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei zukunftsweisender Sanierung in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Für die Wärmeplanung ist der detaillierte Blick auf die Gebäude der Wohnungswirtschaft relevant, da diese die Ankerkunden bilden. In Ehrenfriedersdorf sind die zentralen Akteure im Bereich der Wohnungswirtschaft die Stadtbau GmbH und die Wohnungsgenossenschaft Glück Auf e.G. (vgl. Kapitel 3.2.2). Ein Großteil der Gebäude ist an das Fernwärmenetz angeschlossen.

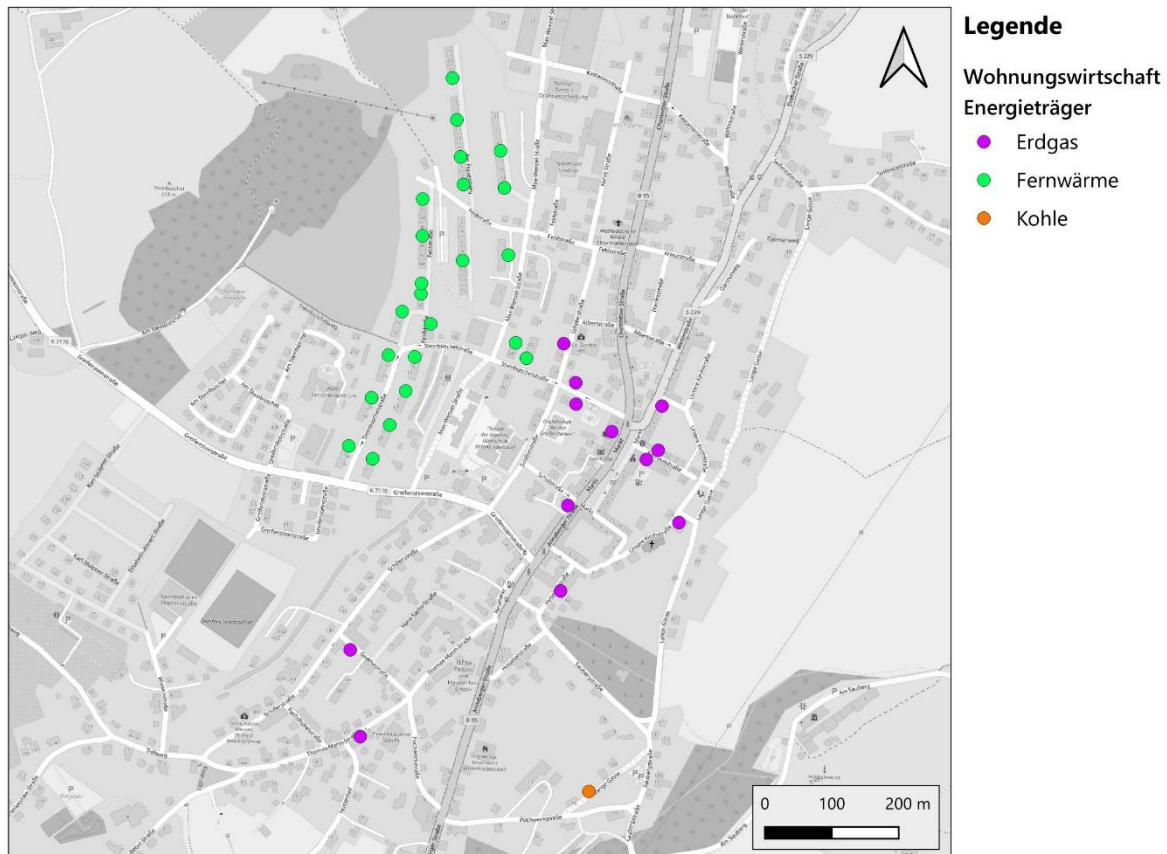


Abbildung 40 Lage und Energieträger der Gebäude der Stadtbau und WG Glück Auf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [56], [60])

In Abbildung 41 sind die Gebäude mit der Einordnung in Anlehnung an die Farbskala (Bandtacho) aus Energieausweisen und mit den absoluten Energieverbräuchen dargestellt.

Die Datenlieferung der Wohnungsbau-Unternehmen zeigt, dass sich der Großteil der Gebäude in der Effizienzklasse D oder besser (bis $130 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) befindet, was auf eine mittlere bis gute energetische Qualität schließen lässt. Wodurch das Energieeinsparpotenzial durch konventionelle Sanierung insgesamt als moderat einzuschätzen ist. Zukunftsweisende, tiefgreifende Sanierungen könnten zwar erhebliche Energieeinsparungen erzielen, müssen jedoch stets im Spannungsfeld zwischen energetischen Zielen und sozialen Anforderungen – insbesondere im Hinblick auf bezahlbare Mieten und stabile Vermietung – abgewogen werden.

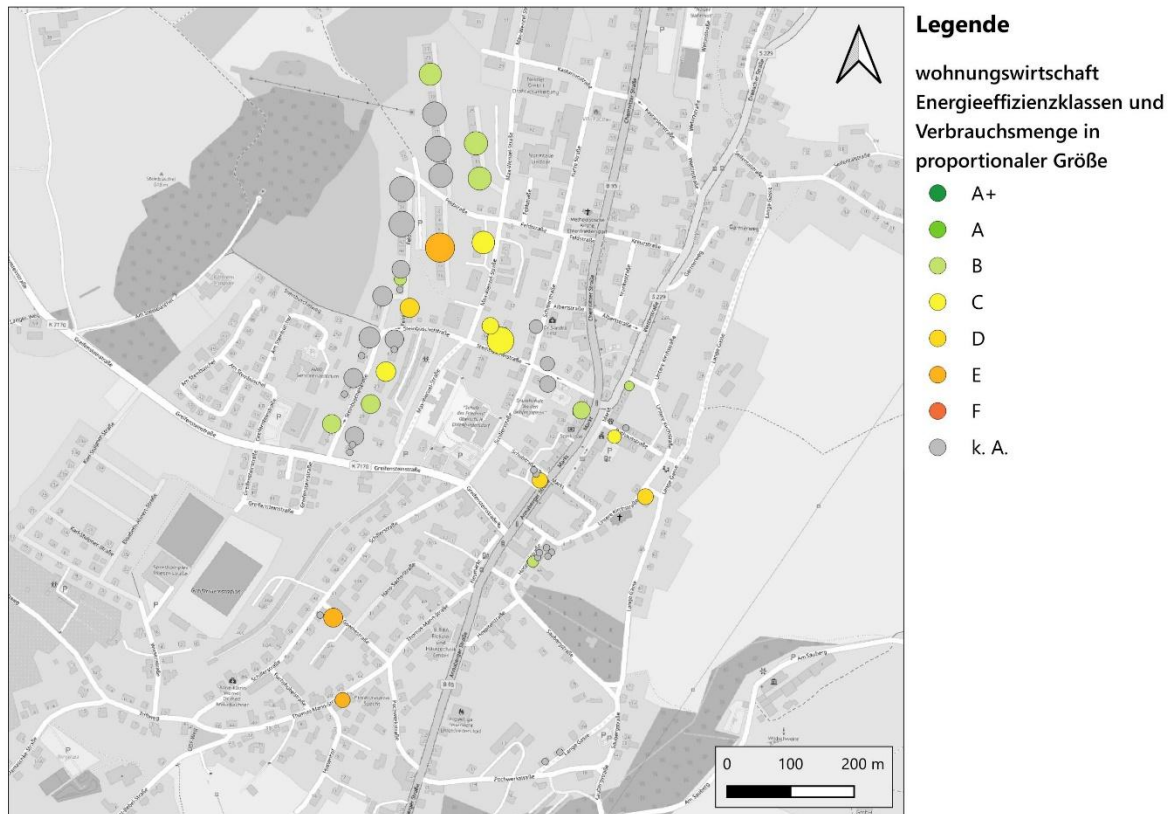


Abbildung 41 Energieeffizienzklassen Wohnungswirtschaft Ehrenfriedersdorf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5], [56], [60])



Abbildung 42 MBWW: Sanierungszeitraum und Kesselalter (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5], [56], [60])

Das Einsparpotenzial im Bereich der Wohnungswirtschaft ist in Kombination von Sanierungsstand, Art der Beheizung und den Anforderungen an günstige Mieten zu bewerten. Im Vergleich zu aktuell umfassend sanierten Gebäuden ist ein theoretisches Potenzial zur Senkung der Wärmebedarfe zu erkennen.

Die Umsetzung, insbesondere ambitionierter Sanierungen wird aber oft durch verschiedene Faktoren behindert. Ein wesentlicher Grund sind die hohen Kosten, die mit solchen Maßnahmen verbunden sind. Diese Kosten können für viele Eigentümer oder Investoren eine erhebliche Hürde darstellen, insbesondere wenn die finanziellen Mittel begrenzt sind und geeignete Finanzierungsmodelle oder Förderprogramme fehlen. Die Komplexität des Sanierungsprozesses selbst kann auch ein Hindernis darstellen. Ambitionierte Sanierungen erfordern oft eine detaillierte Planung und die Koordination verschiedener Gewerke, was den Prozess komplex und abschreckend erscheinen lassen kann. Zudem sollte eine Mietkostenneutralität angestrebt werden, um sicherzustellen, dass die Mieter nicht durch höhere Mietzahlungen belastet werden, wenn energetische oder bauliche Verbesserungen vorgenommen werden.

4.3.2 Kommunale Gebäude

Kommunale Nichtwohngebäude spielen in der Regel eine zentrale Rolle als Ankercunden für Wärmenetze, da ihre Wärmeabnahme in der Regel gesichert ist und die Verwaltung ein starkes Interesse an nachhaltigen Wärmelösungen hat. Die potenziellen Einsparungen ergeben sich, ähnlich wie bei Wohngebäuden, aus der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sowie der Optimierung der Anlagentechnik.

Im Jahr 2023 hat die Stadt Ehrenfriedersdorf ein kommunales Energiemanagementsystem nach dem Standard Kom.EMS eingeführt. Kom.EMS („Kommunales Energiemanagement-System“) ist ein bundesweit etabliertes Qualitätsmanagementsystem, das Kommunen dabei unterstützt, ihre Energieverbräuche systematisch zu erfassen, zu analysieren und gezielt zu senken. Das System umfasst die regelmäßige Datenerhebung, die Auswertung von Energiekennzahlen, die Identifikation von Einsparpotenzialen und die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Ziel ist es, die kommunalen Gebäude und Anlagen nachhaltig und wirtschaftlich zu betreiben und die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die Bemühungen des Energiemanagers und der Stadtverwaltung insgesamt wurden mit der Auszeichnung nach erfolgreich bestandener Zertifizierung in der Stufe Basis im November 2025 gewürdigt.

Mit der Einführung von Kom.EMS wurden ab dem Jahr 2023 alle relevanten Verbrauchsdaten für Wärme, Strom, Wasser und Straßenbeleuchtung systematisch erfasst und ausgewertet. Bereits im ersten vollständigen Betriebsjahr konnten deutliche Einsparungen gegenüber dem Referenzjahr 2022 erzielt werden:

- **Wärmeverbrauch:** Reduktion um 12,8 % gegenüber 2022
- **CO₂-Emissionen:** Reduktion um 9,7 % gegenüber 2022

Diese Ergebnisse zeigen, dass durch die Einführung des Energiemanagements und die konsequente Umsetzung von Effizienzmaßnahmen bereits nach kurzer Zeit spürbare Verbesserungen erreicht werden konnten. Der kommunale Gebäudebestand konzentriert sich auf die Kernlage Ehrenfriedersdorf. Neben dem

historischen Rathaus sind die Liegenschaften der Oberschule, des Kindergartens und des Horts die größten Wärmeverbraucher. Die Einsparpotenziale durch Anpassung des Nutzerverhaltens und Optimierung der Heizungsanlage werden im Zuge des Energiemanagements in diesen Liegenschaften Stück für Stück gehoben. Die Umstellung der Heizungsanlagen von überwiegend fossilen Energieträgern auf erneuerbare Lösungen bleibt dabei als langfristige Aufgabe bestehen. Die vorhandene Heizungsanlage in der Oberschule basiert auf der Nutzung von Grubenwasserwärme, welche über Gasabsorptionswärmepumpe in Kombination mit einem Gasspitzenlastkessel auch für die Gebäudebeheizung genutzt wird. Dieses Potenzial lässt sich gegebenenfalls auch für weitere Gebäude nutzen (vgl. Kapitel 4.1.2.2). Die Modernisierung der Anlage ist in Planung und soll noch im Jahr 2026 begonnen werden, zukünftig soll die Wärmeversorgung nicht mehr mittels Gasabsorptionswärmepumpen erfolgen, vielmehr sollen 3 Wasser-Wasser-Wärmepumpen mit ca. je 42 kW Leistung zum Einsatz kommen. Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen sind im Gebäudebestand der Stadt Ehrenfriedersdorf eher beschränkt. Gering- und nichtinvestive Maßnahmen nehmen daher im Energiemanagement den Schwerpunkt der Maßnahmenentwicklung ein.

4.3.3 Prozesse in Industrie und Gewerbe

Seit Inkrafttreten des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) im November 2023 besteht die Pflicht für Unternehmen mit einem jährlichen durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 7,5 GWh innerhalb der letzten drei Jahre, ein Energie- oder Umweltmanagementsystem einzuführen. In diesem sind u. a. technisch realisierbare Endenergieeinsparmaßnahmen zu identifizieren und darzustellen (§ 8 Abs. 1 und Abs. 3 Nr. 3 EnEfG). Darüber hinaus setzt § 9 EnEfG die Pflicht für Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von 2,5 GWh in den letzten Jahren fest, konkrete und durchführbare Umsetzungspläne für alle als wirtschaftlich identifizierten Endenergieeinsparmaßnahmen zu erstellen und zu veröffentlichen.

Die Möglichkeiten zur Einsparung von Energie durch eine Reduktion des Wärmebedarfs in Prozessen hängen stark von der jeweiligen Anwendung ab, da es physikalische, chemische und biologische Mindestanforderungen geben kann, die nicht unterschritten werden dürfen. Daher sind die erreichbaren Einsparpotenziale teilweise begrenzt. Dennoch können je nach Prozessführung und spezifischer Situation Effizienzsteigerungsmaßnahmen realisiert werden. Dazu gehört unter anderem eine umfassende Dämmung von warmen und kalten medienführenden Leitungen sowie die gezielte Verwendung von Regeneratoren oder Rekuperatoren zur Wärmerückgewinnung in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Prozessen. Neben der Effizienzsteigerung in Prozessen kann auch eine Substitution von Energieträgern stattfinden, insbesondere durch den Wechsel von Erdgas zu Strom und Wärme aus Wärmenetzen zur Deckung des Prozesswärmebedarfs. Aufgrund der großen Individualität zwischen und innerhalb der verschiedenen Industriesektoren lassen sich keine absoluten Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs angeben. [44]

In Anbetracht der stark gestiegenen Energiekosten unterliegen Einsparmöglichkeiten insbesondere bei energieintensiven Unternehmen (vgl. Kapitel 3.2.3) einer intensiven Prüfung. Im Zuge der Kontaktaufnahme mit Betrieben ist eine Zurückhaltung bei der Herausgabe von konkreteren Informationen zu Zahlen und

Maßnahmen festzustellen. Unter anderem lässt sich dies mit den Unwägbarkeiten der zukünftigen Strategie der Bundesregierung begründen.

In Ehrenfriedersdorf wurden im Rahmen dieser KWP keine entsprechenden Potenziale identifiziert.

4.4 Zusammenfassung

Die Potenzialanalyse für die Stadt Ehrenfriedersdorf zeigt, dass lokale Potenziale erneuerbarer Wärmequellen in mehreren Bereichen vorhanden sind. Die Nutzung dieser Potenziale ist jedoch teilweise mit spezifischen Einschränkungen verbunden. Oberflächennahe Geothermie kann auf vielen Flurstücken eine teilweise oder vollständige Deckung des Wärmebedarfs ermöglichen, während die Nutzung von Luftwärme durch Wärmepumpen nahezu flächendeckend möglich ist. In dicht bebauten Gebieten sind jedoch Herausforderungen wie Lärmschutz und begrenzte Platzverhältnisse zu beachten, die die tatsächliche Nutzung einschränken können.

Die Nutzung von Grubenwasser als geothermische Wärmequelle ist in Ehrenfriedersdorf besonders hervorzuheben. Die vorhandenen untertägigen Strukturen und die bereits bestehende Nutzung an der Oberschule belegen die technische Machbarkeit und das langfristige Potenzial dieser Ressource. Die Kombination aus großem Hohlraumvolumen, moderater Mineralisierung und guter Zugänglichkeit schafft günstige Voraussetzungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung. Für eine weitergehende Nutzung empfiehlt sich eine detaillierte Machbarkeitsstudie, insbesondere zur Integration in ein kommunales Wärmenetz.

Die Nutzung von Biomasse ist durch regional verfügbare Hackschnitzel und begrenzte Feuerholzpotenziale grundsätzlich möglich, jedoch mengenmäßig begrenzt und daher nur bedingt relevant. Nach Auskunft des Revierförsters stehen etwa 300 Festmeter Feuerholz jährlich zur Verfügung, was einer Wärmemenge von ca. 0,3–0,6 GWh entspricht. Die Fernwärme wird bereits zu 58 % aus regional beschafften Hackschnitzeln erzeugt.

Die Nutzung von Abwasserwärme ist aufgrund fehlender detaillierter Daten zu Trockenwetterabflüssen und Temperaturverläufen im Kanalnetz derzeit nicht abschließend bewertbar. Für eine fundierte Einschätzung wären weitergehende Untersuchungen und Messungen erforderlich. Kanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 800 wurden gemäß Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

Solarthermische Freiflächenanlagen bieten grundsätzlich Potenzial, insbesondere in siedlungsnahen Bereichen. Die Konkurrenz um geeignete Flächen mit Photovoltaik muss jedoch stets berücksichtigt werden. Die Anforderungen an die Flächen sind spezifisch, und eine sorgfältige Standortanalyse ist notwendig.

Grüner Wasserstoff und Biomethan sind perspektivisch relevant, jedoch aktuell im Stadtgebiet nicht verfügbar. Die Rolle von Wasserstoff in der Wärmeversorgung ist aufgrund hoher Kosten und unsicherer Verfügbarkeit derzeit als gering einzuschätzen.

Großwärmespeicher könnten in Kombination mit un stet verfügbaren Quellen wie Solarthermie oder Abwärme eine wichtige Rolle spielen. Die Flächenverfügbarkeit und die geologische Eignung müssen jedoch im Einzelfall geprüft werden.

Insgesamt zeigt sich, dass eine Kombination aus dezentralen Lösungen und punktuellen Wärmenetzprojekten auf Basis lokaler Potenziale eine tragfähige Strategie für die Wärmewende in Ehrenfriedersdorf darstellt. Die identifizierten Potenziale und Herausforderungen bilden die Grundlage für die nachfolgenden Kapitel zur Strategieentwicklung und Maßnahmenplanung.

5 Strategieentwicklung und Maßnahmenkatalog

5.1 Entwicklung eines Zielszenarios

5.1.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Annahmen

Der rechtliche Rahmen für die zukünftige Entwicklung der Wärmeversorgung in Ehrenfriedersdorf wird durch eine Vielzahl an Gesetzen gespannt. Dabei wird nachstehend auf die folgenden eingegangen:

- Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) [10]
- Gebäudeenergiegesetz (GEG) [15] (Anmerkung siehe Abschnitt 2.2)
- Wärmeplanungsgesetz (WPG) [15]

In allen drei Gesetzen verankert, ist das primäre Ziel, eine Treibhausgasneutralität in Deutschland bis zum Jahr 2045 anzustreben. In den Kontext der Wärmeplanung überführt bedeutet dies, dass das Nutzen fossiler Energieträger in Gebäuden bis spätestens 2045 beendet sein muss.

Um dieses ambitionierte Ziel erreichen zu können, gelten seit dem 01. Januar 2024 Vorgaben für Heizungsanlagen entsprechend des GEG. Nach diesen dürfen in Deutschland nur noch solche Heizungsanlagen in Gebäuden und Gebäudenetzen installiert werden, die mindestens 65 % der Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen, wobei hierbei eine Vielzahl an Ausnahme- und Übergangsregelungen im GEG enthalten sind. Auch jene Anlagen, die initial nicht mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden müssen, unterliegen weiteren Anforderungen des GEG. Nach diesen muss eine schrittweise Umstellung auf erneuerbare Energieträger erfolgen, sodass diese Anlagen ihre Wärme spätestens 2040 zu mindestens 60 % aus grünen Brennstoffen erzeugen. Im Einklang mit dem KSG und WPG ist ab dem Jahr 2045 ein Betrieb der Anlagen mit fossilen Brennstoffen untersagt.

Das WPG definiert Vorgaben im Bereich der Wärmenetze und spannt somit den Handlungsrahmen für deren Anwendung in der Wärmeplanung. Nach diesem muss die jährliche Nettowärmeerzeugung für Wärmenetze ab Beginn des Jahres 2030 zu mindestens 30 %, mit Beginn des Jahres 2040 zu mindestens 80 %, aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme stammen. Bei Anschluss an ein neu errichtetes Wärmenetz mit Baubeginn nach dem 31.12.2023 muss die verteilte Wärme zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt werden.

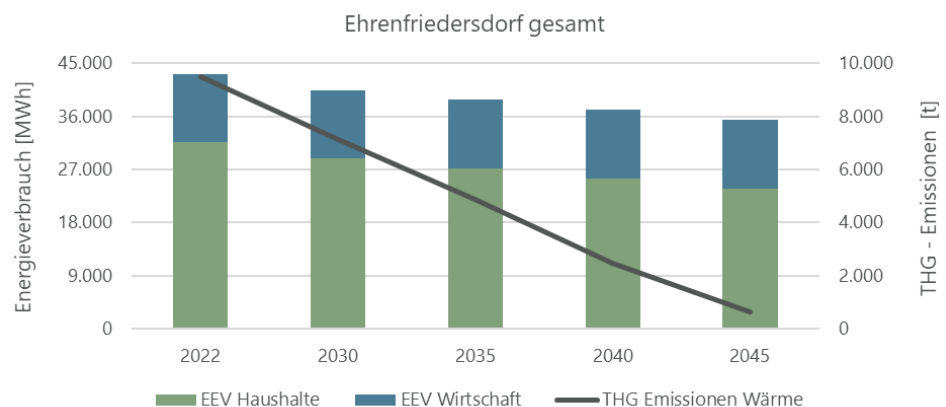
Für das Aufstellen eines Szenarios zur zukünftigen Entwicklung der Wärmeversorgung in Ehrenfriedersdorf ist neben diesen gesetzlichen Vorgaben das Treffen von Annahmen für diverse Entwicklungen notwendig. Die folgende Aufzählung beinhaltet jene getroffenen Annahmen, die als Grundlage für die nachstehende Szenarienentwicklung dienen:

- Ausgangspunkt des Szenarios ist das Ergebnis der BSKO-Bilanz 2022
- kontinuierlich sinkende Wärmeverbräuche im Sektor Haushalte um 25 % bis zum Jahr 2045 (entspricht näherungsweise einer Sanierungsquote von 2 %, bei Annahme eines reduzierten Wärmeverbrauchs um 50 % je Sanierung)
- konstanter Wärmeverbrauch im Bereich der Wirtschaft
- Anteil Wärmenetze entsprechend der Untersuchungen aus den Fokusgebieten gemäß Abschnitt 5.2
- schrittweise Reduktion des Gasverbrauchs und Ersatz durch Wärmenetze, dezentrale erneuerbare Lösungen
- vollständiger Ersatz dezentraler fossiler Lösungen (bspw. Heizöl) bereits 2040
- Erdgasanteil für neu errichtete Wärmenetze im Jahr 2030 bei 25 %, anschließend schrittweise Reduktion bis 2045 (100 % erneuerbare Energien)
- Minderung der Emissionen aus Stromnutzung entsprechend Bundeszielen (u. a. 80 % erneuerbare Energien in 2030)
- Emissionsberechnung anhand Emissionsfaktoren nach BSKO
- Einsatz von Wasserstoff auch in den Wasserstoffnetzgebieten unwahrscheinlich, keine Berücksichtigung der Wasserstoffnutzung

5.1.2 Zielszenario für den Pfad zur Klimaneutralität 2045

Das Zielszenario wird auf Basis der gesamt kommunalen Energieverbräuche und Treibhausgase entsprechend der BSKO-Bilanz des Jahres 2022 (siehe Kap. 3.4) erstellt. Diese gemeindeweiten Werte wurden auf einzelne Teile des Untersuchungsgebietes verteilt. Anschließend konnte durch das Treffen von Annahmen eine Entwicklung von Energieverbrauch und vorliegendem Wärmemix je Teil des Untersuchungsgebietes bis zum Jahr 2045 sowie für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 prognostiziert werden. Die Emissionsberechnung erfolgt entsprechend der Emissionsfaktoren nach BSKO unter der Zuhilfenahme von Entwicklungsprognosen für den deutschen Strommix. Die Aggregation der Werte aller Teile des Untersuchungsgebietes ergibt den gesamt kommunalen Pfad für eine THG-neutrale Wärmeversorgung Ehrenfriedersdorfs bis zum Jahr 2045. Das Ergebnis dieses Zielszenarios ist nachfolgend in Abbildung 43 und Abbildung 44 dargestellt.

Abbildung 43
Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in Ehrenfriedersdorf gesamt (Quelle: eigene Darstellung)



Ersichtlich wird eine leichte Reduktion des Wärmeverbrauchs in Ehrenfriedersdorf. Diese ergibt sich aufgrund der Annahme konstant stattfindender Sanierungstätigkeiten im Bereich der Wohngebäude und somit einer Reduktion des Wärmeverbrauchs im Sektor Haushalte um 25 % gegenüber dem Ausgangsjahr. Der Wärmeverbrauch der Wirtschaft wird als konstant angenommen. Weitere Faktoren wie Demographie und Klimaerwärmung wurden in diesem Konzept nicht vertiefend berücksichtigt.

Die Emissionen sind deutlich stärker rückläufig als der Energieverbrauch und erreichen im Jahr 2045 einen spezifischen Wert von 0,2 t/EW, was näherungsweise als THG-neutral bezeichnet werden kann. Ursächlich für diese positive Entwicklung ist die folgend dargestellte starke Veränderung des lokalen Wärmemixes.

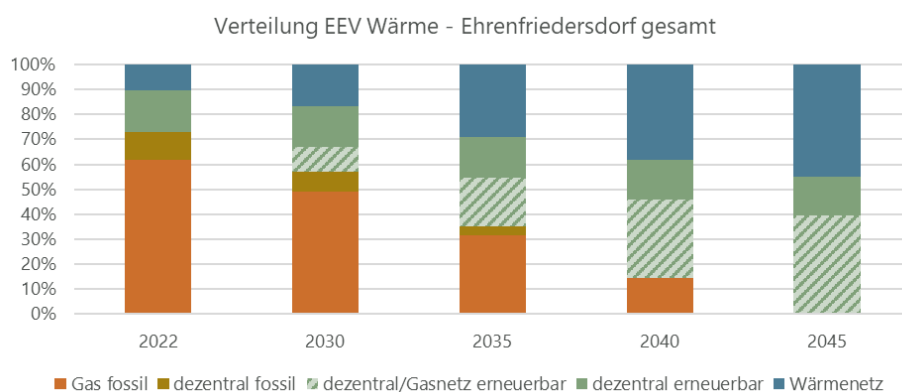


Abbildung 44
Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes in Ehrenfriedersdorf gesamt (Quelle: eigene Darstellung)

Im Basisjahr 2022 wird der Wärmemix Ehrenfriedersdorfs noch zu 62 % durch das fossile Erdgas dominiert. Dieser Anteil ist, vor allem in den Jahren nach 2030, stark rückläufig, erreicht 2040 nur noch einen Anteil von etwa 15 % und ist 2045 vollständig durch dezentrale erneuerbare Lösungen, erneuerbare Gase oder Wärmenetze ersetzt. In der Wärmeerzeugung für diese Netze werden zunächst noch in Teilen fossile Energieträger eingesetzt, bis spätestens 2045 eine vollständige Transformation auf erneuerbare Energieträger stattgefunden hat. Der Anteil der Wärmenetze am Wärmemix steigt von 10 % im Basisjahr 2022 auf 45 % im Jahr 2045. Ursächlich dafür ist der Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf West sowie die Inbetriebnahme eines neuen Wärmenetzes im Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost.

Die Zahl der fossilen dezentralen Anlagen sinkt stetig, ist 2035 nur noch marginal spürbar und im Jahr 2040 vollständig verschwunden. Analog zum Erdgas wird deren Anteil am Wärmemix durch dezentrale erneuerbare Anlagen, erneuerbare Gase und Wärmenetze ersetzt. Im Ergebnis wird 2045 ein Anteil von 55 % des Wärmemixes von Ehrenfriedersdorf durch dezentrale erneuerbare Anlagen gedeckt. Zum aktuellen Zeitpunkt ist die Rolle einer potenziellen zukünftigen Versorgung durch erneuerbare Gase (z. B. grüner Wasserstoff) nicht sicher prognostizierbar, sodass diese nur als mögliche Teil einer dezentralen Versorgung dargestellt werden.

Da es sich bei den dezentralen erneuerbaren Anlagen zu großen Teilen um Wärmepumpen handeln wird, ist von einem signifikanten Anstieg des Stromverbrauches dezentraler Wärmepumpen auszugehen. Näherungsweise beziffert sich dieser zusätzliche Stromverbrauch auf 6 GWh bei flächendeckendem Einsatz und sorgt somit, unter der Annahme konstanter klassischer Stromverbräuche, für eine

Zunahme des gesamt kommunalen Stromverbrauchs um etwa 37 %. Durch die zunehmende Dekarbonisierung der Stromversorgung gehen diese steigenden Stromverbräuche gegen Ende des Szenarios kaum mit zusätzlichen Emissionen einher, sodass dieser Ersatz zuvor fossiler Wärmeerzeuger durch Wärmepumpen positiv auf das Ziel einer THG-neutralen Wärmeversorgung einwirkt.

5.2 Fokusgebiete der Wärmewende

5.2.1 Gebietsauswahl

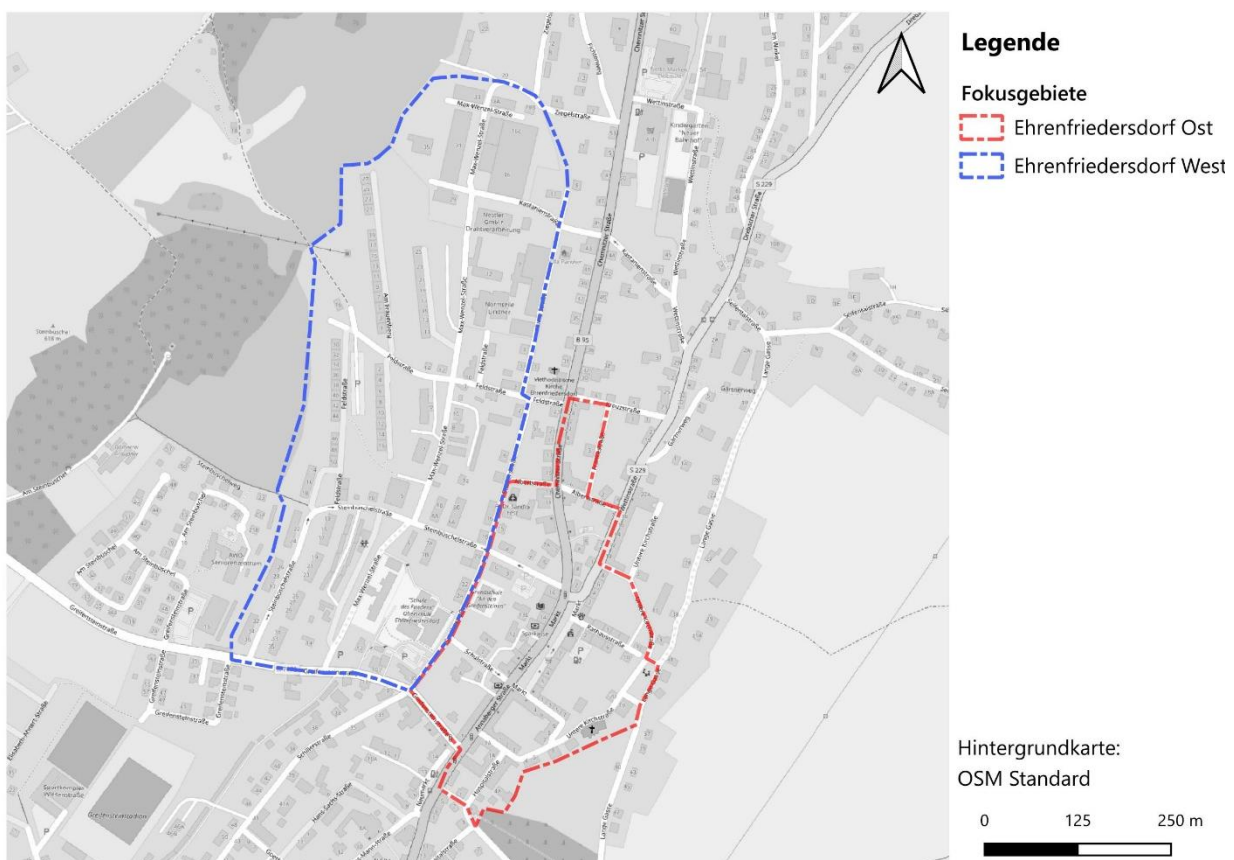


Abbildung 45 Übersicht über die Lage der ausgewählten Fokusgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Fokusgebiete identifiziert, welche für eine kurz- bis mittelfristige Realisierung von Wärmenetzen in Frage kommen könnten. Hierzu sind Vorschläge erarbeitet und mit den beteiligten Akteuren in der Steuerungsgruppe abgestimmt worden. Ausschlaggebend für die Festlegung jener Fokusgebiete ist das Zusammenspiel verschiedener Faktoren. Ein wichtiges Kriterium dabei ist eine ausreichend hohe Wärmebedarfs- bzw. Wärmeliniedichte. Auch das Vorhandensein lokaler Potenziale erneuerbarer Wärmequellen ist zur Entwicklung zukünftiger Netzlösungen vonnöten. Im Gebiet identifizierte Ankerkunden oder bereits vorhanden Projektansätze durch lokale Akteure wirken sich ebenfalls positiv auf die Bewertung einzelner Teilgebiete aus.

Im Ergebnis konnten die zwei Gebiete, welche in Abbildung 45 dargestellt sind, identifiziert werden. Eine Nichtkennzeichnung von Baublöcken schließt jedoch nicht aus, dass dort Wärmenetze oder Gebäudenetze auf Basis von erneuerbaren Energien realisiert werden können. Die Fokusgebietsauswahl beschränkt den Blick lediglich auf die Gebiete, die für ein solches Vorhaben aufgrund der genannten Kriterien am wahrscheinlichsten erscheinen.

5.2.2 Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf West

Das Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ liegt westlich des Marktes (vgl. Abbildung 46) und besitzt eine ausreichend hohe Wärmebedarfsdichte. Die Gebäudebeheizung basiert überwiegend auf Fernwärme und Erdgas (vgl. Tabelle 6). Innerhalb des Gebietes liegen mehrere Gebäude der Wohnungswirtschaft sowie einige kommunale Gebäude, welche jeweils als Ankerkunden einer potenziellen netzbaasierten Versorgungslösung fungieren können.



Abbildung 46 Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Für die Einschätzung der Realisierbarkeit von neuen Wärmenetzen bzw. der Erweiterung bestehender Netze ist die Wärmelinien-dichte ein wesentlicher Indikator (vgl. Kapitel 0). Im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ beträgt die Wärmelinien-dichte über das gesamte Gebiet $2,49 \text{ MWh/m}^2 \cdot \text{a}$, was laut Bundesleitfaden zur KWP der „Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten“ entspricht [44]. Mit einem Anteil am Wärmebedarf von ca. 68 % privater Haushalte ist das Gebiet durch Wohngebäude geprägt. Fernwärme macht im Energiemix einen Anteil von 57 % aus.

Tabelle 6 Kennzahlen
Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“

Kennzahl	Wert
Fläche	9,4 ha
Anzahl Objekte	146
Wärmebedarf	ca. 7.700 MWh
Wärme-flächendichte	822 MWh/ha*a
Endenergiemix nach Verbrauchs-sektoren	68 % private Haushalte, 32 % Wirtschaft inkl. öffentliche Gebäude
Endenergiemix (Wärme) nach Energieträger	Wärmenetz 57 %, 30 % Erdgas, 5 % Heizöl/Flüssiggas, 8 % Erneuerbare Energien
Straßenlänge	2,1 km
theoretische Hausanschluss-länge	1,0 km
Wärmelinien-dichte	2,49 MWh/m*a

Potenziale

Ausgehend von der Analyse des Bestandes und dem Ergebnis, dass das Gebiet bereits größtenteils durch ein Wärmenetz erschlossen ist, ist es notwendig, sich auf die potenziellen Wärmequellen und die ggf. benötigten Flächen zu fokussieren. Hierfür wird das Fokusgebiet anhand der Ergebnisse der Potenzialanalyse genauer bewertet:

Technologie	Abschnitte	Eignung am Standort
Großwärmepumpe (Wärmequelle Luft)	4.1.3.1	Im Fokusgebiet gibt es mehrere mögliche Standorte für die Installation in ausreichender Entfernung zu Wohngebäuden. Bei der Standortwahl ist die ggf. erforderliche Verstärkung des Stromverteilnetzes zu bedenken.
Großwärmepumpe (Wärmequelle oberflächennahe Geothermie)	4.1.1, 4.1.2.1	Die Verfügbarkeit einer ausreichend großen Freifläche ist in der unmittelbaren Nähe zum Fokusgebiet gegeben. Eine nähere Prüfung zur Nutzung durch ein Erdsondenfeld kommt prinzipiell in Frage.
Großwärmepumpe (Wärmequelle Grubenwasser)	4.1.2.2	Wärme aus dem Grubenwasser wird bereits zur Beheizung der Oberschule genutzt und das Potenzial ist noch ausbaufähig.
Großwärmepumpe (Wärmequelle Oberflächengewässer)	4.1.3.2	Keine relevanten Oberflächengewässer in unmittelbarer Nähe.
Solarthermie auf Freiflächen	4.1.1, 4.1.4	Die Verfügbarkeit von potenziellen Freiflächen ist in der unmittelbaren Nähe zum Fokusgebiet gegeben. Eine nähere Prüfung zur Nutzung durch eine Solarthermieranlage könnte in Frage kommen.
Biomasse	4.1.5	Biomasse kommt bereits in Form von Hackschnitzeln im Fernwärmenetz zum Einsatz. Ausbaupotenziale sind denkbar. Die Biomasse wird regional beschafft.
Unvermeidbare Abwärme	4.1.6	Es konnten in der Nähe keine relevanten Abwärmepotenziale identifiziert werden.
Biomethan	4.1.8	Es ist keine Biomethanproduktion auf dem Stadtgebiet vorhanden.
Grüner Wasserstoff	4.2.1	Eine Versorgung mit grünem Wasserstoff ist mit dem vorhandenen Erdgasnetz eventuell möglich. Die Verfügbarkeit ist aber zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans nicht sicher zu klären.

Tabelle 7 Mögliche erneuerbare Energiequellen für Wärmenetze im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“

Variantenbetrachtung

Im Rahmen einer vertiefenden Variantenbetrachtung wurden für das Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost und West gemeinsame detaillierte Ergebnisse erarbeitet. Diese werden in Abschnitt 8 beschrieben.

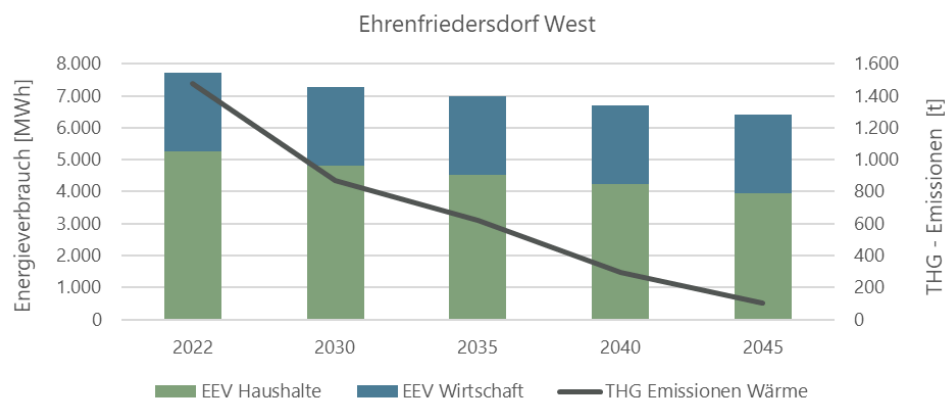
Für das Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ ergibt sich die kurz- bis mittelfristig umzusetzende Maßnahmenbeschreibung nach Tabelle 8, wobei alle weiteren Handlungsschritte von der Planungsaktivität des Netzbetreibers (Handlungsschritt 1) abhängen. Die Danpower hat im Rahmen der Steuerungsgruppensitzungen ihre Mitwirkungsbereitschaft erklärt.

Tabelle 8 Maßnahmen-
beschreibung Fokusge-
biet „Ehrenfriedersdorf
West“

Indikator	Beschreibung
Handlungsschritte	1) Erstellung Transformationsplan Bestandswärmenetz 2) Prüfung weitere Anschlusspotenziale 3) Prüfung der Verfügbarkeit der Potenzialflächen 4) Trassenprüfung im Fokusgebiet 5) Prüfung zur Verfügung stehender Stromnetzkapazitäten und ggf. Planung der erforderlichen Verstärkungsmaßnahmen 6) Planung der Transformation des Wärmenetzes 7) Realisierung
Beteiligte Akteure	Wärmenetzbetreiber, Wohnungswirtschaft, Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf
Umsetzungszeitraum	2025-2030
Finanzierungsmöglichkeiten	BEW, FrL Energie und Klima
Hemmnisse	regulatorische Unsicherheiten, fördertechnische Unsicherheiten, Wirtschaftlichkeit

Mit der kurz- bis mittelfristigen Umsetzung der genannten Maßnahmen sind jedoch noch nicht die Ziele gemäß GEG und WPG in Form von 100 % erneuerbaren Energien für das gesamte Fokusgebiet in einem Schritt erreicht. Dafür sind dort dezentrale Lösungen zu realisieren, wo kein wirtschaftlicher Anschluss an ein Wärmenetz möglich ist. Die Entscheidungen sind individuell je Gebäude zu treffen, können jedoch zu einer, aus heutiger Sicht, prognostizierten Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen für das Gebiet zusammengeführt werden. Die dafür getroffenen Annahmen sind in Abschnitt 5.1 dargelegt.

Abbildung 47 Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung)



Es wird angenommen, dass der Wärmeverbrauch im Sektor private Haushalte um 25 % bis zum Jahr 2045 sinken wird. Die aus dem sich verändernden Wärmemix resultierenden Treibhausgasemissionen entwickeln sich in diesem Szenario beinahe linear zu nahezu 0 t/EW*a im Jahr 2045 (vgl. Abbildung 47). Der Anteil von Wärmenetzen am Endenergieverbrauch wird von derzeit 57 % auf 90 % im Jahr 2045 steigen (vgl. Abbildung 48). Der verbleibende Anteil ist durch dezentrale erneuer-

bare Energieanlagen zu decken. Hierzu zählen bspw. Wärmepumpen, Solarthermianlagen, Stromdirektheizungen und Pelletkessel.

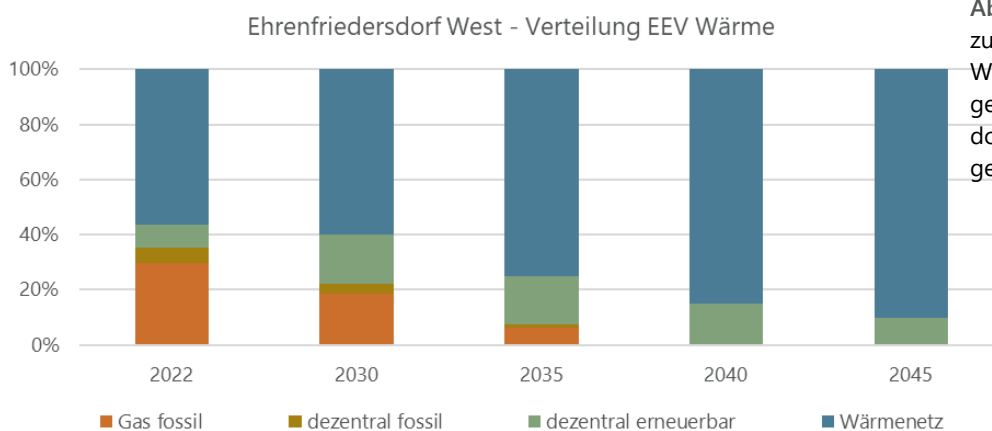


Abbildung 48 Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung)

5.2.3 Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost

Das Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ liegt im Kernstadtbereich rund um den Markt (vgl. Abbildung 49) und besitzt eine ausreichend hohe Wärmebedarfsdichte. Die Gebäudebeheizung basiert größtenteils auf Erdgas (vgl. Tabelle 9).

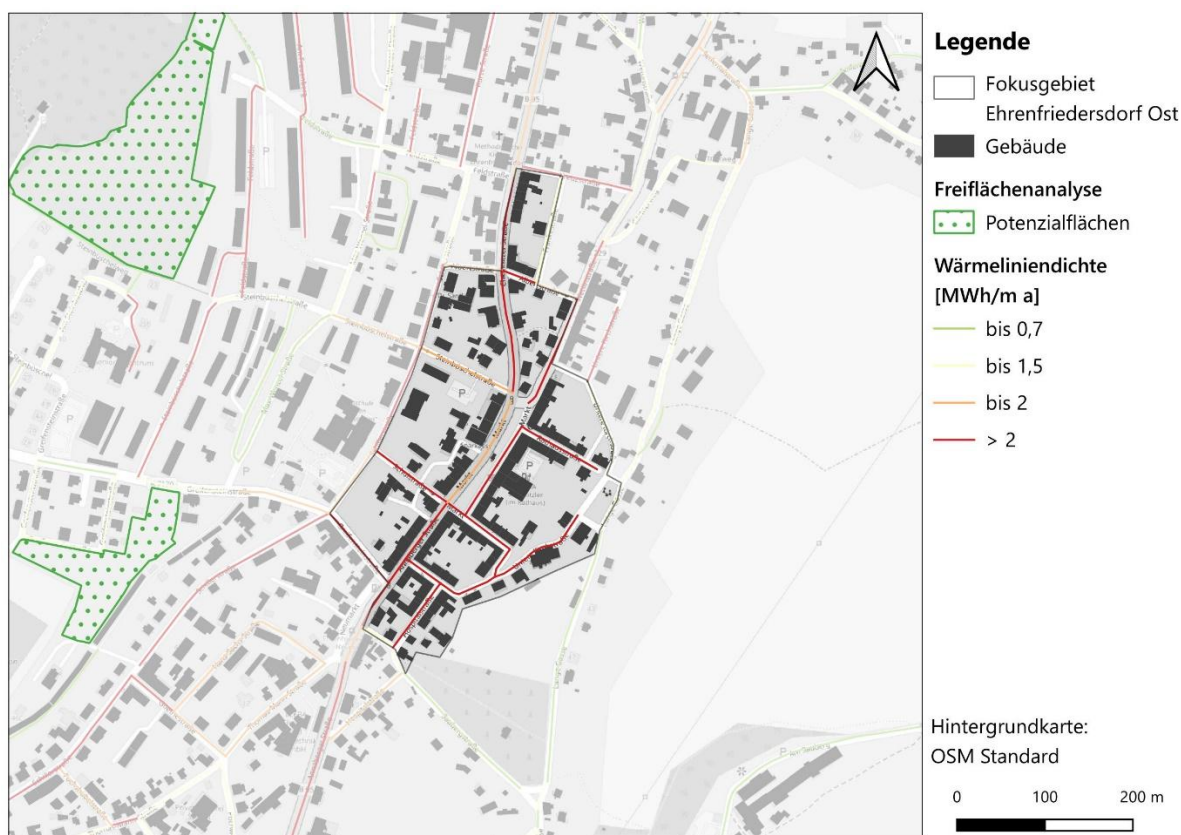


Abbildung 49 Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Für die Einschätzung der Realisierbarkeit von Wärmenetzen ist neben der Wärmebedarfsdichte die Wärmelinienendichte ein wesentlicher Indikator (vgl. Kapitel

3.2.1.2). Im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ beträgt die Wärmeliniendichte über das gesamte Gebiet 2,11 MWh/m*a. Mit einem Anteil am Wärmebedarf von knapp 94 % privaten Haushalten ist das Gebiet hauptsächlich durch Wohngebäude geprägt. Erdgas macht im Energiemix einen Anteil von 67 % aus.

Tabelle 9 Kennzahlen
Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“

Kennzahl	Wert
Fläche	22,6 ha
Anzahl Objekte	114
Wärmebedarf	ca. 11.300 MWh
Wärme-flächendichte	501 MWh/ha*a
Endenergiemix nach Verbrauchssektoren	94 % Private Haushalte, 6 % Wirtschaft inkl. öffentliche Gebäude
Endenergiemix (Wärme) nach Energieträger	67 % Erdgas, 12 % Heizöl/Flüssiggas, 21 % Erneuerbare Energien
Straßenlänge	4,3km
theoretische Hausanschlusslänge	1,1 km
Wärmeliniendichte	2,11 MWh/m*a

Potenziale

Ausgehend von der Analyse des Bestandes und dem Ergebnis, dass das Gebiet wärmesenkenseitig prinzipiell für eine netzbasierte Lösung in Frage kommt, ist es notwendig, sich auf die potenziellen Wärmequellen und die ggf. benötigten Flächen zu fokussieren. Hierfür wird das Fokusgebiet anhand der Ergebnisse der Potenzialanalyse genauer bewertet:

Technologie	Abschnitte	Eignung am Standort
Großwärmepumpe (Wärmequelle Luft)	4.1.3.1	Im Fokusgebiet gibt es mehrere mögliche Standorte für die Installation in ausreichender Entfernung zu Wohngebäuden. Bei der Standortwahl ist die ggf. erforderliche Verstärkung des Stromverteilnetzes zu bedenken.
Großwärmepumpe (Wärmequelle oberflächennahe Geothermie)	4.1.1, 4.1.2.1	Es gibt keine ausreichend großen Flächen im Fokusgebiet
Großwärmepumpe (Wärmequelle Grubenwasser)	4.1.2.2	Wärme aus dem Grubenwasser wird bereits zur Beheizung der Oberschule genutzt und das Potenzial ist noch ausbaufähig.
Großwärmepumpe (Wärmequelle Oberflächengewässer)	4.1.3.2	Keine relevanten Oberflächengewässer in unmittelbarer Nähe.
Solarthermie auf Freiflächen	4.1.1, 4.1.4	Es gibt keine ausreichend großen Flächen im Fokusgebiet
Biomasse	4.1.5	Biomasse kommt bereits in Form von Hackschnitzeln im Fernwärmenetz in der unmittelbaren Nähe zum Einsatz. Ausbaupotenziale sind denkbar. Die Biomasse wird regional beschafft.
Unvermeidbare Abwärme	4.1.6	Es konnten in der Nähe keine relevanten Abwärmepotenziale identifiziert werden.
Biomethan	4.1.8	Es ist keine Biomethanproduktion auf dem Stadtgebiet vorhanden.
Grüner Wasserstoff	4.2.1	Eine Versorgung mit grünem Wasserstoff ist mit dem vorhandenen Erdgasnetz eventuell möglich. Die Verfügbarkeit ist aber zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans nicht sicher zu klären.

Tabelle 10 Mögliche erneuerbare Energiequellen für Wärmenetze im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“

Variantenbetrachtung

Auch das Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost wird in Abschnitt 7 im Rahmen einer Netzerweiterung berücksichtigt.

Im Vergleich mit dem Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“, in dem bereits eine Wärmenetz besteht. Ist die Identifikation eines Wärmenetzbetreibers oder Prüfung einer Netzerweiterung in Anlehnung an die vertiefende Untersuchung aus Abschnitt 7 der erste Schritt einer weitergehenden Prüfung.

Tabelle 11 Maßnahmen-
beschreibung Fokusge-
biet „Ehrenfriedersdorf
Ost“

Indikator	Beschreibung
Handlungsschritte	1) Identifikation eines Netzbetreibers 2) Weiterqualifizierung der Planungen in Form von Machbarkeitsstudien nach BEW inkl. Bewertung von weiteren Wärmequellen 3) Prüfung der Verfügbarkeit der Potenzialflächen 4) Trassenprüfung im Fokusgebiet 5) Prüfung zur Verfügung stehender Stromnetzkapazitäten und ggf. Planung der erforderlichen Verstärkungsmaßnahmen 6) Planung des Wärmenetzes 7) Realisierung
Beteiligte Akteure	Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf, Wohnungswirtschaft, Potenzieller Netzbetreiber
Umsetzungszeitraum	2030-2040
Finanzierungsmöglichkeiten	BEW, FrL Energie und Klima
Hemmnisse	regulatorische Unsicherheiten, fördertechnische Unsicherheiten, geringes Anschlussinteresse Dritter

Für das Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ ergibt sich die mittelfristig umzusetzende Maßnahmenbeschreibung nach Tabelle 11, wobei alle weiteren Handlungsschritte von der erfolgreichen Identifikation eines Netzbetreibers (Handlungsschritt 1) abhängen.

Mit der kurz- bis mittelfristigen Umsetzung der genannten Maßnahmen sind jedoch noch nicht die Ziele gemäß GEG und WPG in Form von 100 % erneuerbaren Energien für das gesamte Fokusgebiet in einem Schritt erreicht. Dafür sind dort dezentrale Lösungen zu realisieren, wo kein wirtschaftlicher Anschluss an ein Wärmenetz möglich ist. Die Entscheidungen sind individuell je Gebäude zu treffen, können jedoch zu einer, aus heutiger Sicht, prognostizierten Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen für das Gebiet zusammengeführt werden. Die dafür getroffenen Annahmen sind in Abschnitt 5.1 dargelegt.

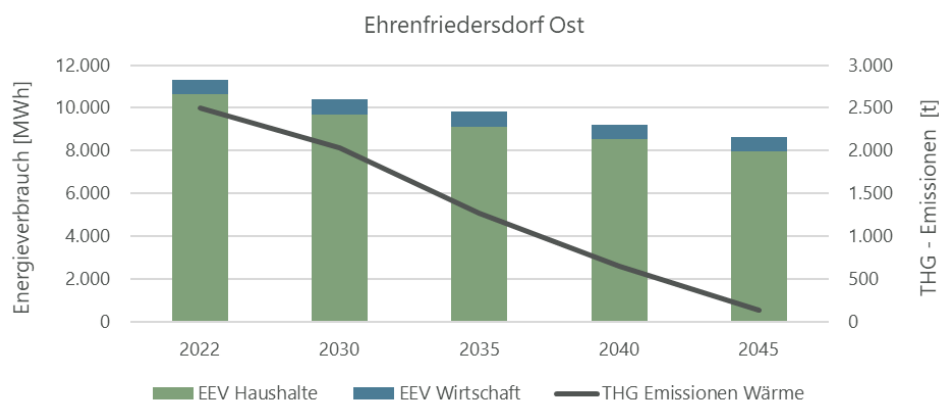


Abbildung 50 Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung)

Es wird angenommen, dass der Wärmeverbrauch im Sektor private Haushalte um 25 % bis zum Jahr 2045 sinken wird. Die aus dem sich verändernden Wärmemix resultierenden Treibhausgasemissionen entwickeln sich in diesem Szenario beinahe linear zu nahezu 0 t/EW*a im Jahr 2045 (vgl. Abbildung 50). Der Anteil von Wärmenetzen am gesamten Endenergieverbrauch des Fokusgebietes wird von derzeit 0 % auf 50 % im Jahr 2045 steigen (vgl. Abbildung 51). Der verbleibende Anteil ist durch dezentrale erneuerbare Energieanlagen zu decken. Hierzu zählen bspw. Wärmepumpen, Solarthermieanlagen, Stromdirektheizungen und Pelletkessel.

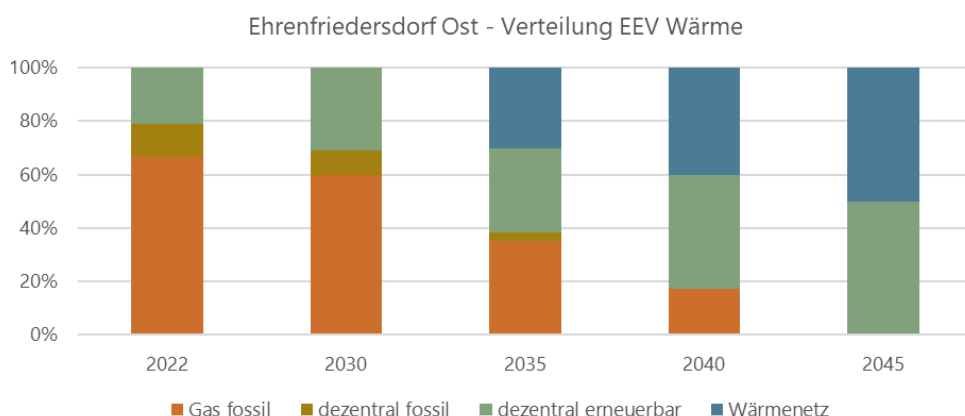


Abbildung 51 Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung)

5.3 Gebietseinteilung und Versorgungsarten

5.3.1 Hintergrund

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sowie die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr, wie sie nach § 18 bzw. § 19 WPG gefordert werden, sind nicht zwingend Teil der über die Kommunalrichtlinie geförderten Wärmepläne. Für die vorliegende Wärmeplanung wurde diese jedoch durchgeführt, um damit mögliche Ausweisungsentscheidungen nach § 26 WPG zu erleichtern. Die folgende Einteilung wurde in Anlehnung an die Empfehlungen des Leitfadens für die Wärmeplanung [44] für die drei Gebietstypen Wärmenetzgebiet, Gebiet für dezentrale Versorgung und Wasserstoff-

netzgebiet im Zieljahr 2045 erstellt. Weiterhin wurde für Stützjahre auf dem Weg dorthin eine erste Einschätzung zur zeitlichen Entwicklung getroffen. Die Einteilung führt zu keiner Verpflichtung für die Nutzung oder das Angebot einer bestimmten Wärmeversorgungslösung. Sie soll lediglich die aus der Perspektive des Jahres 2024 auf das Jahr 2045 getroffene Einschätzung zur Wahrscheinlichkeit der Realisierung von Wärmenetzen und deren Alternativen zeigen. Nach § 18 Abs. 2 leitet sich durch die Einteilung keine Verbindlichkeit ab:

„Ein Anspruch Dritter auf Einteilung zu einem bestimmten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet besteht nicht. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.“

5.3.2 Wärmeversorgungsarten im Zieljahr

Für das Zieljahr ist gemäß WPG die wahrscheinliche Eignung für die drei Optionen Wärmenetze, Wasserstoffnetze und dezentrale Lösungen in der Abstufung von „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bis „sehr wahrscheinlich geeignet“ anzugeben. Zwischenwerte sind mit „wahrscheinlich ungeeignet“ und „wahrscheinlich geeignet“ möglich. Grundlagen für die Einordnung sind dabei die alle voran gegangenen Analyseschritte, insbesondere die Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung, die Betrachtung der Fokusgebiete und die Szenarienermittlung.

Für Ehrenfriedersdorf wurde die Bewertung der Wärmenetzgebietseignung der Teilgebiete nach Tabelle 12 durchgeführt und ist mit Abbildung 52 dargestellt.

Tabelle 12 Eignungsbewertung Wärmenetzgebiete im Zieljahr 2045

Teilgebiet	Wärmenetzgebietseignung	Begründung
Fernwärmegebiet Ehrenfriedersdorf	sehr wahrscheinlich geeignet	hohe Wärmedichten und vorhandenes Wärmenetz mit 58 % Anteil erneuerbarer Energien
Restliches Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf, Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost, Teilgebiet entlang der Greifensteinstraße	wahrscheinlich geeignet	hohe Wärmedichten und Potenziale vorhanden, Wirtschaftlichkeit nicht auszuschließen
Teilgebiete geringer Wärmedichte	wahrscheinlich ungeeignet	geringe Wärmebedarfsdichten und fehlende Ankerkunden
restliche Teilgebiete	sehr wahrscheinlich ungeeignet	Entfernungen zur netzgebundenen Erschließung zu groß

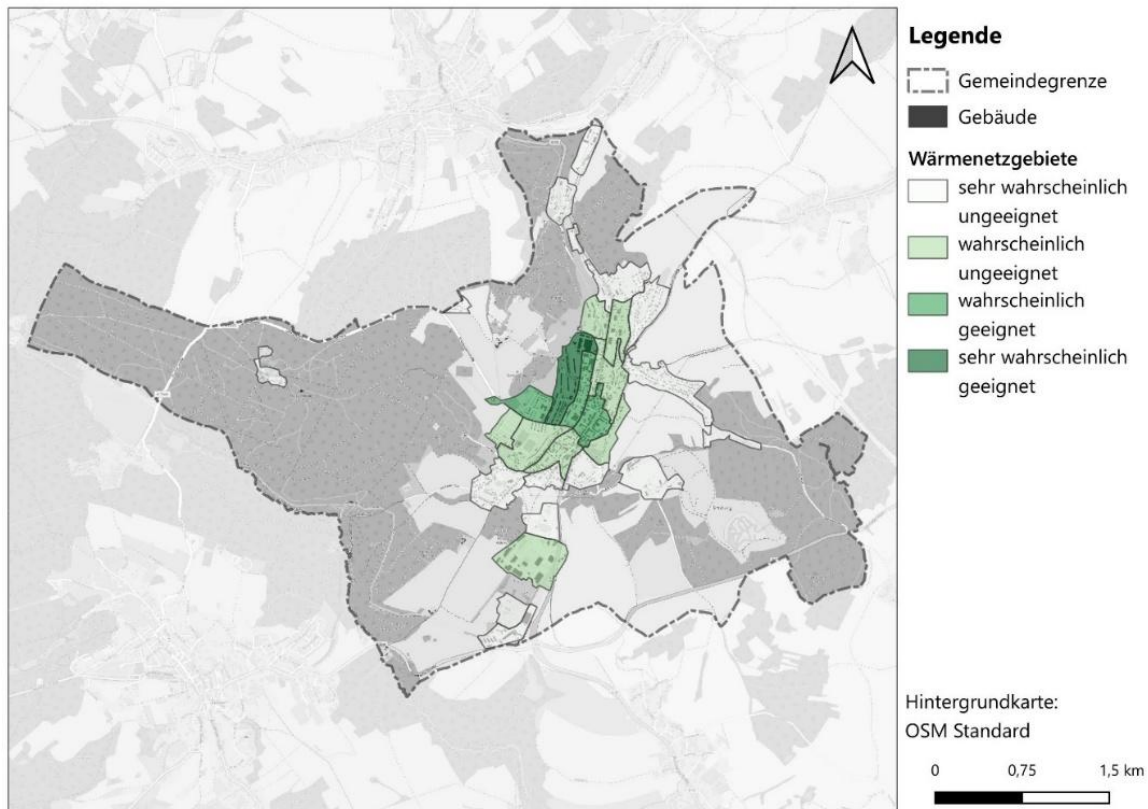


Abbildung 52 Eignung für Wärmenetzgebiete im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Die Einschätzung der Eignung von Wasserstoffnetzgebieten wurde für Ehrenfriedersdorf einheitlich durchgeführt, wobei zwischen Gebieten mit und ohne Erdgasnetz unterschieden wurde. Aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes, welches bereits jetzt in Teilen auch in der Lage ist, Wasserstoff zu verteilen, ist die Verfügbarkeit von Wasserstoff im Zieljahr 2045 nicht auszuschließen. Nach aktueller Einschätzung wird Wasserstoff jedoch zu teuer für die Bereitstellung von Raumwärme im Vergleich zu Wärmenetzen und dezentralen Lösungen sein. Weiterhin liegt Ehrenfriedersdorf nicht im räumlichen Zusammenhang zu gesicherten Projekten der Wasserstoffkernnetzplanung. Daher wird für Teilgebiete mit Erdgasnetz die Einschätzung „wahrscheinlich ungeeignet“ vorgenommen und für die restlichen Teilgebiete „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ (vgl. Abbildung 53).

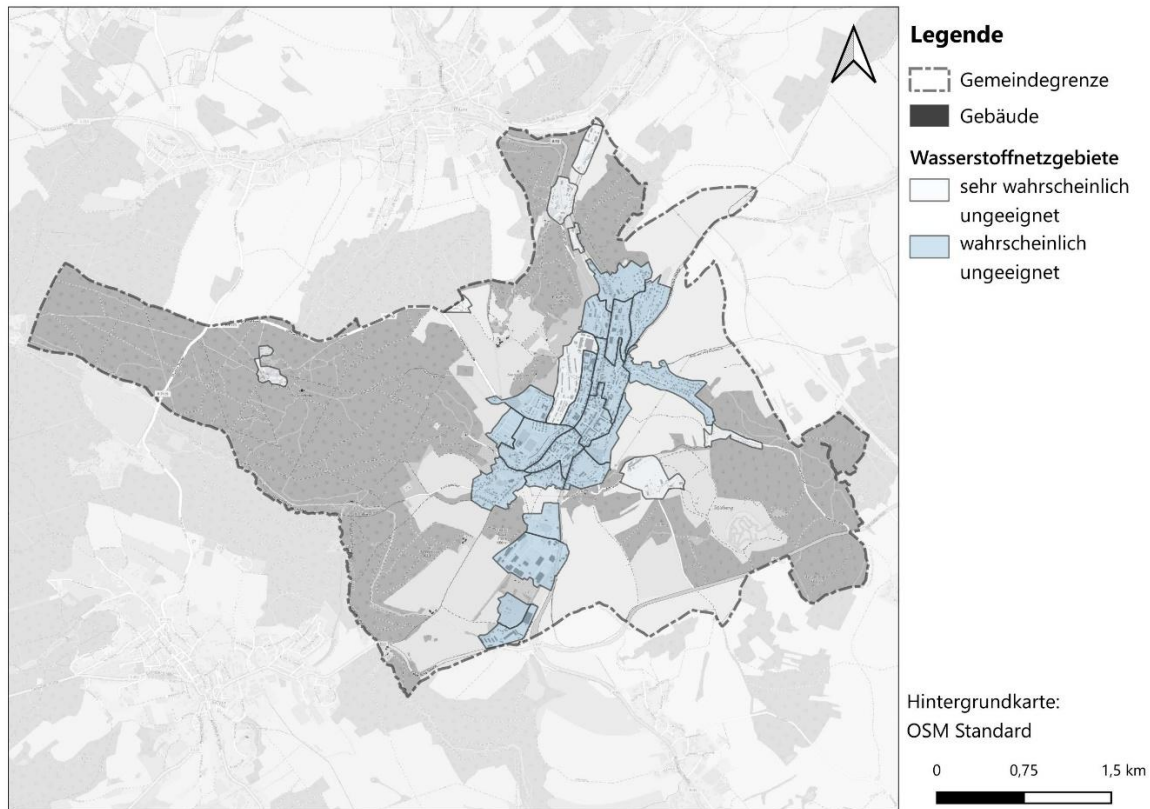


Abbildung 53 Eignung für Wasserstoffnetzgebiete im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Die Wahrscheinlichkeit der Eignung von Teilgebieten für die dezentrale Versorgung ist im Abgleich mit der anderen Prüfung durchgeführt worden und baut insbesondere auf der Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung auf. Prinzipiell steigt die Wahrscheinlichkeit der Eignung für die dezentrale Versorgung mit der sinkenden Wahrscheinlichkeit für Wärmenetzgebiete. So sind Gebiete mit hoher Wärmedichte wahrscheinlicher für Wärmenetze geeignet und weniger geeignet für dezentrale Versorgungslösungen. Dass eine dezentrale Versorgung „wahrscheinlich ungeeignet ist“, stellt jedoch einen Fall dar, der für Ehrenfriedersdorf nicht identifiziert wurde. Es ist damit zu rechnen, dass im gesamten Gebiet dezentrale Lösungen möglich sein und realisiert werden und dies von den Eigentümern gemäß den Regelungen des aktuell gültigem Gebäudeenergiegesetzes (GEG) oder dem erwarteten Gebäude-Modernisierungsgesetzes (GMG) eigenverantwortlich umzusetzen ist.

Tabelle 13 Eignungsbeurteilung Gebiete für dezentrale Versorgung im Zieljahr 2045

Teilgebiet	Eignung für dezentrale Versorgung	Begründung
Fokusgebiete Ehrenfriedersdorf West, Ost und Gebiete hoher Wärmedichte im Stadtkern	wahrscheinlich geeignet	Fernwärmeversorgung vorhanden, Wärmedichte vergleichsweise hoch, Platzverhältnisse trotzdem meist ausreichend für individuelle Lösungen.
restliche Teilgebiete	sehr wahrscheinlich geeignet	geringe Wärmebedarfsdichten, vorwiegend Einzeleigentümer

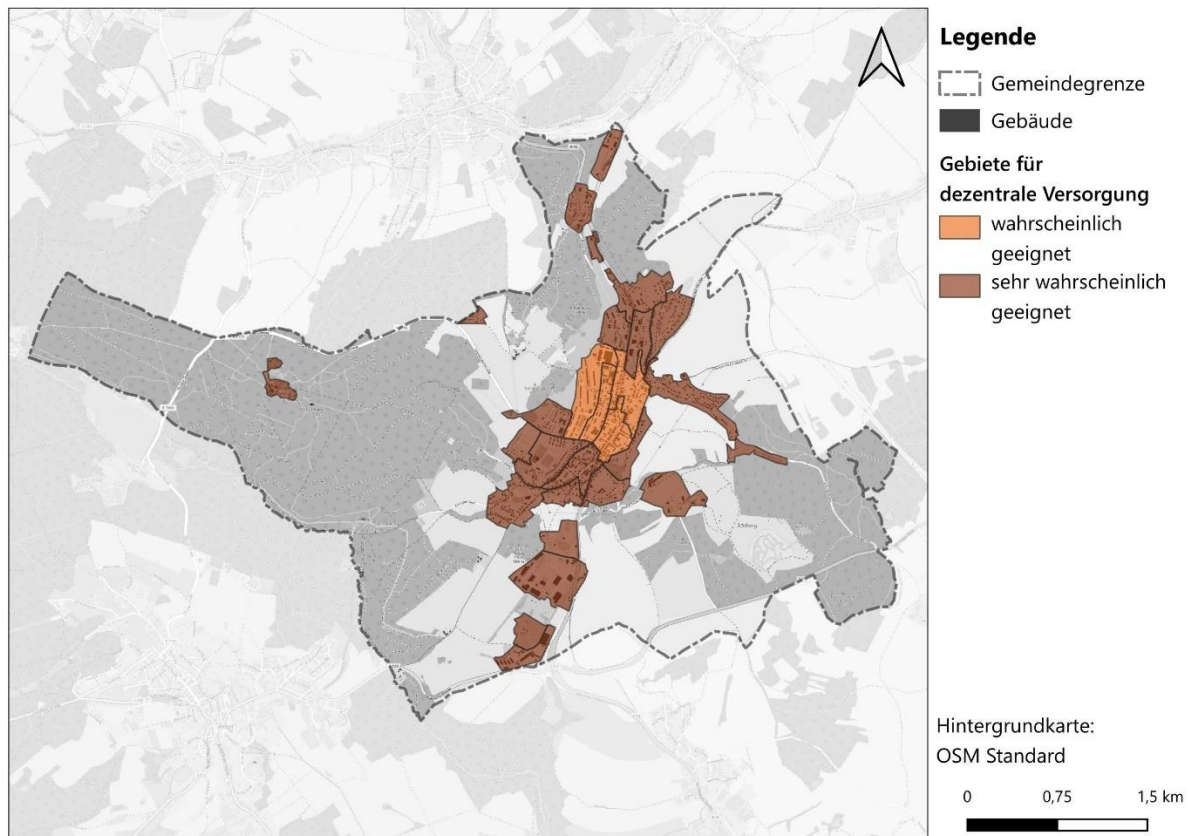


Abbildung 54 Eignung für Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

5.3.3 Voraussichtliche Wärmerversorgungsgebiete in den Stützjahren

Die Jahre 2030, 2035 und 2040 werden als Stützjahre bis zum Zieljahr 2045 bezeichnet. Für diese Zwischenjahre ist gemäß § 18 WPG eine Einteilung in Wärmenetzgebiete, Gebiete für dezentrale Versorgung, Wasserstoffnetzgebiete und Prüfgebiete vorzunehmen. Letztere ergeben sich nach § 3 Abs. 1 Nr. 10, wenn zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans „...die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll, etwa leitungsgebunden durch grünes Methan...“.

Im Fall von Ehrenfriedersdorf ergibt sich, ausgehend von der für das Zieljahr durchgeführten Einschätzung der Eignung der Wärmeversorgungsarten und den Betrachtungen in den Fokusgebieten, die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach Tabelle 14 bzw. Abbildung 55.

Tabelle 14 Voraussichtliche Einteilung in Versorgungsgebiete

Teilgebiet	Versorgungsgebiet	Begründung
Fernwärmegebiet Ehrenfriedersdorf	Wärmenetzbestandsgebiet	Fernwärme basiert bereits größtenteils auf EE und ist zukunftsfähig
Restliches Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf West	Wärmenetzgebiet mittelfristig	hohe Wärmebedarfsdichte, direkte Nachbarschaft zu Fernwärmenetz
Fokusgebiet Ehrenfriedersdorf Ost	Wärmenetzgebiet langfristig	Mittlere Wärmedichte und räumlicher Zusammenhang zu Potenzialen
Gebiete mit bestehender Erdgasversorgung und geringer Wärmedichte	Gebiet für dezentrale Versorgung und mögliche Wasserstoffnetze	Realisierung von Wärmenetzen sehr unwahrscheinlich, dezentrale Versorgung sehr wahrscheinlich, Versorgung mit Wasserstoff nicht auszuschließen, aber unwahrscheinlich
Teilgebiet entlang der Greifensteinstraße	Prüfgebiet	Unmittelbare Nähe zum Fernwärmenetz gegeben, Anschlusooptionen möglich, aber vergleichsw. geringe Wärmedichte
restliche Teilgebiete	Gebiet für dezentrale Versorgung	geringe Wärmedichten und keine bestehende Erdgasversorgung

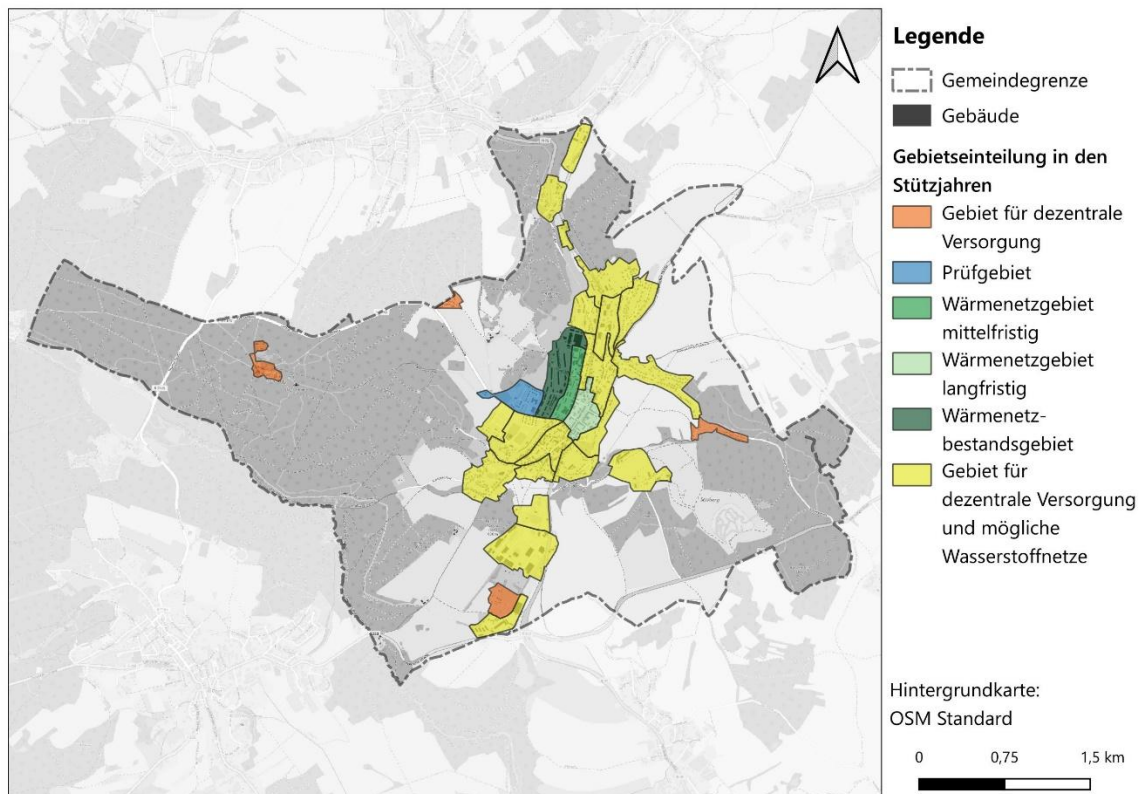


Abbildung 55 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])

Die getroffene Einteilung kann für Ausweisungsentscheidungen nach § 26 WPG als Grundlage genutzt werden, ist aber dafür unbedingt mit dem dann vorhandenen Stand der Technik und Regulatorik abzugleichen. Sowohl die Einteilung in voraussichtliche Wärmenetzgebiete als auch die Versorgungsarten im Zieljahr sind wesentlicher Betrachtungsgegenstand in der Fortschreibung der Wärmepläne nach spätestens fünf Jahren.

5.4 Möglichkeiten der Wärmeversorgung außerhalb von Wärmenetzgebieten

Außerhalb von potenziellen Gebieten mit einer zentralen Wärmeversorgung (z. B. über Fernwärme) verbleiben den Gebäudeeigentümern auch nach der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) eine Vielzahl von Lösungen. Grundsätzlich ist der Einsatz von 65 % erneuerbaren Energien beim Einbau neuer Heizungen nicht in jedem Fall sofort zu erbringen. Es gibt eine Reihe von Ausnahmen und Übergangsfristen, auf die in Abbildung 56 ausschnittsweise eingegangen wird.

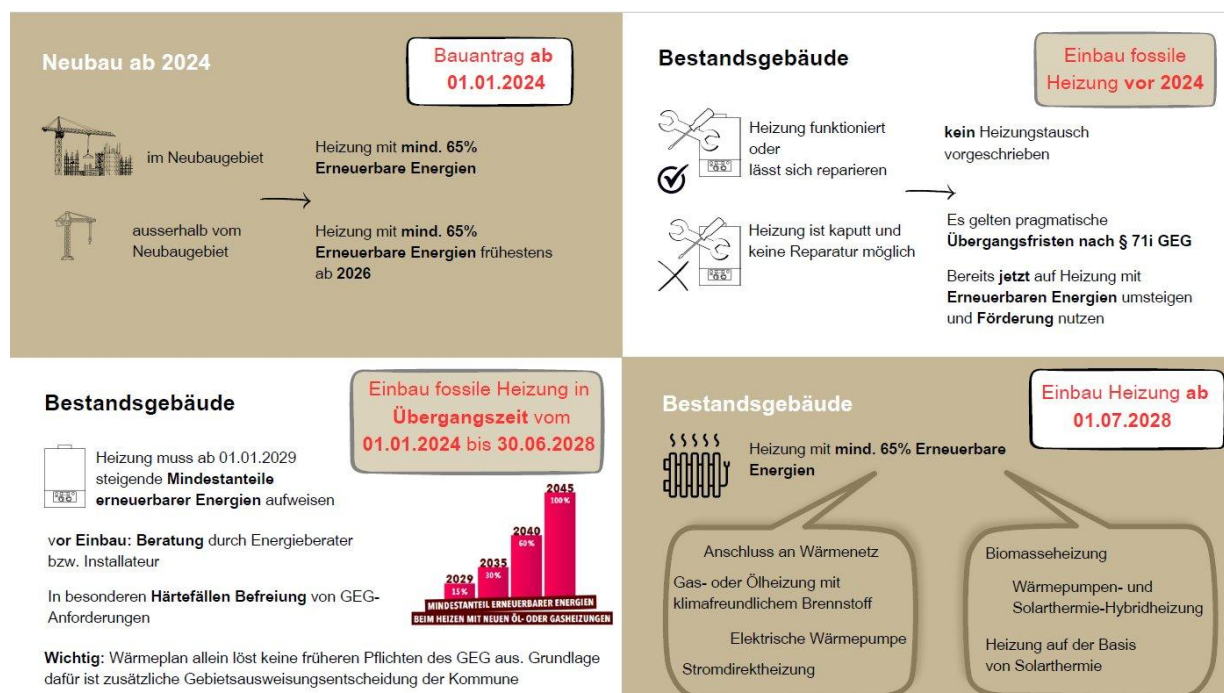


Abbildung 56 Regelungen zum Einbau neuer Heizungen gemäß GEG. Quelle[21]

An dieser Stelle kann nur auszugsweise auf die Alternativen zu einem Anschluss an ein Wärmenetz eingegangen werden. Erstinformationen und Beratungsangebote sind für Eigentümer bspw. unter folgenden Links zu finden:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html

- Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ): Wärmewendecheck
<https://www.waermewendecheck.de/>
- Industrie- und Handelskammer (IHK): Fördermittelkompass Energieberatung für Wohngebäude
<https://www.leipzig.ihk.de/infos-fuer-unternehmen/themen/gruendung-foerderung/foerdermittelkompass/energieberatung-fuer-wohngebaeude/>
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): Inlandsförderung „Energieeffizient sanieren“
<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/>
- Verbraucherzentrale Sachsen: Energieberatung der Verbraucherzentrale
<https://www.verbraucherzentrale-sachsen.de/energie/energieberatung-der-verbraucherzentrale-78220>

Falls in der Nähe kein Wärmenetz vorhanden sowie keine Entwicklung absehbar ist, muss eine dezentrale Energieversorgung individuell gefunden werden. Es sind beispielsweise diese Alternativen möglich und können als Grundlage für den Entscheidungsprozess dienen:

Sole/Wasser-Wärmepumpe (elektrisch): Es wird zum Großteil Umweltwärme genutzt (bspw. Erdwärme, Grundwasser). Der benötigte Strom wird schrittweise klimaneutral (z. B. Zielstellung 80 % erneuerbare Energien im Jahr 2030 im deutschen Strommix). Wärmepumpen arbeiten am effizientesten bei geringen Vorlauftemperaturen, was durch Sanierung sowie Flächenheizungen möglich ist. Dabei liegt der Wärmebedarf des Gebäudes idealerweise unter 100 kWh/(m²*a). Elektrische Wärmepumpen lassen sich i. d. R. gewinnbringend mit einer Photovoltaikanlage und Stromspeicher kombinieren.

Luft/Wasser-Wärmepumpe (elektrisch): Bei dieser Lösung wird Umweltwärme aus der Außenluft verwendet. Durch die zeitweise geringere Effizienz in den Wintermonaten ist der Einsatz einer Zusatzheizung (z. B. Heizstab) erforderlich. Auch bei dieser Wärmepumpenlösung ist eine Sanierung vorteilhaft und die Kombination mit Photovoltaik wirtschaftlich interessant.

Hybrid-Wärmepumpe Luft/Wasser (Strom/Erdgas): In diesem Anlagenkonzept wird der Spitzenlastanteil an besonders kalten Tagen durch eine Gasbrennwerttherme gedeckt. Die Grundlast übernimmt eine Wärmepumpe mit dem Energieträger Strom. Dadurch ist es auch bei benötigten hohen Vorlauftemperaturen (bspw. denkmalgeschützte Gebäude ohne Sanierungsoption für die Außenwand) möglich, einen Großteil des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien zu decken. Bei dieser Lösung ist jedoch zu bedenken, dass der Einsatz fossiler Gase ab 2045 laut GEG untersagt ist. Dementsprechend muss perspektivisch ein Ersatz für den Anteil der durch Erdgas bereitgestellten Wärme gefunden werden, sodass Hybrid-Wärmepumpensysteme lediglich als Übergangslösung bis 2045 dienen können.

Biomasseheizung: Im Fall von Ein- und Mehrfamilienhäusern kommen in der Regel Pellets, Hackschnitzel oder Scheitholz als Brennstoffe für zentrale Kessel in Frage. Durch den erneuerbaren Brennstoff wird sofort eine 100%ige Deckung des Wärmebedarfs durch regenerative Energie möglich. Diesem Vorteil steht der Nachteil der begrenzten Verfügbarkeit und damit möglicherweise steigenden Preise für den Energieträger gegenüber. Selbst geschlagenes und gelagertes

Scheitholz kann eine Alternative darstellen. Die für die Verbrennung notwendigen Vergaserkessel sind in der Anschaffung teurer als Pelletkessel und die Lagerung des Holzes benötigt mehr Platz im oder am Gebäude.

Stromdirektheizung: Die direkte Nutzung von Strom ohne einen zwischengeschalteten Wärmepumpenprozess ist in der Regel nur bei besonders gut gedämmten Gebäuden (z. B. Passivhaus) eine wirtschaftliche Alternative. Im Vergleich zur Luft-Wärmepumpe ist der Strombedarf solch einer Lösung etwa dreimal höher.

Grüne Gase oder Heizöle: Der Einsatz von grünen Gasen kann eine Ersatzmaßnahme für den Einbau oben genannter Lösungen sein. Dies kann direkt durch den Einsatz von biogenem Flüssiggas oder bilanziell durch Biomethan erfolgen. Dabei sind aber die einzuhaltenden Mindestanteile von 65 % Erneuerbare und die langfristige Verfügbarkeit der zum Teil global gehandelten Energieträger zu beachten.

Solarthermie: Die direkte Nutzung der solaren Wärme ist ebenfalls eine Möglichkeit der teilweisen Deckung des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien. Die Flächenverfügbarkeit für die Kollektoren auf dem Dach und für den Pufferspeicher im Keller ist aber in der Regel begrenzt. Hinzu kommt die jahreszeitliche Abhängigkeit der solaren Wärmeerträge: Während in den Sommermonaten mit niedrigem Wärmebedarf i. d. R. hohe Wärmeerträge anfallen, sinken diese in den Wintermonaten mit hohem Bedarf. Dies macht eine Deckung zu 65 % kaum möglich. Weiterhin besteht die direkte Flächenkonkurrenz zur zunehmend kostengünstigen Photovoltaik auf dem Dach, was die Kombination mit Wärmepumpen unwirtschaftlich machen kann.

Für die Durchführung einer Energieberatung empfiehlt es sich, zertifizierte Beratungsunternehmen bzw. Personen zu beauftragen. Erste Anlaufstelle ist die Plattform <https://www.energie-effizienz-experten.de/> der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Dort können Eigentümer gezielt Beratung finden, welche auch direkt zu den Fördermöglichkeiten aufklärt.

5.5 Maßnahmenkatalog

Ein zentraler Bestandteil der Wärmewendestrategie ist der Maßnahmenkatalog, der als Leitfaden für die Strukturierung und Umsetzung der erforderlichen Schritte dient. Mit klar definierten Aufgaben und Zielen werden Potenziale für erneuerbare Energien schneller identifizierbar und erschließbar. Zudem erleichtern die darin beschriebenen Aktionsschritte die Koordination und Abstimmung potenzieller Investitionsentscheidungen. Damit kann der Maßnahmenkatalog als Instrument zur Vorbereitung einer kostengünstigen, sicheren und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung dienen.

Der Maßnahmenkatalog richtet sich primär an die Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf, adressiert aber auch weitere beteiligte Akteure. Für die Erstellung des Katalogs wurden verschiedene Ansätze herangezogen:

- **Akteursbeteiligung:** Bereits in frühen Phasen wurden übergreifende und spezialisierte Maßnahmen mit den relevanten Akteuren diskutiert. Zehn Akteure haben den Maßnahmenkatalog kommentiert.

- Fokusgebiete: Die Potenziale in den identifizierten Fokusgebieten boten wichtige Ansatzpunkte für weitere Maßnahmen in der Wärmeplanung.
- Bestehende Maßnahmenkataloge: In der Kommune vorhandene Maßnahmen wurden recherchiert und auf ihre Integration in den neuen Maßnahmenkatalog geprüft.
- Leitfaden zur Wärmeplanung: Der Leitfaden zur Erstellung von Wärmeplänen stellte eine umfangreiche Maßnahmenliste sowie eine Vorlage für Maßnahmenblätter bereit, die als Grundlage für den Katalog dienen.

Die Maßnahmen, die in Anhang 2 dokumentiert sind, wurden in Abstimmung mit den beteiligten Akteuren, insbesondere mit der planverantwortlichen Stelle diskutiert. Die Maßnahmen sind soweit möglich mit den in Kapitel 6.2 gelisteten Indikatoren evaluierbar, um ihre Umsetzung und Wirkung zu bewerten und zu steuern.

Folgender Aufbau wurde für den Maßnahmenkatalog gewählt:

Maßnahmenbereich: Der Themenbereich, in dem die Maßnahme durchgeführt wird.

1. Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien
2. Wärmenetze
3. Stromnetze
4. Gebäude und Verbraucher
5. Organisation und Kommunikation
6. Verstetigung und Fortschreibung

ID: Eine eindeutige Kennung für jede Maßnahme.

Maßnahmentitel: Der Titel der Maßnahme, z. B. „Flächensicherung für erneuerbare Energien“.

Rolle der Kommune: Die Rolle, die die Kommune bei der Umsetzung der Maßnahme spielt.

- regulieren
- motivieren
- koordinieren

Beschreibung: eine detaillierte Beschreibung der Maßnahme

Ziel: das Ziel, das mit der Maßnahme erreicht werden soll;

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: wie die Maßnahme zur Erreichung des übergeordneten Zielszenarios beiträgt

Erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine: die notwendigen Schritte und Meilensteine zur Umsetzung der Maßnahme

Zeitraum: der geplante Zeitraum und der Zeitpunkt, zu dem die Maßnahme abgeschlossen sein soll.

- Zeitliche Einordnung: die zeitliche Kategorisierung der Maßnahme als „kurzfristig“, „mittelfristig“ oder „langfristig“
- Damit ist eine Priorisierung innerhalb der Kommune möglich

Kosten: die geschätzten Kosten für die Planung und Umsetzung der Maßnahme

Einfluss der Kommune: der Einfluss, den die Kommune auf die Maßnahme hat, z. B. „hoch“, „mittel“

Verantwortliche Akteure: die Akteure, die für die Umsetzung verantwortlich sind, und eventuell bereits getroffene Vereinbarungen zwischen diesen

Betroffene Akteure: die Akteure, die von der Umsetzung betroffen sind

Finanzierungsmechanismen: wie Bundes- oder Landesförderungen und kommunale Haushaltsmittel (Eigenanteile Förderung)

Flankierende Aktivitäten: Wechselwirkungen oder Synergien mit anderen Maßnahmen und Instrumenten, Kooperations- und Controllinginstrumente, Monitoring und Umsetzungsbegleitung

Indikatoren: Monitoringinstrument und Controlling zur Überwachung des Zielerreichungsgrades (vgl. Szenarien)

Der Maßnahmenkatalog umfasst eine detaillierte Struktur zur Förderung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und adressiert sechs zentrale Maßnahmenbereiche. Diese Bereiche dienen der Koordination, Umsetzung und Bewertung der Schritte, die zur Wärmewende notwendig sind:

Heizungsumstellung und Transformation in Gebäuden und Quartieren

- Klimaneutrale Wärmeversorgung kommunaler Liegenschaften

Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien

- Veröffentlichung der Wärmeplanungsergebnisse in einem Webkataster
- Machbarkeitsstudien für weitere erneuerbare Energien und Wärmenetze

Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung

- Ausbau von Beratungsangeboten zu energetischer Sanierung in der Kommune
- Zusammenarbeit mit den Großvermietern in Ehrenfriedersdorf

Wärmenetzausbau und -transformation

- Fortlaufende Kommunikation
- Berücksichtigung der Gebietseinteilung
- Verstetigung der Kommunikationsstrukturen aus der Phase der Wärmeplanung
- Transformation des Fernwärmenetzes Ehrenfriedersdorf West
- Integrierte Grubenwasserprüfung und Netzausbau Ehrenfriedersdorf West
- Machbarkeitsstudie Fernwärme Ehrenfriedersdorf Ost
- Identifikation Wärmenetzbetreiber Ehrenfriedersdorf Ost
- Laufende Abstimmung mit Netzbetreibern

Stromnetzausbau

- Stromnetzchecks

– Kommunikation und Beteiligung zum Stromnetzausbau

Dieser Maßnahmenkatalog stellt somit einen wesentlichen Baustein dar, um eine strukturierte und koordinierte Wärmewende in der Kommune voranzutreiben und ist bei der Fortschreibung unbedingt zu beachten.

5.6 Zusammenfassung

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen, insbesondere das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und das Wärmeplanungsgesetz (WPG), geben die strategische Ausrichtung für die zukünftige Wärmeversorgung in Ehrenfriedersdorf klar vor. Das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 wird durch die konsequente Umstellung auf erneuerbare Energien und die Dekarbonisierung der Wärmenetze verfolgt. Die Umsetzung erfolgt schrittweise: Bereits ab 2030 müssen mindestens 30 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme stammen, bis 2040 steigt dieser Anteil auf mindestens 80 %. Spätestens ab 2045 ist der Einsatz fossiler Energieträger in der Wärmeversorgung nicht mehr zulässig.

Das entwickelte Zielszenario basiert auf der Bestandsanalyse und den Ergebnissen der Potenzialanalyse. Für die Fokusgebiete in Ehrenfriedersdorf wurden konkrete Maßnahmen zur Entwicklung und Transformation von Wärmenetzen erarbeitet. Die Einteilung des Stadtgebiets in verschiedene Versorgungsarten – Wärmenetzgebiete, Gebiete für dezentrale Versorgung und potenzielle Wasserstoffnetzgebiete – liefert eine aus heutiger Sicht fundierte Perspektive für die Wärmeversorgung im Jahr 2045. Für einige Teilgebiete ist eine abschließende Bewertung derzeit noch nicht möglich, sodass diese als Prüfgebiete ausgewiesen werden.

Die Strategie sieht vor, in den Fokusgebieten kurz- bis mittelfristig neue Wärmenetze zu realisieren und bestehende Netze auszubauen. Für den überwiegenden Teil des Gemeindegebiets sind dezentrale Versorgungslösungen auf Basis erneuerbarer Energien wahrscheinlich. Zur verbindlichen Bewertung einer Wärmeversorgung auf Basis von Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Gasen sind weitere Studien, v.a. der bei der BNetzA einzureichende Fahrplan laut §71k GEG, nötig. Die Gebietseinteilung wurde analytisch hergeleitet und kann als Grundlage für zukünftige Ausweisungsentscheidungen nach § 26 WPG dienen. Aus der Einteilung selbst ergeben sich jedoch keine Verpflichtungen zur Nutzung einer bestimmten Wärmeversorgungsart.

6 Prozess der Wärmewende

6.1 Verstetigungsstrategie

Die vorliegende Wärmeplanung stellt den ersten Schritt im Prozess hin zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 dar, der aktiv begleitet werden muss. Da die kommunale Wärmewende einen hohen Umsetzungsdruck hat, ist ein nahtloser Übergang zur konkreten Realisierung von Projekten anzustreben.

Dafür benennt der Maßnahmenkatalog unterschiedliche Maßnahmen in den Bereichen „Organisation und Kommunikation“ und „Verstetigung und Fortschreibung“.

Folgende Schritte sind dabei dringend zu empfehlen:

1. Hauptverantwortliche Person festlegen
2. Organisation von regelmäßigen Treffen der Steuerungsgruppe
3. Integration in Fachplanungen
4. Überprüfung und Fortschreibung des Wärmeplans
5. Controlling
6. Akteursbeteiligung und Kommunikation

1. Hauptverantwortliche Person festlegen

Für die interne und externe Kommunikation im Rahmen der Wärmeplanung sollte eine zentrale Ansprechperson in der Verwaltung benannt werden. Diese Person sollte mit ausreichenden personellen, zeitlichen und idealerweise auch finanziellen Ressourcen ausgestattet sein und organisatorisch so angebunden werden, dass eine ämterübergreifende Zusammenarbeit möglich ist. Dazu gehören auch entsprechende Befugnisse und ein klares Mandat.

Die in Ehrenfriedersdorf verantwortliche Stelle ist im Sachgebiet Bau angesiedelt. Von hier aus soll auch die Verstetigung und Fortschreibung der Wärmeplanung organisiert werden.

Das Fördermodul III der Richtlinie „Energie und Klima 2023“ unterstützt sächsische Kommunen beim Aufbau eines Managements zur Umsetzung ihres kommunalen Wärmeplans. Ziel ist es, Maßnahmen wie energetische Sanierung, Ausbau erneuerbarer Wärmequellen oder den Rückzug aus fossilen Versorgungsstrukturen voranzubringen.

Antragsberechtigt sind Kommunen oder kommunale Zusammenschlüsse mit bereits beschlossenen Wärmeplan. Die Förderung umfasst Personalkosten (pauschal nach TVöD) sowie Sachkosten (pauschal 30 % der Personalkosten). Der Fördersatz beträgt bis zu 80 % bei einer Laufzeit von bis zu vier Jahren – spätestens bis 2028.

Die maximale Fördersumme liegt für Kommunen bis 100.000 Einwohner bei 100.000 €. Die Teilnahme an Erfahrungsaustauschformaten der SAENA ist verpflichtend. Nicht förderfähig sind gesetzlich vorgeschriebene Aufgaben oder rein planerische Tätigkeiten wie Bauleitplanung.

Eine neue geförderte übergreifende Stelle, die u. a. das Thema treibhausgasneutrale Kommunalverwaltung verantwortet, kann die Zuständigkeit entsprechend übernehmen.

2. Organisation von regelmäßigen Treffen der Steuerungsgruppe

Idealerweise bleibt die Steuerungsgruppe als bereits etabliertes und anerkanntes Gremium bestehen. Es sollen regelmäßige Treffen, mindestens einmal jährlich und anlassbezogen, organisiert werden, um den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung zu überwachen und neue Erkenntnisse auszutauschen.

Die Organisation dieser Treffen obliegt der hauptverantwortlichen Person der Wärmeplanung. Dazu gehört, dafür Sorge zu tragen, dass Mitglieder der Steuerungsgruppe und deren Vertretungen, benannt sind, um eine kontinuierliche Zusammenarbeit zu gewährleisten. Eine erneute Aufforderung oder Berufung zur Teilnahme am Verstetigungsprozess durch die Kommune/planverantwortliche Stelle ist vorzunehmen. Zur Steuerungsgruppe sollten weiterhin gehören:

- Mitarbeitende aus den Fachämtern
- Bürgermeisterin oder Vertretung
- die Vertreter der Netz-Betreibergesellschaften und Energieversorger: iNetz, MitNetz, eins, envia, Danpower
- Vertreter der Wohnungswirtschaft: Stadtbau, Glück Auf e. G.
- Stadträte
- Forstwirtschaft

Die Gruppe kann dauerhaft oder fallbezogen um weitere Unternehmen oder Institutionen erweitert oder gekürzt werden.

Die kontinuierliche Einbindung einer externen Moderation und Beratung kann sicherzustellen, dass die Sitzungen effizient und zielgerichtet verlaufen. Wesentlicher Vorteil liegt darin, dass alle beteiligten Fachämter aktiv Inhalte einbringen können und nicht die hauptverantwortliche Person durch die Moderation dahingehend eingeschränkt ist.

Dafür besteht im Freistaat Sachsen für Kommunen die Möglichkeit, im Rahmen der Richtlinie „Energie und Klima“ (RL Energie & Klima / 2023, Modul II – Merkblatt SAB 61840) Fördermittel zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zu beantragen. Gefördert werden insbesondere Netzwerke, in denen mehrere Akteure – etwa Kommunen, Energieversorger, Netzbetreiber oder Vertreter der Wohnungswirtschaft – gemeinsam an der Entwicklung und Umsetzung von Strategien für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung arbeiten. Diese sogenannten Wärmeplanungsnetzwerke sollen den fachlichen Austausch fördern, Synergien heben und die Integration der Wärmeplanung in die Verwaltungsabläufe und Fachplanungen unterstützen.

Zuwendungsfähig sind Ausgaben für die Organisation und Moderation der Netzwerke, externe fachliche Begleitung sowie Sachkosten wie Raummieten oder

Verpflegung bei Netzwerktreffen. Der maximale Tagessatz für externe Leistungen liegt bei 800€ netto, und es können bis zu 32 Tagwerke für Moderation und ebenso viele für die Fachbegleitung angesetzt werden. Zusätzlich können Personalausgaben innerhalb der Verwaltung pauschal mit bis zu 20 % der förderfähigen Ausgaben berücksichtigt werden. Der Fördersatz beträgt bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Gesamtausgaben.

Die Netzwerke müssen aus mindestens fünf beteiligten Akteuren bestehen und im Jahr mindestens viermal zusammenkommen. Das Vorhaben ist spätestens bis zum 30. Juni 2028 abzuschließen. Die Antragstellung erfolgt über die Sächsische Aufbaubank (SAB) durch die jeweilige Kommune. Voraussetzung ist eine Vorhabenbeschreibung sowie eine gemeinsame Erklärung der Netzwerkpartner zur Teilnahme.

Diese Förderung bietet für Kommunen eine sehr gute Möglichkeit, die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung innerhalb der Verwaltung gezielt zu unterstützen, die Akteursbeteiligung zu strukturieren und eine Verstetigung der begonnenen Planungsprozesse sicherzustellen – insbesondere in der Übergangsphase zwischen Planerstellung und praktischer Umsetzung.

3. Integration in Fachplanungen

Die Zielstellungen und Zwischenschritte zur klimaneutralen Wärmeversorgung sollten in allen relevanten Fachplanungen berücksichtigt werden. Dazu gehören zukünftige und in Aufstellung befindliche Bebauungspläne, Abwägungen bei der Fortschreibung des Flächennutzungsplans, Entwicklungsziele im Stadtentwicklungskonzept sowie Tiefbaumaßnahmen. Im Gegenzug sind die Anpassungen der anderen Fachplanungen in die Fortschreibung des Wärmeplans zu integrieren.

Die erfolgreiche Umsetzung der im Wärmeplan Ehrenfriedersdorf entwickelten Maßnahmen erfordert nicht nur eine strategische Verstetigung innerhalb der Verwaltung, sondern auch gezielte Investitionen in die Quartiersentwicklung und die Begleitung der Wärmewende vor Ort. Hier bietet das Förderinstrument „Energetische Stadtsanierung – Zuschuss 432“ der KfW eine zentrale Unterstützungsmöglichkeit für Kommunen.

Mit dem Zuschuss 432 werden Kommunen dabei unterstützt, integrierte Quartierskonzepte zu erstellen und ein Sanierungsmanagement einzurichten, das die Umsetzung der geplanten Maßnahmen im Quartier aktiv begleitet. Gerade für die in der Wärmeplanung identifizierten Fokusgebiete ist dieses Instrument ideal geeignet, um die im Wärmeplan entwickelten Strategien in konkrete Projekte zu überführen und die Transformation der Wärmeversorgung vor Ort zu steuern.

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erhobenen Daten und Analysen schaffen eine belastbare Grundlage für die Antragstellung im Förderprogramm. Sie erleichtern die Erstellung der geforderten integrierten Quartierskonzepte erheblich, da wesentliche Vorarbeiten – etwa zur Bestandsaufnahme, Potenzialanalyse und Maßnahmenentwicklung – bereits vorliegen. Dadurch können Kommunen den Förderantrag effizient vorbereiten und die Umsetzung beschleunigen.

Das Sanierungsmanagement, das über den Zuschuss 432 gefördert werden kann, übernimmt eine Schlüsselrolle bei der Verstetigung des Transformationsprozesses. Es sorgt für die kontinuierliche Koordination, Kommunikation und Fortschrittskontrolle der Maßnahmen im Quartier. Damit wird sichergestellt, dass die

im Wärmeplan definierten Ziele nicht nur konzeptionell, sondern auch praktisch und dauerhaft erreicht werden.

Das Förderinstrument „Energetische Stadtsanierung – Zuschuss 432“ ist somit ein wirkungsvolles Werkzeug, um die im Wärmeplan Ehrenfriedersdorf entwickelten Maßnahmen in den Fokusgebieten nachhaltig umzusetzen und die Wärmewende vor Ort zu verstetigen. Die enge Verzahnung von Wärmeplanung und Förderprogramm schafft optimale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Transformation der lokalen Wärmeversorgung und unterstützt die Stadt Ehrenfriedersdorf auf dem Weg zur Klimaneutralität.

4. Überprüfung und Fortschreibung des Wärmeplans

Die planungsverantwortliche Stelle führt regelmäßig eine Überprüfung und Fortschreibung des Wärmeplans durch. Dies beinhaltet die Überwachung der Umsetzung der Maßnahmen und die Anpassung der Gebieteinteilung, insbesondere in Teilgebieten mit ungeklärter Versorgung, z. B. Prüfgebiete.

Der Wärmeplan muss regelmäßig an externe Veränderungen angepasst werden, um sicherzustellen, dass er weiterhin aktuell und effektiv ist. Dazu gehören Anpassungen an neue Technologien, politische Zielsetzungen und nationale Energiestrategien. Die planungsverantwortliche Stelle muss daher laufend prüfen, ob eine Teilfortschreibung des Wärmeplans erforderlich ist, um sicherzustellen, dass der Wärmeplan weiterhin aktuell und effektiv ist. In diesem Fall muss der Wärmeplan entsprechend angepasst werden, um sicherzustellen, dass er weiterhin mit den aktuellen Bedingungen und Zielen übereinstimmt. Dies kann insbesondere dann erforderlich sein, wenn neue Wärmenetze in Betrieb genommen werden.

Mit Inkrafttreten der Sächsischen Wärmeplanungsverordnung (SächsWPVO) vom 17. Juni 2025 besteht für Kommunen die Möglichkeit, finanzielle Unterstützung für die Überprüfung und Fortschreibung ihrer kommunalen Wärmeplanung zu erhalten. Gemäß § 3 des Sächsischen Wärmeplanungsunterstützungsgesetzes (WPUntG) erhalten Gemeinden mit einer Einwohnerzahl unter 10.000 Einwohnern einen Ausgleichsbetrag von 1.886,08 €, der erstmalig spätestens zum 1. Dezember 2023 und anschließend alle fünf Jahre gewährt wird.

Darüber hinaus sieht § 4 WPUntG für die Fortschreibung des Wärmeplans eine direkte Mittelzuweisung vor. Diese umfasst einen Sockelbeitrag von 34.670,12 € sowie einen zusätzlichen Betrag von 0,30 € pro Einwohnerin bzw. Einwohner.

Diese Regelung stellt sicher, dass Kommunen die kontinuierliche Aktualisierung und Weiterentwicklung ihrer Wärmeplanung finanziell abgesichert umsetzen können.

5. Controlling

Ein Controllingkonzept sollte entwickelt werden, um die Umsetzung der Maßnahmen zu überwachen. Ein Plan-Ist-Abgleich hilft dabei, festzustellen, ob die Kommune auf dem vorgesehenen Entwicklungspfad ist oder ob es Umsetzungsdefizite gibt. Das Kapitel 6.2 gibt hierzu die notwendigen Hinweise.

6. Akteursbeteiligung und Kommunikation

Die Verwaltung sollte kontinuierlich relevante Akteure einbeziehen und die Öffentlichkeit über den Fortschritt sowie die Ergebnisse der Wärmeplanung

informieren. Dies kann durch Veranstaltungen, Pressemitteilungen und andere Kommunikationsstrategien geschehen, siehe Kapitel 6.3.

Die hier aufgeführten Schritte und Aufgaben sowie die im Maßnahmenkatalog (siehe Anhang 2) detailliert beschriebenen Maßnahmen sollen die etablierten Kommunikations- und Kooperationsstrukturen auch nach Abschluss der initialen Wärmeplanungsphase aufrechterhalten und die nachhaltige Umsetzung der Wärmeplanungsziele unterstützen.

Die folgende Abbildung 57 zeigt eine mögliche Struktur für die Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in Ehrenfriedersdorf:

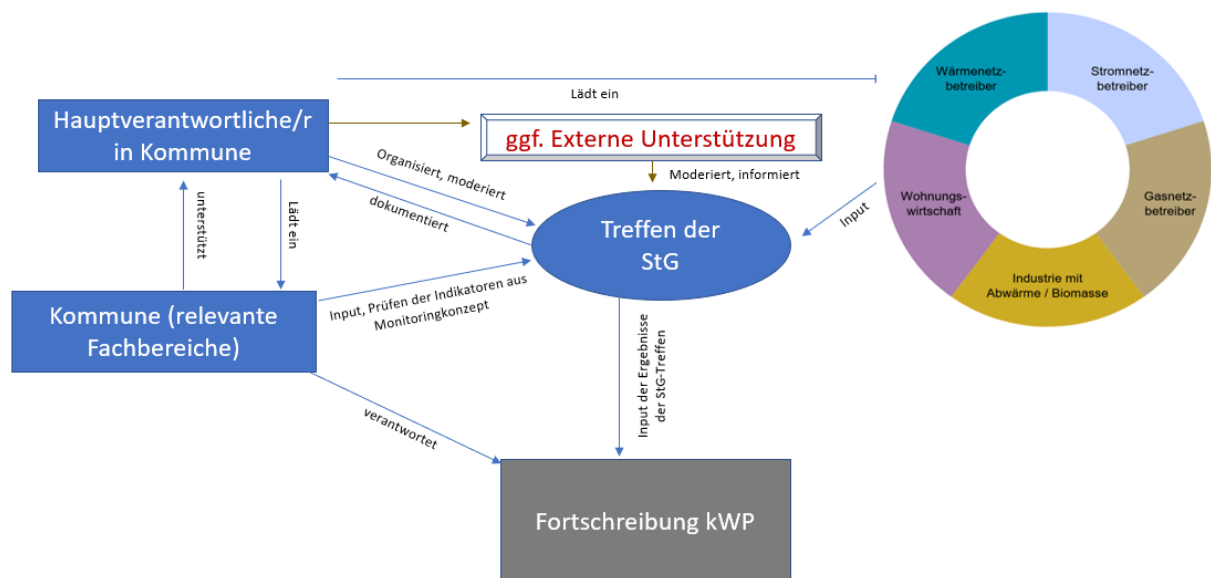


Abbildung 57 Mögliche Organisationsstruktur der Verstetigung der Wärmeplanung

6.2 Controllingkonzept

In Transformationsprozessen wird häufig von Monitoring und Controlling als wesentlichen Werkzeugen der Fortschrittsbewertung gesprochen. Monitoring konzentriert sich auf die Überwachung und Erfassung von Daten, während Controlling die Analyse und Steuerung dieser Daten zur Verbesserung des Prozesses umfasst.

Das Controlling dient der laufenden Erhebung und Bewertung des Fortschritts der Wärmewende in Ehrenfriedersdorf. Grundsätzlich gilt die Energie- und Treibhausgasbilanzierung nach dem BSKO-Standard als übergeordnetes, quantitatives Messinstrument zur Ermittlung des THG-Reduktionspfades. Die Bewertung basiert auf Zielvorgaben, die kontinuierlich mit dem aktuellen Stand verglichen werden. Im Rahmen des Top-Down-Controllings umfasst dies beispielsweise Indikatoren, die sich einzeln auswerten lassen:

- Anteil erneuerbarer Energien im Wärmemix in Prozent

- Anteil dezentrale erneuerbare Energien in Prozent
- Pro-Kopf-Emissionen in Tonnen pro Jahr
- Anteil der Wärmenetze am Wärmemix

In Kapitel 5.1 werden die Wege zur Treibhausgasneutralität bis 2045 dargestellt, die sich aus der Ausgangssituation im Basisjahr, den gesetzlichen Vorgaben und den vorhandenen Potenzialen ableiten. Die für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 sowie das Zieljahr festgelegten Parameter fungieren als Zielwerte für das Controlling (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15 Kennzahlen
Top-Down-Controlling

Jahr	Anteil dezentrale EE am Wärmemix	Anteil Gasnetz erneuerbar am Wärmemix	Anteil Wärmenetze am Wärmemix	Treibhausgasemissionen Wärme pro Kopf
2022	17 %	0 %	10 %	2,1 t/EW
2030	17 bis 27 %	0 bis 10 %	17 %	1,7 t/EW
2035	17 bis 37 %	0 bis 20 %	29 %	1,2 t/EW
2040	16 bis 47 %	0 bis 31 %	38 %	0,7 t/EW
2045	16 bis 55 %	0 bis 39 %	45 %	0,2 t/EW

Tabelle 15 zeigt die im Rahmen des Controllings definierten Zielwerte für zentrale Indikatoren der Wärmewende in Ehrenfriedersdorf in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Sie verdeutlicht den angestrebten Anstieg des Anteils dezentraler erneuerbarer Energien am Wärmemix von 10 % im Basisjahr 2022 auf bis 55 % im Zieljahr 2045. Parallel dazu wird eine stetige Zunahme des Anteils der Wärmenetze am Wärmemix angestrebt, welcher bis 2045 auf 45 % anwachsen soll. Erneuerbare Gase (bspw. Wasserstoff) können eine große Rolle spielen. Die Verfügbarkeit in Ehrenfriedersdorf ist aber unsicher. Besonders relevant für die Zielpfadüberwachung ist die Entwicklung der Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen, die in einem linearen Reduktionspfad bis 2045 nahezu auf null gesenkt werden sollen. Diese Zielwerte dienen als Maßstab zur Bewertung der Fortschritte und zur Identifikation etwaiger Abweichungen im Verlauf des Transformationsprozesses.

Es ist wichtig, die Fortschritte kontinuierlich und frühzeitig zu bewerten, um Zielabweichungen frühzeitig zu erkennen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Zudem können sich die Zielwerte aufgrund von Änderungen der gesetzlichen Vorgaben verändern, was eine Neuentwicklung von Zielszenarien erforderlich macht. Für das Top-Down-Controlling ist die regelmäßige Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen von zentraler Bedeutung. Dadurch werden die wichtigsten Daten (z. B. Erdgasabsätze, Anzahl und Leistung von EE-Anlagen) systematisch erfasst und nach einem festgelegten Standard bilanziert. Auf Basis der neuen Bilanzierung kann der Zielpfad dann unter Berücksichtigung möglicher neuer technologischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen aktualisiert werden.

Für das Controlling der Maßnahmen wird empfohlen, die Indikatorenliste und den Maßnahmenkatalog im Rahmen der Verstätigungssitzungen der Steuerungsgruppe kontinuierlich zu aktualisieren, den Fortschritt zu dokumentieren und neue Maßnahmenansätze hinzuzufügen. Diese Vorgehensweise hat sich in zahlreichen Klimaschutz- und Managementprozessen, wie dem eea Kom.EMS, bereits als erfolgreich erwiesen.

In der Wärmeplanung für Ehrenfriedersdorf wurden Schwerpunktgebiete für kurz- und mittelfristig umsetzbare Projekte in den Fokusgebieten definiert, die mit

spezifischen Handlungsschritten untersetzt sind (siehe Kap. 5.2). Der Fortschritt der Planung und der anschließenden Umsetzung sollten ebenfalls im Controlling überwacht werden.

Diese erste Wärmeplanung für Ehrenfriedersdorf wurde auf Grundlage der Anforderungen aus der Bundesförderung gemäß der Kommunalrichtlinie erstellt. Durch diese Förderung ist Ehrenfriedersdorf nach § 5 Abs. 2 WPG von der Pflicht zur Erstellung eines Wärmeplans nach dem Bundesgesetz befreit. Dennoch besteht die Verpflichtung, den Fortschritt bei der Umsetzung der festgelegten Strategien und Maßnahmen mindestens alle fünf Jahre zu überprüfen. In § 25 Abs. 3 wird klargestellt, dass die Vorgaben des Gesetzes spätestens ab dem 01.07.2030 berücksichtigt werden müssen. Dies bedeutet, dass bis zu diesem Stichtag eine Fortschreibung des Wärmeplans unter Berücksichtigung der gesetzlichen Anforderungen erfolgen muss.

Angesichts der Entwicklung neuer Technologien, des volatilen Energiemarkts und der fortlaufenden Anpassungen der gesetzlichen Ziele ist zu erwarten, dass eine bloße Überprüfung alle fünf Jahre für keinen Wärmeplan ausreichend sein wird. Die erforderliche Fortschreibung des Wärmeplans gemäß den gesetzlichen Vorgaben ersetzt daher nicht die kontinuierliche Überwachung des Fortschritts und die notwendigen Maßnahmen bei Zielabweichungen. Laut dem Leitfaden für die Erstellung von Wärmeplänen verfolgt die Fortschreibung insbesondere folgende Zielsetzungen:

- Überprüfung des Fortschritts der Umsetzungsstrategie
- Schließen von Lücken in der ersten Datenerhebung
- Aktualisierung der Potenzial- und Bestandsanalysen
- Anpassung des Zielszenarios und der Gebietseinteilung
- Zuordnung von Wärmeversorgungsarten in zunächst als Prüfgebiet gekennzeichneten Bereichen.

6.3 Akteursbeteiligung und Kommunikation

6.3.1 Beteiligung in der Konzeptphase

Während der Konzeptphase ist es entscheidend, die verschiedenen Fachakteure nicht nur umfassend zu informieren, sondern sie aktiv in den Erstellungsprozess einzubeziehen und miteinander zu vernetzen. Das entstehende interdisziplinäre Netzwerk auf kommunaler Ebene bündelt Ressourcen und Kompetenzen. Durch die Zusammenarbeit werden Beteiligungs- und Kommunikationsstrukturen im Hinblick auf das komplexe Ziel der Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung bis 2045 verstetigt und institutionalisiert (siehe Kap. 6.1).

Die Fachakteure wurden von Beginn an in den Prozess eingebunden, parallel zu den durchgeführten technischen Untersuchungen (siehe Kap. 3-5). Die erfolgreiche Erstellung und spätere Umsetzung der Wärmeplanung erforderten realisierbare, abgestimmte Strategien, die Zustimmung der Betroffenen sowie das aktive Mitwirken der zentralen Akteure vor Ort.

Zu diesem Zweck wurde zunächst eine Akteursanalyse durchgeführt, um weitere Schlüsselakteure zu identifizieren. Dabei standen folgende Aspekte im Fokus:

- Einbindung von Fach- und Lokalwissen: Berücksichtigung eines breiten Spektrums an Expertenwissen, von technischen Fachkenntnissen bis hin zu lokalem Wissen
- Betroffenheit: Analyse, inwieweit die Interessen oder Bedürfnisse eines Akteurs durch das Projekt berührt werden – sei es unterstützend oder beeinträchtigend (direkt oder indirekt)
- Einfluss und Umsetzungspotenzial: Bewertung der Möglichkeiten eines Akteurs, die Analyse zu unterstützen und/oder die Umsetzung der Ergebnisse voranzutreiben
- Integration in die Verwaltung
- Förderrichtlinien: Einhaltung der Vorgaben aus der Kommunalrichtlinie
- gesetzliche Anforderungen: Beachtung der Bestimmungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 7 Abs. 1–3)

Die Identifizierung der relevanten Akteure erfolgte durch umfassende Recherche, Befragungen und die Analyse bestehender Prozesse. Die daraus resultierende Akteursliste wurde durch die Kommune konkretisiert und verfeinert. Ziel war es, alle potenziellen und relevanten Akteure frühzeitig zu identifizieren, um eine rechtzeitige Einbindung und Information sicherzustellen.

6.3.1.1 Steuerungsgruppe

Zur Organisation und Koordination der Teilschritte der kommunalen Wärmeplanung sowie als zentrales Beteiligungsinstrument für ausgewählte Akteure wurde eine Steuerungsgruppe etabliert. Dies erfolgte zu Beginn des Erstellungsprozesses (Kick-off). Resultierend aus der abgestimmten Akteursliste (vgl. Kapitel 6.3.1) wurden durch die Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf die Akteure benannt, die zwingend ständige Mitglieder der Steuerungsgruppe sind.

Besonders relevante Akteure gemäß dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) – wie Gas-, Strom- und Wärmenetzbetreiber, Energieversorger sowie die Wohnungswirtschaft – bildeten den festgelegten maßgeblichen Personenkreis gemäß § 7 Abs. 1, 2 und 3 WPG.

Die zentralen identifizierten Akteure für Ehrenfriedersdorf sind:

- Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf: Bürgermeisterin, Sachgebiet Bau, u. w.
- Netzbetreibergesellschaften: MITNETZ STROM, iNetz,
- Energieversorger: enviaM, eins, Danpower
- Wohnungswirtschaft: Stadtbau GmbH, Wohnungsgenossenschaft Glück Auf e. G.
- Städträte

Die Steuerungsgruppe in der kommunalen Wärmeplanung dient als fachliches Gremium, das den Planungsprozess gestaltend begleitet. Während die Dienstleister hier ihre technischen Untersuchungsergebnisse präsentieren und die Kommune beratend unterstützen, besteht die zentrale Aufgabe der Steuerungsgruppe

darin, die vorgelegten Untersuchungen und Analysen eingehend zu diskutieren und fachlich zu bewerten sowie zukünftige Versorgungsvarianten, Fokusgebiete und/oder der Maßnahmen auszuwählen. Dabei bringt sie ihre Expertise, wie auch einen eigenen Entwicklungs- und Umsetzungsfokus ein. Durch die Diskussion verschiedener Szenarien und Ansätze trägt die Steuerungsgruppe dazu bei, Umsetzungspotenziale frühzeitig zu identifizieren.

Die Ergebnisse der Treffen der Steuerungsgruppe fließen im Rahmen der Verstärkung in die weiteren Planungen ein und bieten eine wertvolle Grundlage für Umsetzungs- und Investitionsentscheidungen sowie die Fortschreibung des Wärmeplans.

Als planungsverantwortliche Stelle trägt die Stadtverwaltung Ehrenfriedersdorf die Hauptverantwortung und Letztentscheidung innerhalb der Steuerungsgruppe, sowie bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans.

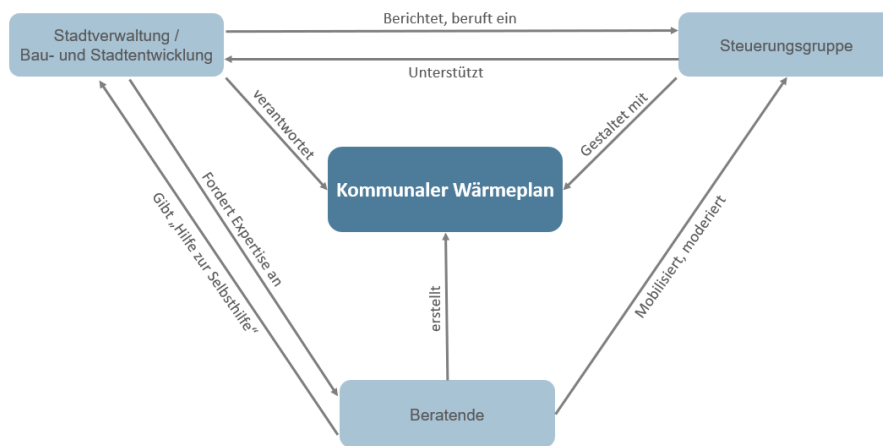


Abbildung 58 Zusammenspiel und Rollenverteilung im Erstellungsprozess der kommunalen Wärmeplanung

In Tabelle 16 sind der verwaltungsinterne Auftakt Ehrenfriedersdorf und die Sitzungen und Themen der Steuerungsgruppe dokumentiert.

Tabelle 16 Sitzungen der Steuerungsgruppe

Veranstaltung	Datum	Inhalte
Kick-Off mit der Stadtverwaltung	15.11.2024	Zeitplanung, Datenbeschaffung, Akteursbeteiligung, Erwartungsmanagement, Klärung Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
1. Sitzung der Steuerungsgruppe	08.04.2025	Einführung aktueller Stand der Gesetzgebung, Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Festlegung Fokusgebiete, Diskussion und Input, Diskussion, Input aus StG
2. Sitzung der Steuerungsgruppe	23.06.2025	Szenarien, Strategieentwicklung in den Fokusgebieten, Strategien der Versorger und Akteure der Steuerungsgruppe
Abstimmung Gebietseinteilung	28.08.2025	Variantenbetrachtung zur Gebietseinteilung und Erarbeitung eines konsolidierten Vorschlags
3. Sitzung der Steuerungsgruppe	22.09.2025	Gebietseinteilung, Verstetigungsstrategien

6.3.1.2 Weitere Beteiligungsformate

Neben der Integration von Fachakteuren ist die Beteiligung der interessierten Öffentlichkeit/Bürgerschaft und der politischen Entscheidungsträger über den gesamten Erstellungsprozess wichtig. Bidirektionale Formate bieten eine Plattform für den direkten Austausch und stärkten das gegenseitige Verständnis für die Ziele der Wärmeplanung sowie den damit verbundenen Transformationsprozess.

Die Bürgerinformationsveranstaltung schuf Raum für Bürger, Unternehmen und lokale Entscheidungsträger, um ihre Perspektiven einzubringen. Sie sorgten für Transparenz in Bezug auf gesetzliche Regelungen und deren Auswirkungen auf die Bürgerschaft. Ein zentrales Thema war die Verknüpfung des Wärmeplanungsgesetzes mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG). Besonders wichtig war die Aufklärung darüber, dass nicht der Wärmeplan allein, sondern erst eine aktive Ausweisungsentscheidung der Kommune, beispielsweise durch Satzungen, zur Anwendung des GEG führt. Diese Klarstellung nahm bei vielen Bürgern Bedenken und führte zu Erleichterung.

Zudem wurde klar und nachvollziehbar kommuniziert, warum bestimmte Gebiete besonders gut für Wärmenetze geeignet sind, während in anderen Regionen primär dezentrale Wärmeversorgungslösungen in Betracht kommen. Darüber hinaus wurden Anknüpfungspunkte zu Beratungsangeboten für Modernisierungsoptionen und den Austausch von Heizungen aufgezeigt. Dieser Inhalt wurde durch die teilnehmende Verbraucherzentrale Sachsen präsentiert. Die nachfolgende Tabelle zeigt die durchgeführten Beteiligungsformate.

Veranstaltung	Datum	Inhalte
Vorstellung im Stadtrat	03.11.2025	Inhalte der Wärmeplanung, Aufgaben und Herausforderungen für die Verwaltung
Bürgerinformationsveranstaltung	04.11.2025	rechtlicher Hintergrund zur Wärmeplanung, Gebietseinteilung, Entscheidungshilfen für Gebäudeeigentümer, Beantwortung von Fragen

Tabelle 17 weitere Veranstaltungsformate zur Wärmeplanung

6.3.2 Kommunikationsinstrumente

Weiterhin ist es wichtig, auch im Anschluss an die Wärmeplanung, eine Kommunikationsstrategie zu verfolgen. Diese zielt darauf ab, die Öffentlichkeit und relevante Akteure über die Ergebnisse, geplante Maßnahmen und deren Umsetzung zu informieren und aktiv einzubinden. Um die Öffentlichkeit und relevante Stakeholder aktiv über den Umsetzungsprozess zu informieren, können folgende Ansätze und Formate genutzt werden [27]. Die Umsetzung der folgenden Maßnahmen ist von der Kommune auf Grundlage einer Kosten-Nutzen-Abschätzung abzuwägen:

Information über Ergebnisse der Wärmeplanung

Der fertige Wärmeplan sollte in einem zugänglichen Format veröffentlicht werden, inklusive detaillierter Karten und Maßnahmenblätter. Um die Ergebnisse anschaulich zu präsentieren, bietet sich die Nutzung eines Webkatasters an. Webkataster stehen in Kommunen teilweise schon bereit, können bei entsprechenden Dienstleistern aber auch in Auftrag gestellt werden. Regelmäßige Berichterstattungen im Klimabeirat und Stadtrat schaffen zudem Transparenz und stärken das Vertrauen in den Umsetzungsprozess.

- Veröffentlichung der Ergebnisse: Bereitstellung des fertigen Wärmeplans inklusive Karten und Maßnahmenblätter in leicht zugänglichen Formaten
- Visualisierung: Entwicklung eines Webkatasters zur anschaulichen Darstellung der Planungsergebnisse
- regelmäßige Berichterstattung: kontinuierliche Updates im Stadtrat, um Transparenz zu schaffen und Entscheidungen nachvollziehbar zu machen

Transparenz im Umsetzungsprozess

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Transparenz bei der Umsetzung einzelner Projekte. Fortschritte, Zeitpläne und Meilensteine, beispielsweise beim Ausbau eines Wärmenetzes, sollten verständlich kommuniziert werden. Steckbriefe einzelner Fokusgebiete können detaillierte Informationen liefern und so die Nachvollziehbarkeit für Bürgerschaft und Unternehmen erhöhen.

- Transparenz bei Teilprojekten: Fortschritte bei Projekten, wie dem Aufbau von Wärmenetzen, sollten umfassend und verständlich kommuniziert werden, um Vertrauen und Akzeptanz zu fördern
- Zeitpläne und Meilensteine: Offenlegung von Zeitrahmen und geplanten Meilensteinen für die Umsetzung in Fokusgebieten
- Steckbriefe der Fokusgebiete: detaillierte Informationen zu einzelnen Gebieten sollten veröffentlicht werden, um Akteure gezielt zu informieren.

Beteiligung und Mitgestaltung

Auch die aktive Beteiligung und Mitgestaltung spielen eine zentrale Rolle. Veranstaltungen wie die Sächsischen Energietage bieten eine Plattform für den Austausch zwischen Akteuren, während Angebote zur Mitgestaltung, etwa bei der Entwicklung von Quartierslösungen, die Identifikation mit den Maßnahmen fördern.

- Einladung zum Austausch: Organisation von Veranstaltungen, wie den Sächsischen Energietagen, um Akteure zusammenzubringen und Beteiligung zu fördern
- Mitgestaltungsmöglichkeiten: Angebote zur Mitwirkung, z. B. bei der Entwicklung von Quartierslösungen oder lokalen Energieprojekten

Individuelle Unterstützung und Beratung

Gleichzeitig ist es wichtig, die Vorteile der Wärmewende – von Klimaschutz über Energieeffizienz bis hin zu Versorgungssicherheit – zielgerichtet zu kommunizieren. Ergänzend dazu können Veranstaltungen und Workshops in Zusammenarbeit mit Partnern wie der Verbraucherzentrale oder der SAENA GmbH praxisnahe Informationen zu Themen wie Gebäudedämmung oder Wärmepumpen vermitteln.

Individuelle Beratung und Unterstützung sind ebenfalls von großer Bedeutung. Die Kommune kann durch die Bereitstellung von Räumlichkeiten und die Förderung von Beratungsangeboten zu Sanierung, Heizungsmodernisierung und Fördermöglichkeiten Bürger gezielt unterstützen. Erfolgsgeschichten und Best Practices aus anderen Projekten oder Regionen helfen zudem, Motivation und Vertrauen in die Wärmewende zu stärken.

- Beratungsangebote: Unterstützung von individuellen Beratungen zu Themen wie Fördermöglichkeiten, Sanierung oder Heizungsmodernisierung durch Partner wie die Verbraucherzentrale Sachsen
- Bereitstellung von Räumlichkeiten: Einrichtung von Anlaufstellen, z. B. für Beratungsstunden oder Informationsmaterialien

Motivation und Best Practice

Die Kommunikation sollte stets zielgruppenspezifisch erfolgen. Bürger, Unternehmen, die Wohnungswirtschaft und Fachleute benötigen unterschiedliche Ansätze. Online-Plattformen, soziale Medien, lokale Medien und Printmaterialien können genutzt werden, um die Botschaften effektiv zu verbreiten.

- Erfolgsgeschichten: Präsentation von umgesetzten Projekten aus anderen Städten oder Regionen, um Motivation und Vertrauen in die Wärmewende zu stärken
- lokale Beispiele: Darstellung regionaler Vorzeigeprojekte, die in der Steuerungsgruppe vorgestellt und diskutiert werden können

Priorisierung und Verstetigung

Angesichts begrenzter Ressourcen ist es wichtig, zunächst die zentralen Kommunikationsziele zu priorisieren. Dazu gehört vor allem die zeitnahe

Bekanntmachung des fertigen Wärmeplans nach dem Stadtratsbeschluss sowie die Veröffentlichung der zugehörigen Unterlagen. Weitere Maßnahmen können schrittweise durch die verstetigte Steuerungsgruppe geplant und umgesetzt werden.

Da die verfügbare Zeit und die Ressourcen begrenzt sind, ist es wichtig, sich zunächst auf die wesentlichen Kommunikationsziele zu konzentrieren:

- Bekanntmachung des Wärmeplans: Veröffentlichung und Erklärung der Ergebnisse unmittelbar nach dem Stadtratsbeschluss
- Implementierung schrittweiser Maßnahmen: Die weiteren Instrumente und Formate sollten in der verstetigten Steuerungsgruppe diskutiert und schrittweise umgesetzt werden

Zielgruppengerechte Ansprache

Durch diese strukturierte Vorgehensweise wird gewährleistet, dass eine transparente, verständliche und zielgerichtete Kommunikation gefördert wird, die das Vertrauen stärkt und sich positiv auf die aktive Mitwirkung an der Wärmewende auswirkt.

- Anpassung der Kommunikation: Entwicklung zielgruppenspezifischer Formate für Bürger, Unternehmen, Wohnungswirtschaft und Fachleute
- vielfältige Kanäle: Einsatz von Online-Plattformen, sozialen Medien, lokalen Medien und Printmaterialien, um die Reichweite der Kommunikation zu maximieren.

Die Auflistung enthält eine Vielzahl von möglichen Kommunikationsmitteln im Prozess der Wärmewende. Der Umfang und die Intensität der genutzten Kanäle hängen stark mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen in der planungsverantwortlichen Stelle zusammen. Es ist daher zunächst auf die wesentlichen Kommunikationsziel zu fokussieren. Diese sind die Bekanntmachung, dass es einen fertigen Wärmeplan gibt und der damit verbundenen Erklärungen. Weiterhin ist der Plan sowie die zugehörigen Anlagen zeitnah nach dem Beschluss durch den Stadtrat zu veröffentlichen. Die weiteren Instrumente sollten in der verstetigten Steuerungsgruppe diskutiert und Stück für Stück implementiert werden.

7 Fazit und Ausblick

Mit dem vorliegenden kommunalen Wärmeplan hat die Stadt Ehrenfriedersdorf eine strategische Grundlage für den Prozess der Wärmewende geschaffen. Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung in großen Teilen der Kommune derzeit noch überwiegend auf fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas, basiert. Die Potenzialanalyse identifiziert lokale erneuerbare Wärmequellen wie Grundwasser, Biomasse und Umweltwärme, deren Nutzung jedoch teilweise mit technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen verbunden ist.

Die Eignungsprüfung und die Einteilung in Fokusgebiete liefern eine erste Orientierung für die zukünftige Entwicklung der Wärmeversorgung. In den Fokusgebieten sind mittelfristig neue Wärmenetze und die Transformation bestehender Netze vorgesehen, während für die übrigen Bereiche dezentrale Versorgungslösungen auf Basis erneuerbarer Energien wahrscheinlich sind. Die Gebietseinteilung nach dem Wärmeplanungsgesetz bildet eine wichtige Grundlage für zukünftige Ausweisungsentscheidungen, begründet jedoch keine Verpflichtungen zur Nutzung einer bestimmten Wärmeversorgungsart.

Die Steuerungsgruppe aus Stadtverwaltung, Netzbetreibern, Energieversorgern und Wohnungswirtschaft bleibt auch nach Abschluss der Konzeptphase ein zentrales Gremium für die Abstimmung und Umsetzung der Maßnahmen. Die Integration der Wärmeplanung in die Fachplanungen der Stadt und die regelmäßige Überprüfung des Fortschritts sind essenziell für eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende.

Der Wärmeplan stellt keinen abschließenden Fahrplan bis zur Klimaneutralität dar, sondern bildet den ersten Schritt auf dem Weg von einer fossilen zu einer klimaneutralen und auf lokalen Ressourcen basierenden Wärmeversorgung. Die kontinuierliche Fortschreibung und Anpassung des Plans an neue gesetzliche und technologische Entwicklungen sind dabei unerlässlich.

Die nächsten Schritte umfassen die konkrete Planung und Umsetzung der identifizierten Maßnahmen, die Verstetigung der Steuerungsgruppe sowie die regelmäßige Aktualisierung des Wärmeplans. Die Stadt Ehrenfriedersdorf ist damit gut aufgestellt, um die Herausforderungen der Wärmewende aktiv zu gestalten und die gesetzlichen Klimaziele zu erreichen.

8 Vertiefte Untersuchung für das Versorgungsgebiet rund um die Fernwärmeversorgung

8.1 Einleitung

Die Stadt Ehrenfriedersdorf untersucht im Rahmen ihrer strategischen Wärmeplanung, wie das bestehende Fernwärmesystem langfristig modernisiert, ökologisch weiterentwickelt und bedarfsgerecht ausgebaut werden kann. Ziel dieser vertieften Betrachtung ist es, unterschiedliche technische Entwicklungsoptionen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Versorgungssicherheit, Energieeffizienz, Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Grundlage sind technische Annahmen zum heutigen System, modellbasierte Abschätzungen sowie eine systematische Gegenüberstellung möglicher zukünftiger Ausprägungen des Fernwärmenetzes.

Da die zugrunde liegenden technischen und wirtschaftlichen Berechnungen stets von Prognosen abhängig sind, erfolgt die Bewertung der Ergebnisse als Einordnung von Zahlen auf Basis plausibler Näherungen und grober Schätzungen. Exakte Vorhersagen sind aufgrund der volatilen energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen nicht möglich, deshalb liegt der Fokus auf relativen Veränderungen, qualitativen Spannbreiten und robusten Tendenzaussagen.

Zur Sicherstellung eines einheitlichen, methodisch nachvollziehbaren Vorgehens stützt sich die Analyse auf den Technikkatalog Wärmeplanung, der im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) entwickelt wurde. Der verwendete Stand des Technikkataloges datiert auf Juni 2024 und dient als zentrale Referenz für typische technische Kennwerte, Effizienzen, Lebensdauern, Kostenannahmen und Emissionsfaktoren. Die technischen Modellierungen und Bewertungen orientieren sich dabei konsequent an diesen standardisierten Parametern.

Die Untersuchung bildet damit eine belastbare Grundlage, um die drei betrachteten technischen Varianten, Modernisierung des Bestandsnetzes, vollständige Transformation auf erneuerbare Energien sowie eine netzbasierte Vollversorgung des gesamten Fokusgebiets, nachvollziehbar und verantwortungsbewusst gegeneinander abzuwägen.

8.2 Beschreibung der Varianten

8.2.1 Variante 1: Netzmodernisierung

Variante 1 umfasst die vollständige Sanierung des bestehenden Fernwärmenetzes und der Hausanschlussstationen (HAST), ohne grundlegende Anpassungen an der Heizzentrale vorzunehmen. Die Wärme wird durch eine Kombination aus

Biomassekessel (Holzhackschnitzel), Erdgas-BHKWs und Erdgaskessel erzeugt. Die Erzeugungsstruktur bleibt unverändert, während das Netz technisch auf den aktuellen Stand gebracht wird.

Das modernisierte Netz versorgt weiterhin nur etwa ein Drittel des Gesamtwärmebedarfs der Fokusgebiete Ehrenfriedersdorf Ost und West. Die übrigen Wärmebedarfe müssen daher aktuell noch dezentral versorgt werden. Die Variante stellt eine grundlegende Instandsetzung dar, entfaltet jedoch keine transformative Wirkung im Sinne der Klimaziele.

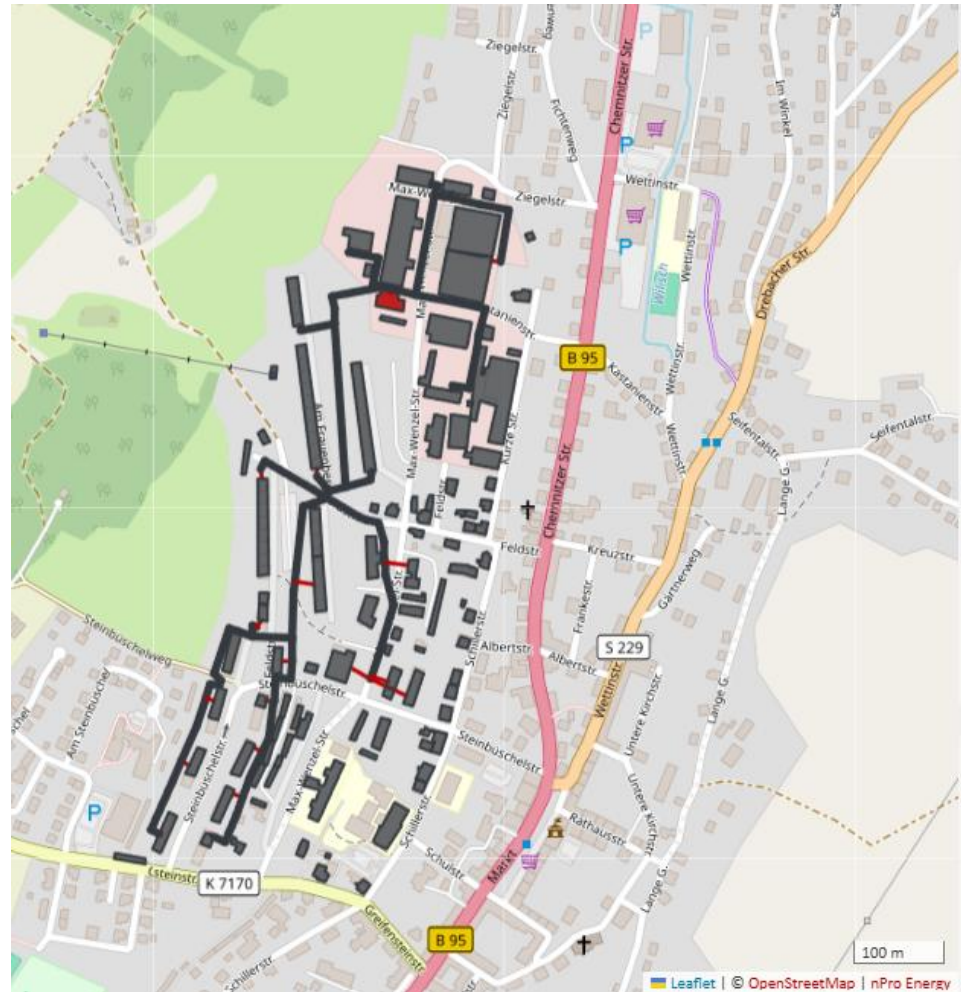


Abbildung 59 Aktuelles Wärmenetz - Variante 1 (Quelle: nPro)

8.2.2 Variante 2: Erneuerbare Erzeugung im Wärmenetz

Diese Variante sieht zusätzlich zur umfassenden Netzerneuerung die vollständige Modernisierung der zentralen Wärmeerzeugung bis 2045 vor. Somit soll eine energiepolitisch unabhängige, resiliente und klimaneutrale Fernwärmeversorgung ermöglicht werden. In der aktuellen Konzeptphase sind die Technologien für eine Wärmebereitstellung noch nicht festgelegt. Die lokalen Wärmequellen sollten im weiteren Planungsprozess noch aufgrund von wirtschaftlichen und technischen Parametern untersucht und optimiert werden.

Für diese grundlegende Vorbetrachtung wurde jedoch eine Kombination aus Biomassekessel (Holzhackschnitzel), Luft-Wärmepumpe und Wärmespeicher angenommen. Die erzeugte Wärme stammt damit vollständig aus erneuerbaren Energien. Qualitativ hochwertigere Energiequellen können somit diese konservative Technologieabschätzung weiter verbessern.

Variante 2 erfüllt die Klimaziele für das Jahr 2045 für das bestehende Versorgungsgebiet vollständig. Jedoch umfasst dieses weiterhin nur ca. ein Drittel der Fokusgebiete Ehrenfriedersdorf Ost und West. Die übrigen Wärmebedarfe müssen auch in dieser Variante dezentral versorgt werden.

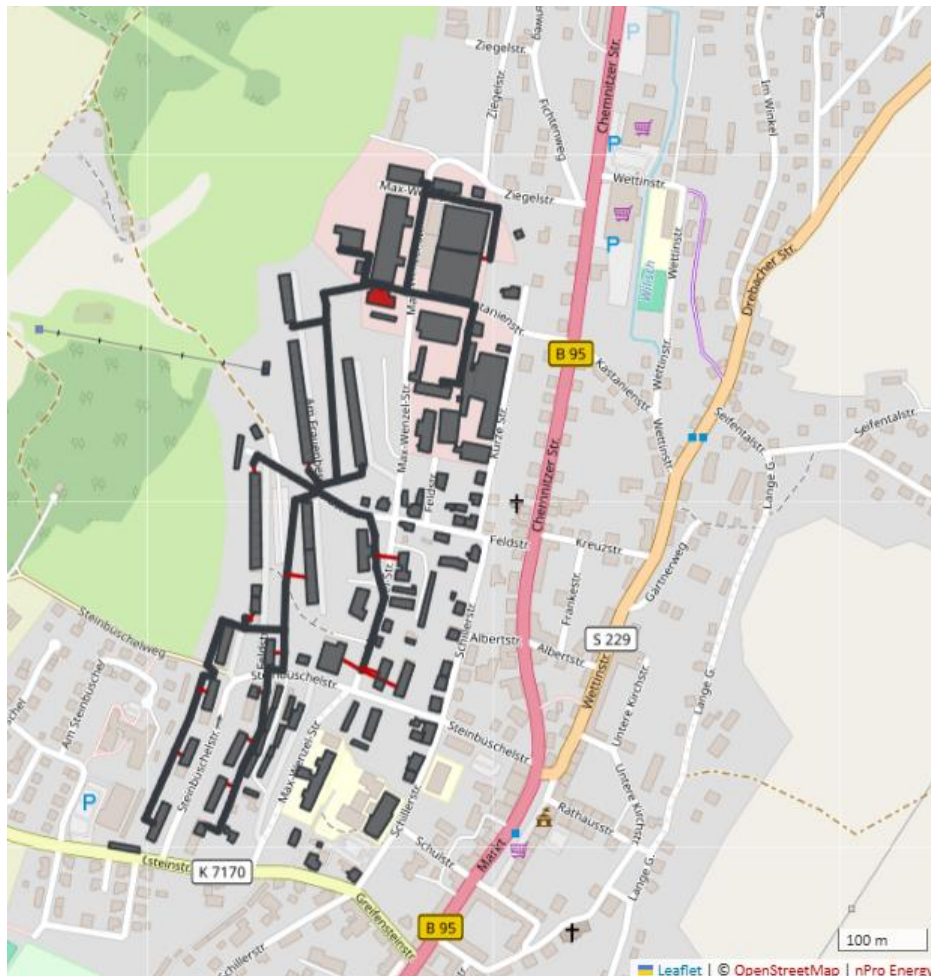


Abbildung 60 Aktuelles Wärmenetz - Variante 2 (Quelle: nPro)

8.2.3 Variante 3: Netzerweiterung

Variante 3 baut auf Variante 2 auf, erweitert jedoch das Fernwärmeversorgungsgebiet auf beide Fokusgebiete Ehrenfriedersdorf Ost und West. Es wird in dieser Studie eine vollständiger Wärmenetzanschluss aller Haushalte unterstellt. Dieser wird in weiterführenden Untersuchungen basierend auf Bürgerumfragen und Anschlussinteresse konkretisiert. Der Anschlussgrad hat einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes.

Die technische Basis bleibt identisch (Biomasse, Wärmepumpe, Wärmespeicher, sanierte HAST und Netz). Die zentrale Versorgung deckt damit den kompletten Wärmebedarf ab. Der erneuerbare Anteil liegt ebenfalls bei 100 %.

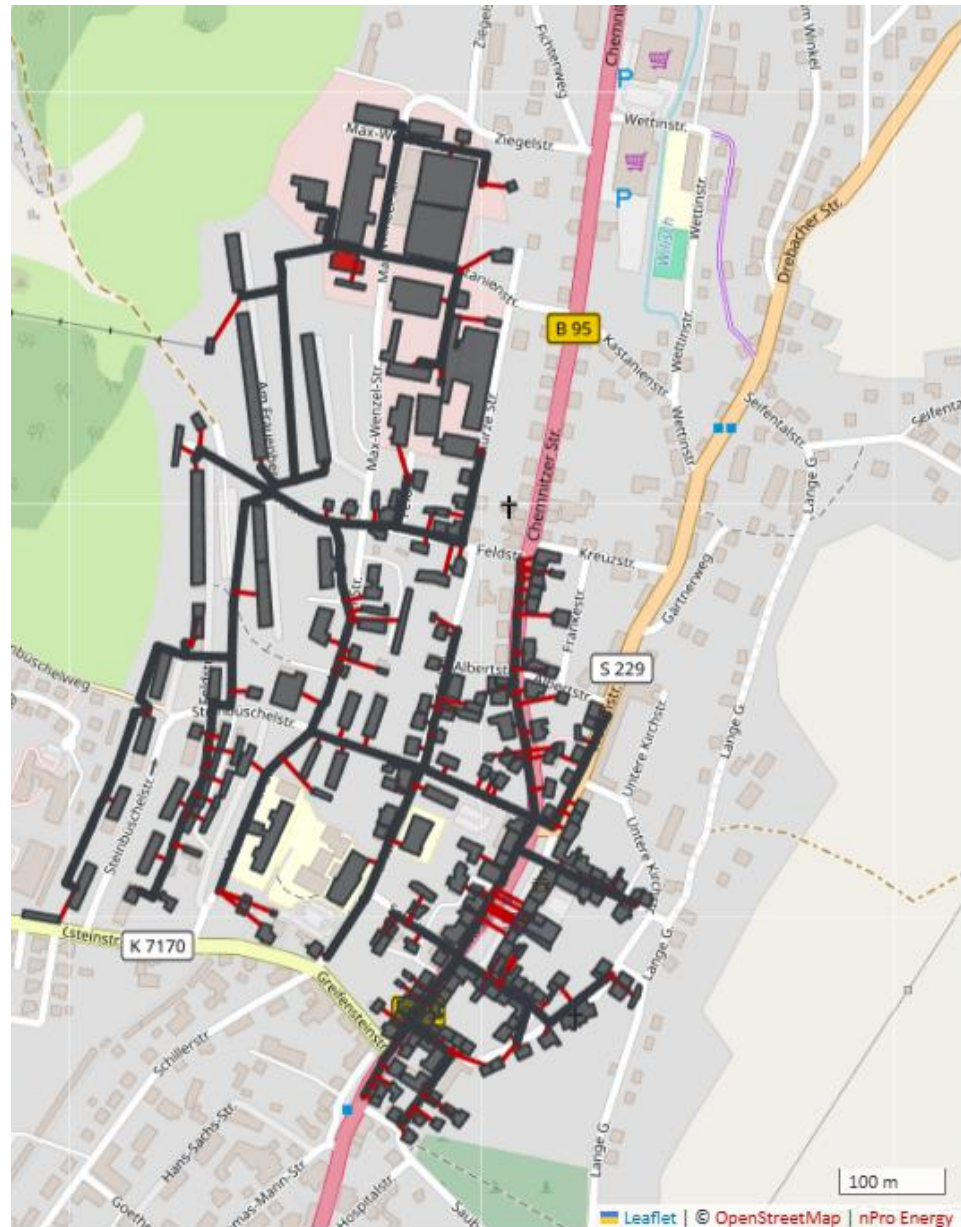


Abbildung 61 Erweiter-
tes Wärmenetz - Vari-
ante 3 (Quelle: nPro)

8.3 Variantenvergleich

8.3.1 Energetische Betrachtung

Energetische Struktur der Varianten

Die Auswertung der modellierten Wärmebedarfsdaten zeigt deutliche Unterschiede zwischen den drei untersuchten Varianten. In den Varianten 1 und 2 liegt der zentrale Wärmebedarf des modernisierten Netzes bei rund 4.400 MWh pro Jahr, während zusätzlich etwa 11.000 MWh pro Jahr über dezentrale Heizsysteme bereitgestellt werden müssen. Damit entfallen in diesen beiden Varianten nur etwa

ein Drittel des Gesamtwärmebedarfs auf das zentrale Fernwärmesystem, während der überwiegende Teil dezentral erzeugt wird.

In Variante 3 hingegen wird der gesamte Wärmebedarf des betrachteten Fokusgebietes durch das zentrale Netz gedeckt, wodurch der zentrale Wärmebedarf auf etwa 16.000 bis 17.000 MWh pro Jahr steigt. Dezentrale Wärmeherzeugung wird hier nicht mehr benötigt.

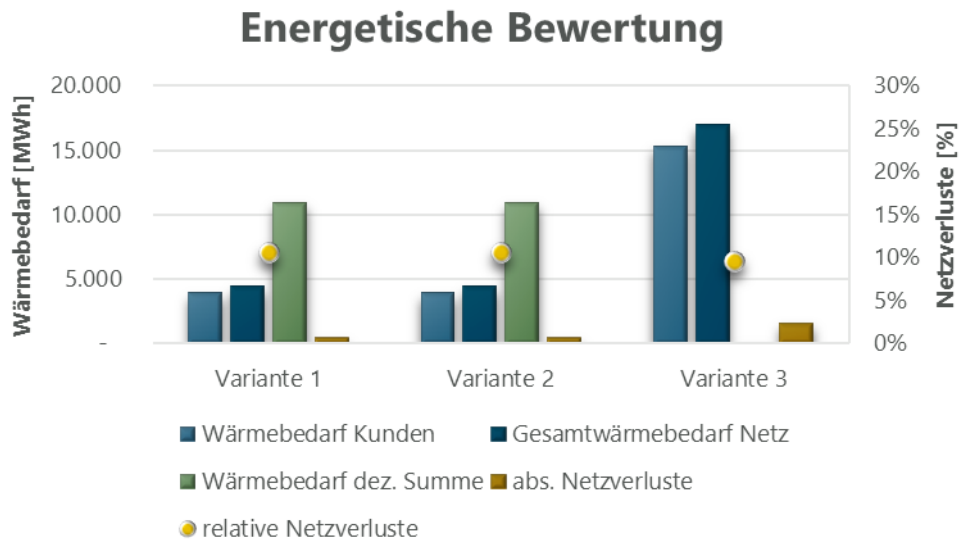


Abbildung 62 Energetischer Vergleich der Varianten (Wärmebedarf & Netzverluste) (Quelle: eigene Darstellung)

Netzverluste und Effizienzeffekte

Die modellierten Netzverluste liegen nach einer Sanierung unabhängig von der Variante bei rund 10 % des jeweiligen Wärmeeinsatzes, was auf die verbesserte Dämmung, niedrigere Rücklauftemperaturen und eine optimierte Druckhaltung zurückzuführen ist. Die Netzverluste des Bestandsnetzes liegen bei ca. 22 %. Absolut entspricht dies in den Varianten 1 und 2 etwa 470 MWh, während die Verluste in Variante 3 aufgrund des größeren versorgten Gebietes auf etwa 1.600 MWh anwachsen. Trotz des höheren absoluten Wertes bleibt der relative Verlustanteil nahezu identisch, da das Verhältnis zwischen Trassenlänge und Wärmeabnahme annähernd gleichbleibt bzw. tendenziell besser wird.

Die höhere Effizienz des modernisierten Netzes führt dazu, dass der Anteil erneuerbarer Energien allein durch die Reduktion der Verluste ohne zusätzliche Anpassungen der Wärmeherzeugungsanlagen auf rund 67 % steigen kann. Dies betrifft insbesondere Variante 1, bei der die Erzeugungsstruktur zunächst unverändert bleibt, jedoch durch die effizientere Nutzung der eingesetzten regenerativen Anteile eine deutliche Steigerung der Gesamtquote möglich ist.

Elektrische Anforderungen der Varianten

Die elektrischen Leistungs- und Energieverbräuche variieren deutlich zwischen den Varianten. In Variante 1 besteht durch den Verzicht auf zentrale Wärmepumpentechnik faktisch kein zusätzlicher Strombedarf in der Wärmezentrale (Pumpenstrom etc. ausgenommen). Unter der Annahme, dass die dezentrale Wärmeversorgung über Luft-Wärmepumpen versorgt wird, entfällt der gesamte

strombezogene Verbrauch auf die weiterhin notwendigen dezentralen Heizsysteme, deren Gesamtbedarf bei rund 4.000 MWh pro Jahr liegt.

In Variante 2 entsteht durch die Hinzunahme einer zentralen Luftwärmepumpe ein jährlicher elektrischer Bedarf von etwa 600 MWh zusätzlich zum weiterhin erforderlichen dezentralen Bedarf von rund 4.000 MWh. Die elektrische Spitzenleistung der Wärmezentrale liegt bei ungefähr 180 kW, was zusätzliche Anforderungen an die Strominfrastruktur mit sich bringt.

Variante 3 führt aufgrund der vollständigen Zentralisierung und des vergrößerten Wärmebedarfs zu einem jährlichen Stromverbrauch von rund 3.000 bis 4.000 MWh in der Wärmezentrale allein für die Wärmebereitstellung. Dezentrale Strombedarfe für die Wärmebereitstellung entfallen vollständig. Die elektrische Spitzenleistung steigt auf etwa 500 bis 550 kW, was einer Verdreifachung gegenüber Variante 2 entspricht. Diese Lasten sind zusätzlich zum bestehenden Strombedarf und dem potenziellen Anstieg durch die Elektromobilität zu verstehen und müssen von der örtlichen Strominfrastruktur bereitgestellt werden, weshalb eine frühzeitige Abstimmung mit dem zuständigen Netzbetreiber erforderlich ist.

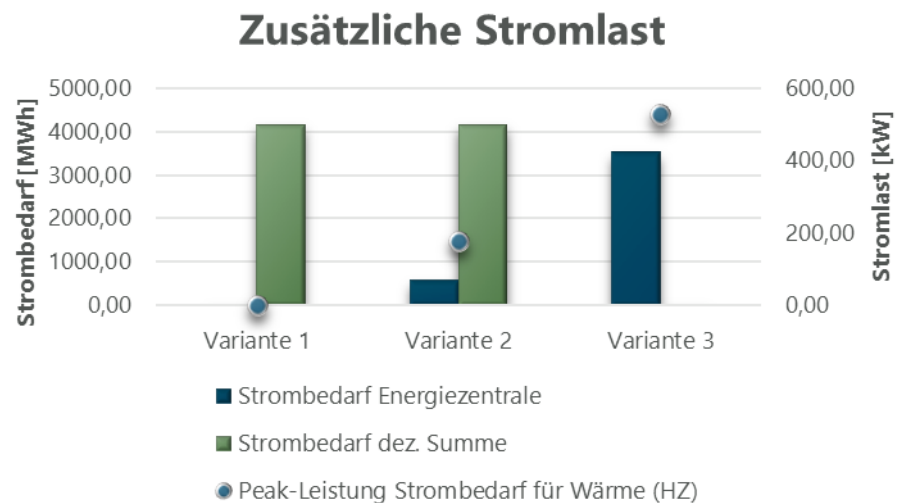


Abbildung 63 Strombedarf für die Wärmeversorgung (Quelle: eigene Darstellung)

8.3.2 Ökologische Betrachtung

Die ökologische Bewertung erfolgt hier vereinfachend auf Basis der Treibhausgasemissionen (THG). Als Bewertungsmaßstab dienen typische Emissionsfaktoren für das Jahr 2045, die eine nahezu vollständig erneuerbare Stromversorgung und geringe Emissionen biogener Brennstoffe berücksichtigen. Für die Einordnung werden folgende Richtwerte zugrunde gelegt: Erdgas mit etwa 201 g CO₂/kWh, Holzhackschnitzel mit rund 27 g CO₂/kWh sowie Strom mit etwa 15 g CO₂/kWh.

Die Analyse zeigt, dass sich die Varianten vor allem durch den Einsatz der Energieträger sowie durch den Umfang zentraler und dezentraler Versorgung unterscheiden. In der ersten Variante verbleibt Erdgas als wesentlicher Bestandteil der Wärmebereitstellung. Trotz Effizienzverbesserungen des Netzes führt dieser fossile Anteil zu einem im Vergleich deutlich höheren Emissionsniveau. Die Modernisierung bewirkt zwar eine Reduktion der Brennstoffmengen und damit eine

gewisse Verbesserung, doch bleibt das System aufgrund der fossilen Grundlast ökologisch klar im Nachteil.

In der zweiten Variante werden alle zentralen Wärmeerzeugungstechnologien auf erneuerbare Systeme umgestellt. Durch die Nutzung von Holzhackschnitzeln und Wärmepumpen entstehen nur sehr geringe spezifische Emissionen. Die Versorgung ist in diesem Bereich nahezu klimaneutral. Allerdings erstreckt sich die zentrale Versorgung weiterhin nur auf einen Teil des Gesamtgebiets, sodass außerhalb des Netzes dezentral betriebene Heizungssysteme weiterhin eine Rolle spielen und deren Emissionsverhalten nicht durch das zentrale System gesteuert werden kann.

Die dritte Variante verbindet die erneuerbar basierte Wärmeerzeugung mit einer vollständigen zentralen Versorgung des gesamten Fokusgebiets. Die spezifischen Emissionen entsprechen denen der zweiten Variante, allerdings mit dem entscheidenden Unterschied, dass alle dezentralen Wärmequellen in den beiden Fokusgebieten entfallen. Dadurch entstehen keine abweichenden Emissionsniveaus mehr in einzelnen Teilbereichen, und die ökologische Gesamtwirkung ist konsistenter und gleichmäßiger verteilt.

In der Gesamtabwägung zeigt sich somit eine klare Abstufung: Die erste Variante verbleibt aufgrund des fossilen Erdgaseinsatzes auf einem hohen Emissionsniveau und kann die übergeordneten Klimaziele nicht erfüllen. Die zweite Variante reduziert die Emissionen nahezu vollständig, erreicht aber nur eine ökologische Optimierung im bestehenden Netzgebiet. Die dritte Variante erzielt durch die Kombination aus erneuerbarer Erzeugung und flächendeckender Versorgung die höchste ökologische Gesamtwirkung, da sie alle dezentralen Emissionsquellen in den beiden Fokusgebieten eliminiert und ein durchgängig THG-armes System gewährleistet.

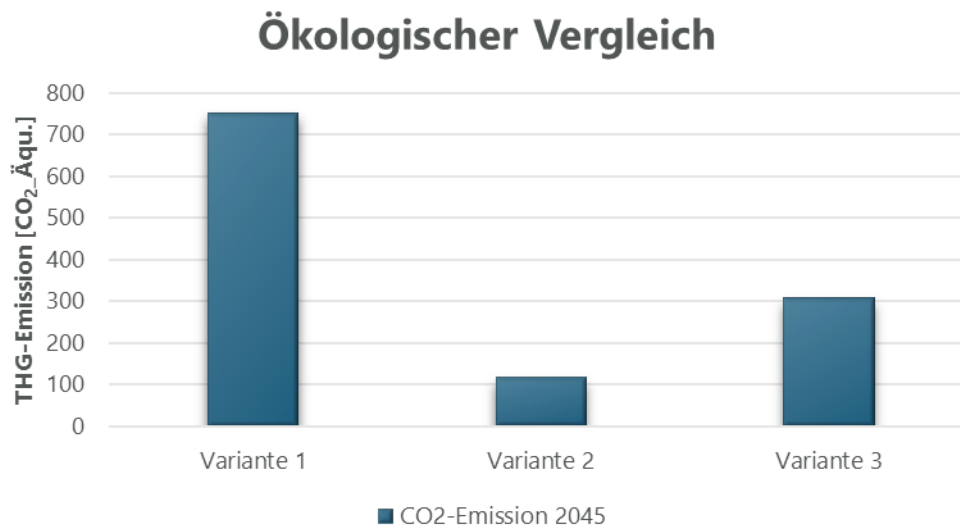


Abbildung 64 Vergleich der THG-Emissionen je Variante (Quelle: eigene Darstellung)

8.3.3 Ökonomische Betrachtung

Die ökonomische Bewertung der drei Varianten basiert auf einer Betrachtung der Investitionskosten, der laufenden Betriebs- und Energiekosten sowie der förderfähigen Anteile. Da zukünftige Preisentwicklungen, insbesondere im Energiemarkt,

nur eingeschränkt prognostizierbar sind, erfolgt die Analyse auf Basis relativer Größenordnungen und Kostenverhältnisse zwischen den Varianten. Die Auswertung orientiert sich an der Kapitalwertmethode und fasst die wirtschaftlichen Auswirkungen über einen vereinfachten Betrachtungszeitraum zusammen.

In der Variante 1 - Netzmodernisierung bewegen sich die Gesamtinvestitionen im Bereich eines niedrigen einstelligen Millionenbetrags. Dies umfasst überwiegend Netzerneuerung und Instandsetzung, während die bestehenden Wärmeerzeugungsanlagen weitergenutzt werden. Die Wartungs- und Energiekosten bleiben ebenfalls in einer niedrigen bis moderaten Größenordnung, da weder ein großer Ausbau des Netzes noch ein Wechsel der Erzeugungstechnologie notwendig ist. Der Anteil der Förderung ist in dieser Variante vergleichsweise gering, da der Modernisierungsgrad begrenzt bleibt.

In der vollständig erneuerbaren Wärmeversorgung der Variante 2, steigt die Investitionsgröße spürbar an und bewegt sich in einem mittleren einstelligen Millionenbereich, da zusätzlich zur Netzinstandsetzung auch neue Anlagen wie Wärmepumpen, Biomassekessel und Speicher errichtet werden müssen. Insgesamt entfallen in dieser Variante die Kosten für die Erdgasbeschaffung, jedoch wächst der Anteil strombasierter Energiekosten. Die Betriebskosten liegen damit in einer mittleren Größenordnung, höher als in der Modernisierungslösung, aber deutlich niedriger als in der netzgebundenen Vollversorgung. Die Förderung erreicht hier einen maßgeblichen Anteil der Gesamtkosten, wodurch die langfristigen Kostenstrukturen deutlich stabilisiert werden.

Die netzgebundene Vollversorgung (Variante 3) weist die mit Abstand größte wirtschaftliche Gesamtdimension auf. Die Investitionen steigen durch den Netzausbau, die umfassende Erzeugungstechnik und die vollständige Gebietseinbindung auf einen hohen einstelligen bis niedrigen zweistelligen Millionenbetrag an. Die laufenden Betriebs- und Energiekosten liegen aufgrund des größeren versorgten Gebiets ebenfalls in einer hohen Größenordnung. Im Verhältnis zu den beiden anderen Varianten sind diese Kosten deutlich höher, wachsen aber weniger proportional als der versorgte Wärmebedarf. Die Förderanteile sind in dieser Variante besonders bedeutend und reduzieren die Gesamtbelastung sichtbar. Relativ gesehen erhält Variante 3 von allen Varianten den größten Förderbetrag, gemessen an der Investitionshöhe.

Entscheidend für die Langfristperspektive sind die Wärmegestehungskosten (WGK). Dezentrale Lösungen wie eine Versorgung mit einer Luftwärmepumpe führt zu WGK von ca. 10 – 20 ct/kWh. Untersuchungen zu diesem Fokusgebiet und unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten führen eher zu WGK zwischen 16 und 20 ct/kWh. Aus dem Variantenvergleich ergeben sich klar unterscheidbare Niveaus:

- Variante 2 weist die höchsten WGK auf (höhere Investition plus zusätzlichem elektrischem Betrieb bei weiterhin begrenztem Versorgungsumfang). Diese sind aber weiterhin mit einer dezentralen Vollversorgung konkurrenzfähig.
- Variante 1 liegt mittig (geringere Investitionen, aber weiterhin dezentrale Anteile und fossile Abhängigkeiten, die die Betriebskostenstruktur belasten).
- Variante 3 erreicht trotz der größten Gesamtkosten die niedrigsten WGK (Skaleneffekte durch Vollversorgung, durchgängig erneuerbare Erzeugung).

und stärkere Förderwirkung pro versorgter Wärmeeinheit). Diese sind ca. ein Drittel geringer als in Variante 2 und ein Fünftel geringer als in Variante 1.

Zusammenfassend zeigt sich: Kurzfristig ist Variante 1 investiv am leichtesten darstellbar. Mittel- bis langfristig liefert Variante 3, gestützt durch Förderung und Skaleneffekte, die robusteste Kosten-pro-kWh-Struktur, während Variante 2 wirtschaftlich die ungünstigste spezifische Kostenlage aufweist.

8.4 Zusammenfassung

Die drei untersuchten Varianten unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich ihrer Wirkung auf Energieeffizienz, Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit. Alle Ansätze profitieren von einer Sanierung des Netzes, wodurch die Verluste auf etwa 10 % sinken und der erneuerbare Anteil bereits ohne Erzeugungsumbau auf rund 67 % steigen kann. Die entscheidenden Unterschiede ergeben sich jedoch aus dem Umfang der zentralen Versorgung, dem Einsatz erneuerbarer Technologien und der Größe der Investitionen.

Ökologisch zeigt sich ein klares Bild: Die Modernisierung im Bestand reduziert zwar Verluste, bleibt jedoch aufgrund des fortgesetzten Erdgaseinsatzes emissionsstark. Die Umstellung auf erneuerbare Erzeugung verbessert die Bilanz deutlich, deckt aber weiterhin nur einen Teil des Gebietes ab. Erst die flächendeckende zentrale Versorgung ermöglicht ein durchgängig THG-armes System.

Ökonomisch steigen die Investitionskosten deutlich von Variante 1 über Variante 2 zu Variante 3. Die Förderanteile wachsen jedoch mit dem Umfang der Maßnahme, sodass die Vollversorgung trotz höchster Anfangsinvestitionen langfristig die günstigsten Wärmegestehungskosten liefert. Das spezifische Kostenniveau steigt von Variante 1 zu Variante 2 an und sinkt anschließend in Variante 3 wieder deutlich ab. Variante 2 weist aufgrund eines ungünstigen Verhältnisses zwischen Investition, Betriebsaufwand und versorgter Wärmemenge die höchsten Wärmegestehungskosten auf.

Vorteile und Nachteile im Überblick:

Variante 1 – Netzmodernisierung

- Vorteile: geringste Investition; schnelle Umsetzung; deutliche Effizienzsteigerung.
- Nachteile: fossile Erzeugung bleibt; nur Teilversorgung der Fokusgebiete; langfristig nur mittlere Kostenstabilität.

Variante 2 – Erneuerbare Erzeugung im Wärmenetz

- Vorteile: nahezu klimaneutral im versorgten Gebiet; moderne, erneuerbare Technik.
- Nachteile: höchstes spezifisches Kostenniveau; nur Teilversorgung der Fokusgebiete; zusätzlicher Strombedarf.

Variante 3 – Netzerweiterung

- Vorteile: beste ökologische Gesamtwirkung; niedrigste Wärmegestehungskosten; größte Förderwirkung; vollständige Abdeckung des Wärmebedarfs.
- Nachteile: höchste Investitionssumme; aufwendigste Umsetzung; hoher elektrischer Leistungsbedarf.

In der Gesamtabwägung bietet Variante 3 die robusteste und langfristig wirtschaftlichste Lösung, Variante 2 die ökologisch sinnvolle, aber wirtschaftlich ungünstigste Entwicklung und Variante 1 die minimale, aber perspektivisch begrenzte Verbesserung.

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 Kartenwerk

1. Bestandsanalyse – Wärmedichte
2. Bestandsanalyse – Wärmeliniendichte
3. Bestandsanalyse – Wärmenetze
4. Strategieentwicklung – Wärmenetzgebiete
5. Strategieentwicklung – Gebiete für dezentrale Versorgung
6. Strategieentwicklung – Wasserstoffnetzgebiete
7. Strategieentwicklung – Gebietseinteilung in den Stützjahren
8. Potenzialanalyse – Geothermie Erdwärmekollektoren
9. Potenzialanalyse – Geothermie Erdwärmesonden

Anhang 2 Maßnahmenkatalog

Quellenverzeichnis

- [1] AZV "Wilischthal": Daten und Informationen zum Abwassernetz in Ehrenfriedersdorf, per Mail am 12.2.2025.
- [2] Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (2024): BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland
https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_2023-24.pdf [Zugriff am 08.04.2025]
- [3] ages GmbH: Verbrauchskennwerte von Nichtwohngebäuden, <https://ages-gmbh.ageslogger.de/index.php/verbrauchskennwerte> [Zugriff am 16.5.2025]
- [4] AGFW [Hrsg.] (2020): Leitfaden zur Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung.
[agfweleitfaden_ansicht_es.pdf](https://www.agfw.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Energie/20250115_pfa_oeffentliches_Register.html) [Zugriff am 28.04.2025]
- [5] Basiskarte und Daten von OpenStreetMap Contributors (ODbL).
© <https://www.openstreetmap.org> und Mitwirkende. Stand: 06.04.2025.
- [6] Bergakademie Freiberg: Abschlussbericht „Wärmeprojekt“ Ehrenfriedersdorf, Freiberg September 1993.
- [7] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle [Hrsg.] (2025): Plattform für Abwärme: Erstmalige Veröffentlichung der Daten zu Abwärmepotentialen in Deutschland.
https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Energie/20250115_pfa_oeffentliches_Register.html [Zugriff: 05.05.2025]
- [8] Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung (2019): Online-Publikation Nr. 20/2019: Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden.
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-20-2019-dl.pdf> [Zugriff am: 14.11.2024]
- [9] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [Hrsg.] (2022): Nutzen und Bedeutung der Bioenergie. Onlinepublikation. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/bioenergie-nutzen-bedeutung.html> [Zugriff am: 16.04.2025]
- [10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz [Hrsg.] (2024): Bundes-Klimaschutzgesetz <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf> [Zugriff am: 22.11.2024]
- [11] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz [Hrsg.] (2021): Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“ (KRL).
https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/20221101_NKI_Kommunalrichtlinie.pdf [Zugriff am: 19.11.2024]
- [12] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft & Bundesministerium für Umwelt, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz [Hrsg.] (2022): Eckpunkte für eine Nationale Biomassestrategie (NABIS).
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nabis_eckpunkte_bf.pdf [Zugriff am: 16.04.2025]
- [13] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz [Hrsg.] (2023): Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS 2023). https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/DE/20/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [Zugriff am: 14.05.2025]
- [14] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz [Hrsg.] (2024): Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/importstrategie-wasserstoff.pdf?__blob=publicationFile&v=18 [Zugriff am: 14.05.2025]
- [15] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen [Hrsg.] (2020): Gebäudeenergiegesetz. <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/gebäudeenergiegesetz/gebäudeenergiegesetz-node.html>; <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/> [Zugriff am: 19.11.2024]

- [16] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen [Hrsg.] (2023): Wärmeplanungsgesetz. <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/WPG.pdf> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [17] Bundesnetzagentur. Marktstammdatenregister. <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>. [Zugriff: 18.02.2025]
- [18] Bundesstelle für Energie und Effizienz [Hrsg.] (2025): Plattform für Abwärme. https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html [Zugriff am 05.05.2025]
- [19] Bundesstelle für Energieeffizienz. Plattform für Abwärme – Veröffentlichung Daten. https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_veroeffentlichung_daten.xlsx?__blob=publicationFile&v=10 [letzter Zugriff am 05.05.2025]
- [20] Danpower: Absatzzahlen für die Jahre 2021, 2022, 2023 und 2024 nach Abnahmeadressen.
- [21] Eigene Darstellung der Möglichkeiten der Wärmeversorgung nach dem GEG 2024. Dresden: Kommunalentwicklung Mitteldeutschland.
- [22] Energiepark Bad Lauchstädt: <https://energiepark-bad-lauchstaedt.de/aktuelles-downloads/aktuelles/lieferkette-fuer-gruenen-wasserstoff-nun-auch-vertraglich-komplett/>, [Zugriff: 16.04.2025]
- [23] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) [Hrsg.] (2015): Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen. Status quo in Deutschland. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe. Band 36. https://mediathek.fnr.de/downloadable/download/sample/sample_id/1251/ [Zugriff: 16.04.2025]
- [24] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) [Hrsg.] (2012): Biomethan. https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/fnr_biomethan_web.pdf [Zugriff am 16.04.2025]
- [25] Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) [Hrsg.] (o. J.): Biomasse-Potenziale. Onlinepublikation. <https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biomasse/biomasse-potenziale> [Zugriff: 16.04.2025]
- [26] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) [Hrsg.] (o. J.): Biomethan <https://biogas.fnr.de/biogas-nutzung/biomethan> [Zugriff am 16.04.2025]
- [27] Gebäudeforum Klimaneutral [Hrsg.] (2024): Kommunikationsstrategien in der energetischen Quartiersentwicklung. <https://www.gebaeudeforum.de/wissen/quartiere/kommunikationsstrategien-energetische-quartiersentwicklung/> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [28] Gebäudeforum Klimaneutral: Thermische Energiespeicher für Quartiere. Best-Practice-Beispiele aus der Studie. Abgerufen am 19. 11 2024 von https://www.gebaeudeforum.de/fileadmin/gebaeudeforum/Downloads/Gebaueforum_Vortrag_ThermischeEnergiespeicher.pdf
- [29] Geothermisches Informationssystem (GeotIS). Aktuelle Forschungsdaten und Potential und Nutzung geothermischer Energie. <https://www.geotis.de/homepage/GeotIS-Startpage> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [30] Hypower: <https://hypower-mitteldeutschland.com/projekte/greenoctopus/> [Zugriff am 14.05.2025]
- [31] Informationsportal Tiefengeothermie (itg), tiefengeothermie.de, Projekt Geretsried (2013) <https://www.tiefengeothermie.de/projekte/geretsried> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [32] Innovationsregion Mitteldeutschland [Hrsg.] (2021): Innovative Wärmeversorgung aus Tagebaurestseen – Schlussbericht. https://transformationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723_Schlussbericht-Seethermie_Langfassung.pdf [Zugriff am: 14.11.2024]
- [33] Institut für Wohnen und Umwelt [Hrsg.] (2015): *Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden* https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015_IWU_LogoEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf [Zugriff am: 14.11.2024]

- [34] Landesdirektion Sachsen – DIGROK: Bebauungspläne und Flächennutzungspläne aus dem RAPIS Sachsen. Stand: 04.10.2024
- [35] Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wunsch, Aurel; Lengning, Saskia et al. (2024): Technikatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al. Online verfügbar unter [<https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>], zuletzt geprüft am 13.05.2025
- [36] Leipziger Internet-Zeitung: Energiepark Bad Lauchstädt: Ende 2025 soll der erste Wasserstoff in die Raffinerie Leuna fließen, <https://www.l-iz.de/wirtschaft/metropolregion/2024/06/energiepark-bad-lauchstadt-ende-2025-wasserstoff-raffinerie-leuna-595730>, zuletzt geprüft am 19.06.2025
- [37] Leipziger Stadtwerke GmbH. Errichtung und Betrieb einer Fernwärmetrasse von Leuna nach Kulkwitz - Antragsunterlage zum Planfeststellungsverfahren im Freistaat Sachsen, 15.03.2023
- [38] Leipziger Stadtwerke GmbH. Leipziger Wärme 2038: Die neue Solarthermie Leipzig West. <https://zukunft-fernwaerme.de/solarthermie-leipzig-west/> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [39] Leipziger Stadtwerke GmbH. Leipziger Fernwärme. Faire Preise für Neubau und Bestandsimmobilien mit Fernwärmeanschluss. <https://www.l.de/stadtwerke/geschaefstkunden/waerme/fernwaerme/> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [40] Leipziger Stadtwerke GmbH. Leipziger Wärme 2038: Leipzigs Weg zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. <https://zukunft-fernwaerme.de/> [Zugriff am: 19.11.2024]
- [41] Leipziger Gruppe: Umweltfreundliche Wärmeversorgung für Leipzig, <https://www.l.de/wasserwerke/nachrichten/ansicht/umweltfreundliche-waermeversorgung-fuer-leipzig-8220/>, [Zugriff am: 19.11.2024]
- [42] iNetz: Gasabsätze nach Straßennamen für die Jahre 2020, 2021, 2022
- [43] Ontras: <https://www.ontras.com/de/aktuelles/newsroom/drei-laender-wasserstoffprojekt-erhaelt-foerdermittelbescheid-als-important> [Zugriff am: 14.05.2024]
- [44] 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 Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al. Online verfügbar unter [https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2], zuletzt geprüft am [22.04.2024].
- [45] Sächsisches Katasteramt: ALKIS-Bestandsdaten (CC-BY-SA). © <https://www.geosn.sachsen.de> und Mitwirkende. Stand: 02.10.2024
- [46] Sächsisches Katasteramt: Basis-DLM (CC-BY-SA). © <https://www.geosn.sachsen.de> und Mitwirkende. Stand: 29.05.2024
- [47] Sächsisches Katasteramt: Verwaltungsgrenzen (CC-BY-SA). © <https://www.geosn.sachsen.de> und Mitwirkende. Stand: 24.09.2024
- [48] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG): Online-Publikation (2024): Kleinf Feuerungsanlagen: Bestand und Emissionen <https://www.luft.sachsen.de/kleinfuerungsanlagen-bestand-und-emissionen-22480.html> [Zugriff: 08.04.2025]
- [49] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG): Geothermieatlas <https://www.geologie.sachsen.de/geothermieatlas-13914.html> und Mitwirkende. Stand: 05.12.2024
- [50] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG): Sächsisches Gewässernetz – Fließ- und Standgewässer <https://uis.sachsen.de/wasser/gewaessernetz.html> und Mitwirkende. Stand: 29.04.2025
- [51] Sächsisches Oberbergamt: Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen gemäß §7 SächsHohlrvO. https://geoportal.sachsen.de/cps/karte.html?showmap=true&service=https://geodienste.sachsen.de/wms_oba_hohlraumkarte/guest [Zugriff: 14.04.2025]

- [52] Sächsisches Staatsministerium für Infrastruktur und Landesentwicklung: Hinweisschreiben zu Abstandsflächen von Luftwärmepumpen. https://www.bauen-wohnen.sachsen.de/aktuelle-meldungen-4560.html?_cp=%7B%22accordion-content-7975%22%3A%7B%220%22%3Atrue%7D%2C%22previousOpen%22%3A%7B%22group%22%3A%22accordion-content-7975%22%2C%22idx%22%3A0%7D%7D [Zugriff: 01.04.2025]
- [53] *Saisonalspeicher.de - Das Wissensportal für die saisonale Wärmespeicherung*. Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme. Abgerufen am 19. 11 2024 von <https://www.saisonalspeicher.de/>
- [54] Solare Fernwärme für das Quartier Brühl in Chemnitz – Begleitforschung (SolFW). [35] <https://www.solfw.de/> [Zugriff: 20.01.2025]
- [55] Stadt und Werk: Bau von Fernwärmetrasse genehmigt, <https://www.stadt-und-werk.de/k21-meldungen/bei-von-fernwaermetrasse-genehmigt/>, [Zugriff am: 19.06.2025]
- [56] Stadtbau GmbH: Datenlieferung für die Erstellung der Wärmeplanung, 2025.
- [57] Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022): Ergebnisse des Zensus 2022 - Bevölkerung https://www.zensus2022.de/DE/Aktuelles/Bevoelkerung_VOE.html [Zugriff am: 16.04.2025]
- [58] Technische Universität Bergakademie Freiberg, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Kategorisierung und Analyse von Grubenwässern in stillgelegten Bergwerken Sachsens hinsichtlich ihres geothermischen Potenzials, https://www.geologie.sachsen.de/download/Potenzialstudie_Grubenwassergeothermie_Abschlussbericht.pdf [Zugriff 25.11.2025]
- [59] Technische Universität Bergakademie Freiberg, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Kategorisierung und Analyse von Grubenwässern in stillgelegten Bergwerken Sachsens hinsichtlich ihres geothermischen Potenzials, Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen der ersten Sitzung der Steuerungsgruppe am 08.04.2025
- [60] Wohnungsbaugesellschaft Glück Auf eG: Datenlieferung für die Erstellung der Wärmeplanung, 2025.
- [61] Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestsachsen: Datenlieferung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, 2025

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Darstellung der Gebäudefunktionen (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	16
Abbildung 2	Bebauungspläne im Untersuchungsgebiet (Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [34])	17
Abbildung 3	Kartografische Darstellung der Baublöcke (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	18
Abbildung 4	Flussdiagramm zur Methodik der Wärmebedarfsanalyse (Quelle: eigene Darstellung)	19
Abbildung 5	Darstellung der Wärmebedarfsdichten je Baublock (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	21
Abbildung 6	Gasverbrauchsichte auf Basis der Rasterbezogenen Gasabsätze (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [42], [45])	22
Abbildung 7	Wärmelinienichte auf Basis der ermittelten Wärmebedarfe (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [45])	23
Abbildung 8	Gebäudebestandes der Wohnungswirtschaft (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5])	24
Abbildung 9	Darstellung der Gasnetzgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [42])	26
Abbildung 10	Wärmenetz Leitungsverlauf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5] [20])	27
Abbildung 11	Anzahl betriebener Feuerungsstätten nach Errichtungsjahr (2015/2021) (Quelle: eigene Darstellung nach [48])	29
Abbildung 12	Feuerungsstätten nach Jahr der Errichtung und Leistungsklasse (Quelle: eigene Darstellung nach [48])	29
Abbildung 13	Feuerungsstätten nach Jahr der Errichtung und Leistungsklasse – 2 (Quelle: eigene Darstellung nach [48])	30
Abbildung 14	Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch (farbig) und den Treibhausgasemissionen (grau) 2022 (Quelle: eigene Darstellung)	32
Abbildung 15	Endenergieverbrauch 2018–2022 stationär pro Kopf; Vergleich realer Verbrauch zu Verbrauch mit Witterungskorrektur (Quelle: eigene Darstellung)	32
Abbildung 16	Endenergieverbrauch der Sektoren nach Hauptverbrauchsgruppen 2022 (Quelle: eigene Darstellung)	33
Abbildung 17	Wärmemix private Haushalte 2022 (Quelle: eigene Darstellung, Werte aufgerundet)	33
Abbildung 18	Wärmemix Wirtschaft 2022 (Quelle: eigene Darstellung, Werte aufgerundet)	34
Abbildung 19	Anteile der Energieträger Wärmemix am Endenergieverbrauch (farbig) und THG-Emissionen (grau) 2022 (Quelle: eigene Darstellung)	34
Abbildung 20	Flussdiagramm zur Einschätzung der Wahrscheinlichkeit einer Wärmenetzversorgung (Quelle: eigene Darstellung)	35
Abbildung 21	Ergebnisse der Eignungsprüfung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	36
Abbildung 22	Ergebnis des Flächenscreenings (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	40
Abbildung 23	Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmekollektoren je Flurstück (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	43

Abbildung 24	Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmekollektoren je Flurstück in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	43
Abbildung 25	Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmesonden je Flurstück (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	44
Abbildung 26	Ermittelte Wärmemengenpotenziale für Erdwärmesonden je Flurstück in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	44
Abbildung 27	Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmekollektoren je Flurstück (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	45
Abbildung 28	Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmekollektoren je Flurstück in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	45
Abbildung 29	Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmesonden je Flurstück (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	46
Abbildung 30	Ermittelte Deckungsgrade für Erdwärmesonden je Flurstück in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	46
Abbildung 31	Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen (Hohlraumkarte) (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [51])	47
Abbildung 32	Eignung geothermische Grubenwassernutzung in Ehrenfriedersdorf (Quelle: [58])	49
Abbildung 33	Auszug aus „Geothermisches Informationssystem für Deutschland“ (Quelle: [29])	52
Abbildung 34	Analyse der potenziellen und zu prüfenden Aufstellflächen für die Außeneinheiten von dezentralen Luft-WP (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	54
Abbildung 35	Verteilung der Anschlussleistung der Luft-Wärmepumpen in 5 Klassen (Quelle: eigene Darstellung)	55
Abbildung 36	Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei konventioneller Sanierung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	67
Abbildung 37	Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei konventioneller Sanierung in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	68
Abbildung 38	Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei zukunftsweisender Sanierung (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	69
Abbildung 39	Sanierungspotenzial im Wärmebedarf der Wohngebäude je Baublock bei zukunftsweisender Sanierung in der Kernstadt (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	70
Abbildung 40	Lage und Energieträger der Gebäude der Stadtbau und WG Glück Auf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte/Daten: [5], [56], [60])	71
Abbildung 41	Energieeffizienzklassen Wohnungswirtschaft Ehrenfriedersdorf (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5], [56], [60])	72
Abbildung 42	MBWV: Sanierungszeitraum und Kesselalter (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte und Daten: [5], [56], [60])	72
Abbildung 43	Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in Ehrenfriedersdorf gesamt (Quelle: eigene Darstellung)	78
Abbildung 44	Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes in Ehrenfriedersdorf gesamt (Quelle: eigene Darstellung)	79
Abbildung 45	Übersicht über die Lage der ausgewählten Fokusgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	80
Abbildung 46	Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	81

Abbildung 47	Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung).....	84
Abbildung 48	Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“ (Quelle: eigene Darstellung)	85
Abbildung 49	Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	85
Abbildung 50	Szenario zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung).....	89
Abbildung 51	Szenario zur Entwicklung des Wärmemixes im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“ (Quelle: eigene Darstellung)	89
Abbildung 52	Eignung für Wärmenetzgebiete im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	91
Abbildung 53	Eignung für Wasserstoffnetzgebiete im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	92
Abbildung 54	Eignung für Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045 (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	93
Abbildung 55	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (Quelle: eigene Darstellung, Hintergrundkarte: [5])	94
Abbildung 56	Regelungen zum Einbau neuer Heizungen gemäß GEG. Quelle[21]	95
Abbildung 57	Mögliche Organisationsstruktur der Verstetigung der Wärmeplanung.....	105
Abbildung 58	Zusammenspiel und Rollenverteilung im Erstellungsprozess der kommunalen Wärmeplanung	109
Abbildung 59	Aktuelles Wärmenetz - Variante 1 (Quelle: nPro).....	116
Abbildung 60	Aktuelles Wärmenetz - Variante 2 (Quelle: nPro).....	117
Abbildung 61	Erweitertes Wärmenetz - Variante 3 (Quelle: nPro).....	118
Abbildung 62	Energetischer Vergleich der Varianten (Wärmebedarf & Netzverluste) (Quelle: eigene Darstellung).....	119
Abbildung 63	Strombedarf für die Wärmeversorgung (Quelle: eigene Darstellung)	120
Abbildung 64	Vergleich der THG-Emissionen je Variante (Quelle: eigene Darstellung).....	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Einteilung des Gebäudebestands nach Gebäudefunktion.....	16
Tabelle 2	Beispielhafte Ermittlung des Wärmebedarfs eines typischen Mehrfamilienhauses	20
Tabelle 3	Definierte Ausschlussflächen und deren Herkunft	39
Tabelle 4	Technologische Annahmen und Rahmenbedingungen zur Potenzialermittlung der oberflächennahen Geothermie	42
Tabelle 5	spezifische Anforderungen nach Speichertyp [53].....	64
Tabelle 6	Kennzahlen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“	82
Tabelle 7	Mögliche erneuerbare Energiequellen für Wärmenetze im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“	83
Tabelle 8	Maßnahmenbeschreibung Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf West“	84
Tabelle 9	Kennzahlen Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“	86
Tabelle 10	Mögliche erneuerbare Energiequellen für Wärmenetze im Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“	87
Tabelle 11	Maßnahmenbeschreibung Fokusgebiet „Ehrenfriedersdorf Ost“	88
Tabelle 12	Eignungsbewertung Wärmenetzgebiete im Zieljahr 2045.....	90
Tabelle 13	Eignungsbewertung Gebiete für dezentrale Versorgung im Zieljahr 2045.....	92
Tabelle 14	Voraussichtliche Einteilung in Versorgungsgebiete	94
Tabelle 15	Kennzahlen Top-Down-Controlling	106
Tabelle 16	Sitzungen der Steuerungsgruppe.....	110
Tabelle 17	weitere Veranstaltungsformate zur Wärmeplanung	111

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung		
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem	NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude	ODbL	Open Database License
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	ORC	Organic Rankine Cycle (Wärme-kraftprozess)
BGA	Biogasanlage	THG	Treibhausgase
BHKW	Blockheizkraftwerk	WK	Witterungskorrektur
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal	WP	Wärmepumpe
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz	WPG	Wärmeplanungsgesetz
CLC	Corine Land Cover		
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung		
EE	Erneuerbare Energien		
eea	European Energy Award		
EEV	Endenergieverbrauch		
EMS	Energiemanagementsystem		
EnEfG	Energieeffizienzgesetz		
FFH	Fauna-Flora-Habitat		
FRL	Förderrichtlinie		
FrL Energie und Klima	Förderrichtlinie Energie und Klima (Sachsen)		
GEG	Gebäudeenergiegesetz		
GMG	Gebäudemodernisierungsgesetz		
Kap.	Kapitel		
KRL	Kommunalrichtlinie		
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz		
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung		
KWP	Kommunale Wärmeplanung		
LEAG	gemeinsame Marke der Lausitz Energie Verwaltungs GmbH, Lausitz Energie Bergbau AG und der Lausitz Energie Kraftwerke AG		
LoD2	Level of Detail 2 (3D-Gebäudemodell)		