

Wärmeplan



Bildquelle: Gemeinde Amt Wachsenburg

Kommunale Wärmeplanung Amt Wachsenburg

Auftraggeber

Gemeinde Amt Wachsenburg
Erfurter Straße 42, 99334 Amt Wachsenburg
vertreten durch den Bürgermeister, Herrn Sebastian Schiffer

Auftragnehmer

Findig Projekt GmbH
Manfred-von-Ardenne-Ring 20, Haus E
01099 Dresden

Projektleitung: Sabine Wiesmann
Projektbearbeitung: Mato Pallmann, Dr. Sabine Apelt

Datum

08.12.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	4
2	Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung	5
3	Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung nach § 14 WPG.....	6
4	Bestandsanalyse nach § 15 WPG	8
4.1	Textliche und grafische Darstellungen der Bestandsanalyse.....	8
4.1.1	Allgemeines Amt Wachsenburg und Siedlungstyp	8
4.1.2	Gesamtenergieverbrauch von Wärme und Treibhausgasbilanz	9
4.1.3	Anteil erneuerbare Energien und unvermeidbarer Abwärme	11
4.1.4	Energieverbrauch leitungsgebundene Wärme	12
4.1.5	Anteil EE und Abwärme an leitungsgebundener Wärme	13
4.1.6	Dezentrale Wärmeerzeuger	13
4.2	Kartographische Darstellungen.....	14
4.2.1	Wärmeverbrauchsichten pro Baublock	14
4.2.2	Wärmelinienichten pro Straßenabschnitt	16
4.2.3	Verteilung der Energieträger pro Baublock	17
4.2.4	Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger pro Baublock	19
4.2.5	Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock	20
4.2.6	Überwiegende Baualtersklasse pro Baublock	21
4.2.7	Großverbraucher von Wärme oder Gas	23
4.2.8	Wärme- und Gasnetze	23
4.2.9	Wasserstoff	25
4.2.10	Kältebedarf	26
5	Potenzialanalyse nach § 16 WPG	27
5.1	Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme.....	27
5.2	Lokal verfügbare Potenziale	29
5.2.1	Geothermie	30
5.2.2	Umweltwärme	35
5.2.3	Solarthermie	36
5.2.4	Biomasse	38
5.2.5	Unvermeidbare Abwärme	39
5.2.6	Abwasser	40

5.3	Grüner Wasserstoff und andere grüne synthetische Gase	42
5.4	Großwärmespeicher.....	43
5.5	Zusammenfassung.....	44
6	Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG, Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG und Darstellung der Wärmeversorgungsarten nach § 19 WPG	46
6.1	Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete.....	49
6.2	Zielszenario	54
6.3	Indikatoren für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045	55
6.4	Konsequenzen für den Stromnetzausbau im Gemeindegebiet	58
7	Umsetzungsstrategie und Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG	60
8	Abkürzungsverzeichnis	68
9	Quellen	69

1 Zusammenfassung

Die Gemeinde Amt Wachsenburg zählt rund 8.000 Einwohner und ist durch eine ländlich geprägte Siedlungsstruktur gekennzeichnet. Das Gemeindegebiet umfasst 13 Ortsteile und die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils auf Gebäudeebene. Ein bedeutsamer Einflussfaktor auf den Endenergiebedarf für Wärme ist der starke Industriesektor und der, der vor allem aufgrund des Prozesswärmebedarfs etwa 51% am gesamten Wärmeenergiebedarf der Gemeinde stellt. 47% der Adressen sind an das bestehende Erdgasnetz angeschlossen. Darüber hinaus existiert ein kleines Wärmenetz, das jedoch lediglich rund 3% des gesamten Wärmebedarfs im Gemeindegebiet deckt. Bezüglich des Einsatzes erneuerbarer Energien zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Sektoren: In Wohngebäuden liegt der Anteil erneuerbarer Energien bei etwa 8%, während er im Industriebereich bei 26% beträgt. Im Wohnsektor dominieren nach wie vor die fossilen Energieträger Erdgas, Flüssiggas, Heizöl und Kohle. Die Analyse der Gebäudealtersstruktur verdeutlicht zudem ein erhebliches Sanierungspotenzial. Knapp 40% der Gebäude wurden vor 1949 erbaut. Gerade der hohe Anteil älterer Bausubstanz weist auf ein relevantes energetisches Optimierungspotenzial hin, das durch gezielte Maßnahmen im Gebäudebestand adressiert werden muss.

Die Potenzialanalyse untersucht und bewertet die theoretisch und technisch erschließbaren Energiequellen und -technologien für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung. Dabei werden sowohl Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs – insbesondere durch energetische Sanierungen – als auch die Nutzung regenerativer Energiequellen berücksichtigt. Hierzu zählen Potenziale aus Umweltwärme (z. B. Wasser und Luft), Abwärmennutzung sowie der Einsatz von Technologien wie Wärmepumpen, Solarthermie, Geothermie und Biomasse. Das Zielszenario für 2045 sieht in mehreren Ortsteilen Bittstädt, Haarhausen, Holzhausen, Röhrensee, Werningsleben, Bechstedt-Wagd und Rockhausen eine dezentrale Wärmeversorgung als Vorzugsvariante vor. Für Rehestädt wurde diese ebenfalls nach Abwägung wirtschaftlicher und technischer Kriterien empfohlen. In den verbleibenden Ortsteilen wurden drei Versorgungsoptionen geprüft – dezentrale Lösungen, Wärmenetzausbau und die Versorgung über ein Wasserstoffnetz – ohne klare Präferenz. Daher gelten Sützenbrücken, Thörey, Ichtshausen, Eischleben und Kirchheim vorerst als Prüfgebiete. Eine finale Festlegung soll bei der Fortschreibung des Wärmeplans in 5 Jahren erfolgen. Zur Erreichung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung (KWP) werden konkrete strategische Maßnahmen empfohlen. Ein zentraler Bestandteil ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien zum Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung – insbesondere für den Aufbau eines Wärmenetzes in Ichtshausen sowie im Industriegebiet Thörey, wo zusätzlich die Integration industrieller Abwärme geprüft werden soll. Weitere Schwerpunkte der Umsetzungsstrategie sind Informationskampagnen zum Thema energetischen Gebäudesanierung, Photovoltaik und Solarthermie sowie Dezentrale Wärmeversorgung für Einzelhauslösungen.

Die erfolgreiche Umsetzung setzt die aktive Mitwirkung aller relevanten Akteure – wie Kommune, Energieversorger, Wohnungswirtschaft, Industrie und Bürgerinnen und Bürger – voraus. Zudem ist eine kontinuierliche Evaluation und Anpassung der Maßnahmen erforderlich, um auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren und den langfristigen Transformationspfad wirksam gestalten zu können.

2 Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung

Das am 01.01.2024 in Kraft getretene „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (WPG – Wärmeplanungsgesetz) verpflichtet alle Kommunen in Deutschland zur Aufstellung von Wärmeplänen. Der hier vorliegende Wärmeplan als rechtlich unverbindliche und strategische Fachplanung soll die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für die Gemeinde Amt Wachsenburg beschreiben und hierbei Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme sowie Möglichkeiten zur Einsparung von Wärme aufzeigen.

Die Wärmepläne sollen einen wesentlichen Beitrag bei der Umstellung auf eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente sowie treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 leisten. Zudem soll der Anteil von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus an der jährlichen Nettowärmeerzeugung in Wärmenetzen im bundesweiten Mittel ab dem 1. Januar 2030 50 Prozent betragen.

Die Wärmeplanung sowie der vorliegende Bericht orientieren sich an der methodischen Vorgehensweise, wie sie im „Leitfaden Wärmeplanung“ des BMWK und BMWSB [BMWK 2024] beschrieben wird. Entsprechend den Vorgaben des WPG gliedert sich der vorliegende Bericht in die Kapitel „Bestandsanalyse“, „Potenzialanalyse“, „Zielszenario“ sowie „Umsetzungsstrategien und Umsetzungsmaßnahmen“. Diesen vorangestellt ist die Eignungsprüfung für eine verkürzte Wärmeplanung nach §14 WPG. Auf Basis allgemein verfügbarer Informationen wird eine Vorabschätzung durchgeführt, welche Teilgebiete voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete werden und welche sich voraussichtlich eher für eine dezentrale Wärmeversorgung eignen, diese Informationen werden noch vor Abschluss des Wärmeplans öffentlich zugänglich gemacht.

Die Erstellung des vorliegenden Wärmeplans wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen **67K28568** mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Gemeinde als planungsverantwortliche Stelle hat den externen Dienstleister Findig Projekt GmbH aus Dresden mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans beauftragt.

3 Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung nach § 14 WPG

Für Teilgebiete, für die eine Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, kann bei der Aufstellung der kommunalen Wärmeplanung eine vereinfachte Bestandsanalyse durchgeführt werden. Hierdurch entfällt die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und die Potenzialanalyse in diesen Teilgebieten fokussiert sich auf Maßnahmen im Bereich der dezentralen Versorgung. Die derzeit wichtigsten Technologien für gebäudeindividuelle Wärmeversorgung sind Luft- und Erd-Wärmepumpen, es ist daher in diesen Gebieten zukünftig mit einem erhöhten Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien zu rechnen.

Zur Identifizierung von Teilgebieten für die verkürzte Wärmeplanung in der Gemeinde Amt Wachsenburg wurde auf der Ebene der 13 Ortsteile und unter Anwendung bereits vorliegender und leicht zugänglicher Informationen eine Eignungsprüfung auf Basis der folgenden sechs Kriterien durchgeführt. Nur wenn ein Ortsteil voraussichtlich **keines** der sechs Kriterien erfüllt, wurde es als Teilgebiet für die verkürzte Wärmeplanung vorgeschlagen.

- 1) Es besteht derzeit ein Wärmenetz.
- 2) Es bestehen konkrete Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme für ein Wärmenetz.
- 3) Aufgrund des voraussichtlichen Wärmebedarfs ist davon auszugehen, dass eine künftige Versorgung über ein Wärmenetz wirtschaftlich ist.
- 4) Es besteht derzeit ein Gasnetz.
- 5) Es gibt konkrete Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff oder voraussichtlich eine Versorgung über ein neues Wasserstoffverteilnetz.
- 6) Aufgrund des voraussichtlichen Wärmebedarfs ist davon auszugehen, dass eine künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz wirtschaftlich ist.

Als Informationsquellen wurden die Einwohnerzahlen [BS, 2024], Daten zur Art der Energieträger aus der Zensusbefragung 2022 [Zensus, 2022], die Abwärmepotenziale und BAFA-geförderten Biomasseheizanlagen aus dem Energieatlas Thüringen [EAT, 2024], die geschätzten Wärmebedarfe im Bereich Wohngebäude aus dem TRAIL Projekt [trail, 2019], die geschätzten Wärmebedarfe im Bereich Nichtwohngebäude aus dem Open Source Tool Hotmaps [Hotmaps, 2016], die Übersichtskarte zum bestehenden Erdgasnetz in Thüringen [TEN, 2023], die Übersichtskarte zum Wasserstoff-Kernnetz 2032 [BNA, 2024] sowie schematische Darstellungen zu geplanten H₂-Neubauleitungen im Zuge des Projektes TH₂ECO [th2eco, 2024] genutzt.

Die zusammengefassten Ergebnisse finden sich in der Tabelle 1. In 7 der 13 Ortsteile ist davon auszugehen, dass sie sich derzeit nicht für ein Wärmenetz bzw. Wasserstoffnetz eignen und der Fokus auf eine dezentrale Wärmeversorgung zu legen ist, in diesen Ortsteilen leben 33% der Einwohner der Gemeinde Amt Wachsenburg. Bei der Fortschreibung der Wärmeplanung aller 5 Jahre sind die Ergebnisse erneut zu überprüfen. Insbesondere die Rolle von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften oder anderen von den Verbrauchern ausgehenden Initiativen, die aktiv zur Umsetzung lokaler Projekte im

Bereich der Wärmeversorgung über Wärmenetze beitragen können, sind dabei möglichst frühzeitig zu identifizieren.

In den fünf Ortsteile Eischleben, Ichttershausen, Sülzenbrücken, Thörey und Kirchheim existiert bereits ein Gasnetz, in Rehestädt befindet sich die Verbandsdeponie mit einem ausgewiesenen Abwärmepotenzial, für diese sechs Ortsteile wird die Wärmeplanung regulär durchgeführt und schließt damit 66% der Einwohner und einen Großteil aller Industrie- und Gewerbeliegenschaften ein.

Tabelle 1: Zusammengefasste Ergebnisse der sechs Kriterien zur Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung für die Ortsteile in der Gemeinde Amt Wachsenburg

Kriterium	Bitstädt	Eischleben	Haarhausen	Holzhausen	Ichttershausen	Rehestädt	Röhrensee	Sülzenbrücken	Thörey	Kirchheim	Werningsleben	Bechstädt-Wagd	Rockhausen
EW	582	663	503	642	2879	156	185	603	226	805	176	285	299
1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Verkürzt	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja

Auch für Gebiete, die bereits zielkonform (65-100% Wärme aus erneuerbaren Energien) versorgt werden, kann die Wärmeplanung verkürzt durchgeführt werden. Es ist jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass bisher keine Teilgebiete/ Ortsteile der Gemeinde Amt Wachsenburg diesen Vorgaben entsprechen.

4 Bestandsanalyse nach § 15 WPG

Die Bestandsanalyse dient dem Ziel, den Status Quo des Wärmebedarfs in der Gemeinde Amt Wachsenburg, die für die Wärmeversorgung bisher eingesetzten Energieträger, die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen, sowie die für die Wärmeversorgung relevante Energieinfrastruktur zu erfassen.

4.1 Textliche und grafische Darstellungen der Bestandsanalyse

4.1.1 Allgemeines Amt Wachsenburg und Siedlungstyp

Amtlicher Regionalschlüssel: 16 0 70 0028 028

Fläche: 77,63 km² (31.12.2022)

Bevölkerung: insgesamt 8001, davon 4063 männlich, 3938 weiblich (31.12.2022)

Bevölkerungsdichte: 103/km²

Postleitzahl: 99334

Grad der Verstädterung: gering besiedelt, ländlicher Raum

Reisegebiete: Thüringer Wald

Die Gemeinde Amt Wachsenburg befindet sich inmitten von Thüringen. Im Süden schließt sich die Kreisstadt Arnstadt an das Gemeindegebiet an, im Norden wird die Gemeinde durch das Autobahnkreuz Erfurt der Bundesautobahnen 4 und 71 begrenzt. Die Gemeinde Amt Wachsenburg ist Teil des Ilm-Kreis und zählt damit zur Planungsregion Mittelthüringen. Laut Landesentwicklungsprogramm [LEP, 2025] gehört die Gemeinde zum innerthüringer Zentralraum und damit zu den Räumen mit günstigen Entwicklungsvoraussetzungen.

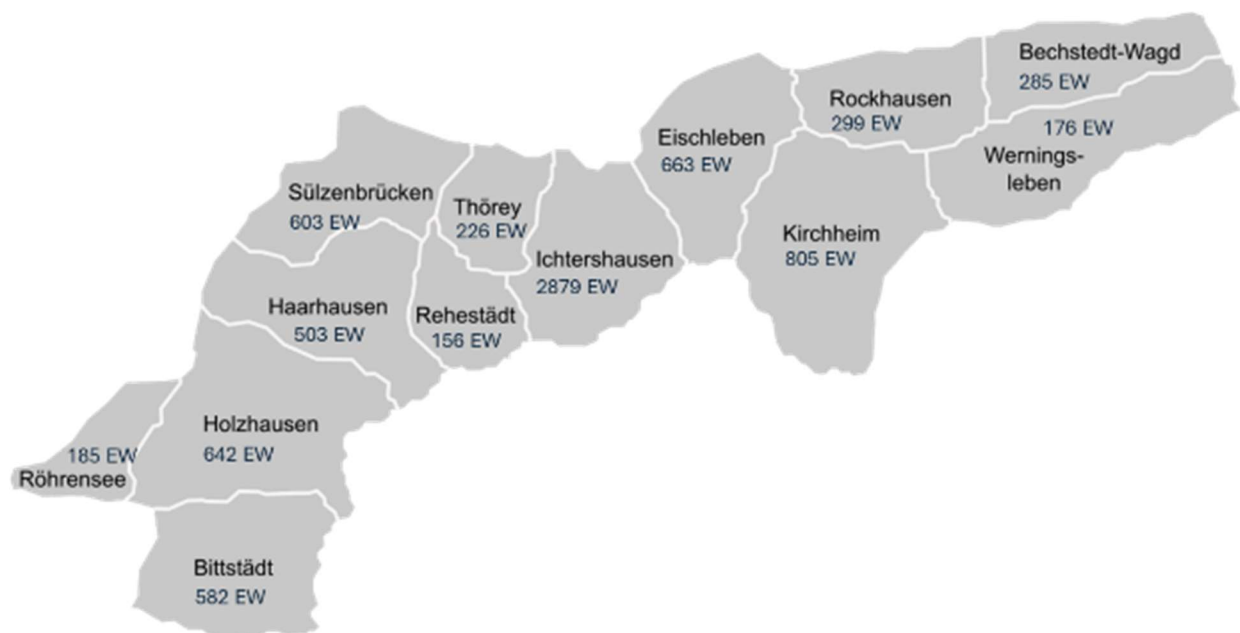


Abbildung 1: 13 Ortsteile der Gemeinde Amt Wachsenburg und jeweilige Einwohnerzahlen

Die Gemeinde setzt sich aus 13 Ortsteilen unterschiedlicher Größe und Einwohnerzahlen zusammen, wie sie in Abbildung 1 dargestellt sind. Fast alle Ortsteile blicken auf eine

geschichtliche Entwicklung zurück, die bis ins 8. Jhd. reicht. Sülzenbrücken (Sulzeprucge) ist der älteste Ort der Gemeinde Amt Wachsenburg und wurde 741 oder 742 erstmals erwähnt, auch im Gebiet des heutigen Bechstedt-Wagd gab es bereits um das Jahr 700 erste Ansiedlungen.

Die Bundesautobahn 4 verläuft in Ost-West-Richtung nördlich des Gemeindegebiets, die Bundesautobahn 71 in Nord-Süd-Richtung entlang der Grenze zwischen den Ortsteilen Ichnershausen und Eischleben. Die L 3004 als Verbindungsstraße zwischen Erfurt und Arnstadt verläuft ebenfalls durch Ichnershausen und Eischleben. Neben den 13 Ortsteilen mit vorrangiger Wohnbebauung befinden sich westlich von Thörey ein Gewerbegebiet sowie südwestlich von Ichnershausen ein Industriegebiet. Damit befinden sich große Teile des seit 2001 sukzessiv wachsenden Industriegebiet „Erfurter Kreuz“ im Gemeindegebiet. Die Gemeindeverwaltung hat ihren Sitz in Ichnershausen, dem bevölkerungsreichsten Ortsteil der Gemeinde. Sülzenbrücken und Haarhausen haben je einen Haltepunkt an der Bahnstrecke Neudietendorf-Arnstadt.

Der größte Fluss im Gemeindegebiet ist die Gera, die in Nord-Süd-Richtung durch Ichnershausen fließt und von der in Richtung Eischleben und Kirchheim die Wipfra abzweigt. Es befinden sich keine größeren Seen im Gemeindegebiet. Der Außenbereich östlich von Ichnershausen ist vorrangig durch landwirtschaftliche Bodennutzung geprägt, westlich der Industriegebiete sind die Freiräume und Siedlungen darüber hinaus für Tourismus und Erholung vorgesehen.

4.1.2 Gesamtenergieverbrauch von Wärme und Treibhausgasbilanz

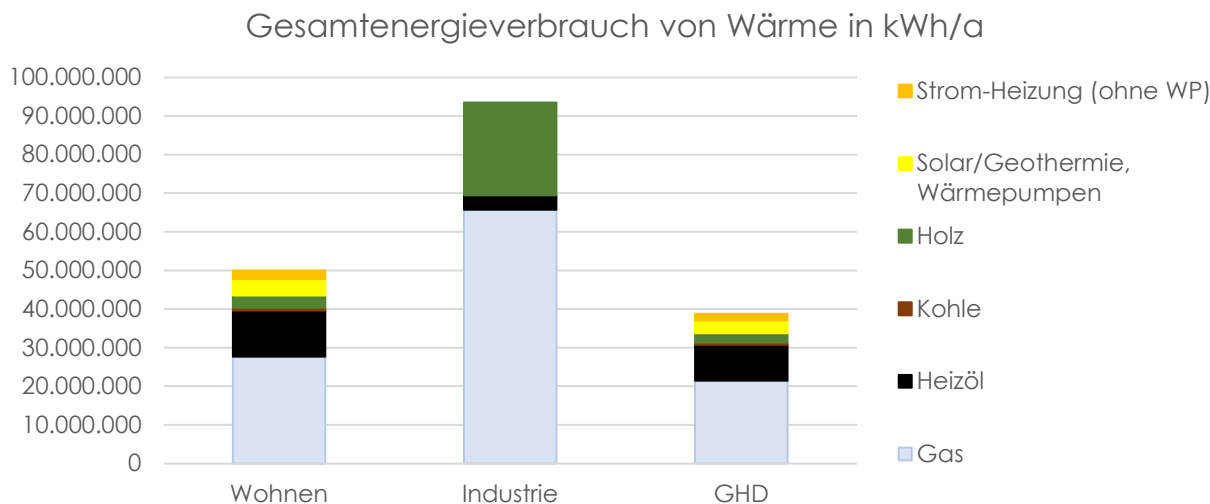


Abbildung 2: Aktueller Endenergieverbrauch von Wärme in der Gemeinde Amt Wachsenburg nach Energieträgern und Endenergiesektoren in kWh/a

Der Gesamtenergieverbrauch von Wärme für das Gemeindegebiet Amt Wachsenburg beläuft sich derzeit auf ca. 181 GWh/a. Abbildung 2 zeigt, wie sich der Verbrauch auf die einzelnen Sektoren sowie die aktuell zur Erzeugung eingesetzten Energieträger aufteilt. Die dargestellte Verteilung des jährlichen Endenergieverbrauchs von Wärme ergibt sich aus der Summe der Energieverbräuche der Gebäude in den 13 Ortsteilen des Gemeindegebietes und der je Gebäude hinterlegten Zuordnung zu den Sektoren Wohnen (EZFH und MFH), Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD). Diese

Zahlen sind als Hochrechnungen zu verstehen, da der Bestimmung vor allem der Wärmebedarfe Annahmen zu Grunde liegen, die Unsicherheiten in sich tragen.

Im Gemeindegebiet befinden sich 11 große Unternehmen, die dem Bereich Industrie zugeordnet wurden. Diese Betriebe befinden sich alle innerhalb der Gewerbegebiete in Thörey und Lichtershausen und verbrauchen zusammen ca. 51% des Endenergiebedarfs für Wärme im Gemeindegebiet. Die Energieträgerverteilung der Industrieunternehmen ergibt sich aus der Befragung der betreffenden Unternehmen, beziehungsweise aus Daten des Gasversorgers TEN.

Je nach Branche der Industrieunternehmen konnte der jeweilige Anteil an Prozesswärme mit Hilfe der Prozentwerte aus dem Technikkatalog [TK BMWK, 2024] abgeschätzt werden, der verbleibende Endenergiebedarf wurde näherungsweise in 80% Raumwärme und 20% Warmwasser aufgeteilt [dena, 2024]. Hieraus ergibt sich eine Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs entsprechend Abbildung 3.

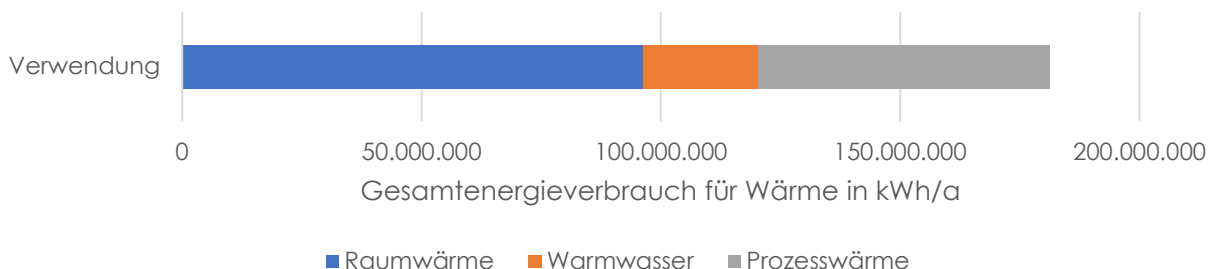


Abbildung 3: Einteilung des Endenergiebedarfs für Wärme im Gemeindegebiet auf die Bereiche Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme

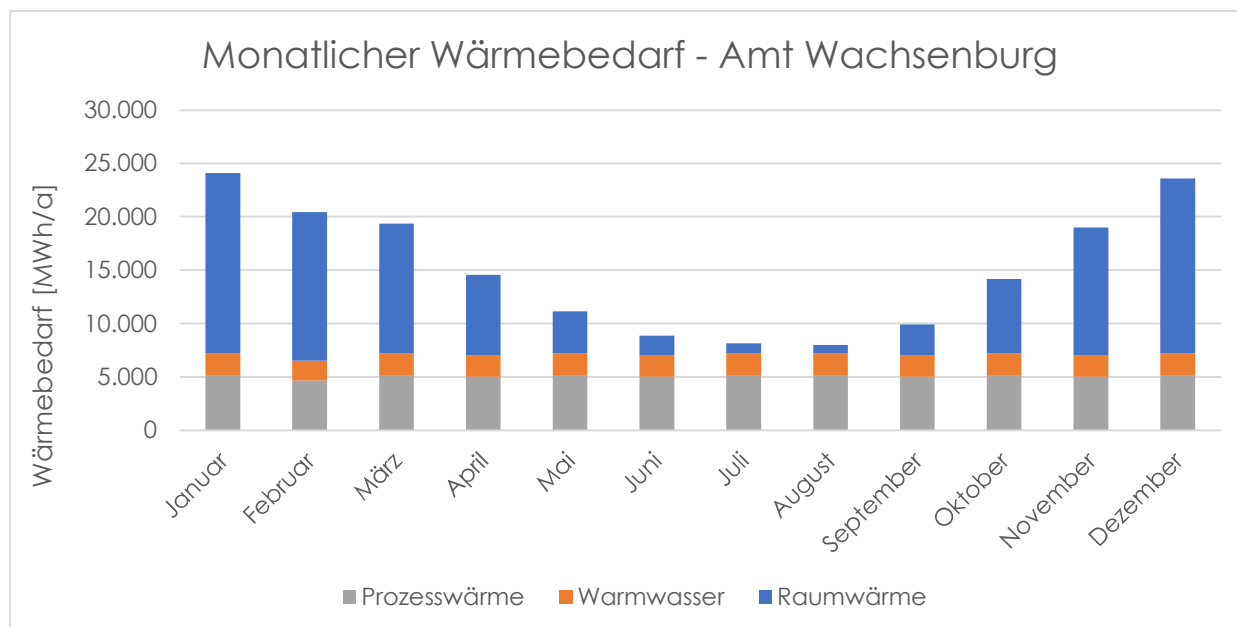


Abbildung 4: Monatlicher Endenergiebedarf für Wärme im Gemeindegebiet

Abbildung 4 zeigt den monatlich aufgeschlüsselten Wärmebedarf in den Bereichen Raumwärme, Warmwasserbereitung und Prozesswärme. Während die Bedarfe für Warmwasser und industrielle Prozesse über das Jahr weitgehend konstant bleiben, unterliegt der Wärmebedarf für die Raumheizung deutlichen saisonalen Schwankungen.

Dieser steigt in den Wintermonaten aufgrund niedriger Außentemperaturen stark an und erreicht dort seinen Höchststand, während er in den Sommermonaten nahezu entfällt.

Die Energieträgerverteilung der Sektoren Wohnen und GHD wurde auf Basis der Energieträgerverteilung der Zensusbefragung 2022 für das Gemeindegebiet ermittelt, die Energieträgerverteilung der Industrie anhand der ausgewerteten Fragebögen und ist gemeinsam mit der sich daraus ergebenden Treibhausgasbilanz der einzelnen Sektoren in Abbildung 5 dargestellt.

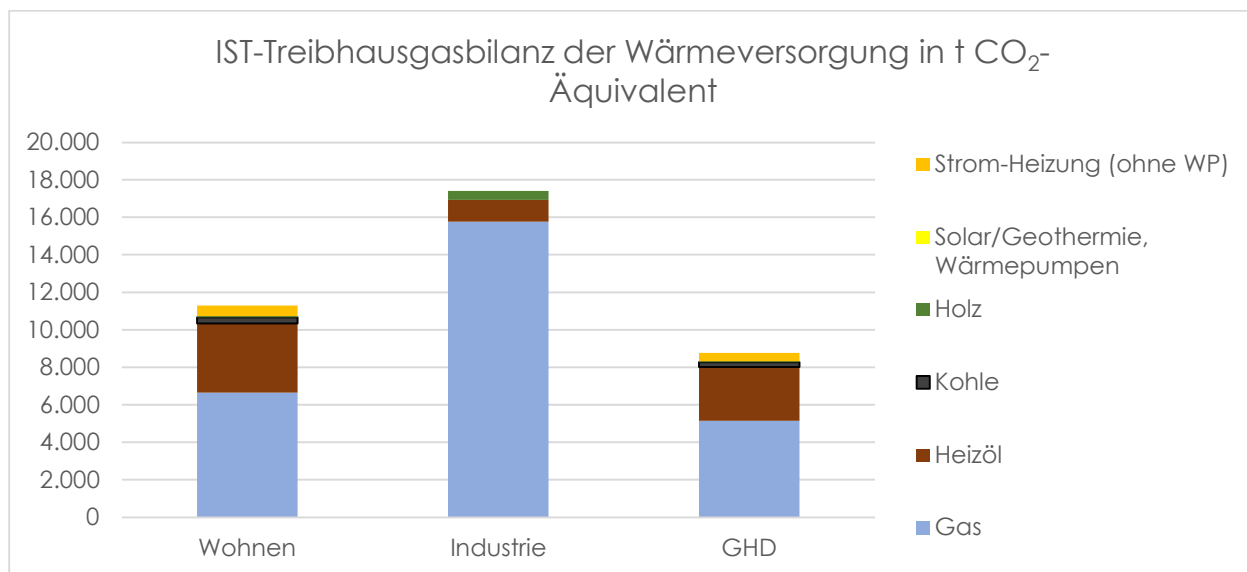


Abbildung 5: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet nach Energieträgern und Endenergiesektoren

Die Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Endenergiesektoren ergibt sich aus dem Wärmeverbrauch und den in Tabelle 1 aufgelisteten Emissionsfaktoren, die sich am Technikkatalog [TK BMWK, 2024] orientieren.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren zur Berechnung der Treibhausgasbilanz aus dem Endenergieverbrauch für Wärme [TK BMWK, 2024]

Energieträger	Emissionsfaktoren in g CO ₂ -Äquivalent pro kWh Endenergie für das Jahr 2025
Erdgas	240
Heizöl	310
Kohle	415
Holz	20
Geothermie, Solarthermie, Wärmepumpe	0
Strom-Mix-D (2025)	260

4.1.3 Anteil erneuerbare Energien und unvermeidbarer Abwärme

Laut den Angaben im Energieatlas Thüringen [EAT, 2024] werden im Gemeindegebiet derzeit insgesamt 30 Wärmepumpen betrieben, vorrangig Luft-/Wasser- und Sole-/Wasser-Wärmepumpen. Die Gesamtwärmeleistung der Anlagen beträgt 85,7 kW.

Zudem werden ebenfalls laut EAT derzeit 151 Solarthermieanlagen mit einer Gesamt-Kollektorfläche von 1421 m² betrieben, hiervon 70 zur überwiegenden Warmwasseraufbereitung, 65 zur Heizungsunterstützung und 15 Sonstige, der mittlere Jahresertrag in Deutschland liegt bei 400 – 800 kWh/m²/a.

Von den 38 im Energieatlas aufgeführten Biomasseheizanlagen handelt es sich bei etwas mehr als der Hälfte um Pelletkessel und bei dem Rest um Scheitholznutzung. Die Gesamtleistung der Anlagen beträgt ca. 715kW. Das Umweltamt des Kreis IIm listet für das Gemeindegebiet insgesamt 18 Erdwärmesondenanlagen zur Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie (einschließlich Grundwasserwärmepumpen) mit einer Gesamtheizleistung aller Anlagen von 199,7kW auf.

Zur Abschätzung der mit diesen Technologien insgesamt bereitgestellten Wärme in kWh/a, wie sie in Tabelle 3 aufgeführt ist, wurde mit einem mittleren Wert von 2000 Betriebsstunden pro Jahr gerechnet.

Tabelle 3: Abschätzung der mittels erneuerbaren Energien bereitgestellten Wärme

Technologie	Gesamtleistung	Wärme kWh/a
Wärmepumpen	86 kW	172.000
Solarthermie	1421 m ²	710.500
Biomasse	715 kW	1.430.000
Geothermie	200 kW	400.000
Summe		ca. 2.700.000 kWh/a

Geht man von einem Gesamtwärmebedarf im Bereich Wohngebäude ca. 50 GWh/a aus, entspricht das einem Anteil von ca. **5%**.

Laut den Angaben der Zensusbefragung 2022 liegt der Anteil erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Gemeindegebiet deutlich höher, darin findet sich für das gesamte Gemeindegebiet, dass **8%** der Wohngebäude mittels Solar- bzw. Geothermie versorgt werden. Welcher Anteil der 6% der Wohngebäude, die laut Zensus 2022 mittels Holz- und 4% der Gebäude, die mittels Strom-Heizung (ohne Wärmepumpe) versorgt werden, zudem den erneuerbaren Energien zugeordnet werden können, lässt sich aufgrund fehlender genauerer Informationen zur Art des Holzes und dem Energiemix des genutzten Stroms nicht sicher abschätzen. Im Bereich Industrie nutzt eines der Unternehmen die Holzspäne aus der eigenen Produktion und per Zukauf zur Wärmeerzeugung und sorgt damit dafür, dass der Anteil erneuerbarer Energie im Bereich Industrie damit bei **26%** liegt.

Derzeit wird unvermeidbare Abwärme im Gemeindegebiet, wenn überhaupt, dann nur innerbetrieblich bei den ansässigen Unternehmen selbst genutzt. Dies macht eine Abschätzung des Anteils des über unvermeidbare Abwärme gedeckten Wärmebedarf derzeit unmöglich.

4.1.4 Energieverbrauch leitungsgebundene Wärme

Im Gemeindegebiet betreibt die Vereinigte Wohnungsgenossenschaft Arnstadt von 1954 eG (VWG) in Ichttershausen zwei Nahwärmenetze. Das Nahwärmenetz in der Karl-

Liebknecht-Straße versorgt sechs Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 170 Wohneinheiten. Als Wärmeerzeuger kommt ein Gaskessel älteren Baujahrs zum Einsatz. Ein weiteres Nahwärmenetz befindet sich in der Wachsenburgstraße. Vom Gebäude Wachsenburgstraße 26–30 aus werden die Häuser Wachsenburgstraße 14–18 sowie 20–24 mit insgesamt 74 Wohneinheiten versorgt. Im Zuge der Neuerstellung dieses Nahwärmenetzes wurde die zuvor vorhandene Ölanlage zurückgebaut. Beide Nahwärmenetze werden mit Erdgas betrieben. Der Gesamtwärmebedarf liegt bei rund 1.350.000 kWh/a und entspricht damit etwa 3 % der Wärmeversorgung im Bereich Wohnen. Eine Darstellung der versorgten Gebäude, sowie die Standorte der Gaskessel sind in Abbildung 16 zu finden.

4.1.5 Anteil EE und Abwärme an leitungsgebundener Wärme

Der Anteil Erneuerbarer Energie an der leitungsgebundenen Wärme liegt aktuell bei **0%**. Die in Ichtershausen gelegenen und von der Vereinigten Wohnungsgenossenschaft Arnstadt von 1954 eG (VWG) betriebenen Nahwärmenetz werden ebenso wie die übrigen leitungsgebunden versorgten Gebäude vollständig mit Erdgas versorgt.

4.1.6 Dezentrale Wärmeerzeuger

Im Gemeindegebiet Amt Wachsenburg konnten mit Hilfe der Hauskoordinaten eine Gesamtzahl von 2845 Adressen ermittelt werden. Laut den Verbrauchsdaten der TEN werden 1071 Adressen über das Erdgasnetz versorgt, im Bestandswärmenetz gibt es 26 Übergabestationen.

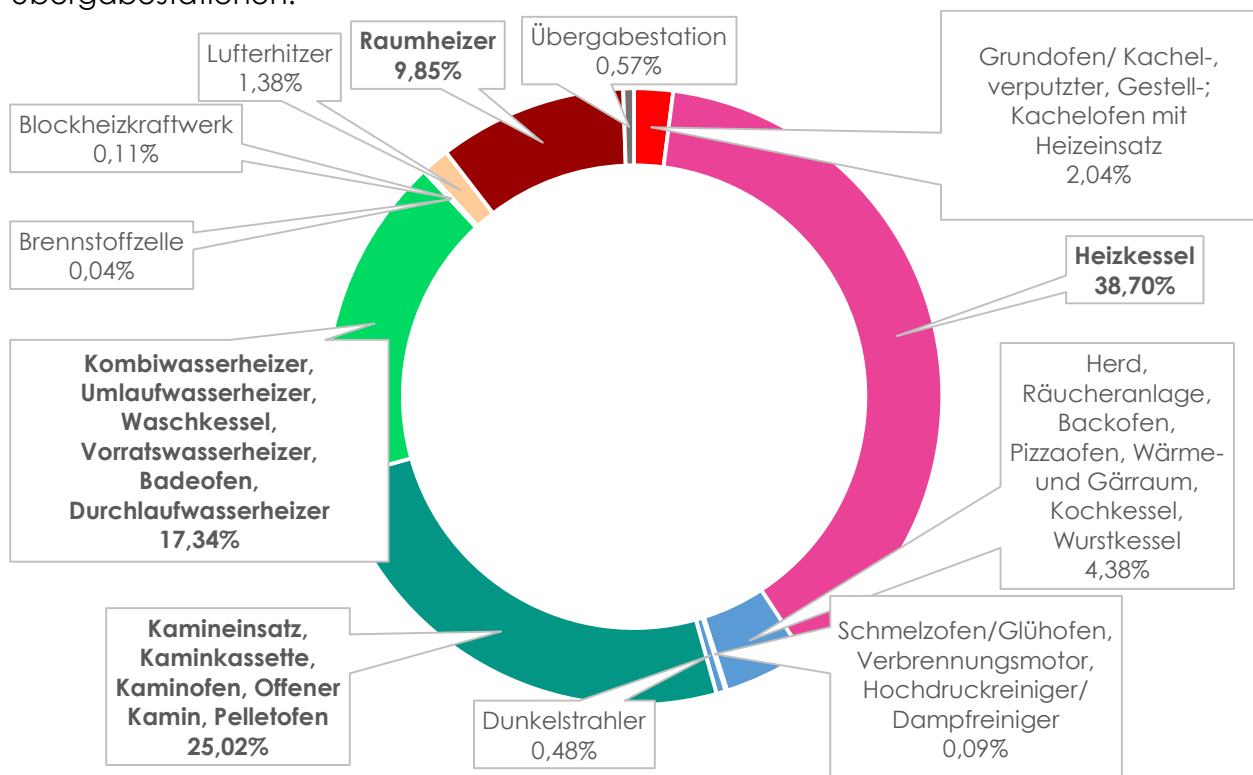


Abbildung 6: Art und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger

In Abbildung 6 sind die Art und Anteile der dezentralen Wärmeerzeuger aufgeschlüsselt, wie sie den Kehrbüchern der jeweiligen bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger entnommen werden konnten.

4.2 Kartographische Darstellungen

Für grundlegende Informationen (Lage, Größe, Nutzung) zu den Gebäuden, Flurstücken sowie zur Gemeinde- und Siedlungsstruktur wurden die Daten aus OpenStreetMap [OSM2024], dem amtlichen Liegenschaftskataster [ALKIS, 2024], sowie öffentlich verfügbare Bebauungspläne der Gemeinde seit 1990 [TV 2024] genutzt. Als Grundlage für die Zuordnung von Hausnummern zu den Gebäuden im Gemeindegebiet wurde der Geoproxy Thüringen Web Map Service genutzt, der flächendeckend aus ALKIS abgeleitete Hauskoordinaten bereitstellt [HKO, 2024]. Von der Gemeinde wurden zudem Zahlen der Bestandsstatistik der Einwohnerzahlen der Gemeinde zum Stichtag 05.08.2024 aufgelöst für die 13 Ortsteile, sowie eine Liste der denkmalgeschützten Gebäude und Ensembles zur Verfügung gestellt. Zur Erstellung der Karten wurde die freie Geoinformationssystemsoftware QGIS [QGIS, 2024] genutzt. Als Vorbereitung für die Datenabfrage wurde das gesamte Gemeindegebiet in QGIS in Baublöcke eingeteilt. Um datenschutzrechtlichen Vorgaben zu entsprechen, wurden bei Liegenschaften der Nutzungsart Wohnen mindestens fünf benachbarte Hausnummern zusammengefasst, unabhängig davon, ob es sich bei den Gebäuden um Ein-, Zwei- oder Mehrfamilienhäuser handelt.

4.2.1 Wärmeverbrauchsichten pro Baublock

Als Grundlage zur kartografischen Darstellung der Wärmeverbrauchsichten (Abbildung 7 und Abbildung 8) wurden verschiedenste Datenquellen für die Erstellung eines gebäudescharfen Modells der Gemeinde mittels der Software QGIS einbezogen. Von der TEN (Thüringer Energienetze), einer 100-Prozent-Tochter der TEAG (Thüringer Energie AG), wurden für die mit Erdgas leitungsgebunden versorgten Ortsteile die über 3 Jahre gemittelten Wärmeverbräuche zur Verfügung gestellt. Aus Datenschutzgründen wurden diese Daten bei Mehrfamilienhäusern, Industrie- und Gewerbeliegenschaften gebäudescharf, bei Einfamilienhäusern jedoch straßenbezogen aggregiert für mindestens 5 und bis zu 92 Hausnummern übermittelt. Die straßenbezogenen Verbräuche der Einfamilienhäuser wurden für das QGIS-Abbild gleichmäßig auf die in dieser Straße versorgten Adressen verteilt. Für den Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften wurden von der Gemeinde (sofern vorhanden) Energieausweise sowie Energieverbräuche der Jahre 2021 bis 2023 zur Verfügung gestellt, der Verbrauch von Schulen und Turnhallen für die Jahre 2019 bis 2023 konnte einem vorab zur Verfügung gestellten Auszug aus dem Energiebericht 2023 des Ilm-Kreis entnommen werden. Die Vereinigte Wohnungsgenossenschaft Arnstadt von 1954 eG stellte für ihren Gebäudebestand unter anderem Daten zu den Baujahren, Flächen sowie Energieträgern und -verbräuchen der Jahre 2019 bis 2022 bereit. Die betrieblichen Großverbraucher von Wärme wurden separat angeschrieben und mehr als die Hälfte der angeschriebenen Unternehmen stellte Daten zu den eingesetzten Energieträgern sowie Verbrauchsdaten zur Verfügung. Bei allen Adressen in den gasversorgten Ortsteilen, bei denen den Gebäuden keine Verbrauchswerte zugeordnet werden konnten, wurden die Wärmebedarfe geschätzt. Als Grundlage dienten hierfür

benachbarte Gebäude vergleichbarer Gebäudetypen und Baualtersklassen, bei industriellen oder GHD-Gebäuden wurden zudem die jeweilige Branche und Größe der Betriebe sowie Kennwerte aus dem Technikkatalog [TK BMWK, 2024] mit herangezogen, um den Einfluss der notwendigen Prozesswärme realistisch abzuschätzen. Standen Daten für die gleichen Gebäude aus unterschiedlichen Datenquellen zur Verfügung, wurden diese zur Plausibilitätsprüfung sowie einer Abschätzung zur Genauigkeit der Daten genutzt. Demzufolge ist bei den in diesem Wärmeplan bereitgestellten Daten in den gasversorgten Gebieten mit einer Unsicherheit von $\pm 10\%$ zu rechnen.

Für die Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in den dezentral versorgten Ortsteilen musste auf die Daten im 100mx100m Raster zurückgegriffen werden, welche seit 2016 für alle Kommunen in Thüringen im Online-Tool „trail-energie.de“ bereitgestellt werden [trail, 2016]. Trotz mehrfacher Nachfrage und Ersuchen der aufsichtsführenden Stelle wurden die Daten der bevollmächtigten Schornsteinfeger im Gemeindegebiet Daten zu den vorhandenen dezentralen Wärmeerzeugern sowie eingesetzten Energieträgern mit einem derartigen zeitlichen Verzug bereitgestellt, dass sie nicht in die Berechnung der Wärmedichten der Bedarfsanalyse mehr einbezogen werden konnten und der Darstellung abgeschätzte Daten zugrundeliegen.

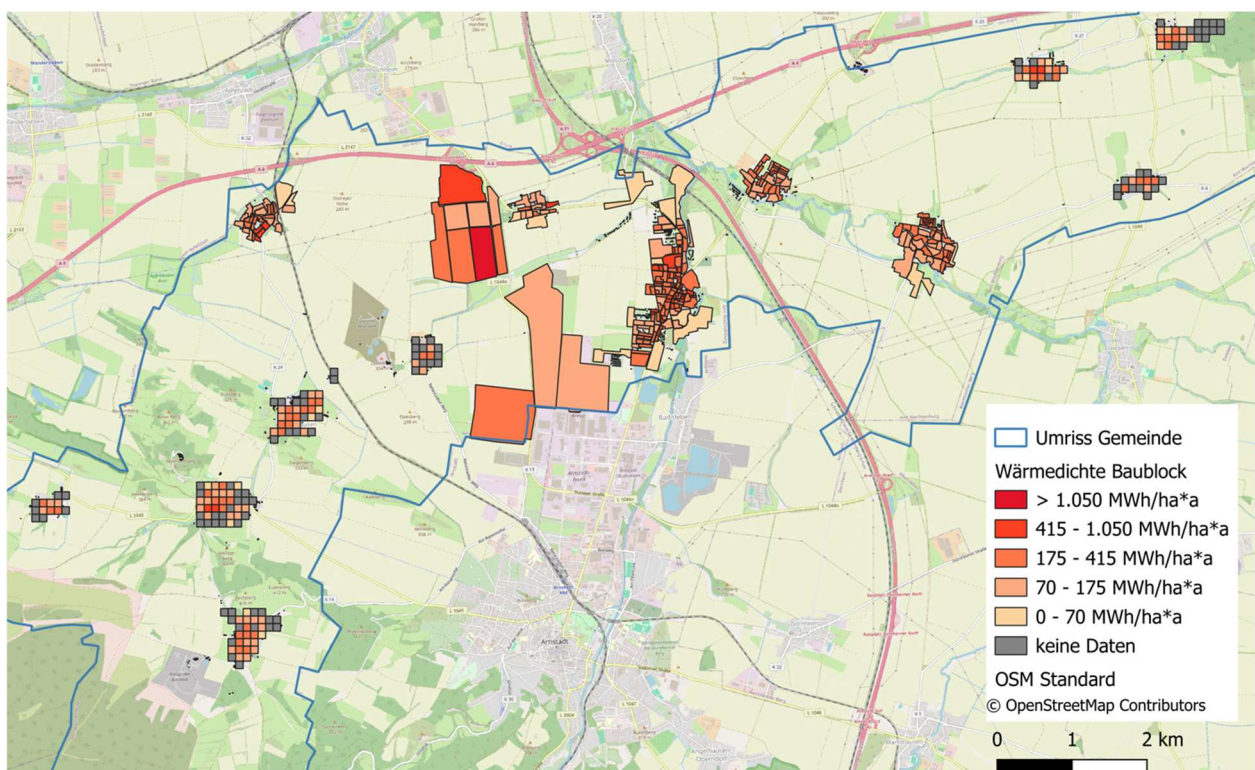


Abbildung 7: Wärmedichten pro Baublock im gesamten Gemeindegebiet Amt Wachsenburg

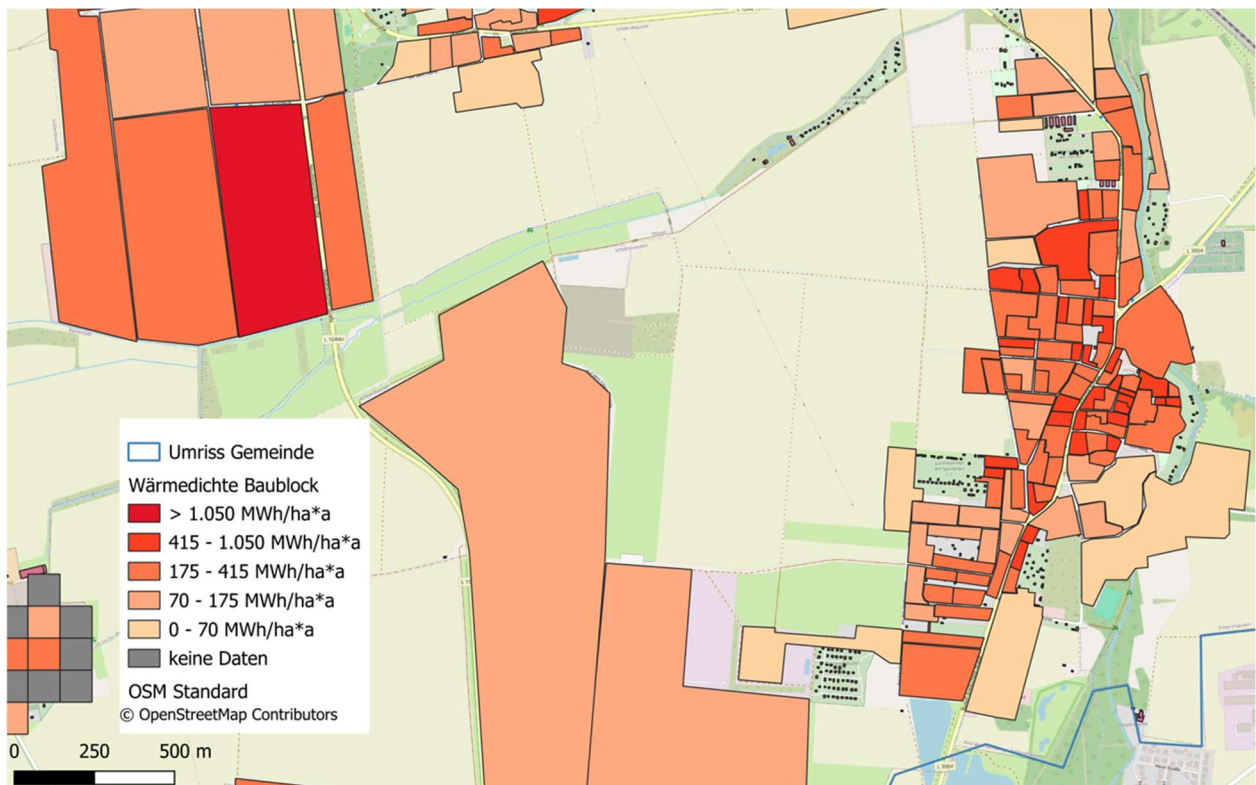


Abbildung 8: Wärmedichten im zentralen Bereich der Gemeinde (Ortsteile Thörey und Ichtershausen einschließlich der benachbarten Gewerbegebiete)

Die in den dezentral versorgten Gebieten vereinzelt zu findenden höheren Wärmedichten lassen sich mit dem historischen Gebäudebestand begründen. Bei den vor 1918 erbauten Gebäuden führen die hohen U-Werte der Wände und Dächer zu vergleichsweise hohen Wärmeverbräuchen und damit in den eng bebauten Ortskernen zu höheren Wärmeverbrauchsichten. In Gebieten mit Mehrfamilienhäusern und in den Gewerbegebieten sind hohe Wärmeverbrauchsichten auch für Baublöcke zu finden, in denen sich vorrangig Gebäude neuerer Bauart befinden.

4.2.2 Wärmelinienichten pro Straßenabschnitt

Die Wärmelinienichte (Abbildung 9) ergibt sich, wenn die Wärmeverbräuche der angrenzenden Bebauung auf die jeweiligen Abschnitte der Straßen und ihren jeweiligen Längen bezogen werden. Es wurden hierfür keine genauen Trassenverläufe genutzt, sondern angenommen, dass die Leitungen den Straßenverläufen entsprechen. Für die Bestimmung der Wärmelinienichten wurden die in QGIS gebäudescharf eingepflegten Wärmeverbräuche bzw. -bedarfe der gasversorgten Ortsteile genutzt, wie sie im vorherigen Abschnitt zur Berechnung der Wärmeverbrauchsichten beschrieben wurden. Da für die dezentral versorgten Ortsteile nur Daten im 100mx100m Raster zur Verfügung standen, musste auf eine Berechnung der Wärmelinienichte für diese Ortsteile verzichtet werden.

Die Verläufe der Straßen und Zuordnung der Straßenabschnitte wurde aus OSM übernommen und bei Datenlücken um weitere Straßen ergänzt. Die Wärmelinienichten ergeben sich aus der Summe der Verbräuche all jener Gebäude mit Adressen, die mit einer maximalen Entfernung von 30m vom jeweiligen Straßenabschnitt aus zu erreichen sind, längere Versorgungsleitungen sind zwar möglich, werden aber üblicherweise als

nicht wirtschaftlich eingeschätzt. Im Bereich größerer Gewerbeliegenschaften sowie innerhalb der beiden Industriegebiete in Thörey und Ichtershausen wurde ein maximaler Abstand der Gebäude von 75m zu den jeweiligen Straßenabschnitten gewählt, da Gewerbe- und Industriegebäude üblicherweise einen größeren Abstand zu den Grundstücksgrenzen haben.

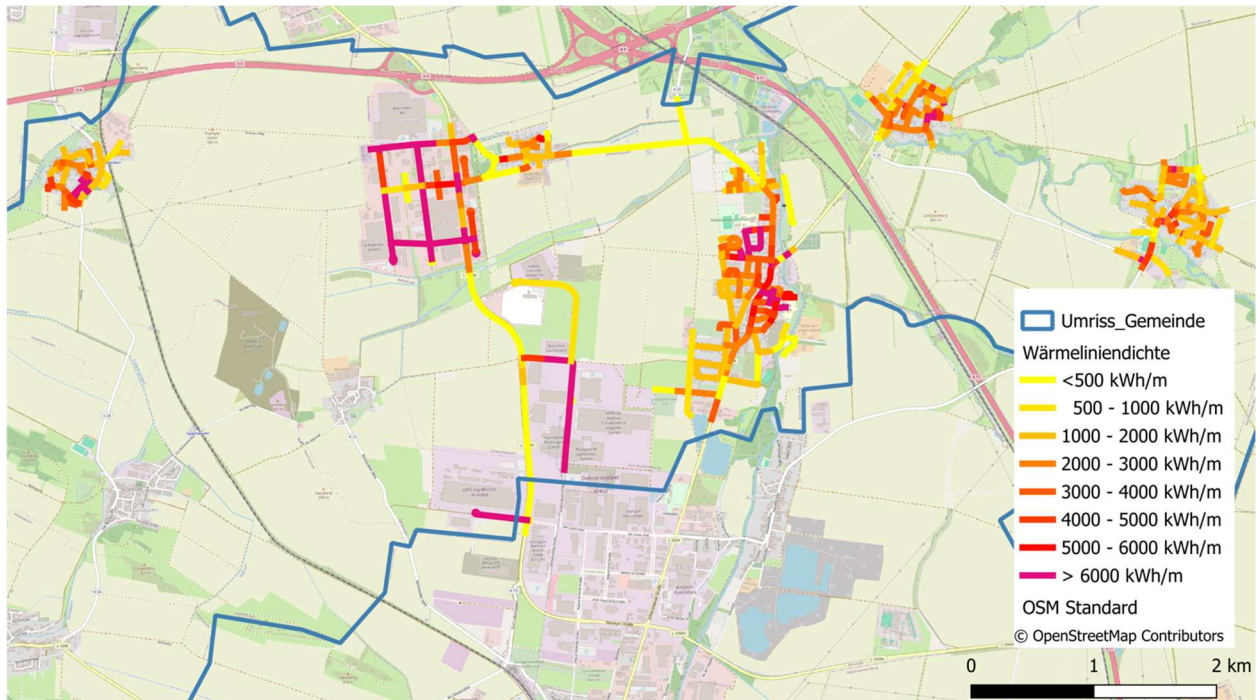


Abbildung 9: Wärmeliniendichten der Straßenabschnitte in den gasversorgten Ortsteilen

4.2.3 Verteilung der Energieträger pro Baublock

Für die kommunale Wärmeplanung ist eine detaillierte Darstellung des Anteils der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme vorgesehen. Grundlage der vorliegenden Analyse bildet der Zensus 2022, insbesondere die dort erfassten Daten zur Anzahl der jeweils genutzten Energieträger pro Wohngebäude. Die für das gesamte Gemeindegebiet zusammengefassten Angaben aus der Zensusbefragung sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Verteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung der Wohngebäude [Zensus, 2022]

Energieträger	Anzahl Gebäude	Prozentualer Anteil
Gas (Erd- u. Flüssiggas)	1353	53 %
Heizöl	583	23 %
Kohle	39	1 %
Holz	151	6 %
Biomasse/ Biogas	-	
Solar/Geothermie, Wärmepumpen	209	8 %
Strom-Heizung (ohne Wärmepumpen)	107	4 %
Fernwärme	56	2 %
Kein Energieträger	68	3 %

Zur Plausibilisierung dieser Informationen erfolgt ein Abgleich mit den verfügbaren Daten der TEN (Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG) hinsichtlich bestehender Gasnetzanschlüsse und insbesondere zur Differenzierung zwischen Erdgas und Flüssiggas (LNG). Ergänzend wird die Anzahl der postalischen Adressen je Ortsteil herangezogen, um die Verteilung der Energieträger besser einordnen und bewerten zu können.

Aufgrund von Unsicherheiten und Ungenauigkeiten in den vorliegenden Daten kann jedoch keine belastbare baublockbezogene Auswertung erfolgen. Stattdessen wird die Verteilung der Energieträger aggregiert auf Ortsteilebene dargestellt. Dieser methodische Ansatz gewährleistet eine hinreichende Genauigkeit bei der Bestimmung der energetischen Ausgangssituation und bildet eine belastbare Grundlage für die weitere Entwicklung von Wärmeversorgungsstrategien. Die Verteilung der Energieträger ist in Abbildung 10 für die Wohngebäude der 13 Ortsteile der Gemeinde dargestellt. In den zentral gelegenen Ortsteilen, in denen ein Gasnetz vorhanden ist, werden derzeit ca. 70% der Wohngebäude mit Erdgas versorgt.

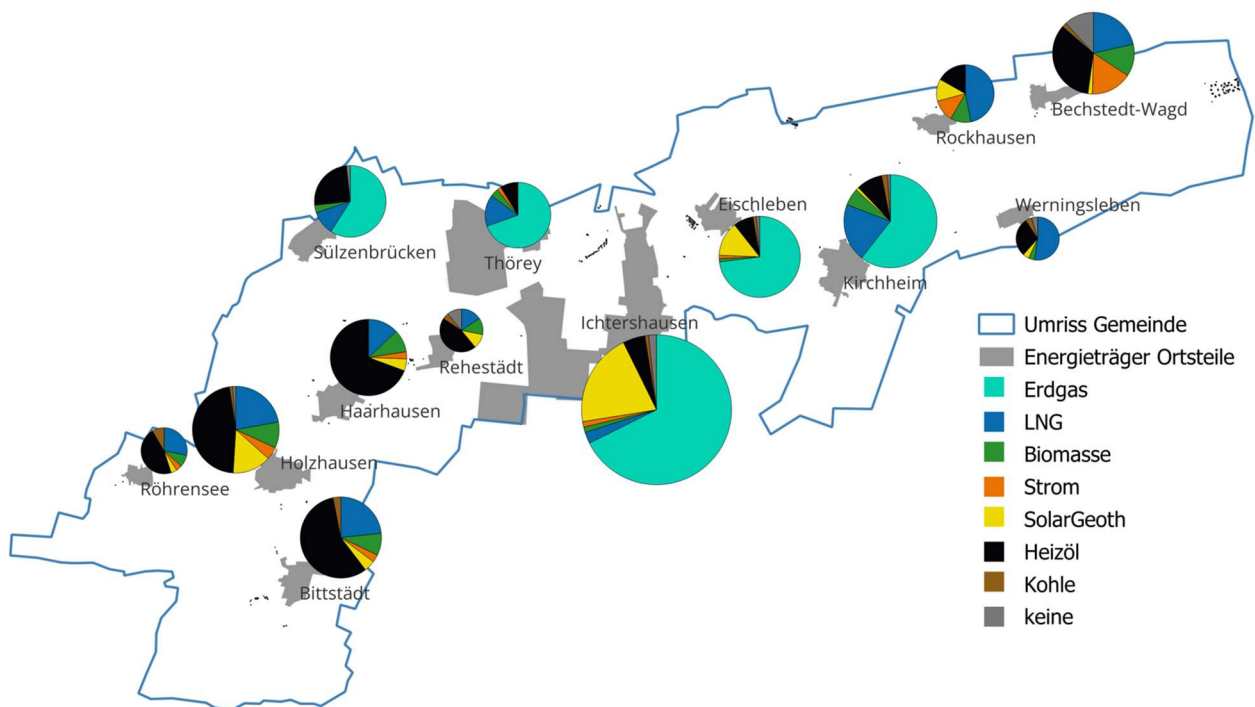


Abbildung 10: Verteilung der zur Wärmeversorgung der Wohngebäude genutzten Energieträger je Ortsteil in der Gemeinde Amt Wachsenburg

Ein Großteil des Wärmebedarfs im Gemeindegebiet ist dem Bereich Industrie zuzuordnen, da sich der überwiegende Teil des größten Industriegebiet Thüringens auf dem Gemeindegebiet befindet. Die Energieträgerverteilung im Thöreyer und Ichttershauser Teil des Gewerbegebiets basiert auf der Befragung der Unternehmen beziehungsweise der Daten der TEN zur Versorgung mit Erdgas. Für Industrieliegenschaften, für die keine Daten vorlagen, wurde der Wärmebedarf anhand benachbarter Gebäude sowie der Branche des Unternehmens und übliche Wärmebedarfe entsprechend dem Technikkatalog [TK BMWK, 2024] abgeschätzt.

4.2.4 Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger pro Baublock

Die Auswertung der Art und Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger wird in ebenfalls auf Ortsteilebene dargestellt. Die Blockheizkraftwerke befinden sich in Ichttershausen und Thörey, auch die Dunkelstrahler und Luffterhitzer sind vorrangig in den Industriegebieten lokalisiert. In fast allen Ortsteilen bilden Heizkessel und Wasserheizer den überwiegenden Anteil an dezentralen Wärmeerzeugern. Von der hohen Anzahl der vorhandenen Kamine werden die meisten mit Scheitholz befeuert. Es ist davon auszugehen, dass diese häufig nicht als primäre Wärmeerzeuger genutzt werden.

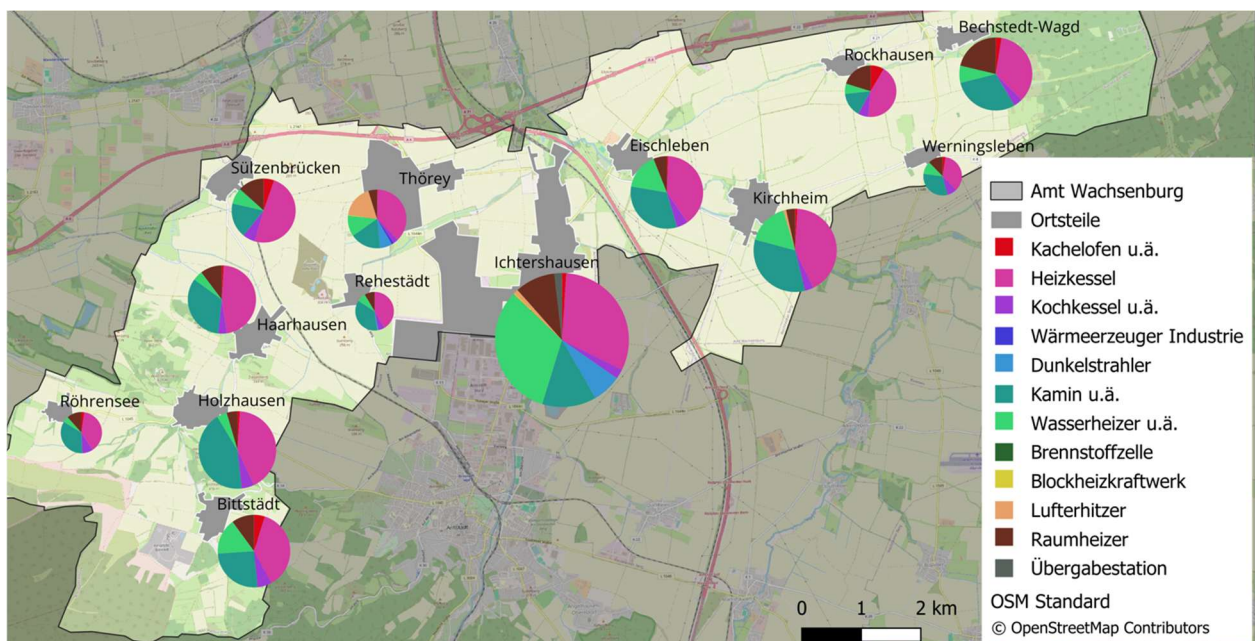


Abbildung 11: Art und Anteil dezentraler Wärmeerzeuger pro Ortsteil, die Größe der Kreise spiegelt die Gesamtanzahl im jeweiligen Ortsteil wider.

4.2.5 Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock

In Abbildung 12 ist farbig für jeden Baublock im Gemeindegebiet hinterlegt, ob es sich vorrangig um eine Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH), Mehrfamilienhäusern (MFH), Gebäuden für Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) oder Industrieliegenschaften (I) handelt. Die von der TEN für die gasversorgten Gebiete adressbezogene Einordnung der Gebäude in Ein-/Zwei-Familienhäuser EZFH, Mehrfamilienhäuser MFH und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) wurde übernommen. Verbraucher mit einer registrierenden Leistungsmessung (RLM) wurden dem Endenergiesektor Industrie (I) zugeordnet. Für die nicht gasversorgten Gebiete wurden eine Baublock-Einteilung im 100mx100m Raster in Anlehnung an die Einteilung der Zensusbefragung gewählt und für diese Baublöcke die Daten aus ALKIS genutzt. Zur Unterscheidung zwischen Wohngebäuden und Gewerbe/Handel/Dienstleistung/Industrie wurden die Angaben zur Flächennutzung herangezogen und die überwiegende Flächennutzung pro Baublock abgeschätzt. Die Einteilung in Mehrfamilienhäusern (MFH) oder Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) wurde darüber getroffen, ob pro Gebäude mehr als eine Hausnummer in den aus ALKIS abgeleiteten Hauskoordinaten gelistet ist. Im gesamten Gemeindegebiet handelt es sich vorrangig um eine lockere Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern, Ausnahmen bilden einige Gebiete mit Mehrfamilienhäusern, größeren Gewerbeliegenschaften und die beiden Industriegebiete in Thörey und Ictershausen.

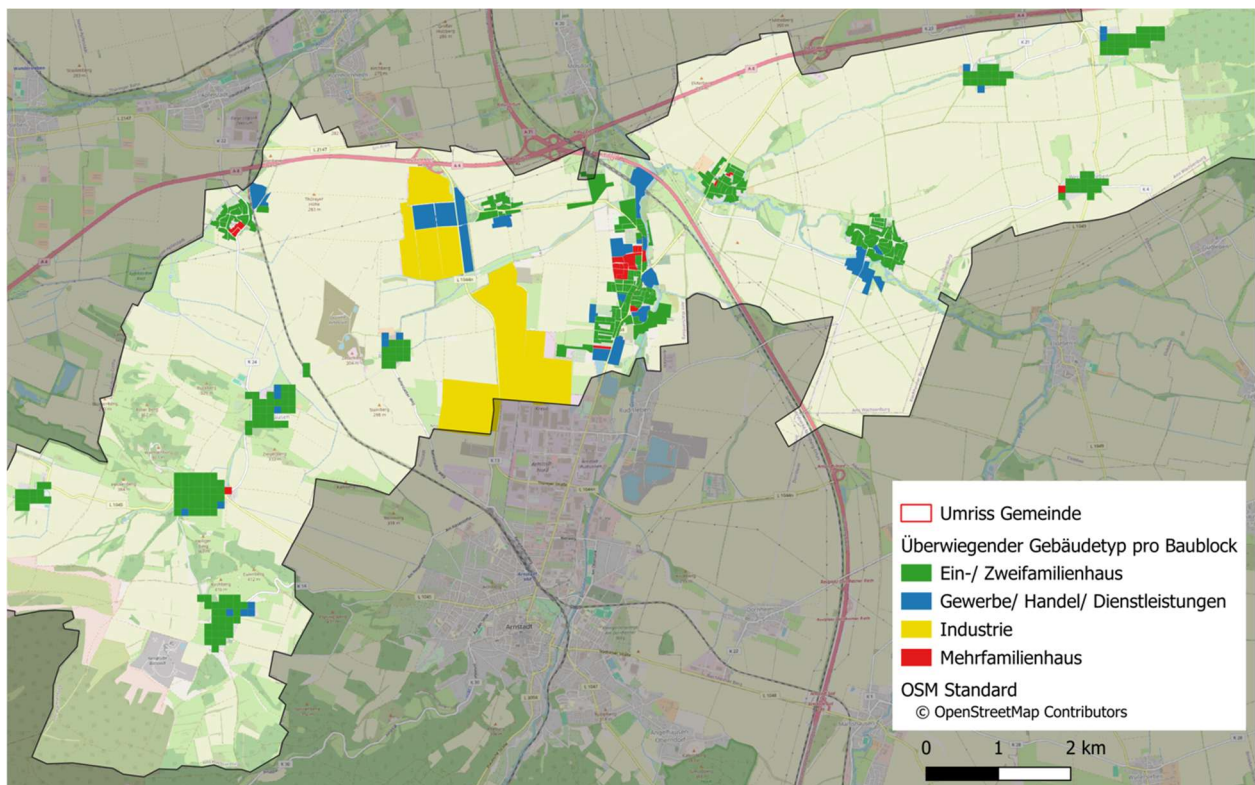


Abbildung 12: Überwiegender Gebäudetyp (EZFH, MFH, GHD, I) pro Baublock

4.2.6 Überwiegende Baualtersklasse pro Baublock

Zur Ableitung der überwiegenden Baualtersklasse pro Baublock wurden historische Luftbilder und Orthophotos aus dem Geoportal des Freistaat Thüringen [Geoportal, 2025] genutzt. Aus den Luftbildern der Jahre 1945, 1981, 1992, 2003, 2011, 2020 wurde die Entwicklung der Siedlungsstruktur jedes Ortsteils abgeleitet und die Baublöcke hinsichtlich ihrer überwiegenden Baualtersklasse eingeteilt. Vor allem für die Einteilung, ob es sich um Gebäude handelt, die bereits vor 1918 oder erst zwischen 1918 und 1945 gebaut wurden, wurde die in den Luftaufnahmen ersichtliche Bauart herangezogen, da es sich bei den Gebäuden aus den Jahren vor 1918 im Gemeindegebiet vorrangig um Gehöfte handelt. Zur Plausibilisierung der Einteilung wurde die Denkmal-Liste der Gemeinde, sowie die pro Ortsteil aggregierten Angaben aus der Zensusbefragung 2022 hinsichtlich der Baualtersklassen herangezogen. Eine Übersicht der Baualtersklassen für das gesamte Gemeindegebiet basierend auf den Daten aus der Zensusbefragung ist in Tabelle 5 zu finden.

Tabelle 5: Baualtersklassen der Wohngebäude im Gemeindegebiet [Zensus, 2022]

Baujahr	Anzahl Gebäude	Prozentualer Anteil
Vor 1919	677	26 %
1919 bis 1949	324	13 %
1950 bis 1959	67	3 %
1960 bis 1969	91	4 %
1970 bis 1979	109	4 %
1980 bis 1989	195	8 %
1990 bis 1999	587	23 %
2000 bis 2009	248	10 %
2010 bis 2015	129	5 %
2016 und später	136	5 %

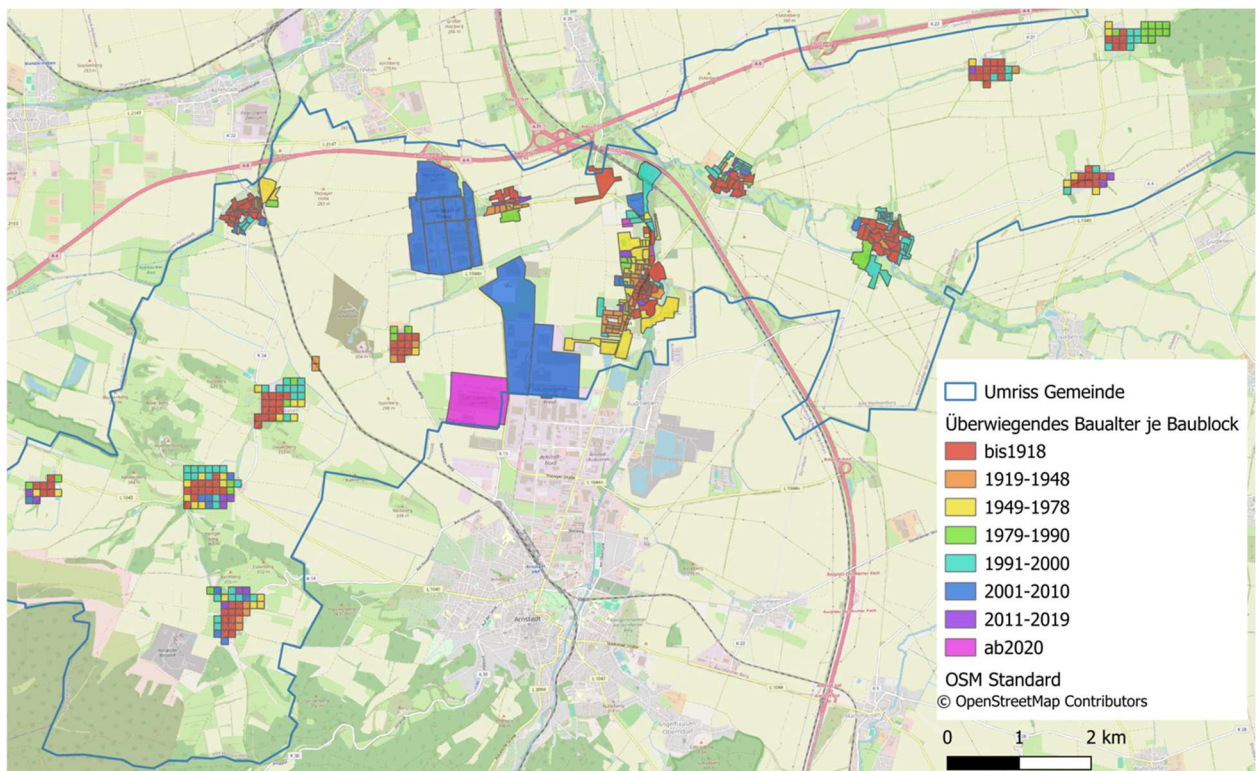


Abbildung 13: Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude pro Baublock im Gemeindegebiet

Alle Ortsteile besitzen einen zentralen historischen Gebäudebestand, insgesamt wurden ca. ¼ der Gebäude im Gemeindegebiet bereits vor 1918 gebaut. In Ichttershausen wurde bereits zwischen 1918 und 1945 mit einer Erweiterung an den Ortsrändern begonnen, in den übrigen Ortsteilen meist erst ab 1945. Bis zur Wende kamen ca. 31% des heutigen Wohngebäudebestands hinzu, die restlichen 43% sind in der Nachwendezeit entstanden, vorrangig in den Jahren 1990 bis 1999. Die Gebäude im Bereich der Gewerbegebiete in

Thörey und Ichttershausen („Erfurter Kreuz“) sind ausschließlich nach der Grundsteinlegung im Jahr 2001 errichtet worden, die Gebiete sollen auch zukünftig noch erweitert werden.

4.2.7 Großverbraucher von Wärme oder Gas

In Abbildung 14 sind die Namen und Standorte der 11 als Großverbraucher identifizierten Industriebetriebe aufgeführt, sowie die zentrale Kläranlage des Wasser-Abwasser-Zweckverband Arnstadt, in der gasbetriebene BHKWs zur Schlamm-trocknung eingesetzt werden.

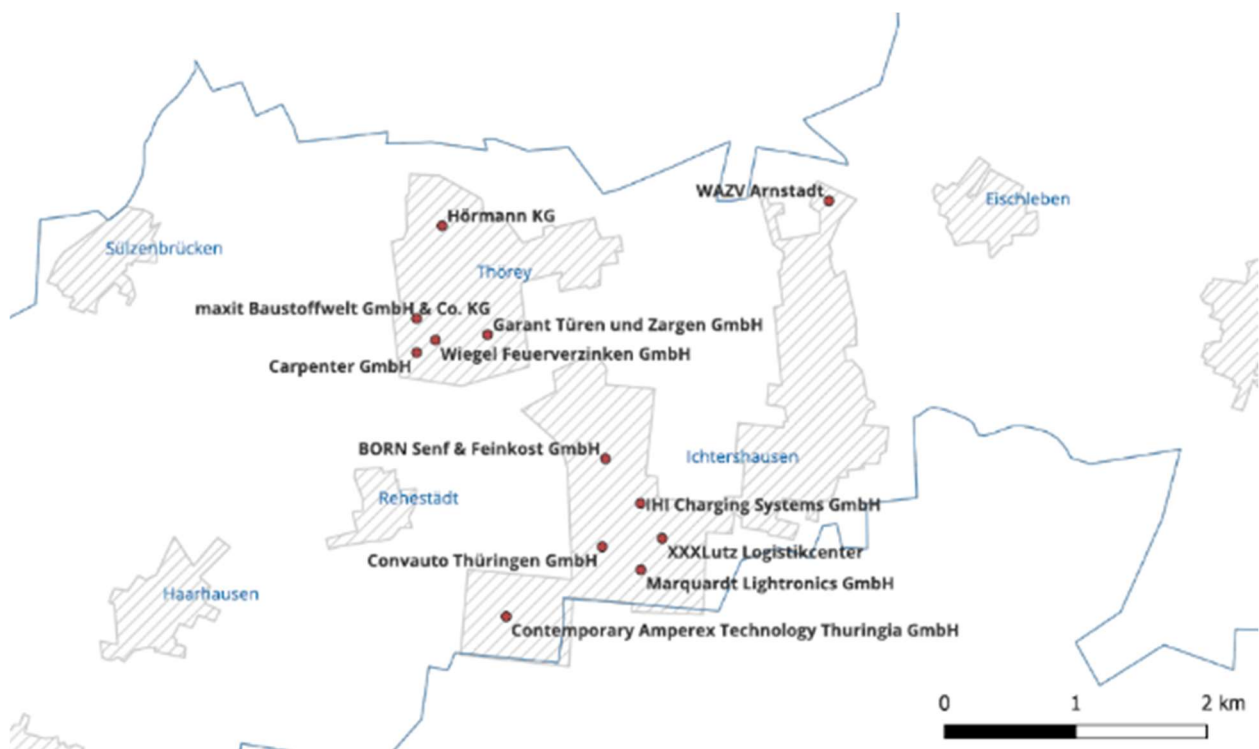


Abbildung 14: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher von Wärme und Gas im Gemeindegebiet

4.2.8 Wärme- und Gasnetze

Abbildung 15 gibt einen Überblick über die vorhandenen Energieinfrastrukturen im Gemeindegebiet. Es sind die vom WAZV Arnstadt und Umgebung bereitgestellten Verläufe des Abwassernetzes mit einem Nenndurchmesser ab DN 800, sowie die bestehenden und geplanten Kläranlagen dargestellt. Darüber hinaus ist das Nahwärmenetz der VWG, welches in Ichttershausen mehrere MFH versorgt, sowie aus Open Street Map [OSM, 2024] abgeleitete Verläufe der Sachsen-Thüringen Erdgasleitung, sowie Freileitungen des Mittel- und Hochspannungsnetz und des Bahnstroms sowie die Lage der Umspannstationen dargestellt.

Gasnetz

Die Gemeinde Amt Wachsenburg befindet sich im Versorgungsgebiet Gas der TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG (TEN). Die Netzbereiche in den Ortschaften

Ichtershausen, Eischleben, Kirchheim, Sülzenbrücken und Thörey werden vornehmlich über den Netzkoppelungspunkt Eischleben (vorgelagerter Netzbetreiber: GASCADE Ferngas Netzgesellschaft mbH) mit Erdgas versorgt. In Abbildung 17 sind diejenigen Baublöcke im Gemeindegebiet mit braun hinterlegt, in denen sich Gebäude befinden, die leitungsgebunden mit Erdgas versorgt werden. Durch das Gemeindegebiet verläuft im Norden das Erdgasnetz (siehe Abbildung 15) mit der Übernahmestation nord-östlich von Eischleben. Die Versorgung mit Erdgas deckt ca. 47% des Endenergiebedarfs für Wärme im Gemeindegebiet.

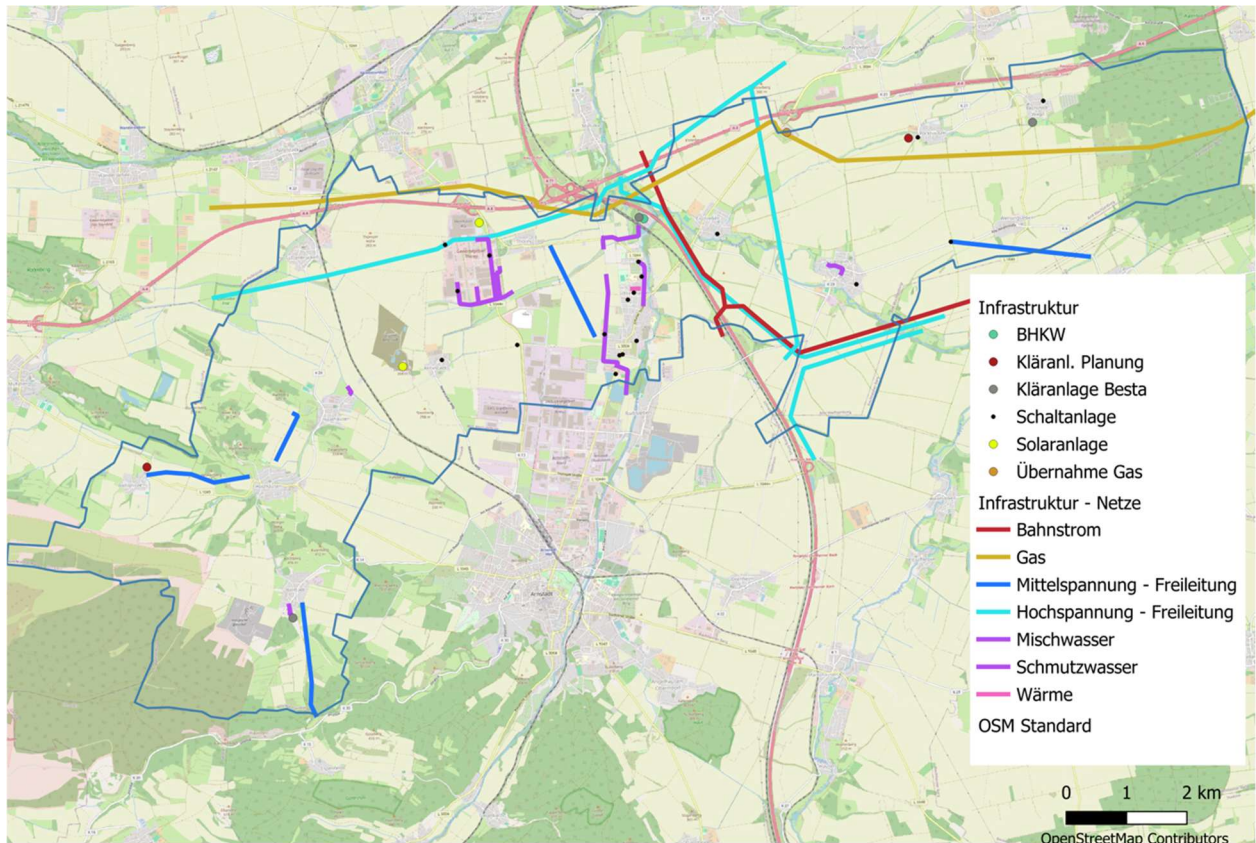


Abbildung 15: Lage der Netzinfrastruktur im Gemeindegebiet

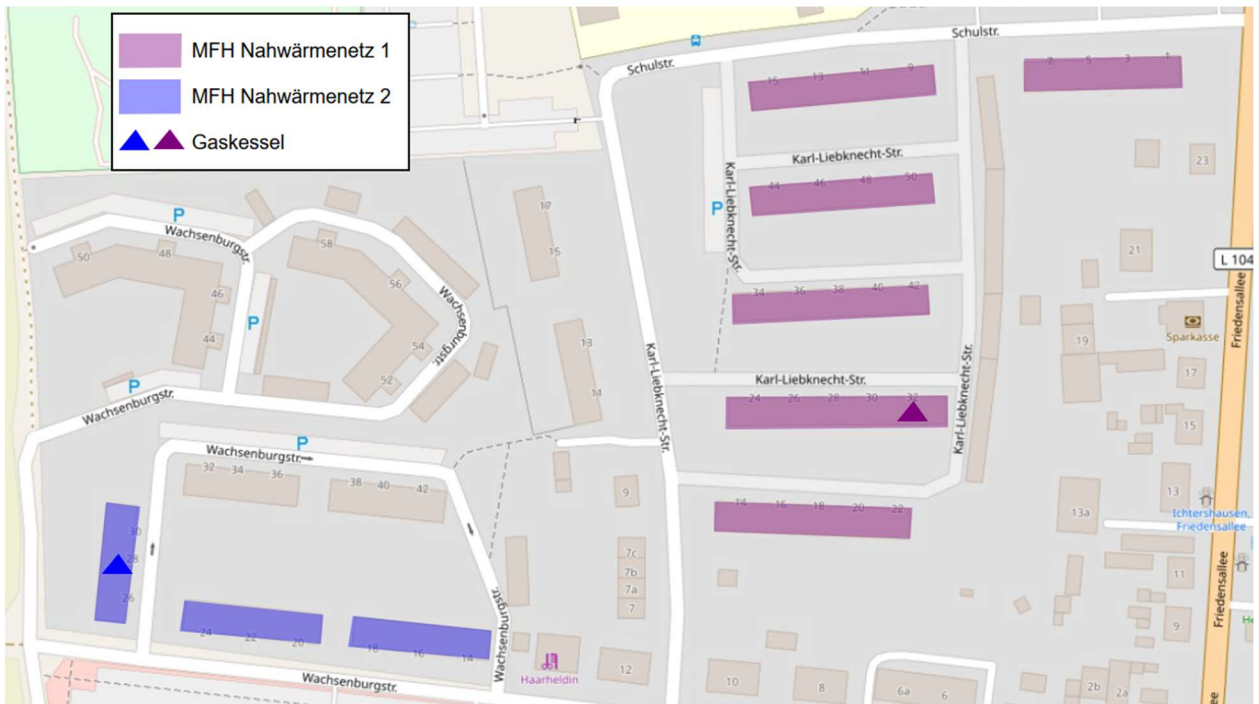


Abbildung 16: Lage der über das Nahwärmenetz der VWG versorgten Wohnblöcke in Ichtershausen

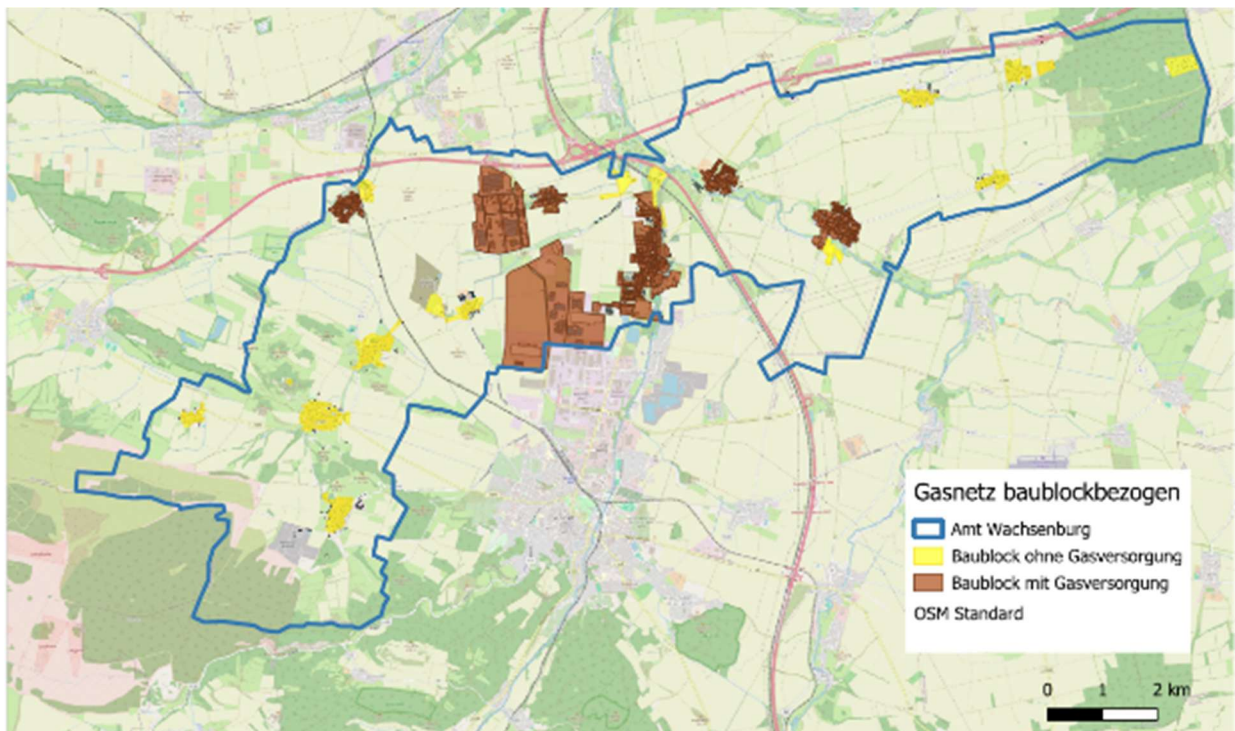


Abbildung 17: Flächenhafte Lage der leitungsgebundenen Gasversorgung im Gemeindegebiet Amt Wachsenburg

4.2.9 Wasserstoff

Im Gemeindegebiet befindet sich im Industriegebiet Thörey eine bestehende Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff mit der im Jahr 2023 ein Verbrauch von 46 MWh gedeckt

werden konnte, was einem Gesamtanteil vom Prozesswärmebedarf in Gemeindegebiet von ca. 0,05% entspricht. Es ist nicht bekannt, ob im Gemeindegebiet weitere Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt installierter Elektrolyseleistung geplant sind.

4.2.10 Kältebedarf

Mit den steigenden Jahresmitteltemperaturen infolge des Klimawandels ist insbesondere im Bereich von Wohn- und Bürogebäuden mit einem wachsenden Bedarf an Raumkühlung zu rechnen. Zwar ist die aktive Raumkühlung in Deutschland bislang noch wenig verbreitet, doch dürfte die Nachfrage bis 2045 deutlich zunehmen. Geht man davon aus, dass sich der spezifische Energiebedarf für Raumkühlung pro Einwohner etwa von derzeit 5–10 kWh/a auf 10–20 kWh/a erhöht, ergibt sich für die untersuchte Gemeinde ein Kältebedarf, der derzeit bei 0,04% des Gesamtenergiebedarf für Wärme liegt, dieser steigt bis 2045 auf ca. 0,12% an. Trotz dieses geringen Anteils bleibt die Kühlung ein relevanter Aspekt zukünftiger Energieplanungen, zumal sich parallel auch der Kältebedarf im Einzelhandel sowie für digitale Infrastrukturen (z. B. Serverräume oder Rechenzentren) erhöht – eine genaue Quantifizierung ist derzeit jedoch noch mit Unsicherheit behaftet. Klar ist jedoch, dass der Energiebedarf zur Wärmeversorgung auch 2045 weiterhin deutlich über dem für Kühlung liegen wird. Energetische Sanierungen können sowohl den Wärme-, als auch den Kältebedarf von Gebäuden deutlich senken und sind daher eine wichtige Maßnahme jeder Wärme- und Kälteplanung.

Einige Wärmepumpentechnologien ermöglichen nicht nur effizientes Heizen, sondern auch die passive oder aktive Kühlung von Räumen im Sommer. Bei der Auswahl dezentraler Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien sollte daher frühzeitig geprüft werden, ob ein reversibler Betrieb zur Kühlung möglich ist und ob dafür geeignete Verteil- und Übergabesysteme (z. B. Flächenheizungen oder Gebläsekonvektoren) vorhanden oder wirtschaftlich umsetzbar sind.

5 Potenzialanalyse nach § 16 WPG

Ziel der Potenzialanalyse ist die gebietsscharfe Ermittlung der verschiedenen Potenziale, die für eine Wärmeversorgung der Gemeinde Amt Wachsenburg auf Basis erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme zur Verfügung stehen. Aufgrund der besseren Emissionsfaktoren (Tabelle 2) sinkt bei der Substitution der bisher vorrangig genutzten fossilen Energieträger durch diese erneuerbaren Energien die treibhausrelevante Emissionen. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf lokalen Potenzialen für erneuerbare Energien, wie Solarthermie, Geothermie und Flusswasser. Zudem werden Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs und zur Steigerung der Effizienz in Gebäuden und Anlagen betrachtet.

Durch diese umfassende Erfassung und Bewertung der Potenziale legt die Analyse die Basis für die Entwicklung eines Zielszenarios, das auf eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung bis 2045 ausgerichtet ist.

Die Potenzialhierarchie dient der systematischen Einordnung der Energiepotenziale nach ihrer Zugänglichkeit und Umsetzbarkeit:

1. **Maximales physikalisches Potenzial:** Beschreibt das theoretisch maximale Energieangebot in einer Region, ohne technische, wirtschaftliche oder rechtliche Einschränkungen zu berücksichtigen.
2. **Technisches Potenzial:** Gibt den Teil des maximal physikalischen Potenzials an, der mit der derzeit verfügbaren und wirtschaftlich tragbaren Technik erschlossen werden könnte. Hierbei werden Verluste, technische Einschränkungen und infrastrukturelle Gegebenheiten einbezogen.
3. **Wirtschaftliches Potenzial:** Umfasst den Teil des technischen Potenzials, dessen Erschließung unter bestimmten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen als rentabel gilt. Wirtschaftliche Faktoren sind Investitionskosten, Betriebskosten, Energiepreise, Fördermittel und gewünschte Amortisationszeiten.
4. **Erschließbares Potenzial:** Beschreibt das tatsächlich umsetzbare Potenzial, das durch zusätzliche Einflussfaktoren wie soziale Akzeptanz, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Vorgaben oder individuelle Präferenzen von Entscheidungsträgern begrenzt wird.

Hinweis: Das erschließbare Potenzial kann größer oder kleiner sein als das wirtschaftliche Potenzial, da politische Entscheidungen Potenziale erschließen können, die rein wirtschaftlich nicht tragfähig wären.

5.1 Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme

Neben der Umstellung auf erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung hat die Senkung des Wärmebedarfs einen entscheidenden Einfluss auf die zukünftige wärmebedingte Treibhausgasbilanz der Gemeinde. Im Folgenden werden die Potenziale durch energetische Gebäudesanierungen zur Wärmebedarfsreduktion, sowie die Steigerung der Energieeffizienz bei Prozessen in der Industrie betrachtet.

Zur Abschätzung des Einsparpotenzials durch Bedarfsreduktion wurde mit den prozentualen Angaben aus dem Technikkatalog zum Leitfaden des BMWK gerechnet [TK BMWK, 2024]. Die Angaben liegen aufgeschlüsselt nach Baualtersklasse sowie den Sektoren (EZFH, MFH, GHD und I) im Technikkatalog vor und basieren auf

Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Es wird zwischen einem niedrigen Pfad (geringere Bedarfsreduktion) und einem hohen Pfad (höhere Bedarfsreduktion) unterschieden [FhG ISI, 2021]. Für jeden Baublock wurde in Abhängigkeit der vorwiegenden Baualtersklasse (Abbildung 13) sowie des Überwiegenden Gebäudetyps (Abbildung 12) die Entwicklung des Wärmebedarfs für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 berechnet und für das Gemeindegebiet aufsummiert. Je nach Entwicklung der Sanierungsquote und der Energieeffizienz im Bereich der Industrie ist im Gemeindegebiet bis 2045 mit einer Bedarfsreduktion bis zu 30% (niedriger Pfad) bzw. 45% zu rechnen (hoher Pfad).

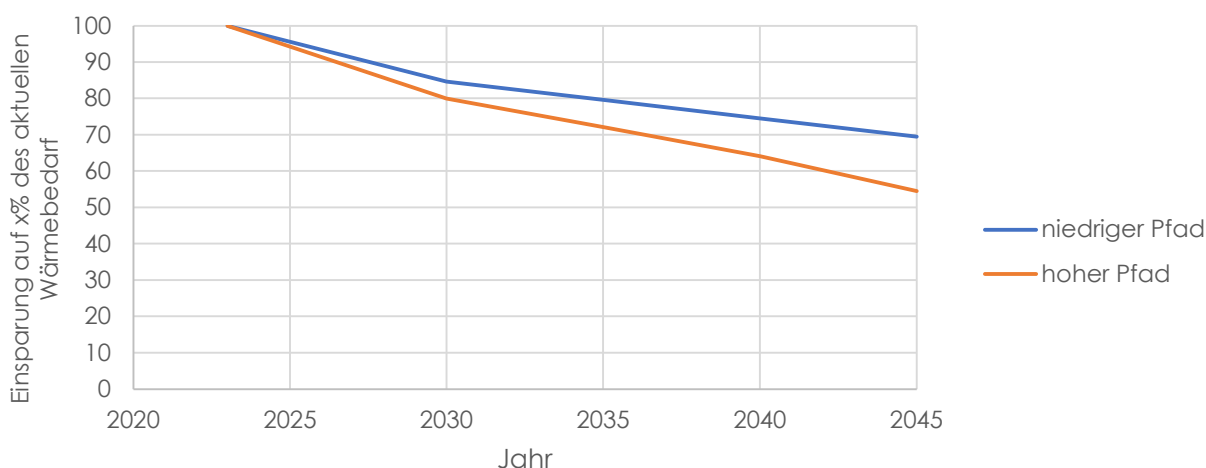


Abbildung 18: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme im Gemeindegebiet für die beiden Szenarien höherer und geringerer Bedarfsreduktion

Für die in diesem Wärmeplan enthaltene Entwicklung des Zielszenarios wird mit dem niedrigen Pfad und damit einer Bedarfsreduktion um 30% bis 2045 gerechnet. Die Wahl dieses Langzeitszenarios ist wie folgt zu begründen:

In vielen Ortsteilen der Gemeinde Amt Wachsenburg existiert ein historischer Gebäudebestand, ca. ¼ der Gebäude wurden vor 1919 erbaut, ein weiteres gutes ¼ bis 1990. In diesen Zeiträumen gab es kaum Vorgaben zur energetischen Ausgestaltung beim Bau von Gebäuden, daher ist bei diesen Gebäuden mit der größten Wärmebedarfsreduktion durch energetische Gebäudesanierung zu rechnen. Zwar soll gemäß den Bundeszielen zum Klimaschutz die Sanierungsrate für Gebäude von derzeit jährlich etwa 1 auf 2 % des gesamten Gebäudebestand verdoppelt werden [TMUEN2019], bei Vor-Ort Terminen im Gemeindegebiet wird jedoch deutlich, dass nur noch sehr wenige unsanierte Gebäude vorhanden sind, mit einer deutlichen Zunahme der Sanierungsrate ist nach aktueller Einschätzung nicht zu rechnen.

Laut LEP [LEP, 2025] ist die Bevölkerung im Gemeindegebiet von 2004 bis 2012 um 2,5 bis 5% zurückgegangen. Es ist auch zukünftig mit einem leichten Bevölkerungsrückgang zu rechnen, dem Thüringer Landesamt für Statistik [TLS, 2025] zufolge wird die Bevölkerungszahl in Amt Wachsenburg bis 2040 um voraussichtlich 8,4% sinken. Im thüringenweiten Vergleich ist dieser Rückgang eher gering, aufgrund der räumlichen Nähe zu den Städten Erfurt und Ilmenau sowie der verkehrsgünstigen Lage gehört die Gemeinde zu jenen mit eher günstiger Entwicklungsprognose. Der Rückgang der

Bevölkerung verteilt sich unterschiedlich auf die Altersgruppen, in der Gruppe der 20 bis 65-Jährigen ist mit dem stärksten Rückgang zu rechnen, wohingegen die Bevölkerungsgruppe der über 65-Jährigen deutlich wächst. Da sich mit zunehmendem Alter das Wärmeempfinden ändert, wird ein Teil der Bedarfsreduktion aufgrund verringerter Einwohnerzahlen durch einen tendenziell erhöhten Wärmebedarf der über 65-Jährigen kompensiert, es wurde demzufolge keine separate Bedarfsreduktion aufgrund der sich ändernden Einwohnerzahl einberechnet.

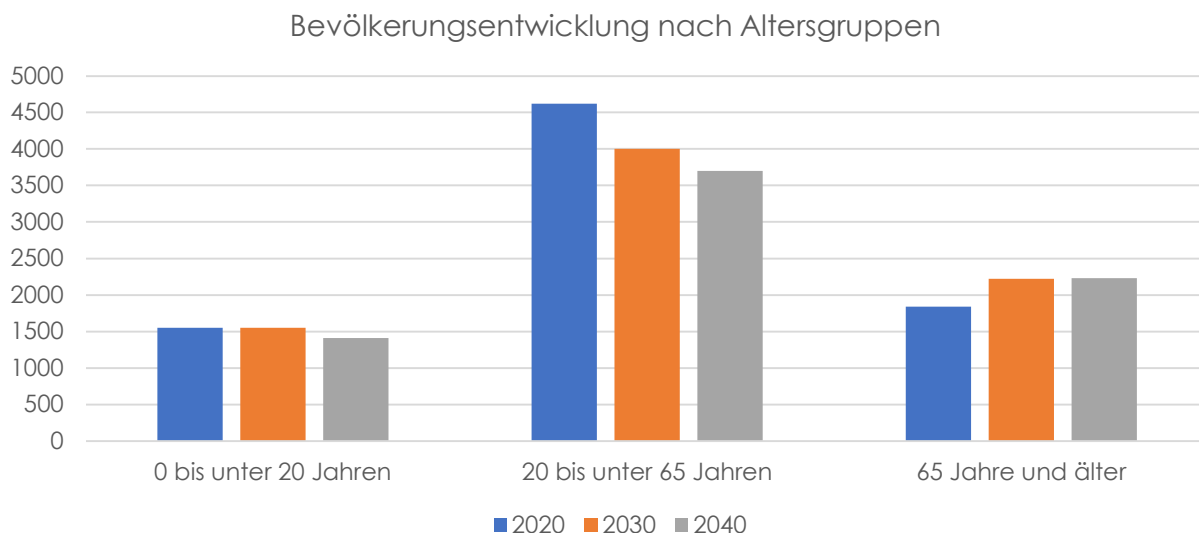


Abbildung 19: Entwicklung der Bevölkerung im der Gemeinde Amt Wachseburg [TLS, 2025]

Die im Gemeindegebiet ansässigen Industrieunternehmen wurden im Zuge der Erstellung dieses Wärmeplan separat um eine Einschätzung der Entwicklung ihres Energiebedarfs in den kommenden Jahren befragt. Nur wenige Unternehmen rechnen mit einem Rückgang ihres Energiebedarfs <10%. Ein Großteil der Unternehmen erwartet entweder einen gleichbleibenden Energiebedarf oder eine deutliche Zunahme durch z.B. Kapazitätserweiterungen oder höheren Output. Das Gewerbegebiet befindet sich zudem weiterhin im Aufbau, mit den Erweiterungen und Neuansiedlungen ist auch ein erhöhter Energiebedarf für Wärme verbunden. Auch diese Entwicklung spricht dafür, dass die Bedarfsentwicklung bis 2045 eher dem niedrigen Pfad folgt und damit bei einer Reduktion bis maximal 30% liegt.

5.2 Lokal verfügbare Potenziale

Lokal verfügbare Wärmequellen, die nicht auf fossilen Brennstoffen basieren, weisen meist nicht das zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser oder Prozesswärme notwendige Temperaturniveau auf. Eine Wärmepumpe ist ein thermodynamisches System, das unter Einsatz von elektrischem Strom Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Erdreich aufnimmt und mittels eines Kältekreislaufs auf ein nutzbares Temperaturniveau anhebt. Luft-Wärmepumpen nutzen Außenluft als Wärmequelle und sind einfach zu installieren, jedoch bei niedrigen Temperaturen weniger effizient. Wasser-Wasser-Wärmepumpen greifen z.B. auf Thermalwasser, Grundwasser oder Abwasser zu, also Quellen, die ganzjährig konstantere Temperaturen liefert, wodurch eine hohe Effizienz

erreicht wird. Sole-Wärmepumpen entziehen dem Erdreich über Erdkollektoren oder Erdsonden Wärme und zeichnen sich durch besonders stabile Leistungswerte aus.

Die Effizienz von Wärmepumpen, also welches Vielfache des eingesetzten elektrischen Stroms am Ende als Wärme genutzt werden kann, wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschrieben, die das Verhältnis von gewonnener Heizenergie zur eingesetzten elektrischen Energie gemittelt über ein ganzes Jahr angibt. Folgende tabellarische Gegenüberstellung zeigt typische, zu erwartende JAZ für die verschiedenen Wärmepumpen bis max. 60 °C Vorlauftemperatur:

Tabelle 6: Jahresarbeitszahlen verschiedener Wärmepumpen-Technologien [TK BMWK,2024]

Wärmepumpen-Technologie	Typische JAZ		
	Neubau/ Altbau kernsaniert	Altbau saniert	Altbau unsaniert
Luft-Wärmepumpe	4,1	3,3	2,8
Wasser-Wärmepumpe (Grundwasser)	5,1	5,9	6,9
Sole-Wärmepumpe	6,0	4,7	4,1

Die tatsächliche JAZ hängt stark von der Systemauslegung, der Heizungsart (z.B. Fußbodenheizung vs. Heizkörper), dem Dämmstandard des Gebäudes und der Nutzergewohnheiten ab. Die Nutzung der Wärmepumpentechnologie kann sowohl in dezentralen Anwendungen wie Ein- und Zweifamilienhäusern, als auch in zentralen Versorgungssystemen für Mehrfamilienhäuser oder Quartierslösungen eingesetzt werden. Damit ist sie eine flexible und umweltfreundliche Option zur Wärmebereitstellung.

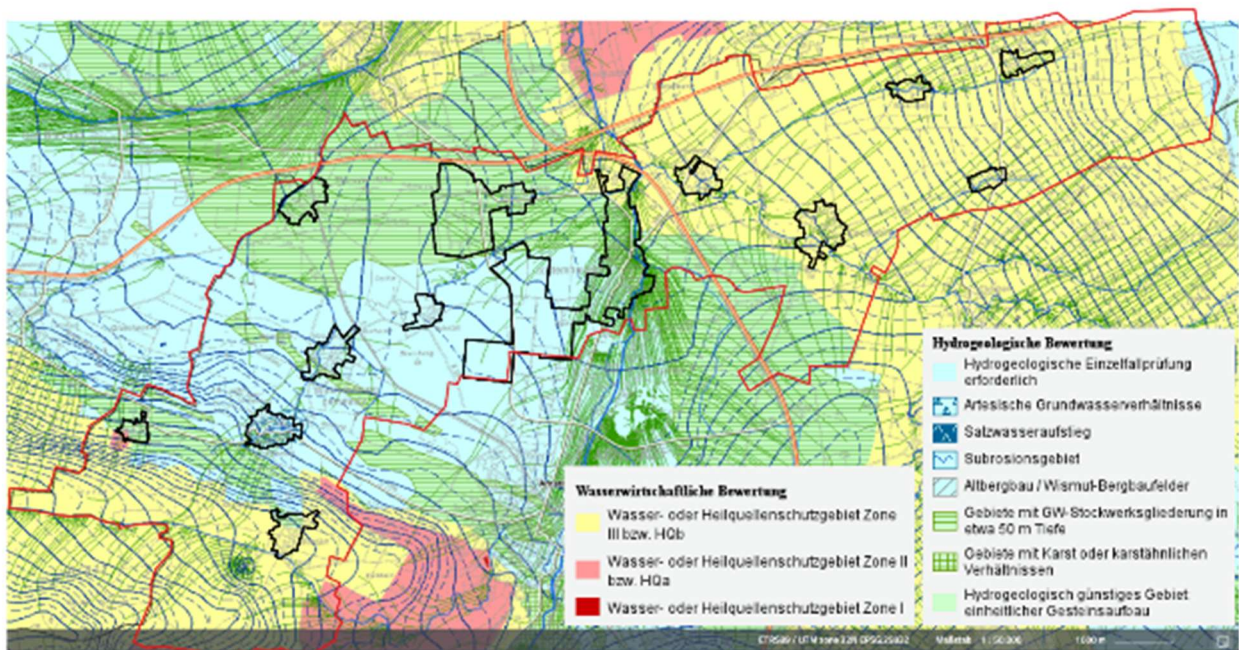
5.2.1 Geothermie

Oberflächennahe Geothermie

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme mittels Erdwärmekollektoren (meist bis ca. 10m Tiefe) oder mittels Erdwärmesonden (bis maximal 400m Tiefe). Bei Sondentiefen bis maximal 100m ist nach §127 Bundesberggesetz i.d.R. keine Anzeige notwendig, es gibt jedoch aufgrund wasserrechtlicher Fragestellung weitere regulatorische Einschränkungen [Geotherm, 2013]. Aufgrund der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bewertung [TLUBN, 2025] einzelner Standorte im Gemeindegebiet Amt Wachsenburg ergeben sich Gebiete, in denen Bohrungen ohne Einzelfallprüfung möglich sind, sofern sie aufgrund vorhandener Grundwasserstockwerke auf eine maximale Länge von 50m begrenzt werden (grüne Bereiche in Abbildung 20). Für überwiegende Bereiche des Gemeindegebiets sind Bohrungen jedoch nur nach Einzelfallprüfungen möglich, da die Flurstücke entweder in Wasserschutzonen III liegen (gelbe Bereiche in Abbildung 20) oder es aufgrund der Standortbewertung einer hydrogeologischen Einzelfallprüfung bedarf (blaue Bereiche in Abbildung 20), fast im gesamten Siedlungsgebiet in Holzhausen herrschen zudem artesische Grundwasserverhältnisse. Nur in wenigen Gebieten sind Bohrungen aufgrund der Lage in Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet Zone II (rote Bereiche in Abbildung 20) gänzlich unzulässig, im Gemeindegebiet betrifft dies nur einen Teil des Siedlungsgebiets in Röhrensee.

Für die Potenzialabschätzung wurde eine einheitliche und vergleichbare Betrachtungsmethodik gewählt und damit bewusst auf Bohrtiefen von max. 100m beschränkt. Für weiterführende Projektentwicklungen kann die Betrachtung größerer Endteufen technisch und wirtschaftlich sinnvoll sein. Die Möglichkeit, Bohrtiefen > 100m einzubeziehen, wird daher für nachfolgende Bearbeitungsstufen bzw. vertiefende Machbarkeitsstudien ausdrücklich offengehalten.

Ist die Nutzung von oberflächennaher Geothermie zur Wärmeversorgung geplant, sind die Anlagen in jedem Fall bei den Unteren Wasserbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte in Thüringen anzuzeigen. Die mit oberflächennaher Geothermie erschließbare Umweltwärme wird mittels Wärmepumpen in den Gebäuden nutzbar gemacht.



Quelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

Abbildung 20: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Bewertung von Standorten zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie im Gemeindegebiet [TLUBN, 2025]

Sonden – dezentral

Zur Abschätzung des Potenzials für dezentrale Sonden zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie zur Bereitstellung von Heizwärme und Warmwasser im Gemeindegebiet wurden zuerst alle Flurstücke mit Nutzung „Wohnbaufläche“, „Fläche Gemischter Nutzung“ oder „Fläche besonderer funktionaler Prägung“ in den Ortschaften identifiziert. Für jedes dieser Flurstücke wurde im Anschluss die für dezentrale Sonden verfügbare Fläche (mindestens 5 m Abstand zur Grundstücksgrenze und 2 m Abstand zu Gebäuden) und daraus eine jeweilige Sondenzahl abgeschätzt (Abstand zwischen den Sonden 10m).

Die mögliche Entzugsarbeit wurde aus den geothermischen Potentialen für 2400 Betriebsstunden pro Jahr berechnet. Für Gebiete mit einer Begrenzung auf 50 m Bohrtiefe aufgrund der hydrogeologischen Bewertung wurde das geothermische Potenzial bis 60m herangezogen, für Gebiete mit Einzelfallprüfung das geothermische Potenzial bis 100m sowie 100 m je Bohrung als maximal mögliche Tiefe, bis zu der noch keine Anzeige nach Bundesberggesetz notwendig ist. Aus dieser Entzugsarbeit wurde der Wärmeertrag

bestimmt, der mithilfe einer Sole-Wärmepumpe mit durchschnittlicher JAZ von 4,5 erreicht werden kann.

Im Gemeindegebiet ergibt sich demzufolge ein theoretischer Wärmeertrag bei ca. 1700 Sonden dezentral von je 50 m Länge von ca. **8.900 MWh/a**, die ohne Einzelfallprüfung erschlossen werden können. Nimmt man an, dass die wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Bewertung für alle Flurstücke mit Einzelfallprüfung positiv ausfallen und an diesen Stellen Sonden mit 100 m Tiefe gebohrt werden, ergibt sich aus den dann 3800 Bohrungen ein theoretischer Wärmeertrag im Gemeindegebiet für Sonden dezentral nach Einzelfallprüfung (sofern diese positiv ausfällt) von bis zu **39.630 MWh/a**.

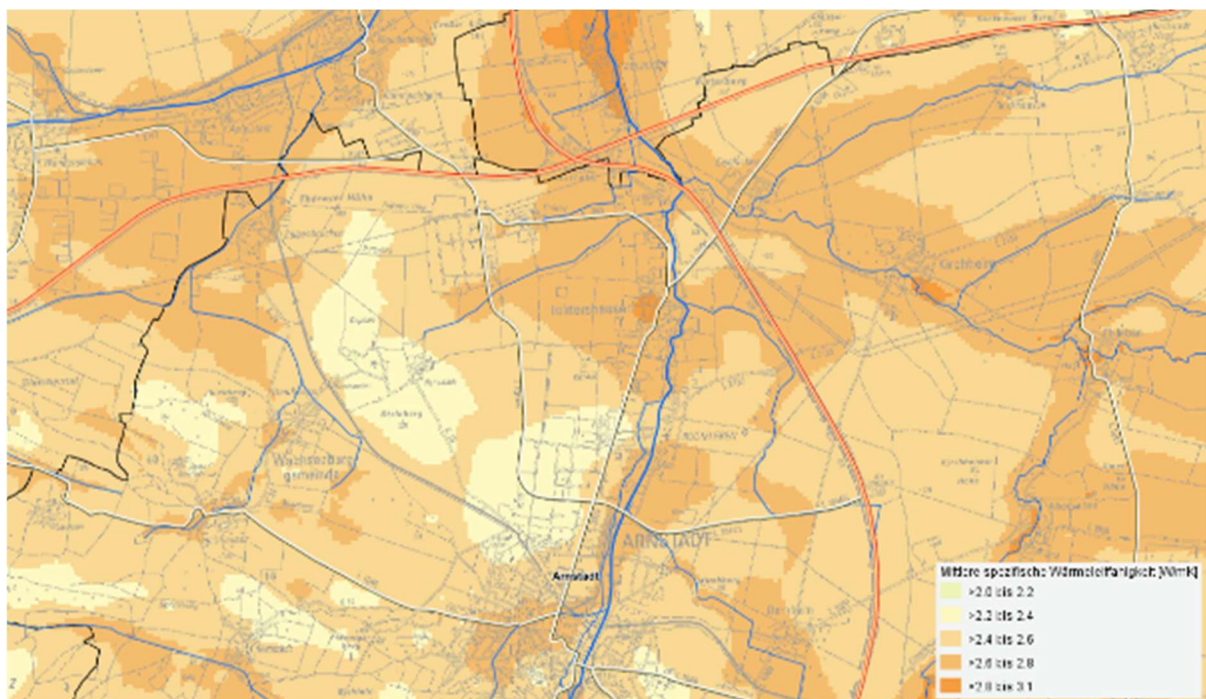


Abbildung 21: spezifische Wärmeleitfähigkeit Amt Wachsenburg (1)

Sonden – zentral

Für die Umsetzung zentraler Geothermie-Sondenfelder sind neben der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bewertung insbesondere die Verfügbarkeit von Flächen in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder zukünftigen Wärmenetzen entscheidend. Zur Identifikation geeigneter Freiflächen wurden zunächst diejenigen unbebauten Flurstücke im Gemeindegebiet mit den Nutzarten „Ackerland“, „Grünland“, „Industrie und Gewerbe“, „Grünanlage“, „Begleitfläche Straßenverkehr“, „Deponie“ sowie „Parkplatz“ sowie einer Mindestgröße von 2000m² ausgewählt. Die Flächenauswahl wurde im Anschluss weiter eingegrenzt und alle Flächen entfernt, für die bereits ein Bebauungsplan vorhanden ist oder bei denen entweder Freiraumsicherung oder die Landwirtschaftliche Nutzung Vorrang haben.

Die Auswahl wurde weiter eingeschränkt auf diejenigen Flächen, die sich vollständig innerhalb eines Radius von 500m um Baublöcke befinden, die nach Einschätzung der Wärmeplanung auch 2045 eine Wärmedichte oberhalb von 175 MWh/ha*a haben.

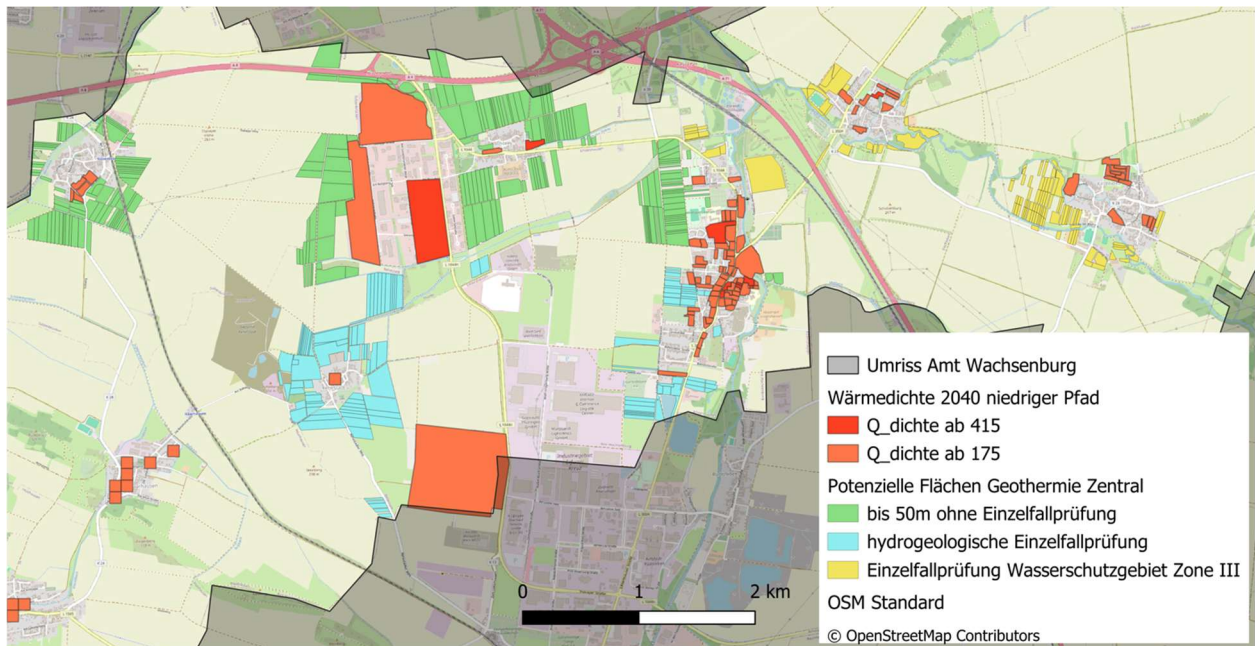


Abbildung 22: Potenzielle Freiflächen zur zentralen Versorgung mit Geothermie

Analog zum Vorgehen bei den Sonden-dezentral, wurden die identifizierten Freiflächen auf ihre wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Bewertung hin überprüft. Die Ergebnisse sind in Abbildung 22 dargestellt. Bei einer vollständigen Nutzung der identifizierten Freiflächen, auf denen Geothermiebohrungen bis 50m ohne Einzelfallprüfung möglich sind, ergibt sich ein potenzieller Wärmeertrag der Wärmepumpen auf diesen Flächen von **126.260 MWh/a**, wenn Sonden mit einem Abstand von 9 m zueinander und eine JAZ der Wärmepumpe von 4,5 angenommen wird. Nimmt man wieder an, dass die wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Bewertung für alle Flurstücke mit Einzelfallprüfung positiv ausfallen und Bohrungen bis 100 m Tiefe gebohrt werden, erhöht sich der theoretische Wärmeertrag der Wärmepumpen auf **429.336 MWh/a**.

Tiefe Geothermie

Als tiefe Geothermie wird die Nutzung von Erdwärme ab einer Tiefe von über 400 m bezeichnet. Die Temperatur im Erdreich nimmt um etwa 3 °C je 100 m Bohrtiefe zu (mittlerer geothermischer Gradient). Damit lassen sich bei entsprechender Bohrtiefe Temperaturen erzielen, die eine direkte Nutzung der Erdwärme zu Heizzwecken ermöglichen. Die Einbindung der tiefen Geothermie erfolgt in der Regel zentral in bestehende oder geplante Wärmenetze.

Man unterscheidet zwischen hydrothermaler Geothermie und petrothermaler Geothermie. Die hydrothermale Geothermie kann überall dort genutzt werden, wo ergiebige wasserführende Gesteinsschichten im Untergrund vorhanden sind und der Wärmetransport direkt über die Zirkulation des Thermalwassers gewährleistet wird. Das Thermalwasser wird über eine Produktionsbohrung durch eine Tiefpumpe an die Oberfläche gefördert und dort über einen Wärmeübertrager ausgekühlt. Das abgekühlte Thermalwasser wird anschließend über die Injektionsbohrung wieder in den Untergrund zurückgeleitet. Die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der tiefen Geothermie hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrundes und der zu versorgenden Wärmelast ab. Gute geologische Voraussetzungen für die Nutzung der tiefen

hydrothermalen Geothermie liegen in Deutschland insbesondere im süddeutschen Molassebecken, dem Oberrheingraben und dem Norddeutschen Becken vor. [Prognos, 2020] (2) Bei der weniger gut erprobten petrothermalen Geothermie wird die Wärmemenge genutzt, die im Tiefengestein selbst gespeichert ist.

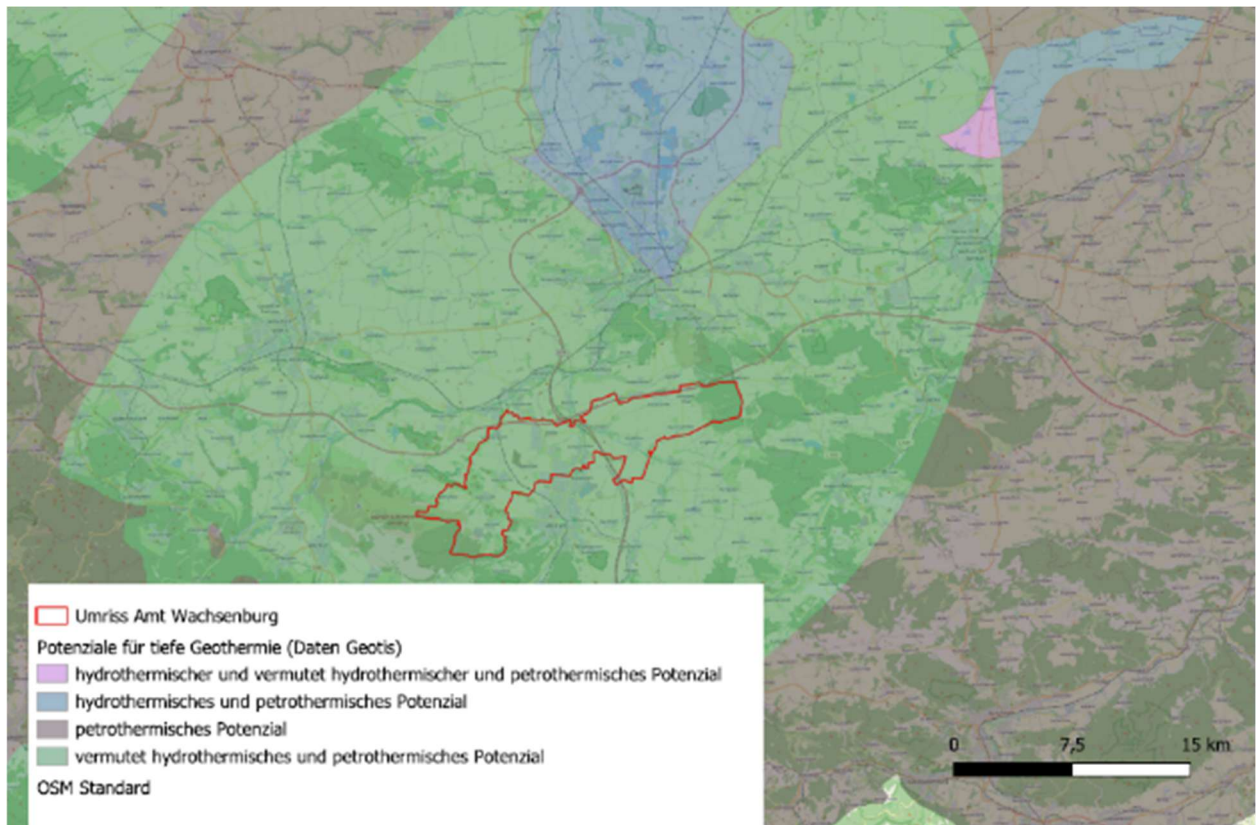


Abbildung 23: Potenziale für die Nutzung der tiefen Geothermie im Gemeindegebiet [GEOTIS, 2013]

Die im Gemeindegebiet vorhandenen Potenziale der tiefen Geothermie können nur grob abgeschätzt werden, für genauere Aussagen bedarf es Probebohrungen. Die Nutzung von Erdwärme muss von der jeweils zuständigen Wasserbehörde genehmigt werden, und das Berg- und Lagerstättenrecht bei grundstücksübergreifender Erdwärmennutzung und Bohrtiefen von mehr als 100m beachtet werden. [BMWK, 2024]

In Abbildung 23 erfolgt die Darstellung der zu erwartenden Temperaturniveaus in Tiefen von 1.000 und 3.000 m. Das Potenzial in Thüringen ist in Tiefen bis 1.000 m mit Temperaturen von ca. 40 °C eher gering. In Tiefen bis 3.000 m können Temperaturen bis 90 °C für eine direkte Nutzung zur Fernwärmeversorgung gewonnen werden. [RMTG, 2022] (3)

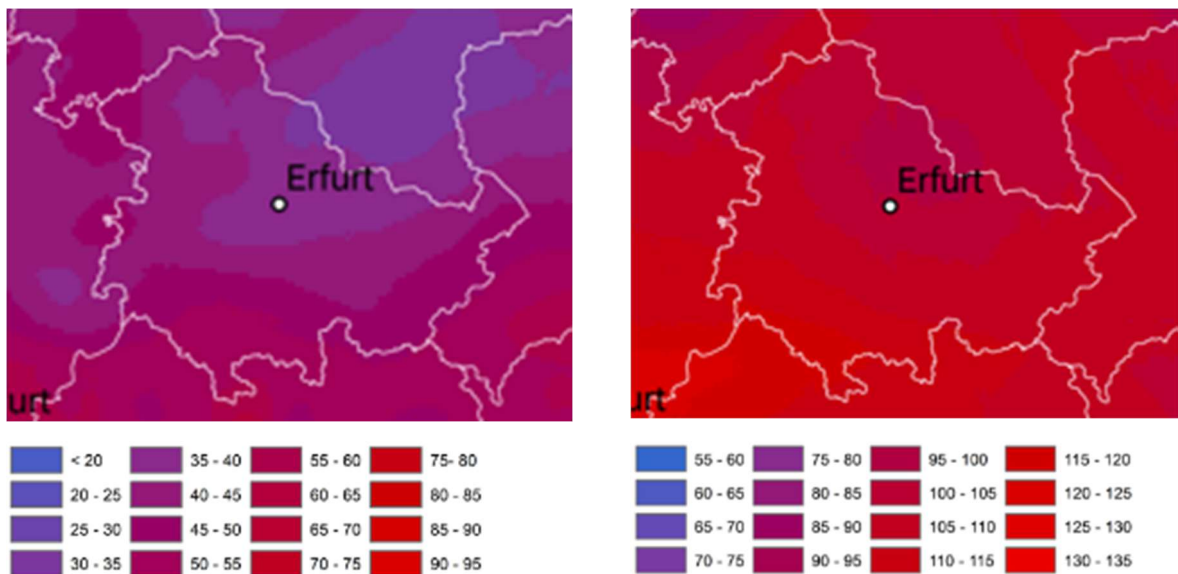


Abbildung 24: Temperaturen in 1000m (links) und 3000m (rechts) Tiefe auf Basis von Bohrdaten, Auszug aus [LIAG, 2022]

Laut dem Geothermieatlas des geothermischen Informationssystems für Deutschland [LIAG, 2022] wird für das Gebiet Amt Wachsenburg ein hydrothermisches Potenzial mit erreichbaren Temperaturen von 40 bis 60 °C vermutet (Abbildung 24). In der Nähe des Gemeindegebiets fehlen bisher vergleichbare Projekte zur Nutzung tiefer Geothermie zur Wärmeversorgung, eine quantitative Abschätzung des Potenzials ist daher derzeit nicht möglich.

5.2.2 Umweltwärme

Oberflächengewässer

Die Nutzung von Oberflächengewässern, wie größeren Flüssen und Seen, zur Wärmegegewinnung mit Wärmepumpen bietet aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser und dem sich vor allem bei Fließgewässern kontinuierlich selbst regenerierenden System ein hohes Potential für die erneuerbare Wärmeversorgung. Im Vergleich zur Lufttemperatur unterliegen die Gewässertemperaturen geringeren jahreszeitlichen Schwankungen. Bei der Nutzung der Umweltwärme von Oberflächengewässern ist jedoch zu beachten, dass in den Monaten mit dem höchsten Wärmebedarf aufgrund geringer Außentemperaturen (vgl. Abb. Abbildung 4) auch die Wassertemperaturen geringer sind. Um ein Zufrieren durch den Wärmeentzug auszuschließen, sollte die Gewässertemperatur nicht unter 4°C liegen. Die Eignung ist zudem abhängig von der Entfernung der Flusswärmepumpe zum Abnehmer, der Langlebigkeit und notwendigen Wartungskosten, sowie Fischverträglichkeit der Wärmeübertrager und ob eine wasserwirtschaftliche Nutzung, Natur-, Wasser- oder Hochwasserschutz dem Bau einer Flusswärmepumpe entgegenstehen. Bei einer möglichen Nutzung von Oberflächenwasser oder Grundwasser zur Wärmeerzeugung sind die wasserrechtlichen Genehmigungspflichten nach WHG und ThürWG zu beachten. Ebenso ist sicherzustellen, dass Unterhaltungstreifen zugänglich bleiben und keine Anlagen in Überschwemmungsgebieten errichtet werden.

Östlich von Ichttershausen fließt der Fluss Gera durch das Gemeindegebiet, der langejährige mittlere Niedrigdurchfluss liegt bei 0,644 m³/s [HNZ, 2025]. In unmittelbarer

Umgebung befinden sich fast ausschließlich Baublöcke mit Hauptnutzungen EZFH, MFH und GHD (vgl. Abbildung 12). Die aus Flusswasser gewonnene Wärme würde demzufolge vorrangig zur Deckung von Raumwärme und Warmwasser genutzt, weshalb sich die Berechnung des technischen Potenzials auf die innerhalb der Heizperiode liegenden Monate beschränkt (vgl. Tabelle 7). Ebenfalls aufgeführt sind die monatlichen Temperaturen der Gera während der letzten Heizperiode. Um ein Absinken der Flusstemperatur durch die Wärmenutzung auf unter 4°C zu verhindern, wäre in diesem Beispieljahr eine Nutzung im Oktober mit einer Temperaturspreizung über dem Wärmeübertrager von 1K und im November mit 2K möglich. Wird eine JAZ der Flusswärmepumpe von 3 angesetzt, ergibt sich hieraus ein Wärmeertrag von ca. **14.560 MWh/a**.

Tabelle 7: Monatlicher Wärmeertrag bei Nutzung der Gera mit Flusswasserwärmepumpe

Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizperiode	J	J	J	J	N	N	N	N	N	J	J	J
MNQ [m³/s]	1,48	1,63	1,78	2,18	1,54	1,2	0,957	0,863	0,8	0,899	1,15	1,33
Temp. Min. [°C]	2	2	2	3	6	8	9	5	10	5	6	4
Zul. Redukt. [K]	0	0	0	0	-	-	-	-	-	1	2	0
Wärmeertrag [MWh/Monat]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.793	6.915	-

Luft

Das Potenzial der Außenluft ist theoretisch nicht beschränkt, ausschlaggebend ist hierbei vielmehr die Bereitstellung der notwendigen elektrischen Leistung.

5.2.3 Solarthermie

Die detaillierte Erhebung solarthermischer Potenziale auf Dachflächen für die dezentrale Wärmezeugung im geplanten Untersuchungsgebiet ist nicht Bestandteil dieser Potenzialanalyse. Der Fokus liegt stattdessen auf der Identifikation geeigneter Freiflächen für zentral oder quartiersbezogen nutzbare Solarthermieanlagen für all jene Ortsteile, die nicht bereits bei der Eignungsprüfung als Gebiete für voraussichtlich dezentrale Versorgung identifiziert wurden.

Für die wirtschaftliche und technische Umsetzung einer Freiflächen-Solarthermieanlage ist insbesondere die Verfügbarkeit von Flächen in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder zukünftigen Wärmenetzen entscheidend. Nur bei räumlicher Nähe zum Wärmenetz ist ein effizienter Wärmetransport möglich und somit eine Integration in das kommunale Versorgungssystem realistisch. Bei der Standortsuche für solarthermische Freiflächenanlagen wurden die in der Raumnutzungskarte des Regionalplanes Mittelthüringen (Bekanntgabe im Thüringer Staatsanzeiger - ThürStAnz 31/2011 vom 01.08.2011) ausgewiesenen Vorranggebiete als Ziele der Raumordnung beachtet. Die Vorbehaltsgebiete wurden als Grundsätze der Raumordnung berücksichtigt.

In die Potenzialbetrachtung einbezogen wurden insbesondere:

- Konversionsflächen (ehemals militärisch oder industriell genutzte Areale)
- vegetationslose Flächen und Unland
- landwirtschaftlich genutzte Flächen niedriger Ertragsklasse, sofern keine Nutzungskonflikte mit der Nahrungsmittelproduktion bestehen

Um die Flächenpotenziale weiter zu fokussieren und eine möglichst effiziente Wärmenutzung zu gewährleisten, wurden weiterhin ausschließlich Gebiete berücksichtigt, die innerhalb eines 500-Meter-Umkreises um bestehende Bebauungsgebiete liegen und eine prognostizierten Wärmedichte für das Jahr 2045, von mindestens 175 MWh/ha aufweisen.

Nicht berücksichtigt wurden u.a. Flächen, die aufgrund rechtlicher oder ökologischer Einschränkungen nicht nutzbar sind, etwa:

- Wasserschutzgebiete
- wertvolle Ackerflächen mit hoher Bodenqualität
- Flächen mit besonderem Naturschutzstatus

Eine Doppelnutzung von Grünland, etwa als Weidefläche für Kleintiere unter den Kollektoren, kann unter bestimmten Voraussetzungen zur Flächenaktivierung beitragen.

Liegt eine potenzielle Freifläche nicht in unmittelbarer Nähe eines Wärmenetzes, ist alternativ eine solarthermische Prozesswärmebereitstellung für benachbarte Unternehmen zu prüfen. In solchen Fällen sind spezifische Anforderungen an Temperatur, Nutzungsprofil und Systemintegration zu berücksichtigen.

Die Identifikation von potenziellen Freiflächen erfolgt analog zum im Kapitel zur zentralen Nutzung von Geothermie mittels Sondenfeldern beschriebenen Vorgehen, das Ergebnis ist in Abbildung 25 dargestellt. Es wurde in Summe Flächen von rund 334 ha ermittelt, welche potenziell für die Installation von Solarthermie-Freiflächenanlagen genutzt werden können. Daraus ergibt sich eine technisch installierbare Kollektorfläche von etwa 1.453.600 m², woraus unter üblichen Standortbedingungen ein jährlicher solarthermischer Wärmeertrag von ca. 709.350 MWh resultiert. Die Globalstrahlung in Deutschland und damit die potenzielle Bereitstellung solarthermisch erzeugter Wärme schwankt stark über den Jahresverlauf. Betrachtet man den solarthermischen Wärmeertrag nur für diejenigen Monate, die typischerweise innerhalb der Heizperiode liegen, verringert sich das Potenzial bei vollständiger Nutzung aller Freiflächen auf ca. **243.000 MWh**. Die erzeugte Wärme liegt auf einem Temperaturniveau von ca. 60 °C, was für viele Anwendungsfälle im Wärmenetz oder in Prozessen nicht ausreichend ist. Zur Erreichung höherer Vorlauftemperaturen muss bei Bedarf mittels separater Technologie, bspw. in Form von Booster-Wärmepumpen eine Temperaturerhöhung erfolgen.

Für eine ganzjährige Nutzung solarthermischer Energie sind saisonale Wärmespeicher eine wichtige Komponente, deren Einsatz jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten einer detaillierten Wirtschaftlichkeitsbewertung bedarf. Kurzzeitspeicher leisten einen

wichtigen Beitrag zur täglichen Lastverschiebung (Tag zu Nacht), können aber die saisonale Speicherung nicht ersetzen.

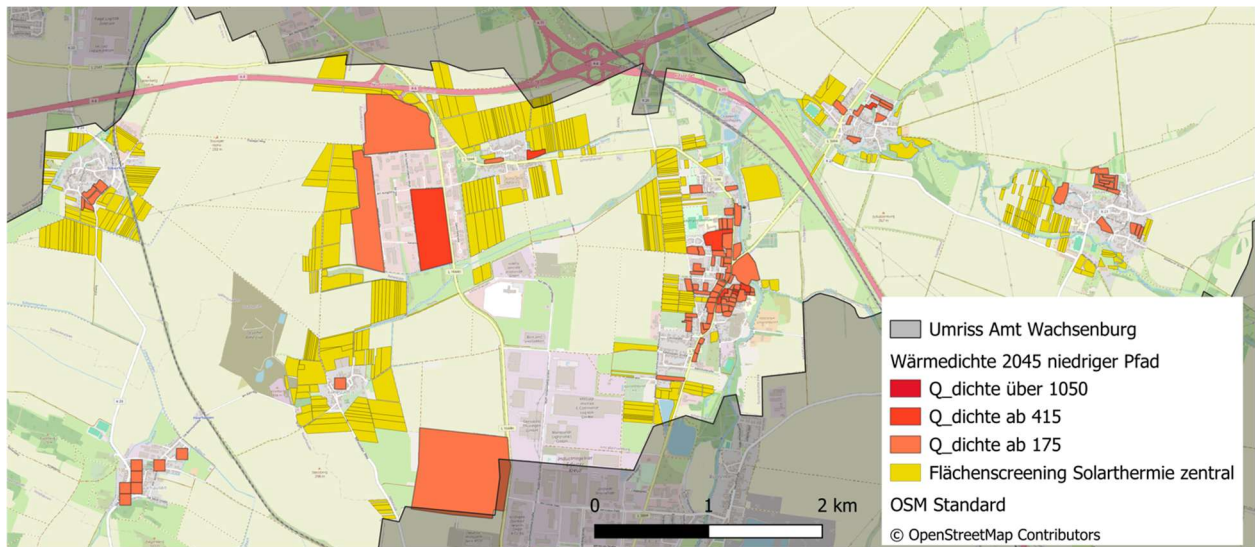


Abbildung 25: Identifizierung möglicher Freiflächen für zentrale Solarthermie-Anlagen

5.2.4 Biomasse

Die Nutzung von Biomasse zur Wärmeversorgung stellt einen wichtigen Baustein im Rahmen der Energiewende dar. Im Kontext Thüringens und speziell auf Kreisebene, etwa im Ilm-Kreis, zeigt sich jedoch, dass die zur Verfügung stehenden biogenen Reststoffe nur begrenzt zur Verfügung stehen. Nach Angaben der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft fallen **Landschaftspflegereeste** nur in sehr geringem Umfang an, sodass ihr Beitrag zur energetischen Nutzung marginal ist. **Bioabfälle** hingegen werden im Ilm-Kreis vollständig in der kreiseigenen Kompostieranlage verwertet und stehen somit nicht für eine thermische Nutzung zur Verfügung.

Bezüglich **landwirtschaftlicher Reststoffe** wie Ernterückstände oder Wirtschaftsdünger liegen keine detaillierten Mengenangaben vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Stoffe überwiegend innerhalb der landwirtschaftlichen Betriebe einer eigenen Nutzung zugeführt werden, beispielsweise in Biogasanlagen oder als Dünger, sodass ein externer Zugriff auf diese Ressourcen kaum möglich ist. Für **forstwirtschaftliche Reststoffe** wie Kronenholz, Äste und Schlagabraum wird laut der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft eine vollständige energetische Ausschöpfung angenommen. Auch in der **Holz-verarbeitenden Industrie** werden anfallende Reststoffe wie Späne, Abschnitte und Rinde unmittelbar in den jeweiligen Betrieben zur Eigenversorgung genutzt, sodass eine externe Nutzung praktisch ausgeschlossen ist.

Insgesamt zeigt sich, dass das Potenzial biogener Reststoffe zur externen Wärmebereitstellung regional stark begrenzt ist, da die vorhandenen Stoffströme bereits vollständig in bestehende stoffliche oder energetische Verwertungswege eingebunden sind. Für eine nachhaltige Wärmeversorgung mit Biomasse müssen daher neue Nutzungspotenziale identifiziert oder bestehende Prozesse hinsichtlich Effizienz und Kaskadennutzung weiter optimiert werden.

5.2.5 Unvermeidbare Abwärme

Wärme als Nebenprodukt aus Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen in Industrie- und Gewerbebetrieben wird aktuell häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Eine potenzielle Nutzung der unvermeidbaren Abwärme aus diesen Prozessen in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz würde den Einsatz fossiler Energieträger verringern und zählt damit als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption. Als Datenquellen zur Identifizierung wurden das Abwärmekataster der ThEGA [EAT, 2024], sowie die Plattform für Abwärme [PFA, 2024] genutzt.

Tabelle 8: Daten zu unvermeidbarer Abwärme im Gemeindegebiet Amt Wachsenburg aus dem Abwärmekataster Thüringen [EAT, 2024] sowie der Plattform für Abwärme [PFA, 2024]

Unternehmen	Abwärme [MWh/a]	Details	Technisch relevant
Verbandsdeponie Rehestädt	781	Deponiegasfackel Berichtsjahr 2016 Leistung 1,5 MW Temperatur: 1050°C Betriebsstunden 5311h/a	nein
Gascade Gastransport	4846	Gasturbine/Verdichter-Anlage Berichtsjahr 2016 Leistung 285 MW Temperatur 451°C Betriebsstunden 213 h/a	nein
Garant Türen und Zargen GmbH	703	Feuerungsanlagen Holz Berichtsjahr 2016 Leistung 4,8 MW Temperatur: 58°C Betriebsstunden 7625 h/a	ja
Wiegel Ichttershausen Feuerverzinken GmbH	441	Feuerverzinkung Berichtsjahr 2016 Leistung 3t/h Temperatur: 58°C Betriebsstunden 5380 h/a	nein
Hörmann KG Ichttershausen	206	Farbbeschichteranlage Berichtsjahr 2016 Leistung 241 t/a Temperatur 40°C Betriebsstunden 5299 h/a	nein
Schuite & Schuite Druckfarben	1034	Kühlung, Heizung, Kompressoren Berichtsjahr 2024 Leistung 1,2 MW Temperatur 24 – 80°C	ja
CATL AG			ja

Neben den theoretischen Potenzialen, wie sie dem Abwärmekataster entnommen wurden, ist in der letzten Spalte von Tabelle 8 aufgeführt, ob die Abwärme technisch relevant für die Wärmeversorgung im Gemeindegebiet sein kann.

Nach Aussage der Verbandsdeponie Rehestädt handelt es sich bei der Deponiegasfackel um eine Schwachgasfackel, aus der maximal 50% der Wärme ausgekoppelt werden können. Zu beachten wäre bei der Auskoppelung, dass ein Wärmetauscher in der Fackel aufgrund des hohen Schwefelgehalts voraussichtlich aller 10 Jahre erneuert werden müsste und dass davon ausgegangen wird, dass sich das Deponiegas im Laufe der nächsten 20 Jahre erschöpft. Die technische Relevanz wird demnach als zu gering eingeschätzt.

Nach Aussage der Cascade Gastransporte, dem Betreiber der Cascade Verdichterstation in Eischleben, ist die Auslastung sehr gering und die für eine weitere Nutzung notwendige Kontinuität nicht gegeben.

In der Tabelle sind zudem im Gemeindegebiet ansässige Industrieunternehmen aufgeführt. Da die betriebsinterne Abwärmenutzung nicht innerhalb des Bewertungsrahmen der kommunalen Wärmeplanung liegt und ein Großteil der in Tabelle 8 gelisteten Großverbraucher auf Nachfrage angegeben hat, dass kein Wärmeüberschuss zur Verfügung steht, wurden die Abwärme dieser Unternehmen ebenfalls als technisch nicht relevant eingeschätzt. Als mögliche Produzenten unvermeidbarer Abwärme steht die Contemporary Amperex Technology Thuringia AG (CATL), die Garant Türen und Zargen GmbH sowie Schuite & Schuite Druckfarben GmbH im Gemeindegebiet zur Verfügung. CATL AG befindet sich noch im Aufbau, weswegen die Abwärmemenge momentan nicht quantifiziert werden kann. Die Garant Türen und Zargen GmbH sowie die Schuite & Schuite Druckfarben GmbH haben ebenfalls einen Wärmeüberschuss aus den Produktionsprozessen. Für das Gemeindegebiet ergeben sich demzufolge derzeit **1.737 MWh/a** unvermeidbare Abwärme, die sich voraussichtlich durch die Inbetriebnahme der CATL AG weiter erhöhen wird. Diese Wärmequellen liegen innerhalb der Gewerbegebiete und damit entfernt von Wohngebäuden, eine mögliche Nutzung der Abwärme ist demzufolge auf die Wärmeversorgung benachbarter Betriebsgebäude im Gewerbegebiet beschränkt.

Neben der bereits erfassten unvermeidbaren Abwärme aus Produktion und Energieumwandlung bieten die Abfallentsorgung, großtechnische Wasserstoffelektrolyse oder auch thermische Behandlung von Klärschlamm üblicherweise Potenziale zur Abwärmenutzung. Die im Gemeindegebiet anfallenden 20.200 t Restabfall pro Jahr werden zur Verwertung/Behandlung zur TREA Leuna geliefert, eine eigene thermische Verwertung ist derzeit nicht relevant. Die Abwärme, die bei der Kühlung der BHKWs der Verbandskläranlage anfällt, steht nur in den Sommermonaten zu Verfügung und ist demnach als technisch nicht relevant einzuschätzen.

5.2.6 Abwasser

Kommunale Abwässer weisen auch während der Heizperiode typischerweise Temperaturen zwischen 10 und 15°C auf und fungieren damit als gute Quellen für Wärmepumpen. Es gibt generell drei Möglichkeiten zur Nutzung, den Wärmeentzug aus dem nicht gereinigten Abwasser im Kanal vor der Kläranlage, die direkte Nutzung in der Kläranlage oder die Nutzung des gereinigten Wassers im Vorfluter nach der Kläranlage. Bei der Nutzung des nicht gereinigten Abwassers vor der Kläranlage ist zu beachten, dass durch den Wärmeentzug die notwendigen Abwassertemperaturen für die

biochemischen Reinigungsprozesse nicht unterschritten werden dürfen. Wird die Abkühlung im Zulauf durch den Wärmeentzug mittels Wärmepumpe auf maximal 0,5K beschränkt, ist die Genehmigung einer Wärmerückgewinnung vor der Kläranlage ohne detaillierte Untersuchungen möglich [DBU, 2005]. Im Gemeindegebiet befinden sich mehrere Kanäle mit Nennweiten > DN800 (Abb. [Abb: Energieinfrastruktur]). Nach Aussage des WAZV Arnstadt ist eine Wärmenutzung im Stauraumkanal in der Friedensallee in Ichtershausen (Trockenwetterabfluss ca. 23 l/s) nur eingeschränkt, eine Wärmenutzung im westlich von Ichtershausen verlaufenden Hauptsammler von Arnstadt (Trockenwetterabfluss ca. 77 l/s) jedoch möglich. Bei einer Temperaturreduktion von maximal 0,5K und einer JAZ der Wasser-Wasser-Wärmepumpe von 4 ergibt sich für diesen ein Wärmeertrag von **1.878 MWh/a**. Vorteil ist hier die räumliche Nähe zu den Mehrfamilienhäusern im südlichen Teil von Ichtershausen, Nachteil jedoch die regelmäßig notwendige Wartung und Reinigung der Wärmetauscher.

Eine Abwärmenutzung des gereinigten Wassers ist im Vorfluter nach der Kläranlage kurz vor der Einleitung in die Wipfra/Gera möglich. Nach Angabe des WAZV Arnstadt beträgt der Trockenwetterabfluss nach der Kläranlage ca. 170-180 l/s. Um eine zu große Temperaturabsenkung des Fluss Gera auch bei Niedrigdurchfluss im Winter zu verhindern, wurde zur Bestimmung des Potenzials hier mit einer Temperaturreduktion von 1,5K gerechnet. Bei einer JAZ der Wasser-Wasser-Wärmepumpe von 4 ergibt sich damit ein jährlicher Wärmeertrag von **12.438 MWh/a**. Die Abwasserwärmenutzung im Auslauf der Kläranlage sollte nur dann in Betracht gezogen werden, wenn das technische Potenzial geteilt durch die notwendige Transportdistanz (Luftlinie) mindestens 1 MW/km beträgt [TK, BMWK, 2024].

Der Abbildung 26 ist zu entnehmen, welche Baublöcke im Gemeindegebiet potenziell über Abwasserwärme versorgt werden können. Betrachtet man nur Gebiete mit einem maximalen Abstand von 500m um den Hauptsammler von Arnstadt und maximal 2000m um den Vorfluter der Kläranlage, dann lassen sich die Siedlungsgebiete von Ichtershausen sowie Eischleben potenziell mit dieser Form der erneuerbaren Wärme versorgen.

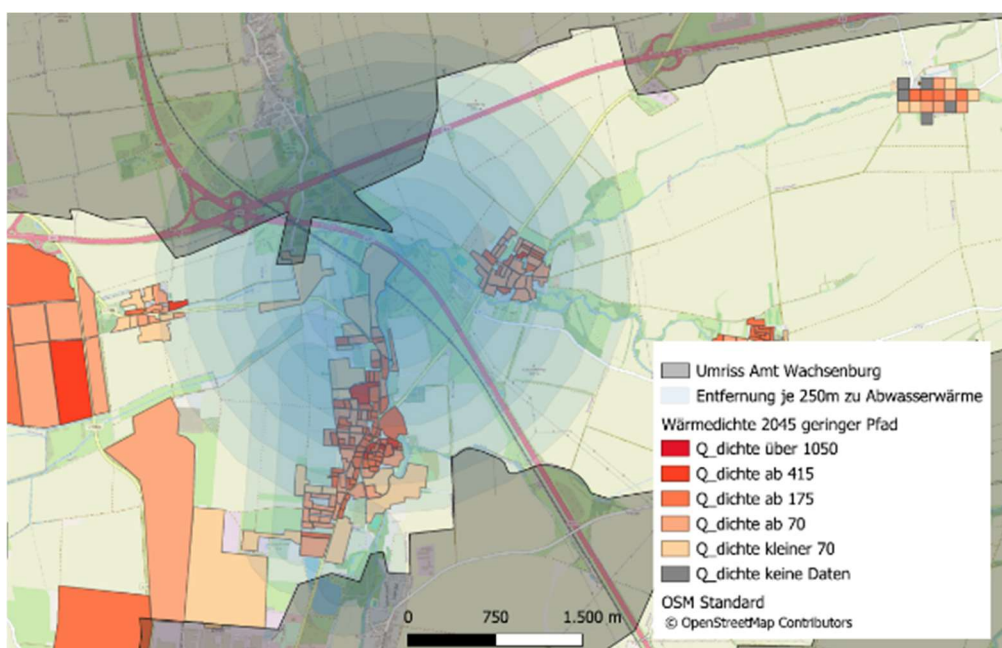


Abbildung 26: Mögliche Versorgungsgebiete in Amt Wachsenburg für Abwasserwärmenutzung

5.3 Grüner Wasserstoff und andere grüne synthetische Gase

Gemeinsam mit den Fernleitungsnetzbetreibern Ferngas Netzgesellschaft mbH und GASCADE Gastransport GmbH will die TEN die Umstellung des Thüringer Erdgasnetzes auf Wasserstoff gemeinschaftlich vorantreiben. So soll eine thüringenweite Energieversorgung auf H₂-Basis mit überregionaler Anbindung der wichtigsten Industriestandorte an das Wasserstoff-Kernnetz bis 2029 entstehen. Der aktuelle Planungsstand ist in Abbildung 27 dargestellt.

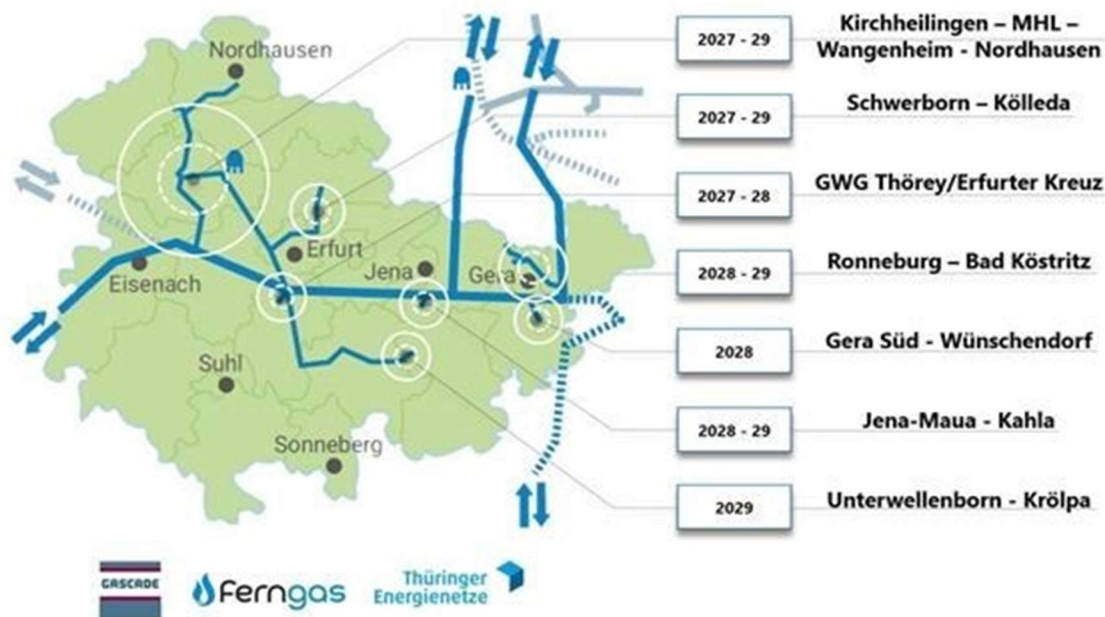


Abbildung 27: Überregionale Anbindung der Gemeinde an die thüringenweite Energieversorgung auf H₂-Basis [TEN, 2025]

Das Wasserstoffnetz soll eine Versorgung der Industrie im Norden der Gemeinde Amt Wachsenburg ermöglichen. Die entsprechende Infrastruktur soll perspektivisch Gebiete des Ortsteils Thörey mit Wasserstoff aus der vorgelagerten Netzebene (dem entlang der A4 verlaufenden Wasserstoff-Kernnetz) versorgen (Netzbetreiber: GASCADE Gastransport GmbH). Die Gebiete mit geplanter Versorgung sind in Abbildung 28 dargestellt. Ein mögliches Szenario sieht eine Ausdehnung des Umstellungsgebietes in südlicher Richtung über die Gemeindegrenzen hinaus vor, um perspektivisch auch das südlich von Amt Wachsenburg liegende Arnstadt mit Wasserstoff zu versorgen. Aktuell befindet sich dieses jedoch nicht in konkreter Planung. Abgesehen von der Teilumstellung in Thörey ist eine vollständige oder partielle Umstellung des bestehenden Erdgasnetz auf Wasserstoff derzeit nicht geplant, da bisher keine entsprechenden Bedarfe an die TEN gemeldet wurden.

Nimmt man an, dass alle derzeit mit Gas versorgten Gebäude im Ortsteil Thörey (inklusive Gewerbegebiet) auf eine Versorgung mit Wasserstoff umgestellt werden, sich aufgrund von energetische Gebäudesanierungen sowie der Steigerung der Energieeffizienz bei Prozessen in der Industrie der Wärmebedarf bis 2045 auf 70% des Status Quo reduziert, würden nach aktuellem Planstand 2045 potenziell ein Wärmebedarf von ca. **20.800 MWh/a** über eine Versorgung mit Wasserstoff gedeckt werden. Bei einer vollständigen Umstellung des gesamten derzeitigen Gasnetzes im Gemeindegebiet auf Wasserstoff unter Berücksichtigung der aktuellen Anschlussquote sowie der prognostizierten

Bedarfsreduktion bis 2045 würden knapp 60.000 MWh/a des Wärmebedarfs über Wasserstoff realisiert werden.

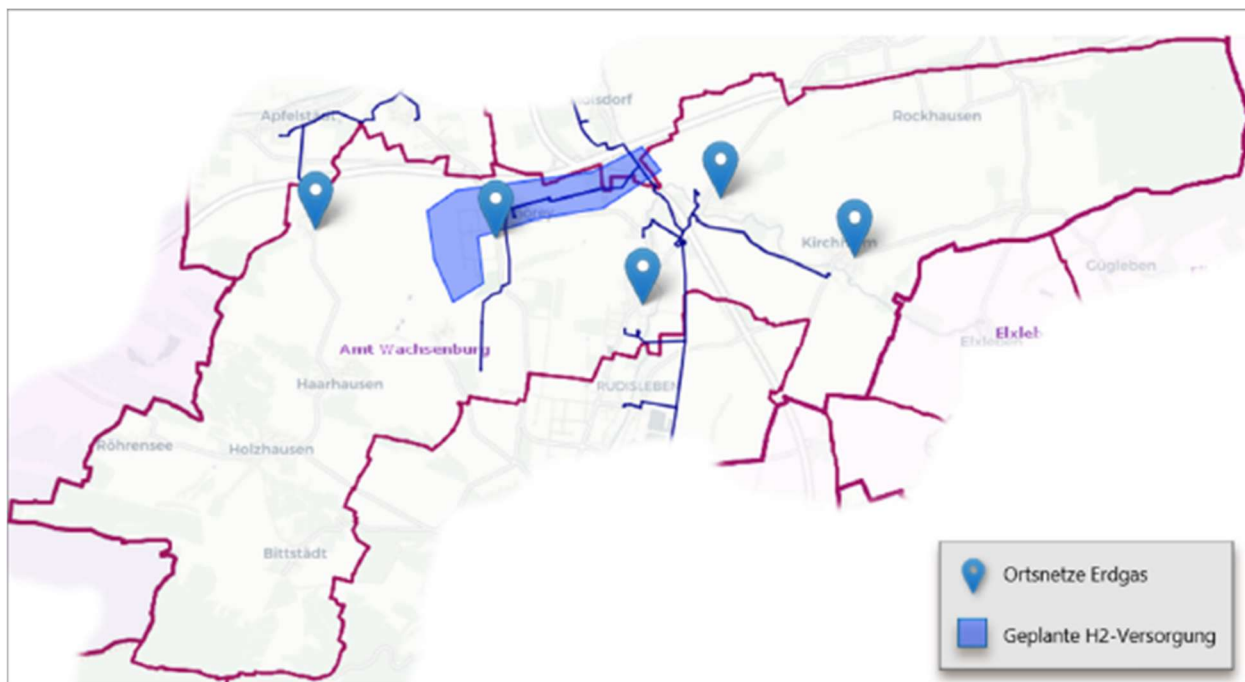


Abbildung 28: Voraussichtliches H₂-Versorgungsgebiet bis 2029 [TEN,2025-2]

5.4 Großwärmespeicher

Die Bilanzierung des zukünftigen Energieverbrauchs erfolgt im Rahmen der Szenarienentwicklung auf Jahresbasis. Dabei werden saisonale und tageszeitliche Schwankungen des Energiebedarfs und -angebots nicht berücksichtigt. Für eine realistische Ausgestaltung künftiger Versorgungssysteme ist jedoch eine Berücksichtigung dieser zeitlichen Dynamiken zwingend erforderlich, da sich erhebliche Diskrepanzen zwischen Energieangebot und -nachfrage ergeben können. Insbesondere in Deutschland ist der Wärmebedarf in den Wintermonaten hoch, während gleichzeitig der Ertrag solarer Technologien wie Photovoltaik und Solarthermie in den Sommermonaten seinen Höhepunkt erreicht.

Um diese Diskrepanz zwischen Erzeugung und Verbrauch auszugleichen, können Wärmespeichertechnologien ein zentraler Baustein für die Transformation des Energiesystems darstellen. Dabei ist die Auswahl geeigneter Speichertechnologien standortspezifisch und sollte sowohl unter technischen als auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Grundsätzlich lassen sich Wärmespeicher hinsichtlich ihrer Funktion in Groß- und Kleinspeicher, bzw. kurz- und mittelfristige Speicher sowie saisonale Speicher unterscheiden.

Bei kurz- und mittelfristigen Wärmespeichern stehen verschiedene Speichertechnologien zur Verfügung, die teilweise auch tageszeitliche Lastverschiebungen ermöglichen. Hierzu zählen unter anderem Heißwasserspeicher (Pufferspeicher), Kies-Wasser-Speicher sowie Latentwärmespeicher. Die Speicher können in unterschiedlichen Ausführungen realisiert werden. Im privaten Bereich werden Pufferspeicher in der Regel als gedämmte,

oberirdische Behälter installiert. Im größeren Maßstab kommen sowohl oberirdische als auch im Erdreich versenkte Behälterspeicher sowie Erdbeckenspeicher zum Einsatz. Diese erreichen Speichervolumina von bis zu 50.000 m³. Das typische Anwendungsgebiet dieser Speicher liegt auf Gebäude- oder Quartiersebene.

Als weitere Form von Großspeichern, können geeignete geologische Formationen zur längerfristigen Speicherung von Wärme eine wichtige Rolle spielen. Aquifer-Wärmespeicher - ATEs (Aquifer thermal energy storage), speichern Wärmeenergie im Untergrund. Die Speicherung von Wärmeenergie erfolgt durch die Entnahme von Grundwasser, dessen Erwärmung und Einspeisung. Die Rückgewinnung erfolgt durch den umgekehrten Prozess.

In einem Paper, veröffentlicht im Jahr 2022 von Forschenden des Instituts für Angewandte Geowissenschaften sowie dem Karlsruher Institut für Technologie, erfolgte eine Potenzialermittlung zur Nutzung von niedrigtemperierten Aquiferspeichern in Deutschland [KIT, 2022]. Hieraus geht hervor, dass im Bereich der Gemeinde Amt Wachsenburg kein Potenzial gegeben, bzw. ein schmaler Streifen als wenig geeignet für die Nutzung von ATEs vorzufinden ist. Eine kartographische Darstellung der Potenziale kann der Abbildung 29 entnommen werden.

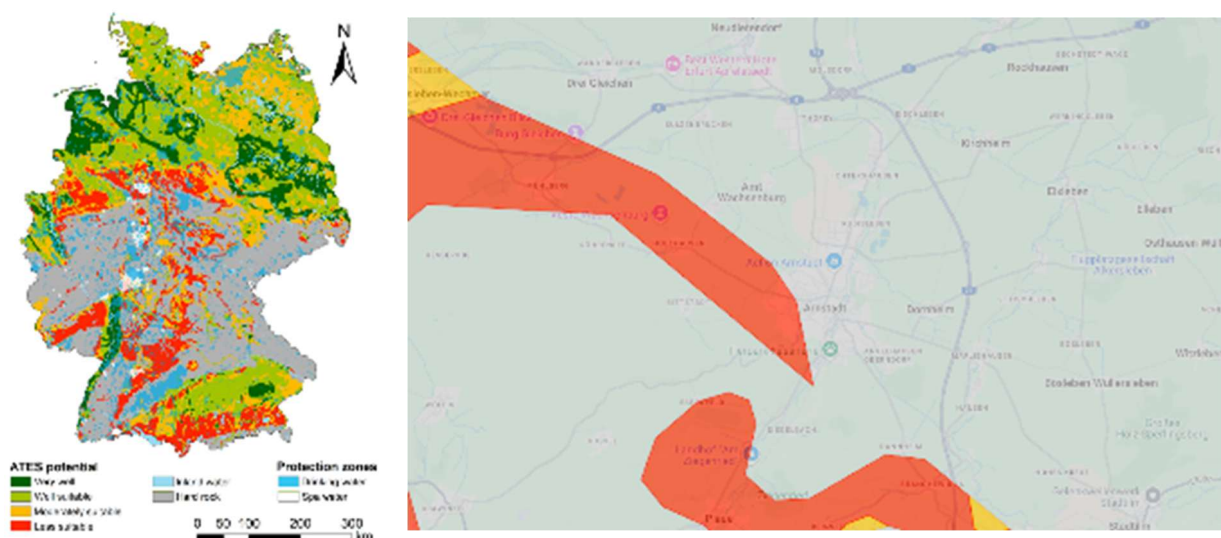


Abbildung 29: Übersicht und Detailansicht der Aquifer-Wärmespeicher im Gemeindegebiet

Die Auswahl einer geeigneten Wärmespeichertechnologie erfordert eine Einzelfallbetrachtung, bei der das zukünftige Versorgungskonzept, Systemtemperaturen sowie die wirtschaftliche Umsetzbarkeit einbezogen werden müssen.

5.5 Zusammenfassung

Es wird angenommen, dass sich der jährliche Wärmebedarf im Gemeindegebiet durch Sanierung und Effizienzsteigerung um bis zu 30% auf ca. 127 GWh/a reduziert. Die berechneten Wärmepotenziale der verschiedenen zielkonformen Versorgungsarten und die sich ergebenden theoretische Deckungsanteile sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9:Übersicht der Potenziale zur Wärmeversorgung im Zieljahr 2045

	Wärmepotenzial in GWh/a	Theoretischer Deckungsanteil
Geothermie – Sonden dezentral (ohne Einzelfallprüfung)	8,9	7,0 %
Geothermie – Sonden dezentral (bei positiver Prüfung)	39,6	31,1 %
Geothermie – Sonden zentral (ohne Einzelfallprüfung)	126,3	99,2 %
Geothermie – Sonden zentral (bei positiver Prüfung)	429,3	337,3 %
Tiefengeothermie	Keine Aussage	Keine Aussage
Solarthermie – zentral	243,0	190,9 %
Luft	Theoretisch unbegrenzt	
Flusswasser	14,6	11,5 %
Biomasse	0	0
Abwärme – Industrie	>1,7	>1,3 %
Abwasser – Kanal	1,9	1,5 %
Abwasser – Kläranlage	12,4	9,7 %
Wasserstoff	20,8	16,3 %

Die aufgeführten Deckungsanteile sind bilanzielle Werte für das gesamte Gemeindegebiet und über das gesamte Jahr hin betrachtet. Die räumlichen und saisonalen Einschränkungen der aufgeführten Wärmepotenziale sind im Detail in den vorherigen Kapiteln beschrieben und werden bei der Erstellung der Zielszenarien, sowie der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete beachtet.

6 Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG, Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG und Darstellung der Wärmeversorgungsarten nach § 19 WPG

Im Thüringer Klimagesetz (ThüKliG vom 14.12.2018) ist das Ziel festgelegt, den Ausstoß von Treibhausgasen im Vergleich zu 1990 bis 2050 schrittweise um bis zu 95% zu senken, ein Standbein hierfür ist ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand in Thüringen.

Die Wärmeplanung ist ein wichtiger Bestandteil auf diesem Weg und im vorliegenden Zielszenario wird der angestrebte und bevorzugte Endzustand einer möglichst treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Amt Wachsenburg im Jahr 2045 beschrieben. Dieser zielkonforme Zustand ergibt sich aus der Betrachtung und Abwägung unterschiedlicher Versorgungsmöglichkeiten in den Teilgebieten auf Basis der Erkenntnisse aus der Eignungsprüfung, Bestandsanalyse und Potenzialanalyse und ihren Auswirkungen auf die Wärmegestehungskosten, die Versorgungssicherheit, das Realisierungsrisiko sowie die Treibhausgasemissionen. Entsprechend der in Tabelle 2 aufgeführten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Energieträger sind derzeit nur die Wärmeversorgung über Geothermie, Solarthermie und Wärmepumpen mit 0g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie gelistet. Holz als Energieträger liegt bei 20g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie und ist damit als feste Biomasse nicht treibhausgasneutral, liegt aber deutlich unterhalb der aktuell vorrangig im Gemeindegebiet genutzten Energieträger, die Emissionsfaktoren zwischen 240 und 415g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie aufweisen.

Im Gegensatz zur Energiewende sind für die Wärmewende regionale Konzepte entscheidend, da thermische Energie nach Möglichkeit vor Ort erzeugt und genutzt werden muss, um Verluste während des Transports zu verringern. In ländlich geprägten Gebieten Deutschlands ist perspektivisch nicht überall mit einer zentralen, leitungsgebundenen Wärmeversorgung zu rechnen. Hier sind insbesondere die Eigentümerinnen und Eigentümer gefragt, treibhausgasneutrale dezentrale Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Die dezentrale Wärmeversorgung stützt sich vorrangig auf Systeme wie Wärmepumpen, Biomasseheizungen, Solarthermie oder Hybridlösungen und ist mit einer Elektrifizierung des Wärmesektors verbunden. Bereits ab 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Energiebedarf bei Gebäuden, die saniert werden, einen Mindestanteil von 25% erreichen. Bis 2040 soll der Energiebedarf Thüringens in der Gesamtbilanz durch einen Mix aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden können. Die Wärmeversorgung der Zukunft erfordert damit genau wie die Mobilität einen starken Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor.

Allgemein bietet eine zentrale Wärmeerzeugung und die Einspeisung in ein Wärmenetz eine höhere Effizienz sowie die mögliche Integration verschiedener erneuerbarer Energien in ein Wärmeversorgungssystem, ist jedoch mit großen Infrastrukturmaßnahmen und Investitionskosten verbunden. Wärmenetze eignen sich vorrangig in Gebieten, in denen bestehende Wärmenetzstrukturen erhalten und ausgebaut werden können, oder wo viel Wärme in einem kleinen Gebiet verbraucht wird, denn die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt im Wesentlichen von den Wärmelinendichten sowie der Anschlussquote im Wärmenetzgebiet ab.

Zur Erarbeitung des Zielszenarios müssen mehrere grundlegende Fragen geklärt werden:

- Wo sind Wärmenetze sinnvoll und realisierbar?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie können bestehende Netze transformiert und weitergenutzt werden?
- Welche Versorgungsmöglichkeiten existieren für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können oder sollen?

Bei den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung ist immer zu beachten, dass es sich um eine strategische Fachplanung handelt. Das Zielszenario legt die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich fest, sondern soll strategische und Investitionsentscheidungen z.B. für den Ausbau von Wärmenetzen unterstützen.

Um daraufhin fundierte Entscheidungen treffen zu können, sind detaillierte Untersuchungen z.B. mithilfe von Machbarkeitsstudien nach Abschluss der Wärmeplanung notwendig.

Ein erster Schritt zur Entwicklung des Zielszenarios sowie des Entwicklungspfades ergibt sich aus den in den Stützjahren erwarteten Wärmedichten pro Baublock. Diese ergeben sich aus der erwarteten Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme, wie sie zu Beginn der Potenzialanalyse beschrieben wurden. Das Ergebnis für die einzelnen Baublöcke ist in Abbildung 33 dargestellt. Es wird deutlich, dass durch energetische Sanierungen vor allem in Gebieten mit vorrangig älterem Gebäudebestand mit deutlichen Einsparungen zu rechnen ist, wohingegen der Wärmebedarf in Gebieten mit neueren Gebäuden annähernd gleichbleibt. Insgesamt ist im gesamten Gemeindegebiet mit einer Einsparung um bis zu 30% zu rechnen.

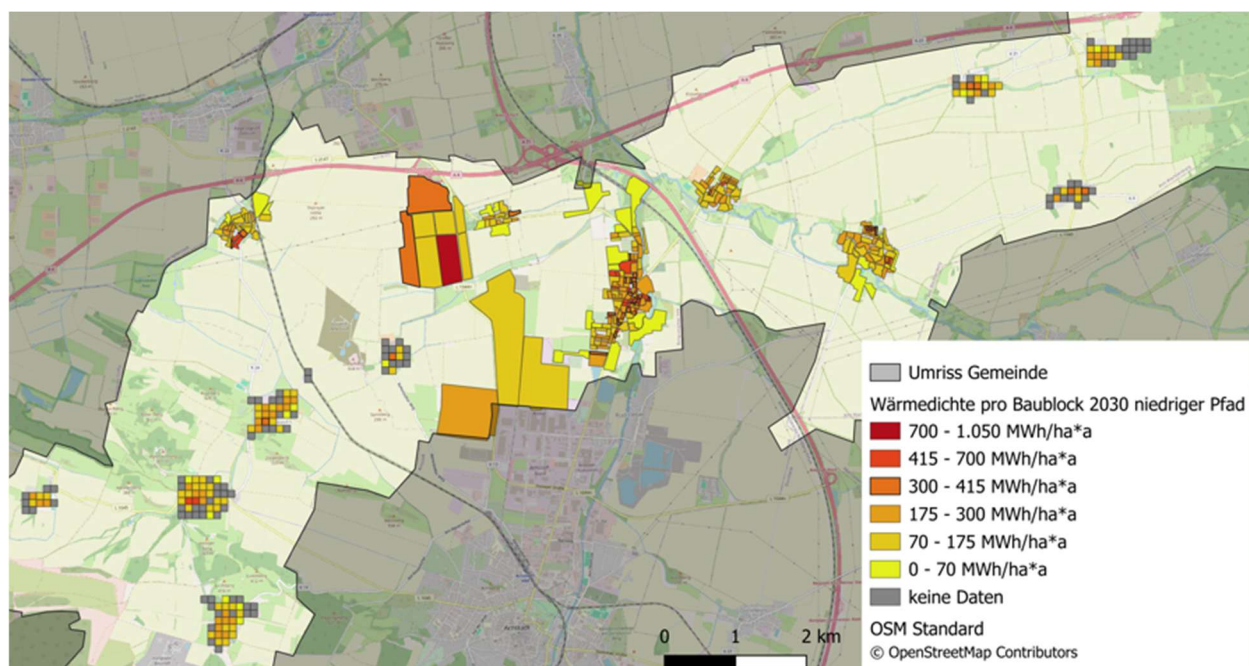


Abbildung 30: Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduzierte Wärmedichten pro Baublock in den Stützjahren 2030

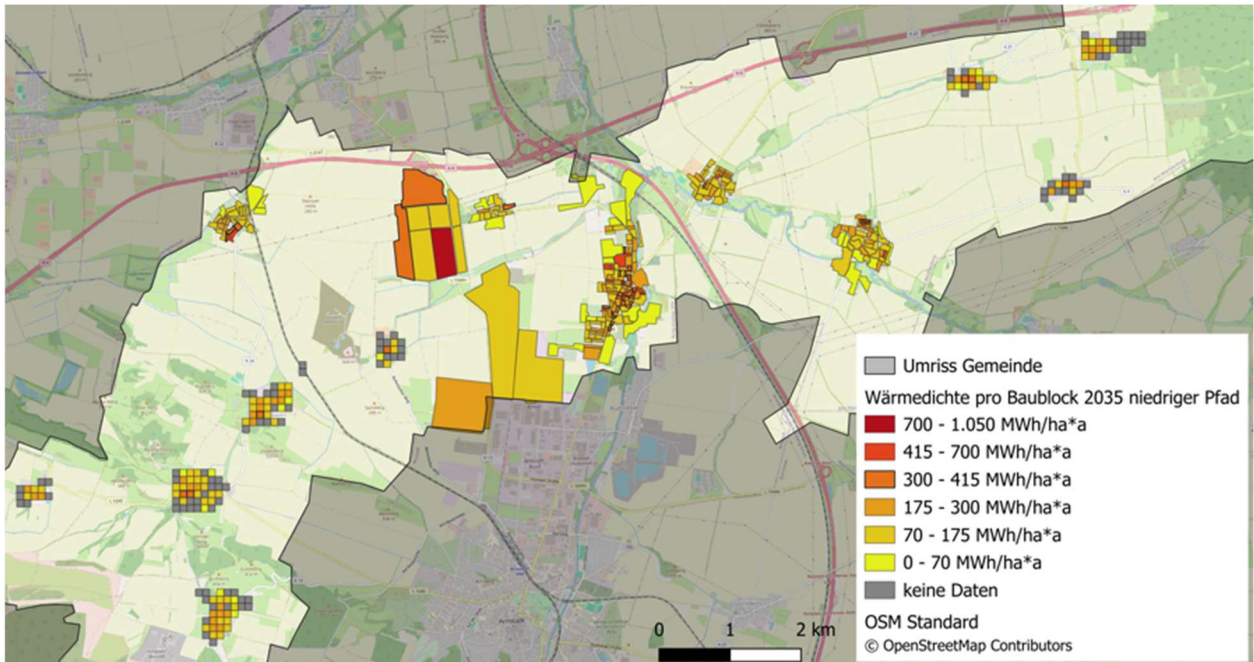


Abbildung 31: Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduzierte Wärmedichten pro Baublock in den Stützjahren 2035

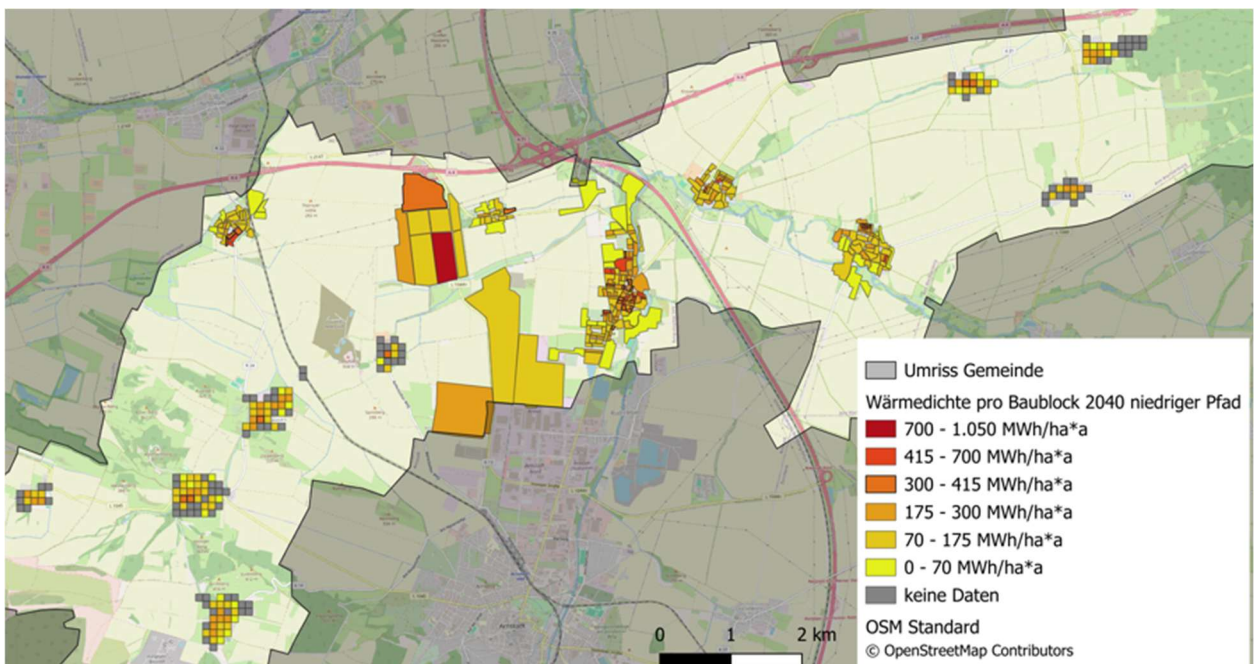


Abbildung 32: Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduzierte Wärmedichten pro Baublock in den Stützjahren 2040

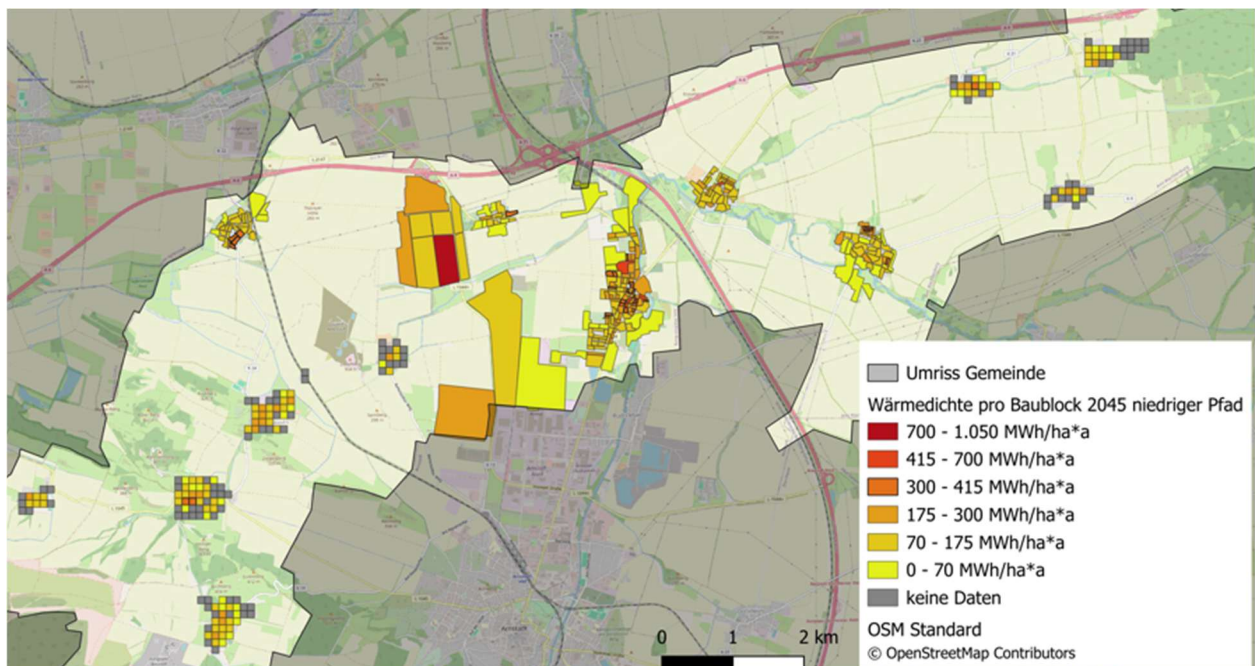


Abbildung 33: Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduzierte Wärmedichten pro Baublock in den Stützjahren 2045

6.1 Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete

Für die Ermittlung der geeigneten Wärmeversorgungsarten im Zieljahr wurde das Gemeindegebiet in Abhängigkeit der Wärmeliniedichten in 19 Teilgebiete unterteilt und für jedes Gebiet anhand von 14 Indikatoren mit verschiedenen Wichtungsfaktoren abgeschätzt, bei welcher zielkonformen Wärmeversorgungsart mit den geringsten Wärmegestehungskosten, dem geringsten Realisierungsrisiko und der höchsten Versorgungssicherheit zu rechnen ist. Insbesondere die mittlere Wärmeliniedichte pro Teilgebiet stellt einen treibenden Kostenfaktor dar und geht mit der höchsten Wichtung ein. Basierend auf diesen Indikatoren wurde für jedes Teilgebiet abgeschätzt, ob es als Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet oder Gebiet für die dezentrale Versorgung „sehr wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ ist. Hierbei können Teilgebiete auch für mehrere Wärmeversorgungsarten als gleichermaßen geeignet eingestuft werden.

Gebiete für die dezentrale Versorgung

Gebiete eignen sich trotz der vergleichsweise hohen gebäudeseitigen Anschaffungs- und Investitionskosten insbesondere für eine dezentrale Wärmeversorgung, wenn die bisherige Versorgung bereits überwiegend dezentral (also nicht über ein Wärme- oder Gasnetz) realisiert wurde, es sich um Gebiete mit vorrangig lockerer Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern handelt und es kaum kommunale oder gewerbliche potenzielle Ankerkunden für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung im Teilgebiet gibt. Aufgrund der überwiegenden Bebauung des gesamten Siedlungsgebiets in der Gemeinde Amt Wachsenburg mit Ein- und Zweifamilienhäusern, wurden alle Gebiete als wahrscheinlich geeignet für die dezentrale Versorgung bewertet (Abbildung 34), mit Ausnahme der

Industriegebiete westlich von Thörey und Ichtershausen, vorrangig aufgrund des hohen Prozesswärmebedarfs für Temperaturen oberhalb von 200°C.

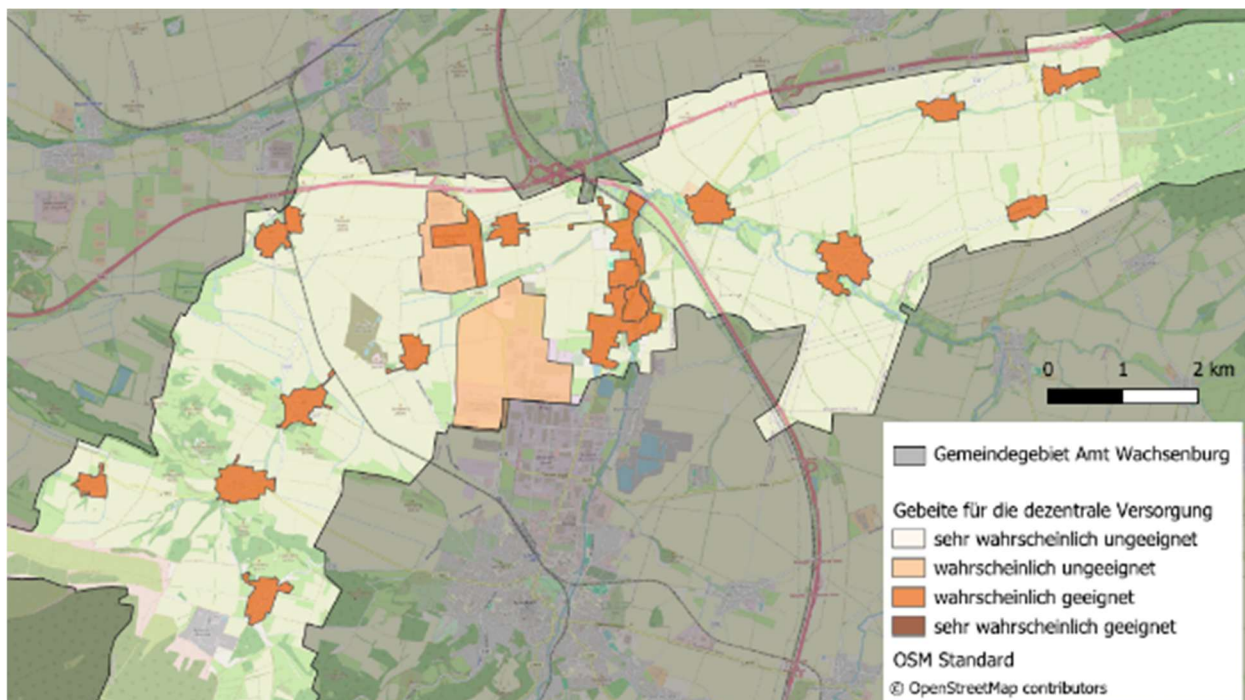


Abbildung 34: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgung im Jahr 2045

Mögliche zielkonforme Versorgungssysteme in den Teilgebieten für die dezentrale Versorgung sind vorrangig dezentrale Wärmepumpen, welche die Umgebungsluft, Erdwärme über Erdsonden oder Flächenkollektoren oder auch das Grundwasser als Wärmequelle nutzen. Ergänzt werden diese durch dezentrale Solarthermieanlagen, Biomasseheizungen (vorrangig Pelletheizungen) und Photovoltaik-Stromdirektnutzung.

Wärmenetzgebiete

Um die Eignung der Teilgebiete für eine Versorgung über ein Wärmenetz zu bewerten, wurden mehrere Indikatoren herangezogen, die einen Einfluss auf die zukünftigen Wärmegestehungskosten sowie das Realisierungsrisiko und die Versorgungssicherheit haben. Ausschlusskriterium für das Versorgungssystem Wärmenetz ist eine überwiegende im Jahr 2045 zu erwartende Wärmedichte < 300 MWh/a im Teilgebiet [BLfU, 2024], diese Gebiete wurden als sehr wahrscheinlich ungeeignet bewertet.

Für jedes verbleibende Teilgebiet wurde die Gesamtlänge eines potenziellen Wärmenetzes über die summierte Länge der Haupt- und Nebenstraße abgeschätzt. Ergibt sich aus dieser Gesamtlänge und dem prognostizierten Wärmebedarf im Zieljahr eine Wärmelinien-dichte unterhalb von 0,7 MWh/m*a ist das Teilgebiet für die Versorgung über ein Wärmenetz wahrscheinlich ungeeignet. Ab einer Wärmelinien-dichte von oberhalb 1,3 MWh/m*a ergibt sich eine mittlere Eignung für Gebiete mit Bestandsbebauung. Neben der Wärmelinien-dichte wurden das Vorhandensein kommunaler oder gewerblicher potenzieller Ankerkunden, das Vorhandensein von Wärmenetzen im Teilgebiet oder angrenzenden Gebieten sowie vorhandene Potenziale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung herangezogen. Da das vorhandene Bestands-Wärmenetz momentan nur lokal sehr begrenzt einige

Mehrfamilienhäuser versorgt, wurde auf eine Unterscheidung der Teilgebiete in Wärmenetzverdichtungs-, Wärmenetzausbau- und Wärmenetzneubaubereich verzichtet.

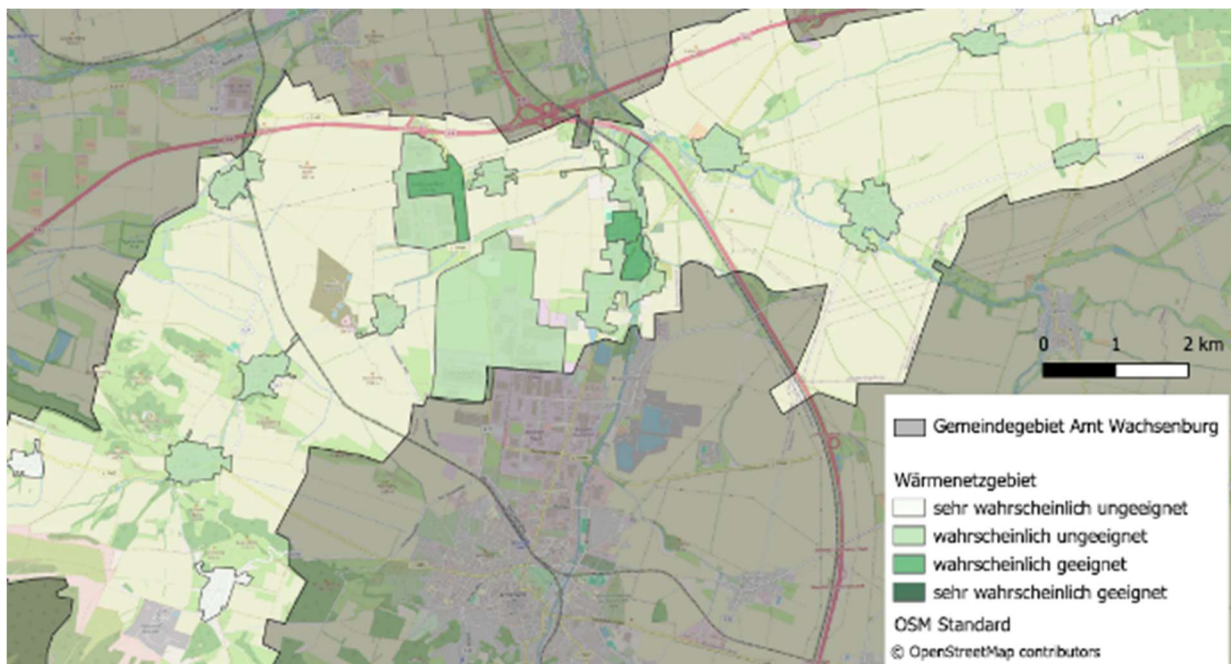


Abbildung 35: Eignung der Teilgebiete für die Versorgung über ein Wärmenetz im Jahr 2045

Die Untersuchungen ergaben, dass sich nach dieser Bewertung der zentrale Bereich des Ortsteils Ichttershausen (Ichttershausen WGS und Ichttershausen Mitte) sowie der Bereich des Industriegebiets in Ichttershausen, in dem vorrangig GHD-Betriebe angesiedelt sind (Thörey GHD) aufgrund der flächendeckend hohen Wärmeliniendichte wahrscheinlich für die Versorgung über Wärmenetze eignen. Im Gebiet Ichttershausen WGS ist das Bestands-Wärmenetz der Wohnungsgenossenschaft lokalisiert. Das Industriegebiet westlich von Ichttershausen wurde als mögliches Wärmenetzgebiet ausgeschlossen, da sich nur eine begrenzte Anzahl von 17 Gebäuden auf dem Gemeindegebiet Amt Wachsenburg befinden. Für ein Wärmenetz sind laut Definition mindestens der Zusammenschluss von 16 Gebäuden (unabhängig von der Größe) notwendig. Hier besteht derzeit ein hohes Risiko, dass einzelne Unternehmen sich gegen den Anschluss entscheiden und dann eine Förderung über BEW ausgeschlossen sein könnte. Hier wären alternativ enge Abstimmungen mit der Gemeinde Arnstadt notwendig, ob ein Wärmenetz über die Gemeindegrenzen hinaus denkbar wäre, um die Anzahl der möglichen Anschlüsse und Gebäude zu erhöhen.

In einigen Ortsteilen sind Maßnahmen zur Erneuerung und Ausbau des Abwassernetzes geplant und im Abwasserbeseitigungskonzept (ABK) 2013 des Zweckverbandes bzw. dessen Fortschreibungen bis 2020 [ABK, 2020] aufgeführt. Die geplanten Maßnahmen sowie der Zeitraum sind für die Ortsteile der Gemeinde in Tabelle 10 zusammengefasst. Können Arbeiten am Abwassernetz mit den für den Bau eines Wärmenetzes notwendigen Tiefbauarbeiten kombiniert werden, können die Investitionskosten deutlich gesenkt werden. Die geplanten Arbeiten im OT Rockhausen und Röhrensee sind für einen

Zeitraum geplant, der ausreichend Vorlaufzeit lässt, um die Machbarkeit für den Bau eines Nahwärmenetz zu prüfen. Die beiden Ortsteile wurden bei der Identifikation für die verkürzte Wärmeplanung bereits als Gebiete für die dezentrale Versorgung festgelegt und sind demnach in Abbildung 35 nicht als geeignet für die Versorgung über ein Wärmenetz ausgewiesen. Es wird dennoch die Durchführung einer Machbarkeitsstudie empfohlen. Die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie soll bei der Fortschreibung des Wärmeplans als Grundlage für eine Neubewertung dieser beiden Ortsteile herangezogen werden.

Tabelle 10: Geplante Anschlussmaßnahmen in den Ortsteilen, Auszug aus dem ABK des WAZV[ABK, 2020] sowie bereitgestelltem Kartenmaterial

Ortsteil	Geplante Maßnahme	Geplanter Zeitraum
OT Werningsleben	Anschlussmaßnahmen gesamter OT, Neubau Ortsentwässerung bzw. Schmutzwassernetz DN 200 sowie Überleitungssammler zur Anbindung an die VKA Arnstadt in Ichnershausen über Kirchheim und Eischleben	2027 - 2029
OT Sülzenbrücken	Anschlussmaßnahmen im gesamten Ortsteil; Neubau Ortsentwässerung im Trennsystem (Schmutz- und Regenwassernetz) sowie Überleitung zum GITA (Thörey) zur Anbindung an die VKA Arnstadt in Ichnershausen	2026 - 2032
OT Ichnershausen	schmutzwasserseitiger Anschluss der Restbereiche Molsdorfer Weg und Oberer Geraweg an die VKA Arnstadt in Ichnershausen	2031 - 2034
OT Rockhausen	Anschlussmaßnahmen im gesamten OT, Neubau Ortsentwässerung bzw. Schmutzwassernetz DN 200 sowie Ortskläranlage	2035 - 2037
OT Röhrensee	Anschlussmaßnahmen im gesamten OT, Neubau Ortsentwässerung bzw. Schmutzwassernetz DN 200 sowie Ortskläranlage	2042 - 2044

Nach der Identifikation der hier vorgestellten Eignungsgebieten für Wärmenetze sollte im Anschluss an die Wärmeplanung in Machbarkeitsstudien die technische und wirtschaftliche Machbarkeit nachgewiesen werden, bevor eine Festlegung im Zielszenario getroffen wird und eventuell eine verbindliche Ausweisung zu einem Wärmenetzausbauggebiet erfolgen kann. Erst dann können von den Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden. Für bestehende Netze gilt, dass diese ab dem 01.01.2030 mindestens zu 30% aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus und ab 01.01.2040 zu mindestens 80% aus erneuerbaren Energien,

unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus versorgt werden müssen. Generell sollen Wärmenetze bis 2045 Klimaneutralität erreichen, während der Anteil der Biomasse im Netz ab dem 1. Januar 2045 15 % nicht überschreiten darf. Diese Anforderungen gelten nicht für Wärmenetze, die hauptsächlich Prozesswärme für gewerbliche oder industrielle Verbraucher liefern. Für neue Wärmenetze gilt, dass diese ab 01.03.2025 mindestens 65% aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus versorgt werden müssen und bis 2045 ebenfalls Klimaneutralität erreichen sollen.

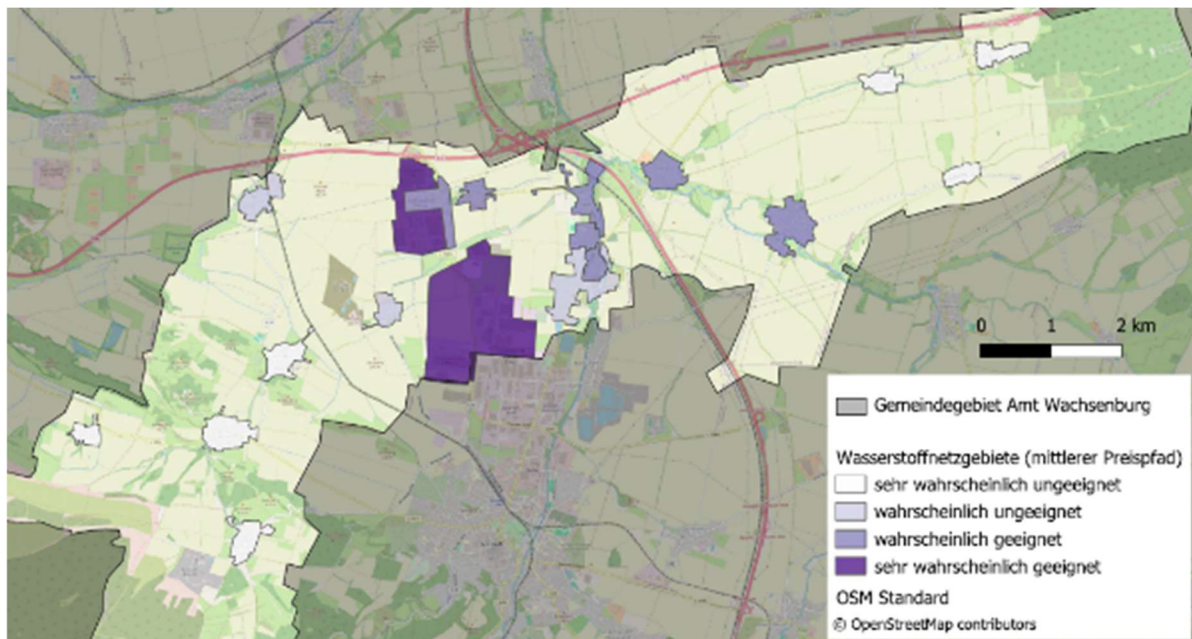


Abbildung 36: Eignung der Teilgebiete für die Versorgung über ein Wasserstoffnetz im Jahr 2045 bei Annahme eines mittleren Preisfad für Wasserstoff

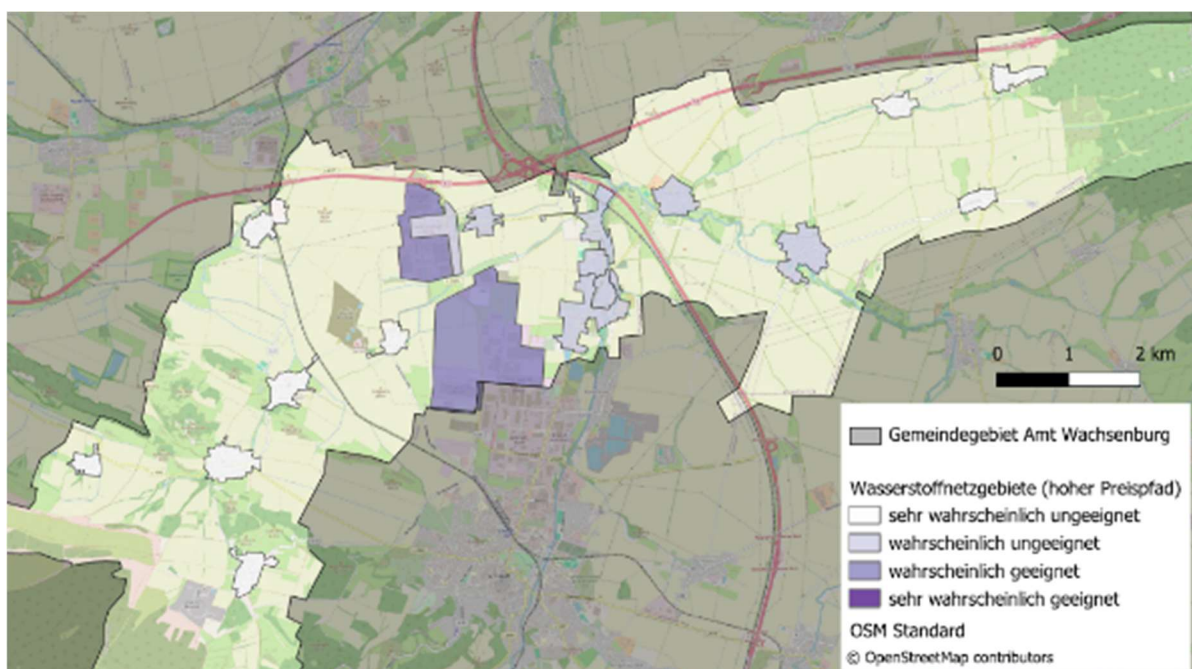


Abbildung 37: Eignung der Teilgebiete für die Versorgung über ein Wasserstoffnetz im Jahr 2045 bei Annahme eines hohen Preisfad für Wasserstoff

Wasserstoffnetzgebiet

Nach aktueller Sicht ist die Umstellung von Bestandsgasnetzen auf eine Versorgung mit Wasserstoff derzeit die teuerste klimaneutrale Alternative für Wohneigentümer. Wasserstoff müsste ein vergleichbares Preisniveau wie Erdgas erreichen, um auch im Wohnbereich eine sinnvolle Option darzustellen. Industrie- und Gewerbebetriebe mit einem hohen Prozesswärmebedarf können ihre Prozesse nicht immer auf Strom (und damit eine dezentrale Versorgung) umstellen und benötigen daher perspektivisch Wasserstoff zur Wärmeerzeugung. Das zukünftige Wasserstoffkernnetz verläuft durch die Gemeinde Amt Wachsenburg und bis 2029 ist eine teilweise Umstellung der Erdgasdoppelleitung zum Gewerbegebiet Thörey auf Wasserstoff geplant.

Im Vergleich zur dezentralen Wärmeversorgung und der Versorgung über Wärmenetze spricht für die zukünftige Versorgung der aktuell mit Erdgas versorgten Gebiete mit Wasserstoff, dass nach aktuellem Erkenntnisstand der TEN eine Umstellung des Bestandsgasnetz mit begrenzten Anpassungsmaßnahmen auf Wasserstoff möglich ist. Die nach 1990 eingesetzten Leitungstähle sowie vorrangig in den Ortsnetzen verbauten Kunststoffrohre werden als H₂-kompatibel eingestuft. Zudem entscheiden sich derzeit viele Eigentümer beim Heizungstausch nach wie vor für den Einbau von H₂-ready Gaskessel. Für das Gemeindegebiet Amt Wachsenburg wurden erste Teilgebiete für die Umstellung auf Wasserstoff in Grundzügen festgelegt. Das Gewerbegebiet in Thörey eignet sich gut als Pilotgebiet für die industrielle Wasserstoffversorgung, da eine Parallelversorgung mit Erdgas durch Doppelleitung und damit ein stufenweiser Umstieg der Unternehmen möglich ist.

In den kommenden Jahren werden grundlegende gesetzliche Anpassungen erwartet. In Abbildung 36 und Abbildung 37 ist die Eignung der Teilgebiete für die Versorgung über ein Wasserstoffnetz daher für zwei Varianten dargestellt. Wird ein mittlerer Preispfad für Wasserstoff angenommen, eignen sich voraussichtlich all diejenigen Gebiete voraussichtlich für eine Wasserstoffversorgung, die sich entlang der geplanten Umstellungsleitung des H₂-Kernnetz befinden. Wird ein hoher Preispfad angenommen, werden nur Gebiete als wahrscheinlich geeignet eingeschätzt, bei denen aufgrund des hohen Prozesswärmebedarfs eine vollständig dezentrale Versorgung als nicht möglich erachtet wird.

6.2 Zielszenario

In Abbildung 38 ist die derzeitige Vorzugsvariante der zukünftigen Wärmeversorgung in der Gemeinde Amt Wachsenburg dargestellt. Durch die Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung wurden einige Ortsteile bereits als Gebiet für dezentrale Wärmeversorgung identifiziert: Bittstädt, Haarhausen, Holzhausen, Röhrensee, Werningsleben, Bechstedt-Wagd und Rockhausen. Aufgrund der Betrachtung und Abwägung unterschiedlicher Versorgungsmöglichkeiten in den Teilgebieten und ihren Auswirkungen auf die Wärmegestehungskosten, die Versorgungssicherheit sowie das Realisierungsrisiko wurde die dezentrale Versorgung zudem für den Ortsteil Rehestädt als Vorzugsvariante identifiziert. Für die übrigen Ortsteile ergeben sich bei einer Vollkostenrechnung der Wärmegestehungskosten kaum Unterschiede bei Betrachtung der folgenden Versorgungsoptionen: A) vollständig dezentrale Versorgung vorrangig über Wärmepumpen (Luft und Geothermie), Holz und Solarthermie, B) Maximaler Ausbau von Wärmenetzen und damit die Versorgung in Ichttershausen Mitte über ein erweitertes Wärmenetz und Thörey-GHD über ein aus Industrieabwärme gespeistes Wärmenetz und

sonstiger dezentraler Versorgung und C) Umstellung des Bestands-Erdgasnetz auf Wasserstoff bei Annahme eines mittleren Preispfads für grünen Wasserstoff.

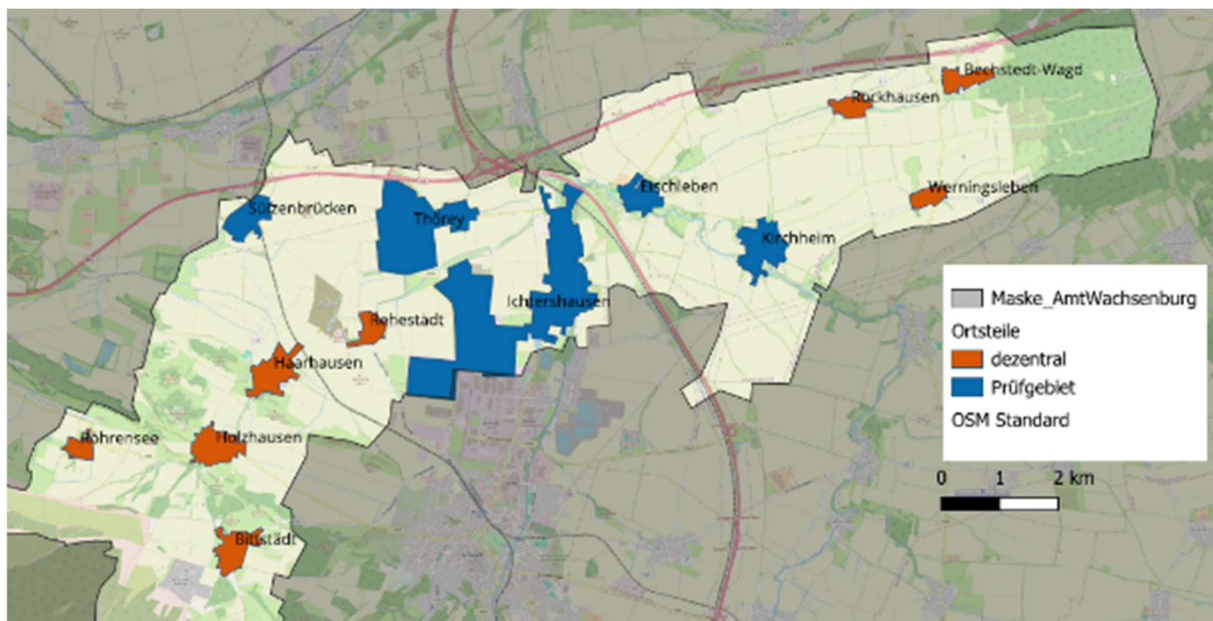


Abbildung 38: Einteilung der Ortsteile in Wärmeversorgungsgebiete

Aufgrund der aktuellen Datenlage und der Unwägbarkeiten bezüglich der Preisentwicklungen wurde für die Ortsteile Sülzenbrücken, Thörey, Ichnershausen, Eischleben und Kirchheim keiner der möglichen Wärmeversorgungsoptionen derzeit der Vorzug gegeben und diese Gebiete werden im aktuellen Wärmeplan als Prüfgebiete festgelegt. Es wird erwartet, dass bei der Fortschreibung der Wärmeplanung in 5 Jahren die zukünftige Entwicklung des Preises für Wasserstoff besser abgeschätzt werden kann sowie die Ergebnisse der empfohlenen Machbarkeitsstudien zur Erweiterung bzw. Bau von Wärmenetzen vorliegen und eine Festlegung der Wärmeversorgungsarten für 2045 mit größerer Sicherheit erfolgen kann.

6.3 Indikatoren für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045

Der Wärmebedarf der Gemeinde wird sich durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Sektoren bis 2045 um bis zu 30% verringern (Abbildung 39).

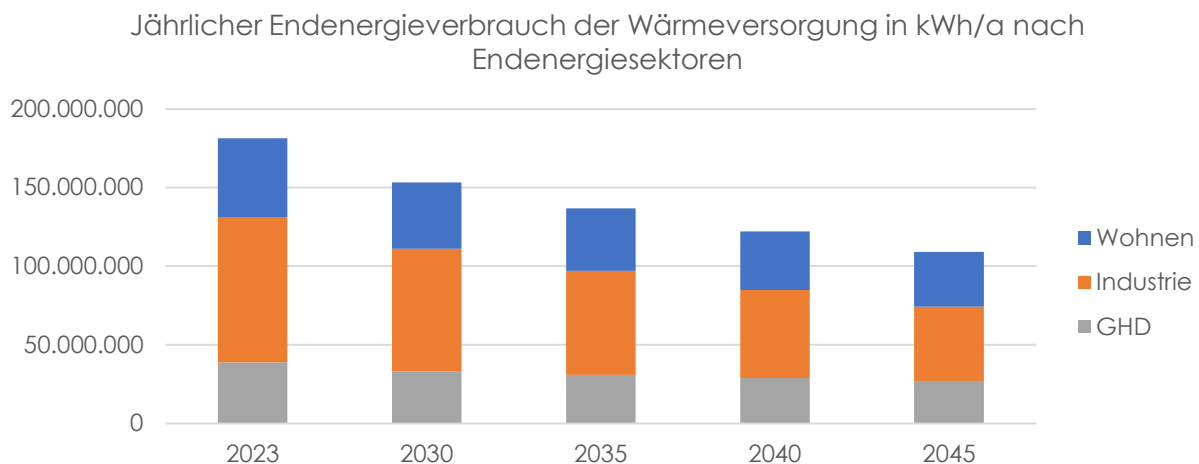


Abbildung 39: Prognostizierte Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs für Wärme durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Sektoren bis 2045

Im Folgenden werden die Indikatoren für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und das Ziel 2045 für die 3 mögliche Szenarien A) vollständig dezentrale Versorgung B) Maximaler Ausbau von Wärmenetzen und C) Umstellung auf Wasserstoff ausgegeben. Die tatsächliche Entwicklung im Gemeindegebiet muss dabei keinem der Szenarien vollständig folgen, es sind auch Zwischenszenarien möglich, je nachdem welche genauen Gebietseinteilungen sich durch zukünftige Entwicklungen ergeben. Die zeitlichen Entwicklungen stützen sich maßgeblich auf den Annahmen, dass eine Erhöhung der Sanierungsrate bis 2030 auf 2% wie geplant gelingt und in den kommenden Jahren sogar gesteigert werden kann und entsprechend dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) ab 2045 keine fossilen Energieträger für die Wärmeversorgung genutzt werden.

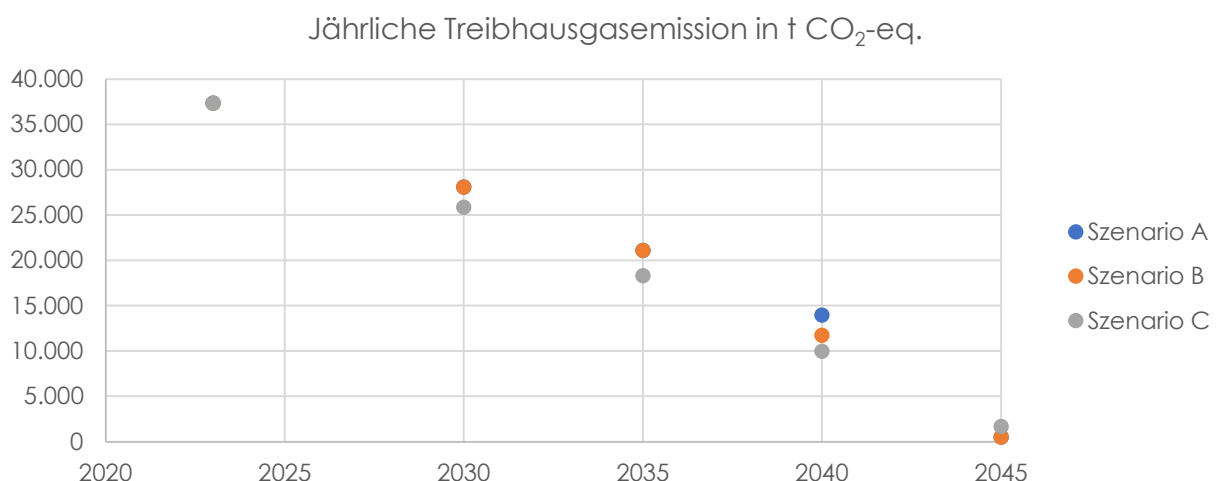


Abbildung 40: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen über die Stützjahre bis 2045

Durch die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energiequellen wird eine starke Abnahme der damit verbundenen Treibhausgasemissionen in t erwartet. Der genaue Verlauf zwischen den drei Szenarien unterscheidet sich vorrangig aufgrund der zeitlichen Beschränkung durch den Aufbau der notwendigen Infrastrukturen. Die mit den Szenarien verbundene Entwicklung der eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 41 gezeigt, hier treten nur minimale Unterschiede zwischen Szenario A und B auf, da auch

die Wärmenetze über die Energieträger Solar/Geothermie und Luft-Wasser-Wärmepumpen versorgt werden.

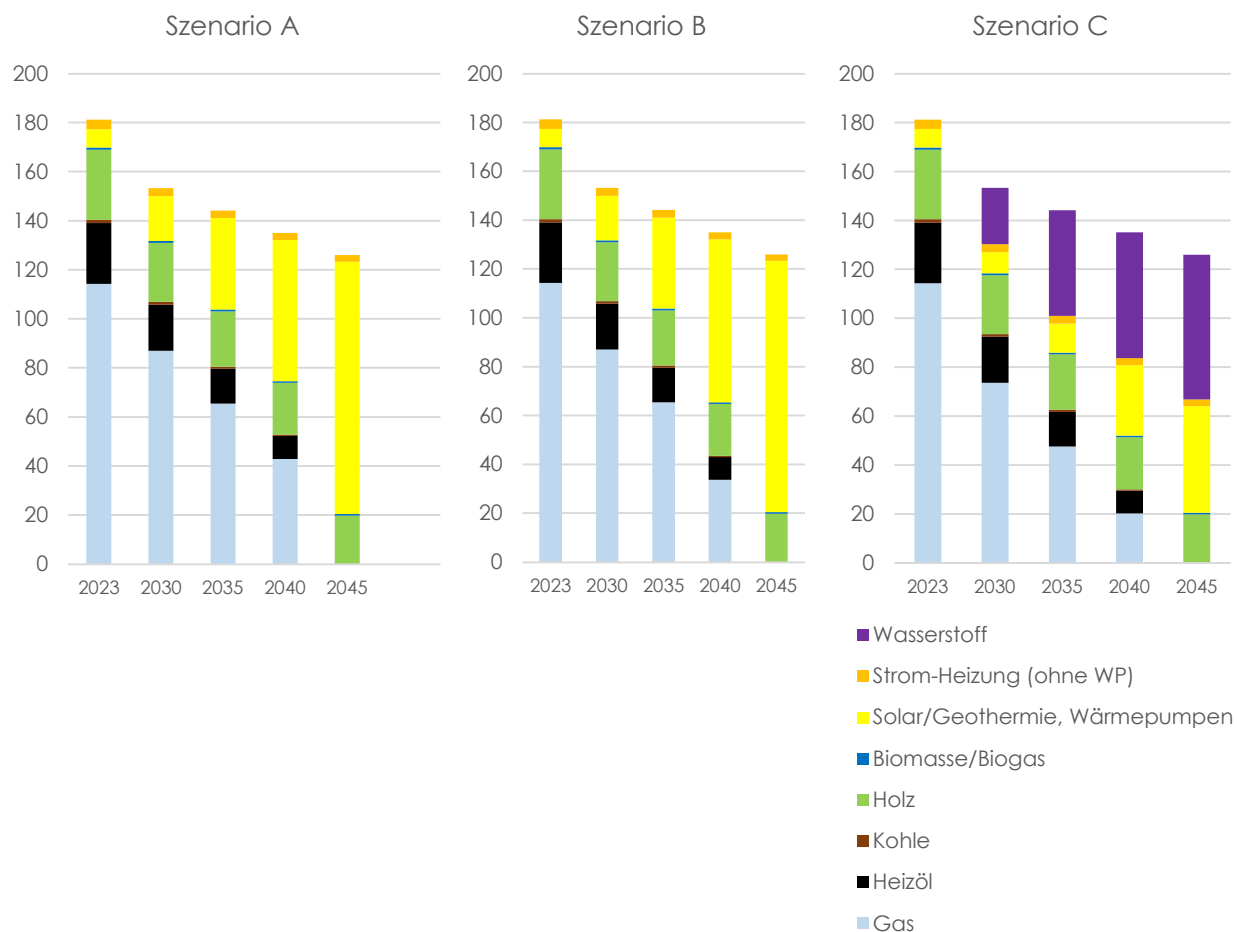


Abbildung 41: Prognostizierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Wärmeversorgung in GWh/a nach Energieträgern in Amt Wachsenburg

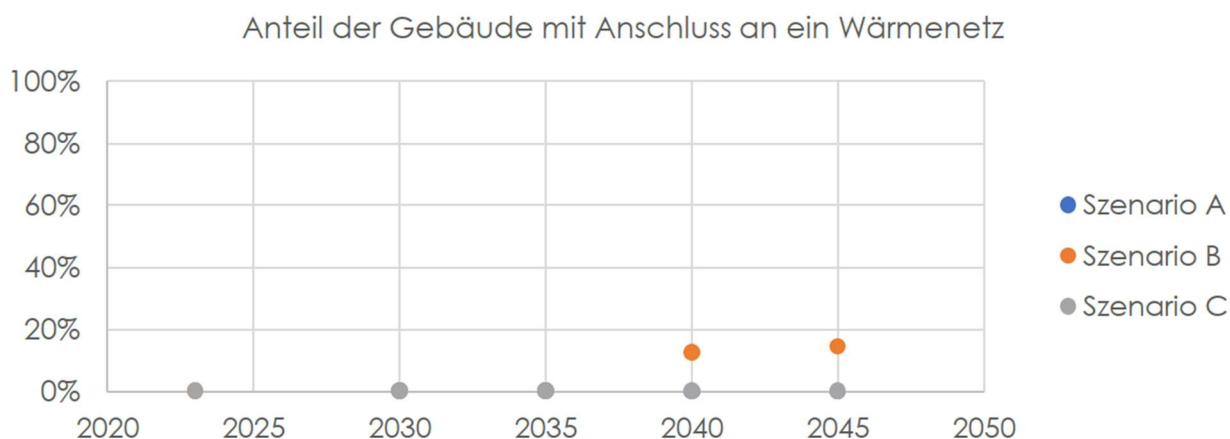


Abbildung 42: Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz in %

Abbildung 42 zeigt den erwarteten Anteil der Gebäude mit einer Wärmeversorgung über ein Wärmenetz. In Szenario A wird davon ausgegangen, dass das Bestandswärmenetz auf eine dezentrale Versorgung umgestellt wird, Szenario B entspricht einem maximal

möglichen Ausbau von Wärmenetzen im Gemeindegebiet, wobei von einer Inbetriebnahme der Netze in Ichtershausen und Thörey GHD bis 2040 ausgegangen wird. Der leichte Zuwachs bis 2045 ergibt sich, wenn Rockhausen und Röhrensee im Zuge der geplanten Tiefbaumaßnahmen beim Bau der Kläranlagen ebenfalls mit einem neugebauten Wärmenetz versorgt werden. Im Szenario C wird davon ausgegangen, dass der Anteil der versorgten Gebäude bis 2045 gleichbleibt.

Der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung kann erst nach Abschluss der vorgeschlagenen Machbarkeitsstudien basierend auf den darin empfohlenen technisch und wirtschaftlich darstellbaren Erzeugerkonzepten für die leitungsgebundene Wärmeversorgung ausgegeben werden.

Die Entwicklung des Anteils der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz bis 2045 (Abbildung 43) ist stark abhängig davon, welches Szenario verfolgt wird. Die Versorgung von Gebäuden mit aus Erdgas erzeugter Wärme ist nach GEG ab 2045 nicht mehr zulässig. Ohne Umstellung des Erdgasnetz auf Wasserstoff ist demnach mit einem Rückgang der über das Gasnetz versorgten Gebäude auf 0% zu rechnen. Durch eine Umstellung des Bestandsgasnetz mit Wasserstoff wird davon ausgegangen, dass der Anteil der Gebäude mit Anschluss an das Gasnetz annähernd konstant bleibt.

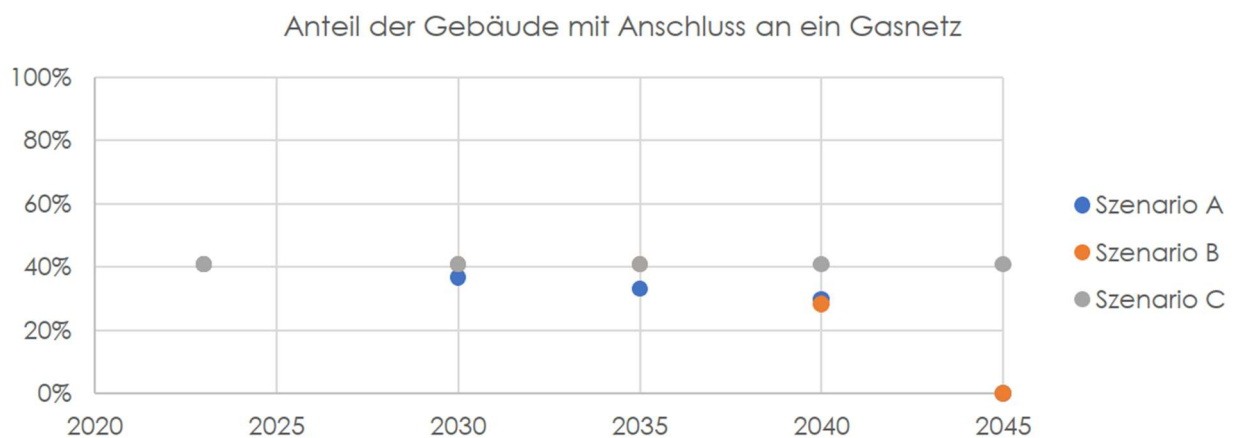


Abbildung 43: Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz in %

6.4 Konsequenzen für den Stromnetzausbau im Gemeindegebiet

Der Ausbau des Niederspannungs-Netzes (NS) für größere Erneuerbare Energien- und Bezugsleistungen geschieht vorrangig durch Verdichtung der Ortsnetzstationen, das heißt es werden zusätzliche Abspannpunkte für das NS-Netz geschaffen. Hierdurch werden komplette flächendeckende Nachverlegungen ganzer Ortschaften vermieden. Für die Nachverdichtung von Stationen ist es erforderlich vom vorhandenen Mittelspannungsnetz (MS-Netz) zusätzliche MS- und NS-Systeme zu verlegen. Es ist daher davon auszugehen, dass zusätzliche Baumaßnahmen in den Ortsteilen erforderlich werden. Für die zusätzlichen Stationen werden freie Standorte und Grundstücke benötigt. Eine Unterstützung der TEN durch die Gemeinden bei der Standortsuche ist erforderlich.

Können keine geeigneten Standorte ermittelt werden, so kann der Ausbau nur bedingt durch flächendeckende Neuverlegung von NS-Kabeln erfolgen. Demnach müsste dann fast jeder Straßenzug geöffnet werden.

Der strategische Ausbaubedarf zur Versorgung zusätzlicher Niederspannungslasten für Wärme und Elektromobilität sind Indikatoren des Bedarfes basierend auf dem Netzausbauplan von 2024 für das Jahr 2045. Sofern zusätzliche Leistungen z.B. für Industrie und Gewerbe sowie eine stärkere Wärmepumpen- oder Elektromobilitätsdurchdringung entstehen, wird der Netzausbaubedarf durch die TEN angepasst. Die Anpassung erfolgt mindestens alle 2 Jahre zur Aktualisierung des Netzausbauplans, das heißt dieser wird stets bedarfsgerecht und im Rahmen der Prognose vorausschauend die notwendigen Bezugsleistungen bereitstellen. Die Ergebnisse der kommunale Wärmeplanung fließen ebenfalls in die Prognosen zur notwendigen Bezugsleistung ein.

7 Umsetzungsstrategie und Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen sollen der kommunalen Verwaltung als Leitfaden für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in den nächsten Jahren dienen und sind als Steckbriefe formuliert.

Nr. 1	Machbarkeitsstudie BEW Ichtershausen Mitte				
Zielsetzung	Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie zur Bewertung der Möglichkeit für ein Wärmenetz in Ichtershausen - Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Projekts				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Beschlussfassung zur Fördermittelbeantragung und Beantragung von Fördermitteln bei der BAFA; Freigabe von Haushaltsmitteln - Erstellung BEW-Studie Modul 1 - Beschlussfassung über die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen - Nutzung der Ergebnisse in der Fortschreibung der Wärmeplanung - ggf. Suche nach potenziellen Betreibern/ Investoren - Umfassende Bürgerbefragung zur Anschlussbereitschaft - Beantragung von Fördermitteln 				
Zeithorizont	<ul style="list-style-type: none"> - 18-24 Monate - davon ca. 6 Monate Vor- und Nachbereitung - Umsetzung soll bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 abgeschlossen sein 				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Umstellung der Wärmeversorgung von Erdgas auf erneuerbare Wärmequellen (z.B. Abwasserhauptsammler, Geothermie-Sondenfelder, Flusswasserwärmepumpe)				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Eigenmittel, Förderung in Höhe von bis zu 50 %

Nr. 2	Machbarkeitsstudie BEW Abwärme Thörey-Industriegebiet										
Zielsetzung	Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie zur Bewertung der Möglichkeit für ein Wärmenetz zur Abwärmenutzung im Gewerbegebiet Thörey - Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Projekts										
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Beschlussfassung zur Fördermittelbeantragung und Beantragung von Fördermitteln bei der BAFA; Freigabe von Haushaltsmitteln - Erstellung BEW-Studie Modul 1 - Beschlussfassung über die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen - Nutzung der Ergebnisse in der Fortschreibung der Wärmeplanung - ggf. Suche nach potenziellen Betreibern/ Investoren - Beantragung von Fördermitteln 										
Zeithorizont	<ul style="list-style-type: none"> - 18-24 Monate - davon ca. 6 Monate Vor- und Nachbereitung - Umsetzung soll bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 abgeschlossen sein 										
Priorisierung	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table>										
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung										
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Umstellung der Wärmeversorgung von Erdgas auf erneuerbare Wärmequellen										
CO₂-Einsparpotenzial	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table>										
Kosten	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table> Eigenmittel, Förderung in Höhe von bis zu 50 %										

Nr. 3	Informationskampagne zum Thema „Energetische Gebäudesanierung“				
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur Gebäudesanierung durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater 				
Zeithorizont	Langfristig				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen 				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 4	Informationskampagne zum Thema „Photovoltaik und Solarthermie“				
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur regenerativen Wärme- und Stromerzeugung durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater 				
Zeithorizont	Langfristig				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen 				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 5	Informationskampagne zum Thema „Dezentrale Wärmeversorgung: Möglichkeiten für Einzelhauslösungen“				
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater 				
Zeithorizont	Langfristig				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen 				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 6	Flächen für potenzielle zentrale Versorgung mittels regenerativer Versorgungstechnik sichern				
Zielsetzung	Die zentrale Versorgung von Gebäuden über Wärmenetzen ist immer auch mit einem höheren Flächenbedarf für z.B. Sondenfelder oder Solarthermie-Anlagen verbunden, genau wie die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien über z.B. Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Die Gemeinde sollte frühzeitig den Kauf geeigneter Flächen absichern				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Ermittlung geeigneter Flächen - Priorisierung von Flächen mit Nähe zu Baublöcken mit hoher Wärmeverbrauchsichte - Ansprache von Flächeneigentümern - Anpassung des Flächennutzungsplans 				
Zeithorizont	Langfristig				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung,		Investoren,		potenzielle Wärmenetzbetreiber
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Aneignung von Freiflächen für eine potenzielle Installation von regenerativen Wärme- und/oder Stromerzeugungsanlagen				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Eigenmittel, Investoren

Nr. 7	Sanierungsfahrpläne für kommunale Gebäude				
Zielsetzung	Durchführung von Energieberatungen und Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude.				
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikation der kommunalen Liegenschaften, für die noch kein Energieausweis vorliegt - die Reihenfolge und Priorisierung sollte anhand des Gebäudealters und dem absoluten Energieverbrauch erfolgen - Beauftragung eines externen Beraters zur Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für die kommunalen Liegenschaften, die noch nicht energetisch saniert wurden - Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen aus dem Sanierungsfahrplan 				
Zeithorizont	- kurzfristig				
Priorisierung	■	■	■	■	■
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung, Gemeinderat				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- es wird davon ausgegangen, dass 10-15% des Wärmeverbrauchs der kommunalen Liegenschaften eingespart werden kann				
CO₂-Einsparpotenzial	■	■	■	■	■
Kosten	■	■	■	■	Finanzierung aus Eigenmitteln

Nr. 1	Machbarkeitsstudie BEW für Wärmenetze in Rockhausen und Röhrensee												
Zielsetzung	Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie zur Bewertung der Möglichkeit für ein Wärmenetz in Rockhausen und Röhrensee - Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Projekts; Synergieeffekte mit dem geplanten Ausbau der Abwassernetze prüfen												
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikation möglicher Akteure zur Bildung einer Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaft als mögliche Betreiber der Nahwärmenetze - Umfassende Bürgerbefragung zur Anschlussbereitschaft - Beschlussfassung zur Fördermittelbeantragung und Beantragung von Fördermitteln bei der BAFA; Freigabe von Haushaltsmitteln - Erstellung BEW-Studie Modul 1 - Beschlussfassung über die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen - Nutzung der Ergebnisse in der Fortschreibung der Wärmeplanung - ggf. Suche nach Investoren - Beantragung von Fördermitteln 												
Zeithorizont	<ul style="list-style-type: none"> - 24-36 Monate - Davon 6 Monate zur Identifikation möglicher Akteure - ca. 6 Monate Vor- und Nachbereitung des Fördermittelantrags - Umsetzung soll bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 abgeschlossen sein 												
Priorisierung	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table>												
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung, potenzielle Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften												
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Wärmequellen												
CO₂-Einsparpotenzial	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table>												
Kosten	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> <td style="width: 12.5%; background-color: #c8e6c9;"> </td> </tr> </table> Eigenmittel, Förderung in Höhe von bis zu 50 %												

8 Abkürzungsverzeichnis

ABK	Abwasserbeseitigungskonzept
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
EZFH	Ein-/Zweifamilienhaus
DN 800	Abwasserrohre mit Innendurchmesser 80cm
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
HKO	Hauskoordinaten
I	Industrie
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH
JAZ	Jahresarbeitszahl
KWP	Kommunale Wärmeplanung/ Wärmeplan
LNG	Flüssiggas (liquefied natural gas)
MFH	Mehrfamilienhaus
MS	Mittelspannung
NS	Niederspannung
PV	Photovoltaik
RLM	Registrierende Leistungsmessung
TEAG	Energieversorger für Strom und Erdgas im Gemeindegebiet
TEN	Thüringer Energienetze https://www.thueringer-energienetze.com/
ThürWG	Thüringer Wassergesetz
TV	Thüringen Viewer
UBA	Umweltbundesamt
QGIS	Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation
VKA	Verbandskläranlage
VWG	Vereinigte Wohnungsgenossenschaft Arnstadt
WAZV	Wasser-Abwasser-Zweckverband
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WMS	Web Map Service
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze

9 Quellen

Abkürzung im Text	Quelle
[BLfU]	Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2024
[BMWK, 2024]	Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche im Auftrag des BMWK und des BMWSB – Stand Juni 2024
[BNA, 2024]	https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernetz/start.html (Stand 22.10.2024, Abfrage 10/2024)
[BS, 2024]	Bestandsstatistik Amt Wachsenburg, Stichtag 05.08.2024
[EAT, 2024]	https://www.thega.de/energieatlas/ (Abfrage 10/2024)
[DBU, 2005]	Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Heizen und Kühlen mit Abwasser, Energierückgewinnung aus Abwasserkanälen 2005, https://opac.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-18994.pdf
[dena, 2024]	dena-Gebäudereport 2024
[FhG ISI, 2021]	Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und Consentec GmbH, 2021 https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2021/LFS_Kurzbericht.pdf
[GEG, 2024]	Gesetz zur Einsparung von Energie und Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG – Gebäudeenergiegesetz) 01.01.2024
[Geoportal, 2025]	https://geoportal.thueringen.de/gdi-th/download-offene-geodaten/download-luftbilder-und-orthophotos (Abfrage 03/2025)
[Geotherm, 2013]	"Nutzung oberflächennaher Geothermie - Arbeitshilfe zur wasserrechtlichen Beurteilung" Mai 2013 Freistaat Thüringen, Landesverwaltungsamt
[hotmaps, 2016]	https://www.hotmaps.eu/map (Abfrage 10/2024)
[HNZ, 2025]	Hochwassernachrichtenzentrale Thüringen, 2025, Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz https://hnz.thueringen.de/hw-portal/pegel/574200_hauptzahlen.html
[KIT, 2022]	Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany, Stemmler et al., Geothermal Energy 2022, https://speichercity.geo.uni-halle.de/files/2023/12/Stemmler-et-al.-Geothermal-Energy.pdf
[LIAG, 2022]	Subsurface Temperature Germany, Dr. Thorsten Agemar, Leibniz Institute for Applied Geophysics, 2022
[Prognos, 2020]	Perspektive der Fernwärme - Maßnahmenprogramm 2030, Prognos AG und Hamburg Institut
[RMTG, 2022]	Roadmap tiefe Geothermie

[TEN, 2023]	https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/Netzgebiete/Netzgebiet_Erdgas (Stand 31.12.2023, Abfrage 10/2024)
[TEN, 2025]	Thüringer Energienetze TEN, Planungsentwurf für die H ₂ -Anbindung an das deutsche Wasserstoff-Kernnetz bis zum Jahr 2029 https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/H2-Wasserstoff/Planung (Abfrage 05/2025)
[TEN, 2025-2]	Voraussichtliches Wasserstoff-Versorgungsgebiet durch die TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG, per Mail vom 09.05.2025
[TK BMWK, 2024]	Technikkatalog zum Leitfaden Wärmeplanung des BMWK und des BMWSB – Stand August 2024
[TLL, 2015]	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Regionale Bioenergiepotenziale Thüringens- Wertschöpfung mit Bioenergie, regionale und dezentral in Thüringen, 2015
[TLS, 2025]	Thüringer Landesamt für Statistik, Statistische Daten für Gemeinde Amt Wachsenburg: https://statistik.thueringen.de/datenbank/oertlich1.asp?auswahl=gem&nr=70028
[TLUBN, 2025]	Kartendienst des TLUBN (Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz) https://tlubn.thueringen.de/kartendienst Thema Geothermie, Abfrage über Karte
[TMUEN, 2019]	Integriertes Energie- und Klimaschutzstrategie, Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, Freistaat Thüringen (Stand 15.10.2019, Abfrage 01/2025)
[trail, 2016]	https://www.trail-energie.de/bedarfsatlas/ (Abfrage 10/2024)
[th2eco, 2024]	www.th2eco.de (Abfrage 10/2024)
[WPG, 2024]	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG – Wärmeplanungsgesetz) 01.01.2024
[Zensus, 2022]	https://atlas.zensus2022.de/ (Abfrage 10/2024)
[HKO, 2024]	https://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoproxy/services/HK (abgerufen im November 2024)
[OSM,2024]	OpenStreetMap Contributors https://www.openstreetmap.org/copyright
[QGIS, 2024]	QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.org Version 3.38.2-Grenoble mit den Erweiterungen mmqgis und QuickOSM
[LEP, 2025]	Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025 https://digitales-infrastruktur.thueringen.de/unsere-themen/strategische-landesentwicklung/teilfortschreibung-landesentwicklungsprogramm