

Kommunale Wärmeplanung der Stadt Ilmenau

Abschlussbericht

September 2026



Dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit von der Stadtverwaltung Ilmenau und der Gemeinschaft aus prosio engineering GmbH und Markt und Standort Beratungsgesellschaft mbH durchgeführt.

Auftraggeberin: Stadtverwaltung Ilmenau
Am Markt 7
98693 Ilmenau



Auftragnehmerinnen: prosio engineering GmbH
Bergstr. 6
91207 Lauf
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Thomas Plankenbühler



Markt und Standort Beratungsgesellschaft mbH
Ludwig-Erhard-Straße 14
91052 Erlangen
Ansprechpartner: Norbert Lingen



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Bestandsanalyse.....	3
2.1	Gebäudebestand.....	3
2.2	Wärmebedarf	9
2.3	Aktuelle Versorgungsstruktur	14
2.3.1	Versorger im Stadtgebiet von Ilmenau	14
2.3.2	Struktur dezentraler Feuerstätten	15
2.3.3	Wärmepumpen.....	17
2.3.4	Gasinfrastruktur	18
2.3.5	Wärmenetz.....	19
2.3.6	Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung	20
2.3.7	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung	24
2.4	Zwischenfazit Bestandsanalyse	27
3	Potenzialanalyse	29
3.1	Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.....	29
3.1.1	Photovoltaik und Solarthermie	30
3.1.2	Oberflächengeothermisches Potenzial.....	36
3.1.3	Tiefengeothermisches Potenzial.....	42
3.1.4	Potenzial für oberflächennahe Gewässer	44
3.1.5	Potenzial für Luftwärme.....	45
3.1.6	Biomassepotenzial.....	45
3.1.7	Potenziale für Strom aus Wind	48
3.1.8	Potenzial für Strom aus Wasserkraft	50
3.2	Potenziale zur Nutzung von Abwärme	50
3.2.1	Abwärme aus dem Kanalsystem.....	50
3.2.2	Umgebungswärme aus den Ilmenauer Sammelkanälen.....	51
3.2.3	Abwärme an Kläranlagen.....	52
3.2.4	Industrielle und gewerbliche Abwärme	53
3.3	Potenzial für thermische Speicher.....	55
3.3.1	Kurz- und mittelfristige Speicher.....	55
3.3.2	Saisonale Speicher	55
3.4	Potenzial zur Bedarfsreduktion	57
3.5	Zwischenfazit Potenzialanalyse	63
4	Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	65

4.1	Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten	65
4.2	Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr.....	69
4.3	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	72
4.4	Zielszenario bis 2045	74
4.4.1	Entwicklung des Wärmebedarfs	75
4.4.2	Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur.....	75
4.4.3	Entwicklung der Fernwärmeerzeugung	76
4.4.4	Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung.....	79
4.4.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	81
4.5	Zwischenfazit Zielszenario	81
5	Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	83
6	Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle	87
7	Kommunikationsstrategie.....	90
8	Verstetigungsstrategie	92
9	Zusammenfassung und Fazit.....	93
10	Abbildungsverzeichnis.....	i
11	Tabellenverzeichnis	iii
12	Quellenverzeichnis.....	iv
13	Anhang	v
13.1	Anhang: Quartierssteckbriefe	v
13.2	Anhang: Maßnahmensteckbriefe	6

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels hat sich Deutschland zum Ziel gesetzt, eine treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Energieversorgung zu erreichen. Während der Anteil erneuerbarer Energien auf dem Stromsektor bereits seit Jahren enorm zunimmt und mittlerweile mehr als 55 % des Stroms in Deutschland grün ist, hinkt die Energiewende auf dem Wärmesektor hinterher. Hier wird nach wie vor hauptsächlich auf die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl zurückgegriffen.

Mit der kommunalen Wärmeplanung wurde ein Instrument geschaffen, mit dem eine systematische und zielgerichtete Steuerung der Wärmewende auf kommunaler Ebene angestrebt wird. Hierbei wird bewusst ein lokaler Ansatz gewählt: Jede Kommune hat ihre eigenen Spezifika, ist geprägt durch individuelle Verbrauchsstrukturen, hat andere lokale erneuerbare Potenziale. Jeder Wärmeplan muss deshalb auf die örtlichen Gegebenheiten der Kommune maßgeschneidert werden. Nur so können umsetzbare und optimale Ergebnisse erzielt werden.

Aus diesem Grund wird bei einer kommunalen Wärmeplanung im Schritt der Bestandsanalyse zunächst detailliert analysiert, wie sich der aktuelle Stand der Wärmeversorgung vor Ort gestaltet (Abbildung 1). Eine lokale Potenzialanalyse zeigt auf, welche erneuerbaren Quellen zur Verfügung stehen und künftig genutzt werden können. Auf Basis dieser Informationen werden gemeinsam verschiedene Szenarien entwickelt und bewertet, um für jede Kommune die ideale, klimaneutrale Wärmeversorgung zu ermitteln. Konkrete Meilensteine, Umsetzungsmaßnahmen und Verstetigungskonzepte helfen bei der Realisierung der Pläne. Die stetige Einbindung der relevanten Akteure vor Ort stellt sicher, dass der Wärmeplan von allen mitgetragen wird.

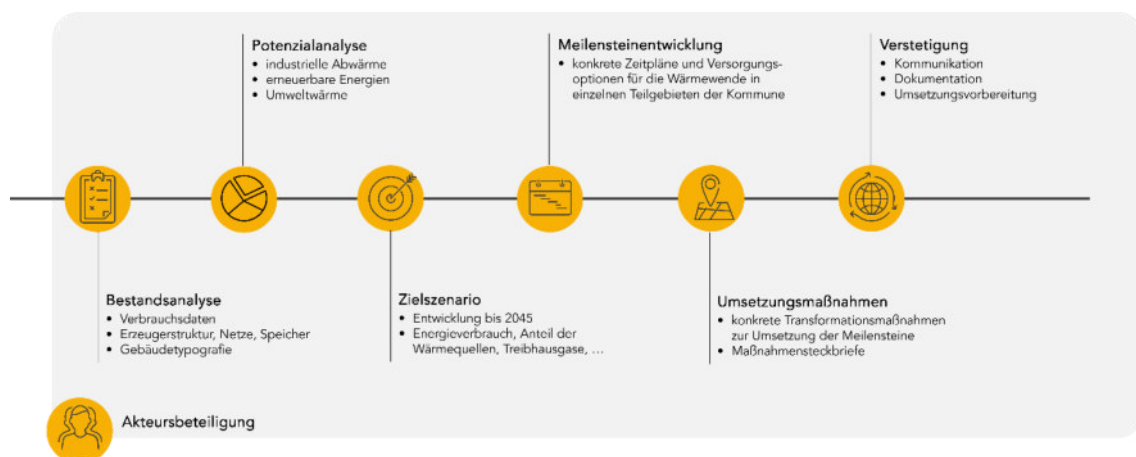


Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung

Diesem Vorgehen folgt auch der vorliegende Abschlussbericht. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse werden in Kapitel 2 dargestellt. Hier wird beispielsweise der aktuelle Gebäudebestand vorgestellt, ebenso wie der Wärmeverbrauch, der Einsatz unterschiedlicher Energieträger und der resultierenden Treibhausgasemissionen. Kapitel 3 beschreibt die verfügbaren Potenziale vor Ort: Von erneuerbaren Energien wie Solarenergie und Wind, Geothermie, Aquathermie, Wasserkraft oder Biomasse, über Abwärmequellen aus Industrie, Gewerbe oder Kläranlagen, bis hin zu Potenzialen zur Reduzierung

des Wärmeverbrauchs. Bedarf und Potenzial werden in Kapitel 4 zusammengeführt. Hier werden unterschiedliche Versorgungsgebiete definiert und ein Szenario hin zur treibhausneutralen Wärmeversorgung beschrieben. Dabei wird aufgezeigt, wo künftig eine Wärmeversorgung mit Wärmenetzen sinnvoll ist und wo dezentrale Lösungen gesucht werden sollten. Dieses Szenario wird in Kapitel 5 durch Umsetzungsstrategien und Maßnahmen konkretisiert. Kapitel 6, 7 und 8 leiten daraus eine Controlling-, Kommunikations- und Verstärkungsstrategie ab.

Die kommunale Wärmeplanung in Ilmenau wurde in Kooperation der prosio engineering GmbH und Markt und Standort Beratungsgesellschaft mbH mit der Stadtverwaltung Ilmenau erstellt.

2 Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist es, den Status-Quo der Wärmeversorgung detailliert zu erheben und zu untersuchen. Dies umfasst einerseits eine Bewertung des Gebäudebestands, insbesondere hinsichtlich Gebäudealter und -nutzung (Kapitel 2.1). Darauf aufbauend wird ermittelt, wo in der Kommune welcher Wärmeverbrauch anfällt und es werden entsprechende Kennzahlen daraus abgeleitet (Kapitel 2.2). Zusätzlich wird erhoben, wie dieser Wärmeverbrauch aktuell gedeckt wird. Dafür werden sowohl leitungsgebundene Wärme aus Wärme-, Strom- oder Erdgasnetzen betrachtet, als auch dezentrale Wärmeerzeugung wie Biomasse- oder Heizölfeuerungen (Kapitel 2.3).

Auf der Grundlage dieser Informationen können an späterer Stelle Szenarien zur Transformation der Wärmeversorgung abgeleitet, konkrete Handlungsbedarfe identifiziert und Umsetzungsmaßnahmen formuliert werden.

2.1 Gebäudebestand

Als erster Schritt der Bestandsanalyse wird der aktuelle Gebäudebestand analysiert. Hierzu sollen insbesondere die Gebäudenutzung (Wohnen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie, öffentliche Einrichtungen) sowie das Gebäudealter klassifiziert werden. Beide Informationen sind zentral für die Erarbeitung von Wärmekonzepten und Umsetzungsmaßnahmen an späterer Stelle.

Als Datenquelle für die Klassifizierung des Gebäudebestands dienen ALKIS¹- und LoD2-Daten², offenes Kartenmaterial, Geodaten und Bebauungspläne der Stadt Ilmenau, dem Thüringer Ministerium für Digitales und Infrastruktur, aus dem aktuellen Zensus 2022 des Statistischen Bundesamtes sowie aus weiteren Quellen zur Verfügung gestellte Informationen.

Relevant ist zunächst die Aufteilung des Gebäudebestands in die einzelnen Sektoren. Dies umfasst Wohnen, GHD und Industrie, sowie öffentliche Einrichtungen. Der Sektor Wohnen umfasst alle Wohngebäude im Betrachtungsraum Stadt Ilmenau. Mischnutzungen mit anteiligem Wohn- und Gewerbeanteil werden dem Sektor Wohnen zugeordnet.

GHD und Industrie beinhalten beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Gebäude, Restaurants, Bürogebäude, Kinos, produzierendes Gewerbe, Läden etc.

Im Sektor öffentliche Einrichtungen sind beispielsweise Bildungseinrichtungen, Verwaltungsgebäude, Schulen, Krankenhäuser, Feuerwehren, Stadtwerke, Klärwerke, etc. zusammengefasst.

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Gebäude auf die einzelnen Sektoren. Von den insgesamt 10.408 beheizten Gebäuden entfällt der Großteil auf Wohnnutzung (9.171). Gebäude mit einer gemischten Nutzung sind hier dem Sektor Wohnen zugeordnet. Weitere 950 Gebäude werden für Gewerbe- und Industrie verwendet. Lediglich 287 Gebäude werden öffentlich genutzt.

¹ Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem

² Level of Detail 2 (3D-Gebäudemodelle)

Eine nicht unbedeutende Anzahl der erfassten Gebäude ist als unbeheiztes „andere Nicht-Wohngebäude“ klassifiziert. Es handelt sich immerhin um 3.756 Gebäude, die insbesondere Gartenlauben, Lagerhallen o.ä. sind und im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung aufgrund der fehlenden Relevanz für die Wärmeversorgung nicht weiter berücksichtigt werden.

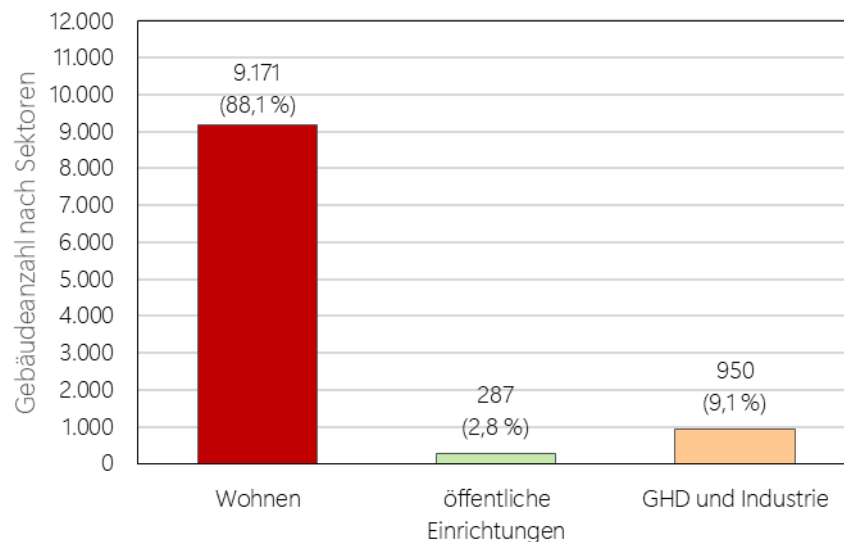


Abbildung 2: Verteilung der Gebäudenutzung nach Sektoren

Gebäude mit einer gewerblichen oder industriellen Nutzung (GHD und Industrie) finden sich naturgemäß in Gewerbegebieten, wie „Am Vogelherd“, „Am Neuhäuser Weg“, „Am Eichicht“, „Ziegelhüttenweg“, „Mittelfeld“, „Werner-von-Siemens-Straße“, „Langshütte“, im Ortsteil Stadt Langewiesen in den Gewerbegebieten „Ehrenberg-Ost“ und „In den Folgen“ oder im Ortsteil Stadt Gehren im Gewerbegebiet „Gehren-Ost“. Eine Vielzahl der GHD-Gebäude verteilt sich darüber hinaus an Einzelstandorte in der Kernstadt aber auch in den Ortsteilen. Zudem finden sich gewerblich klassifizierte Gebäude auf dem Campus der Technischen Universität Ilmenau.

Die Wohnnutzung zeigt ebenfalls räumliche Konzentrationen in den ausgedehnten Wohngebieten der Kernstadt und in den Ortsteilen. Die meisten öffentlichen Gebäude finden sich in der Innenstadt und deren Umfeld. Konzentrationen finden sich auch auf dem Campus der Universität. In Zuordnung zu den Wohngebieten bzw. Ortsteilen finden sich insbesondere Schulen oder Verwaltungsgebäude.

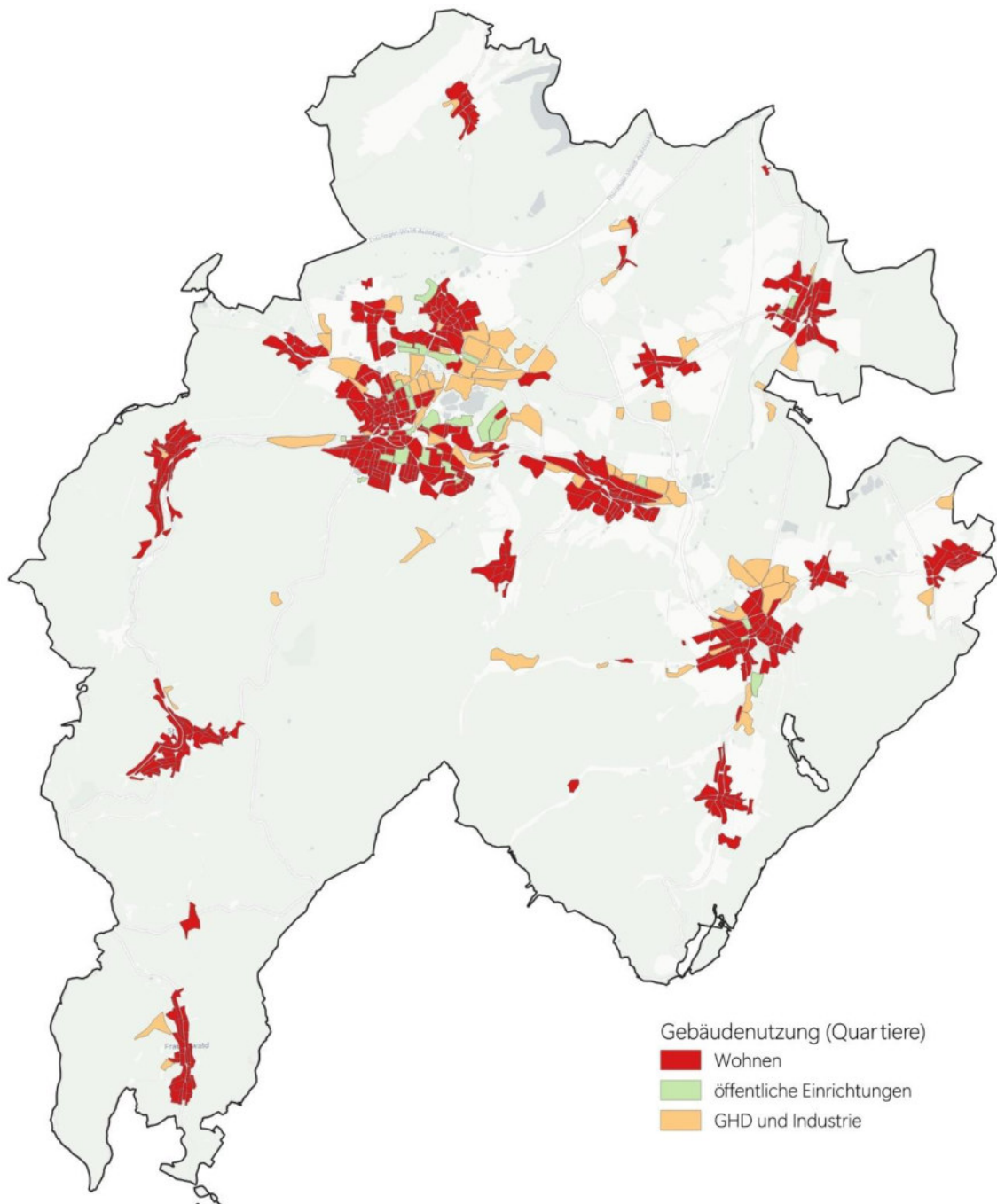


Abbildung 3: Vorwiegende Gebäudenutzung nach Sektoren in den Quartieren

Der Anteil der Wohngebäude in der Stadt Ilmenau und ihren Ortsteilen ist mit 88 % dominierend. 9 % der Gebäude entfallen auf Nutzungen von Gewerbe, Handwerk und Dienstleistungen. Auch industrielle Nutzungen sind hier hinzuzuzählen. Die öffentlichen Nutzungen machen insgesamt knapp 3 % der Gebäude im Stadtgebiet aus.

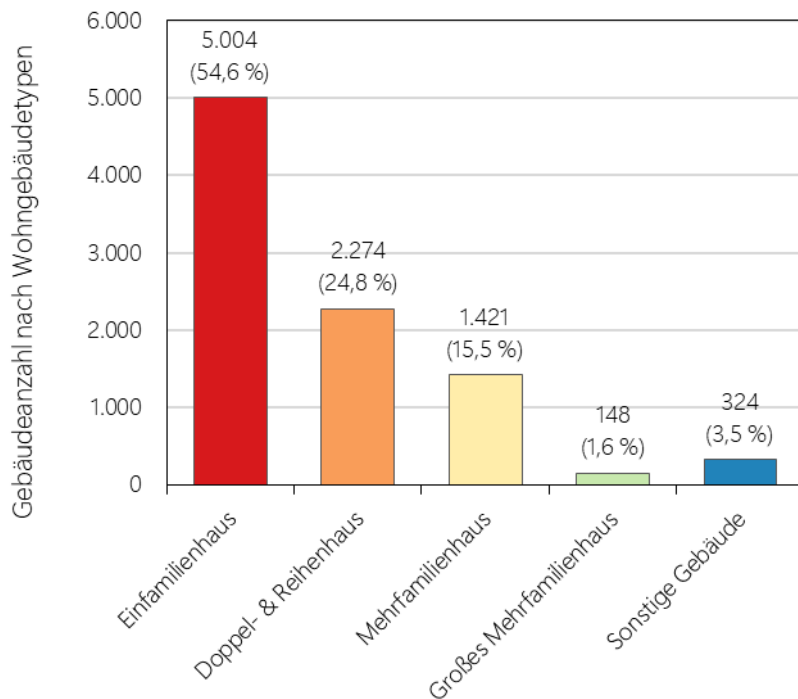


Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen

Die Verteilung der Wohngebäudetypen, dargestellt in Abbildung 4, ist nicht untypisch für Städte der Größenordnung Ilmenaus. Im Bundesdurchschnitt sind rund 43 % der Gebäude als freistehende Einfamilienhäuser qualifiziert. Die Auswertung der ALKIS-Daten ergab für Ilmenau einen Anteil von 55 % als freistehende und beheizte Einfamilienhäuser. Für Städte und Gemeinden zwischen 20.000 und 50.000 Einwohner liegt der Anteil bei 41 %. So ist der Anteil der freistehenden Einfamilienhäuser in Ilmenau höher als in vergleichbaren Städten.

Doppel- und Reihenhäuser erreichen bundesweit einen Anteil von rund 22 %. In Ilmenau liegt er bei 25 %.

Mehrfamilienhäuser (Gebäude mit 3 bis 6 Wohnungen) wurden für die Stadt Ilmenau mit 16 % ermittelt. Im Bundesschnitt liegt der Anteil bei 25 % und bei den Städten und Gemeinden zwischen 20.000 und 50.000 Einwohnern ebenfalls bei 25 %. Hier ist der Anteil in Ilmenau also unterdurchschnittlich.

Dagegen liegt der Anteil der großen Mehrfamilienhäuser (Gebäude mit mehr als 7 Wohnungen) in Ilmenau mit rund 2 % unter dem Bundesdurchschnitt (Zensus 2022) von knapp 6 %.

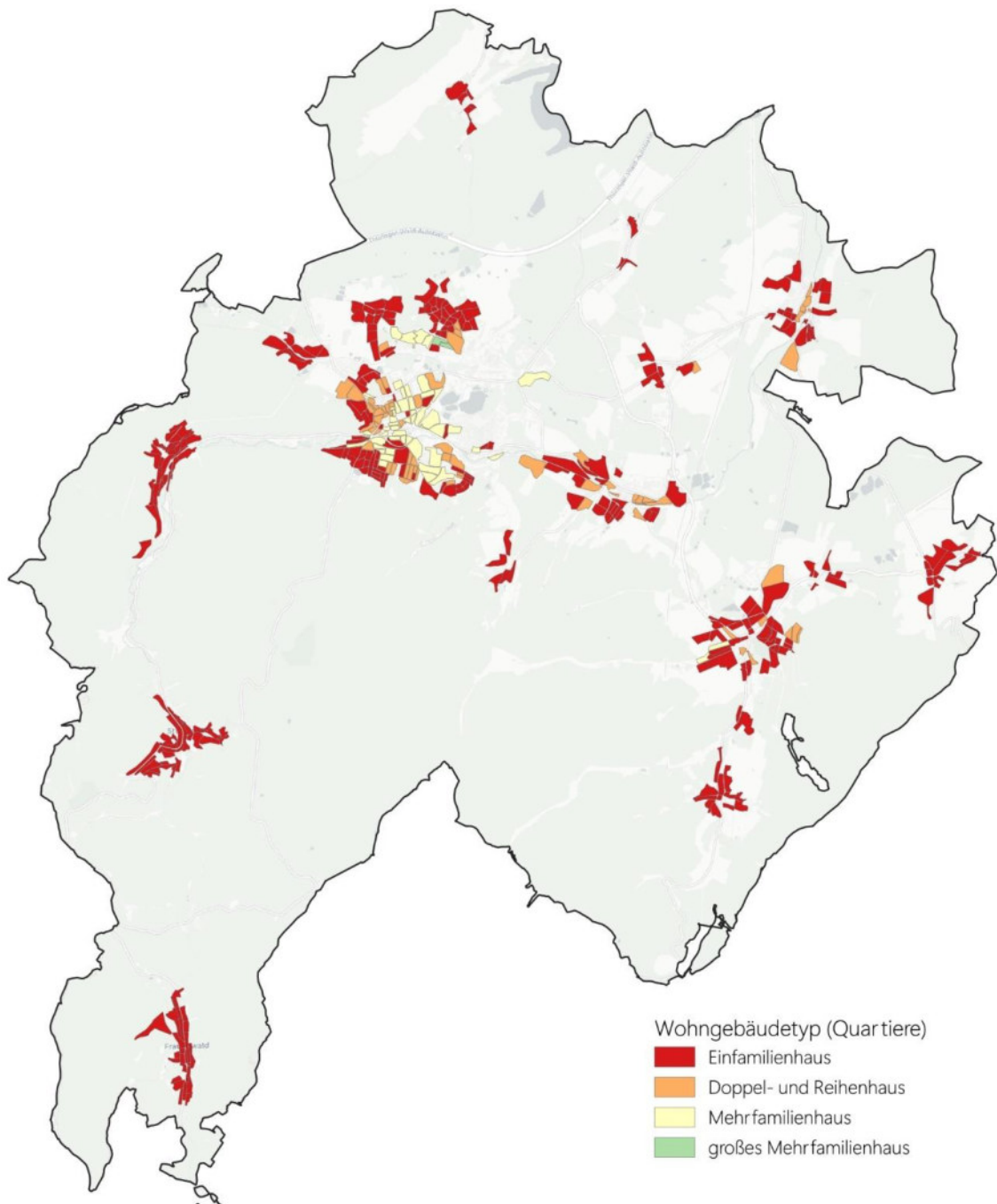


Abbildung 5: Verteilung der Wohngebäudetypen

Abbildung 5 stellt die Verteilung der vorherrschenden Wohngebäudetypen grafisch dar. In der Kernstadt Ilmenau finden sich insbesondere Mehrfamilienhäuser. Einfamilienhausgebiete liegen im Südwesten (südlich der Schleusinger Allee und der Krankenhausstraße und westlich der Knebelstraße sowie in den Ortsteilen Roda, Unter- und Oberpörlitz. Mehrfamilienhäuser konzentrieren sich im Wohngebiet Am Stollen und südlich davon. Auch im Bereich nördlich der Ziolkowskistraße und Heinrich-Hertz-Straße sind teilweise größere Mehrfamilienhäuser (mit 13 oder mehr Wohneinheiten) zu finden.

In den Ortsteilen dominieren die Einfamilienhäuser und ab und an Doppel- oder Reihenhäuser (Stadt Langewiesen, Stadt Gehren und Gräfinau-Angstedt).

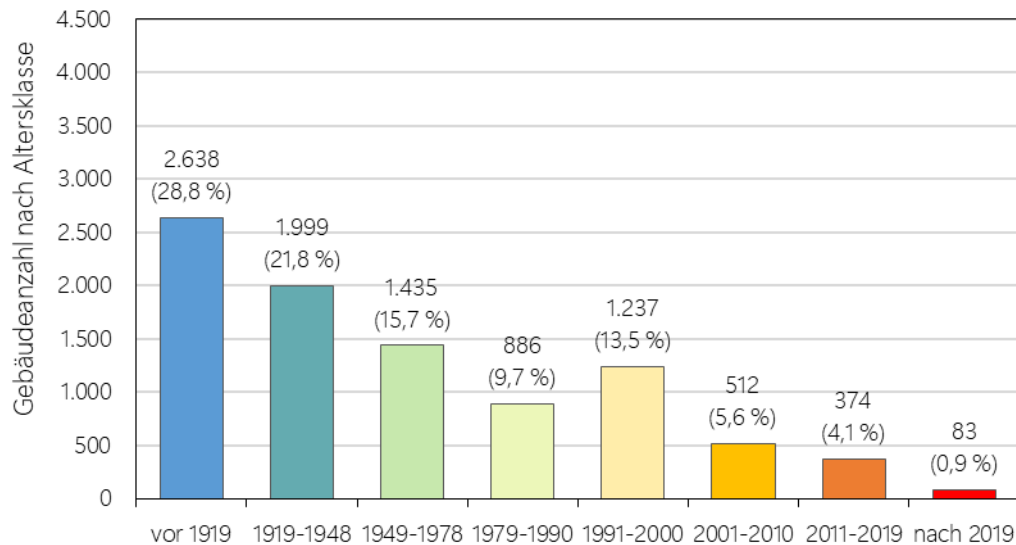


Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden

Wie die kartografische und aggregierte Darstellung der überwiegenden Gebäudealtersklassen in den Abbildungen 6 und Abbildung 7 verdeutlicht, machen die vor 1919 errichteten Gebäude den größten Anteil der Wohngebäude aus und konzentrieren sich auf die Kerne der Stadt und der Ortsteile. Die zwischen 1919 und 1948 errichteten Gebäude schließen sich ringförmig um die älteren Kerne, sowohl in der Kernstadt als auch in den meisten Ortsteilen. Hier ist die Siedlungsentwicklung von Stadt und Ortsteilen gut nachvollziehbar.

Die Bauaktivitäten während der DDR-Zeit gingen bis 1990 zurück und konzentrierten sich auf die Gebiete Pörlitzer Höhe und Am Stollen. Teile des Universitätscampus stammen ebenso aus dieser Zeit wie diverse Gebäude in den Ortsteilen.

1991 bis 2000 setzte wieder eine regere Bautätigkeit ein, die bis nach 2019 kontinuierlich nachließ. Sanierungsbedarf besteht bzw. bestand insbesondere in den Gebieten mit Gebäuden, die überwiegend vor 1990 realisiert wurden. Die Sanierungstätigkeit war in den letzten Jahrzehnten intensiv.

Vor allem im Zentrum kommt es zu einer Mischung aus Neu- und Altbau, auf Quartiersebene dominiert allerdings der Altbau.

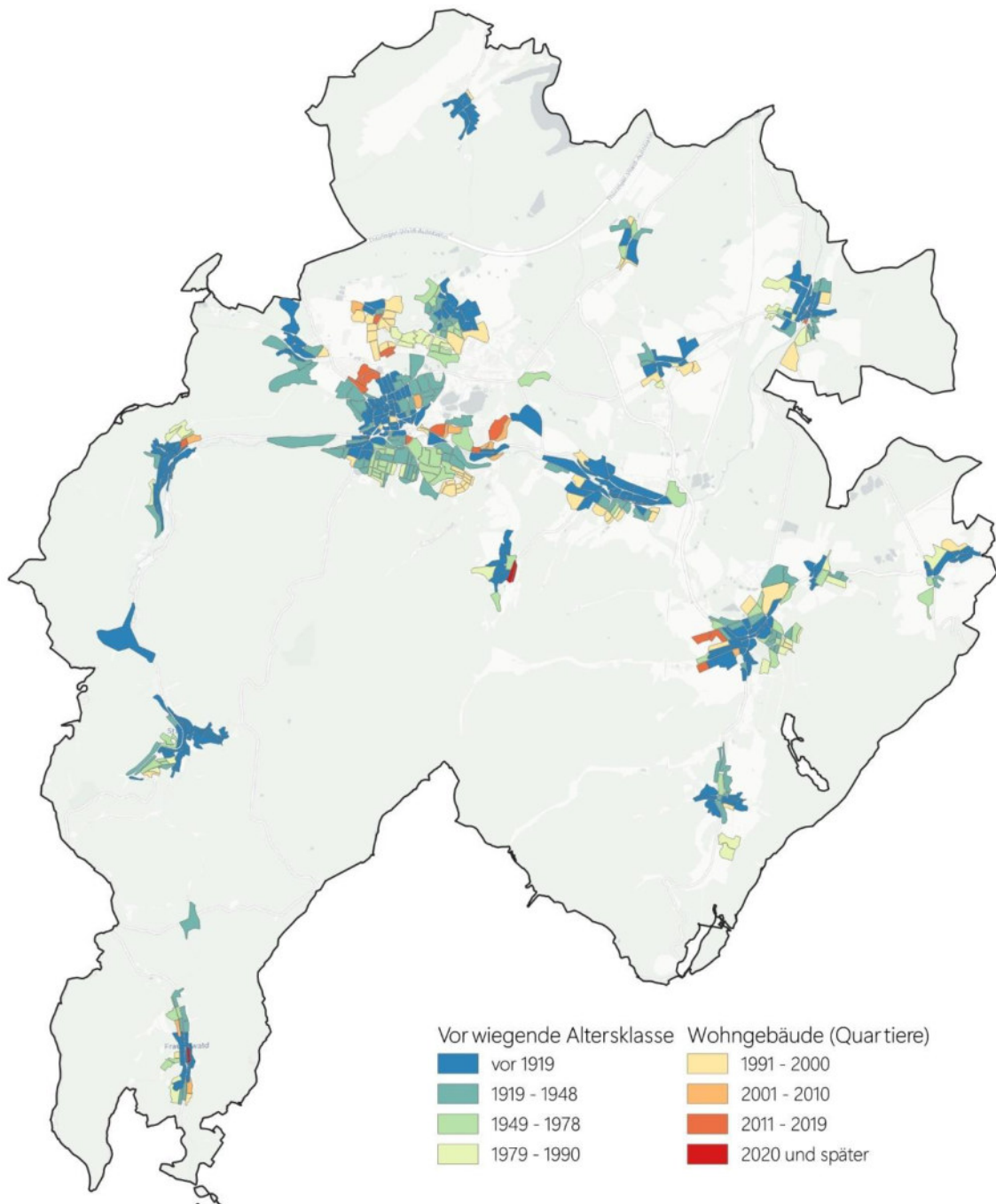


Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden nach Quartieren

2.2 Wärmebedarf

Aufbauend auf die Analyse des Gebäudebestands wird im Rahmen der Bestandsanalyse der Nutzenergiebedarf für Wärme bestimmt. Dafür wird ein zweistufiges Vorgehen verwendet. Zunächst wird in einem datengetriebenen Ansatz ausgehend von Gebäudegeometrie, Altersklasse, Nutzungsinformationen etc. ein Wärmebedarf für jedes Gebäude simuliert. In Ilmenau wurde hierzu auf ALKIS- und LoD2-Daten, Zensusdaten, offenes Kartenmaterial sowie als Hintergrundinformation auf das Energie- und Klimakonzept für Ilmenau aus dem Jahr 2012 zurückgegriffen.

In einem zweiten Schritt werden die Wärmebedarfe, wo verfügbar, durch weitere Datenquellen verfeinert. In Ilmenau wurden hierzu die Verbrauchsdaten von den Betreibern von Wärmenetzen und Gasnetzen ausgewertet. Darüber hinaus wurden für die eingemeindeten Ortsteile nach Straßenabschnitten aggregierte Verbrauchsdaten im Gasnetz der TEN (Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG) ausgewertet.

Das Fernwärmenetz in Ilmenau wird von der IWV (Ilmenauer Wärmeversorgung GmbH) betrieben.

Größere energieintensive Betriebe, die gemeinsam mit der Ilmenauer Wirtschaftsförderung und Stadtplanung identifiziert wurden, wurden angeschrieben bzw. telefonisch kontaktiert und gebeten, ihren Wärmeverbrauch zu übermitteln. Für den größten Teil der Unternehmen konnte so die über die von den Netzbetreibern gelieferte Energiemenge hinaus benötigte Wärmeenergie erfasst werden. Für die verbleibenden Betriebe ohne konkrete Verbrauchsinformation erfolgte eine Berechnung über aktuelle Typologiekennwerte und öffentlich zugängliche Datenquellen.

Somit kann der größte Teil des Wärmebedarfs in Ilmenau über aktuelle Verbrauchsdaten ermittelt werden.

Abbildung 8 zeigt die Verteilung des Ilmenauer Wärmebedarfs über die Sektoren Wohnen, öffentliche Einrichtungen sowie Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie. Dabei dominiert in Ilmenau der Wohnsektor, der gut zwei Drittel des Wärmebedarfs aufweist. Öffentliche Einrichtungen liegen bei ca. 10 %, der gewerbliche Anteil bei ca. 22 %. Insgesamt beträgt der ermittelte Wärmebedarf bei knapp 409 GWh pro Jahr.

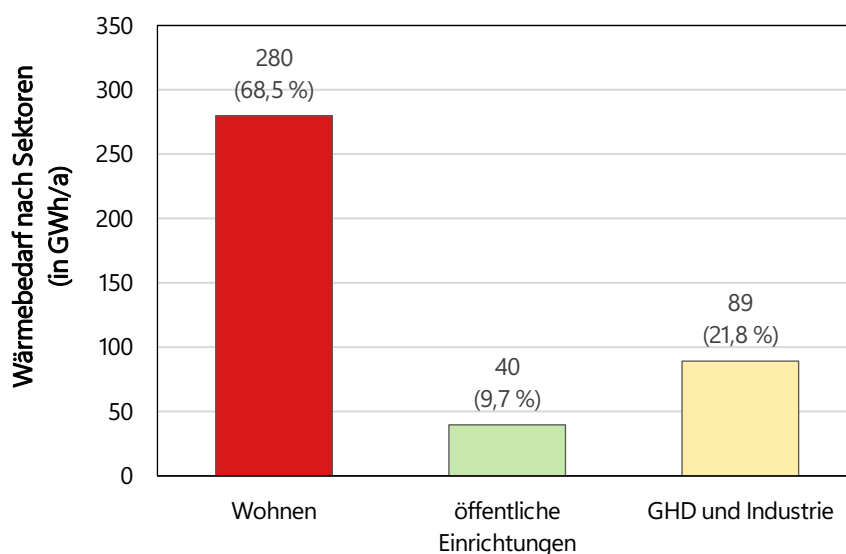


Abbildung 8: Jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren

Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 9 dargestellt. Hier werden die jährlichen Bedarfe auf Quartiersebene aufsummiert. Die Darstellung stellt entsprechend Baublöcke heraus, in denen ein hoher absoluter Wärmebedarf vorliegt. Dies kann ein erster Indikator für Wärmekonzepte und die Identifikation von Großkunden bzw. Arealen mit vielversprechenden Wärmeabsätzen sein. In Ilmenau stechen erwartungsgemäß insbesondere die Gewerbegebiete in der Kernstadt sowie im

Ortsteil Stadt Langewiesen und im Ortsteil Stadt Gehren heraus. Die Innenstadt zeigt ebenfalls diverse Quartiere mit höherem Wärmebedarf. Die übrigen Quartiere in Kernstadt und den Ortsteilen beinhalten hauptsächlich Wohngebäude und weisen somit eher geringe Bedarfswerte auf.

Die Baublöcke sind entsprechend des Verlaufs von Straßen und Gebäuden gezogen. Eine Abgrenzung vergleichbarer Quartiere wurde angestrebt. Außerhalb der Kernstadt sind die Quartiere in der kartografischen Darstellung meist ausgedehnter wegen der dünneren Besiedlung.

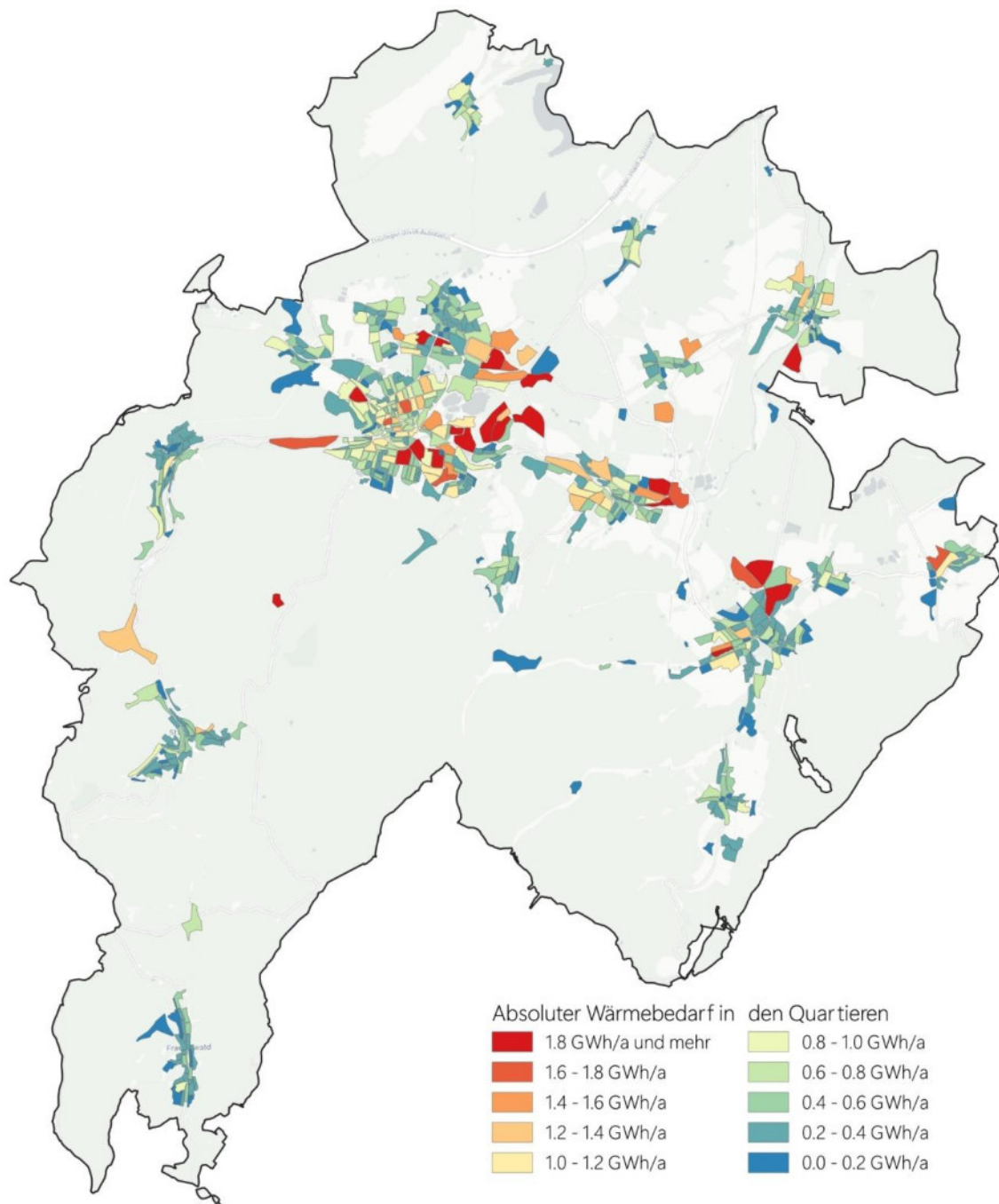


Abbildung 9: Absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a

Abbildung 10 bezieht die ermittelten Wärmebedarfe deshalb auf die Gesamtfläche des entsprechenden Quartiers in Hektar. Diese Darstellungsweise ist insbesondere dafür nützlich, Gebiete mit einer räumlichen Konzentration eines hohen spezifischen Wärmebedarfs zu identifizieren, welche sich potenziell für die Errichtung eines Wärmenetzes eignen. Hohe Wärmedichten in Ilmenau sind vorrangig in den Gewerbegebieten und im Stadtkern zu finden.

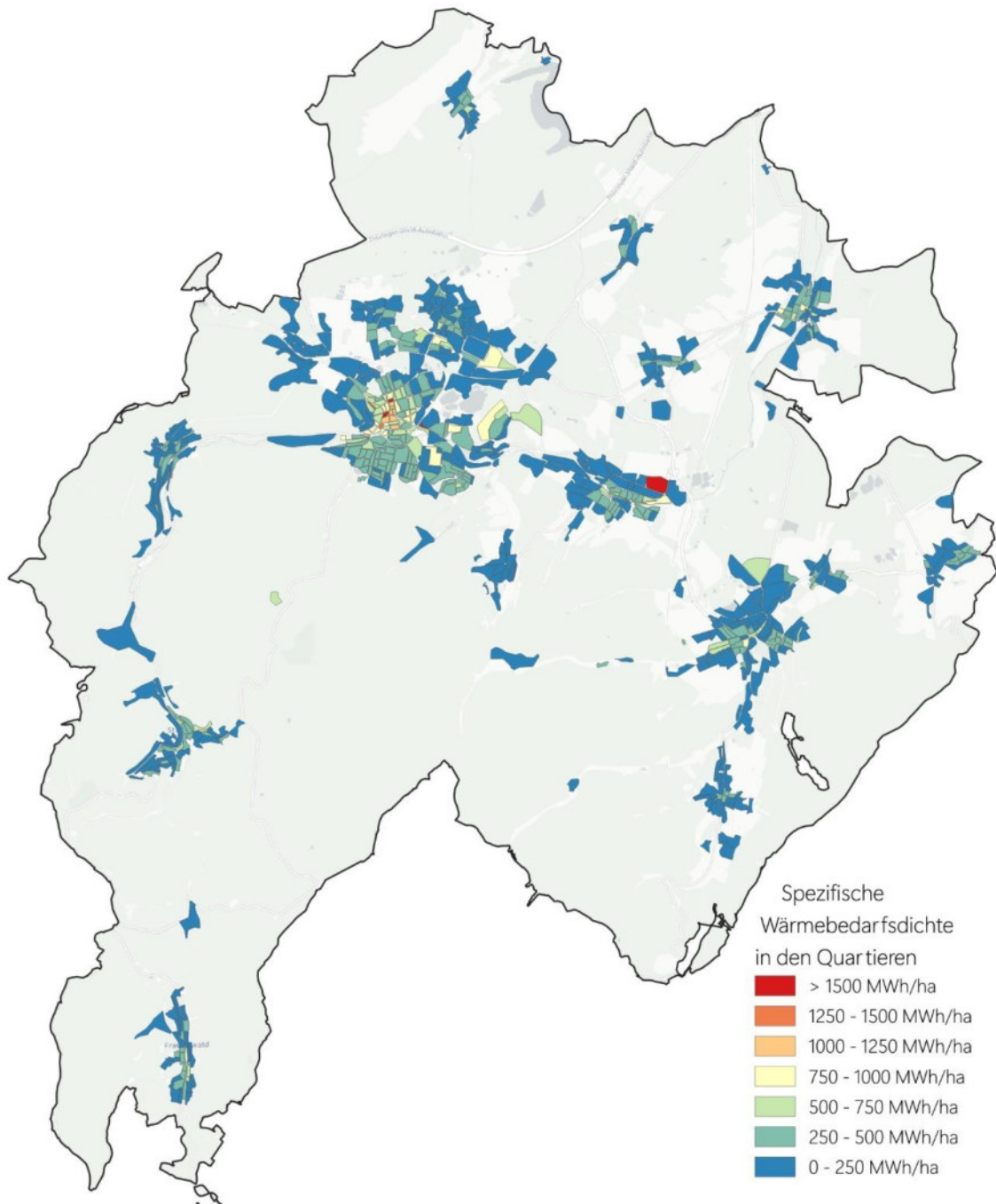


Abbildung 10: Spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha-a)

Die generelle Verteilung der Wärmebedarfsdichte wird zusätzlich verdeutlicht, wenn der Wärmebedarf der Gebäude auf Straßenabschnittsbasis dargestellt wird (sogenannte Wärmelinienindichte, Abbildung 11). Hierfür wird jedes Gebäude dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Die Summe des Wärmebedarfs eines Abschnitts wird anschließend durch dessen Länge geteilt. Diese Darstellungsweise ist relevant für die Ausweisung von Wärmenetzprüfgebieten. Für Wärmenetze ist ein möglichst hoher Wärmebedarf je Meter Leitungslänge erforderlich, um die hohen Kosten der Wärmenetzverlegung zu rechtfertigen.

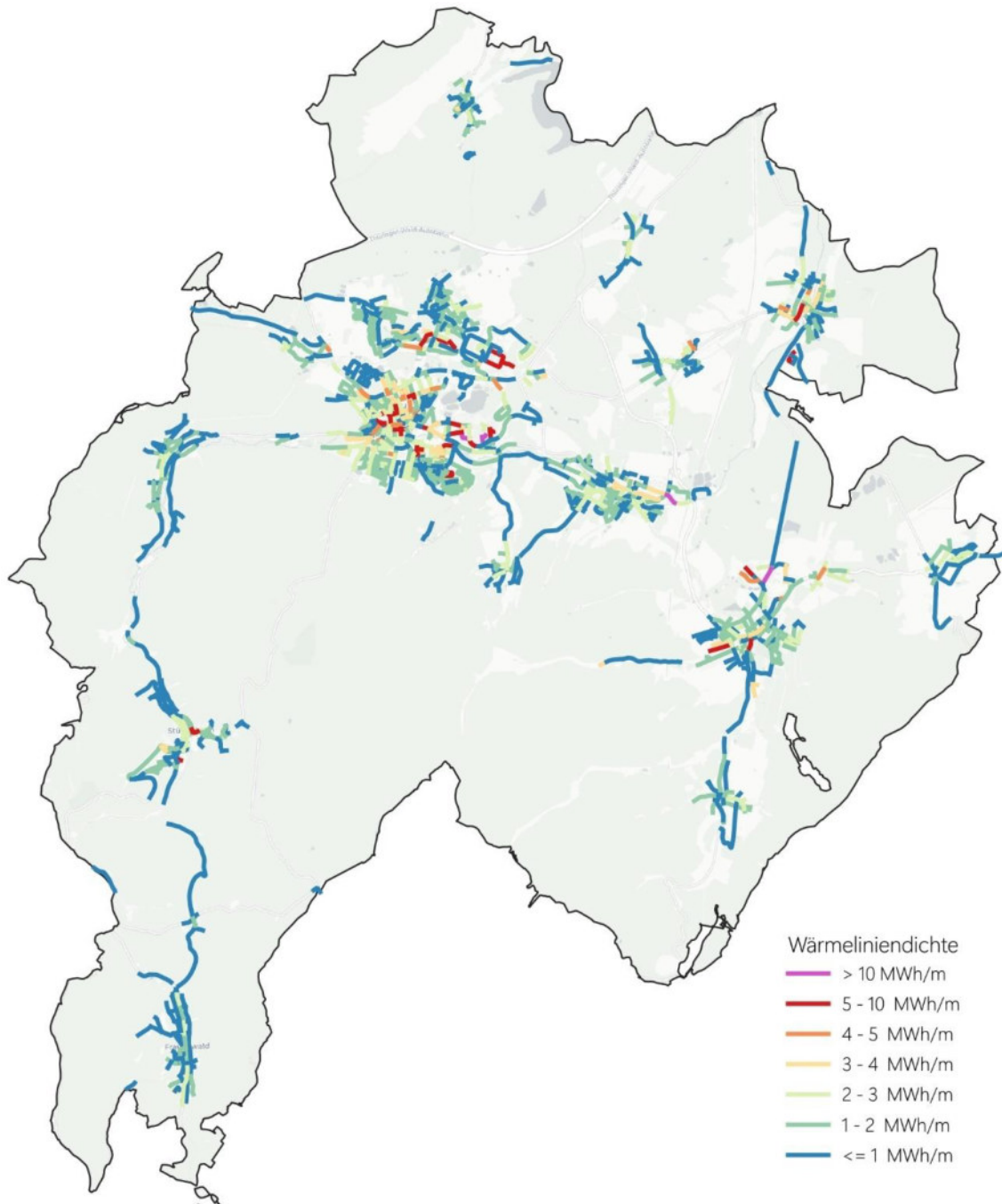


Abbildung 11: Wärmelinienindichte der Straßenzüge in MWh/(m·a)

2.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Nachdem der Gebäudebestand sowie der Wärmebedarf analysiert ist, wird die aktuelle Deckung des Wärmebedarfs ermittelt. Hierzu werden sowohl leitungsgebundene Wärmeversorgungen mit Erdgas oder Fernwärme analysiert als auch Erzeuger wie Biomassefeuerungen, Wärmepumpen oder Heizölfeuerungen.

2.3.1 Versorger im Stadtgebiet von Ilmenau

Im Stadtgebiet von Ilmenau bieten zwei Grundversorger Gas und Strom und ein weiterer Versorger Fernwärme an. Die Stadtwerke Ilmenau GmbH sowie die IWV (Ilmenauer Wärmeversorgung GmbH) bieten Gas, Strom und Fernwärme im Bereich der Kernstadt und einigen Ortsteilen an. Die TEN (Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG) versorgt den größten Teil der eingemeindeten Ortsteile mit Gas und Strom. Eine Fernwärmeversorgung existiert dort nicht.

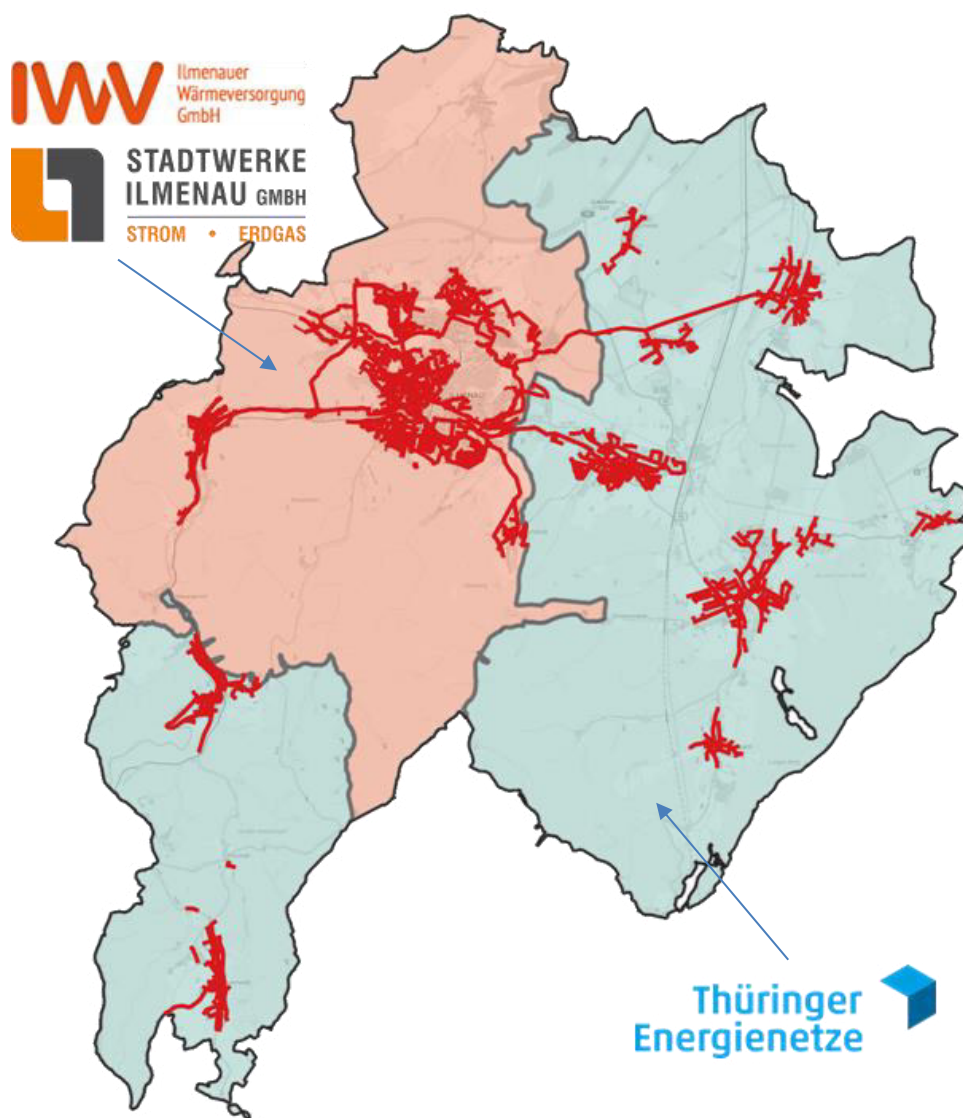


Abbildung 12: Aufteilung des Stadtgebietes Ilmenau auf die Versorgungsunternehmen

Die räumliche Aufteilung zwischen den städtischen Gesellschaften und der Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG ist in Abbildung 12 nachzuvollziehen. Die roten Linien kennzeichnen das Gas-Verteilnetz.

2.3.2 Struktur dezentraler Feuerstätten

Zur Analyse der aktuellen Struktur dezentraler Wärmeerzeuger wurden die Kehrbücher aus den 6 Kehrbezirken in Ilmenau ausgewertet. Die Informationen wurden von der Schornsteinfegerinnung im Freistaat Thüringen der planungsverantwortlichen Stelle für jedes Gebäude bereitgestellt. Die Daten beziehen sich auf das Berichtsjahr 2023 und wurden datenschutzkonform aufbereitet.

Insgesamt wurden in Ilmenau 20.211 Feuerstätten ausgewertet. Dabei handelt es sich insbesondere um Umlaufwasserheizer (22,6%), Heizkessel (21,1%), Kaminöfen (14,8%) und Raumheizer (8,5%). Die Abbildung 13 stellt die Verteilung der gängigsten Feuerstätten in Ilmenau dar.

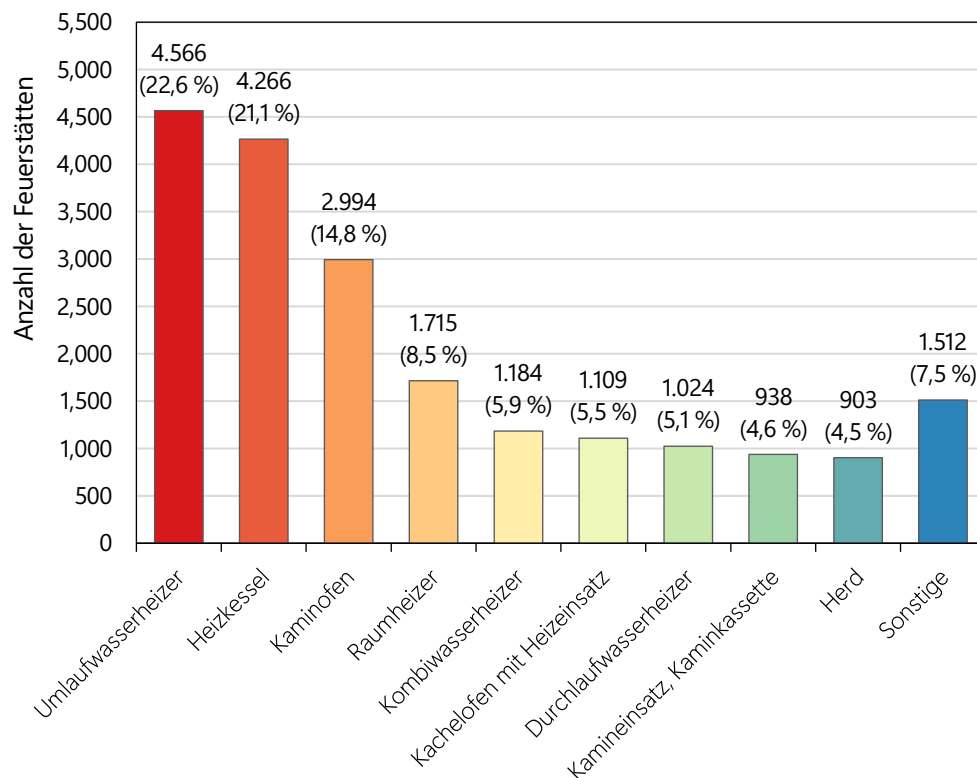


Abbildung 13: Aufteilung der Feuerstätten (Zentral- und Einzelfeuerstätten) nach deren Art

Die dezentrale Wärmebereitstellung in Ilmenau ist stark von Erdgas und Holz geprägt. Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Energieträger auf die diversen Feuerstätten. Von 20.211 Feuerstätten werden 9.927 (49%) mit Gas (Erdgas, Flüssiggas und Erdölgas) betrieben. Weitere 6.859 (34 %) nutzen Holz aller Art. Dabei handelt es sich in vielen Fällen um Kleinf Feuerung wie Einzelöfen oder Kaminöfen, so dass die hohe Anzahl nicht zwangsläufig zu einem hohen prozentualen Anteil der Biomasse an der Wärmeversorgung führt. Etwa 13 % der Feuerstätten in Ilmenau nutzen sonstige fossile Brennstoffe, wie Steinkohle und Braunkohle (2.627 Feuerstätten). Heizöl spielt in Bezug auf die Zahl der Feuerstätten mit knapp 4% eine geringere Rolle – wird aber erfahrungsgemäß vor allem in Zentralheizungen und Industriebrennern eingesetzt.

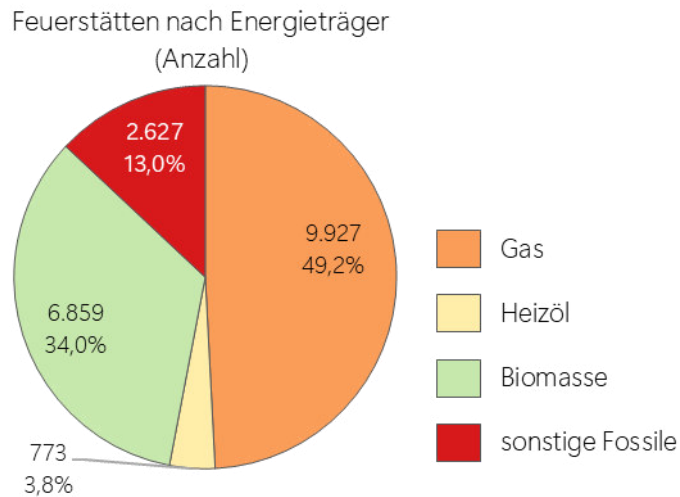


Abbildung 14: Energieträger der dezentralen Heizquellen in Ilmenau (Anzahl)

Dies spiegelt sich auch in Abbildung 15 wider. Hier werden die eingesetzten Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten dargestellt. Während Zentralheizungsfeuerstätten wie Heizkessel insbesondere mit Heizöl und Erdgas betrieben werden, ist bei Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen oder Raumheizern der Anteil von Holz dominierend.

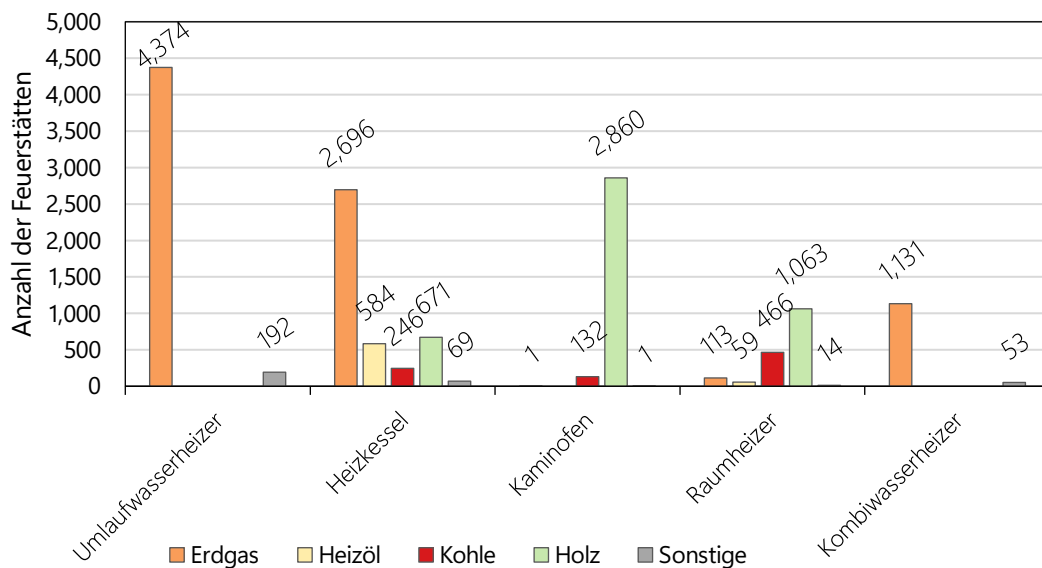


Abbildung 15: Eingesetzte Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten

Daten über die Altersstruktur der erfassten Feuerstätten liegen nicht vor, sodass keine Aussagen über den erwarteten Investitionsbedarf entsprechend den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (§ 72), nach dem ein Betriebsverbot für Erdgas- und Heizöleizungen nach 30 Betriebsjahren vorgesehen ist (Ausnahmen sind definiert), getroffen werden können.

2.3.3 Wärmepumpen

Zur Auswertung der installierten Wärmepumpen wurden Netzabsatz-Daten von den Stadtwerken Ilmenau und der TEN (Thüringer Energienetze GmbH & Co.KG) zur Verfügung gestellt. Im Kalenderjahr 2023 betrug der abgerechnete Strombedarf für Heizzwecke in Ilmenau insgesamt 3.001 MWh; dazu wurden insgesamt 582 strombetriebene Heizanlagen und Wärmepumpen mit Strom eingesetzt. Eine Aufteilung nach Speicherheizungen und Wärmepumpen ist aufgrund der Datenverfügbarkeit nur für das Gebiet der Stadtwerke Ilmenau möglich. Danach werden an den 257 Anschlüssen im Versorgungsgebiet der Stadtwerke 119 Wärmepumpen (700 MWh) und 138 Speicherheizungen (528 MWh) betrieben. Im Gebiet der TEN werden 325 Anschlüsse mit Strom versorgt, die insgesamt 1.773 MWh verbrauchen. Die genannten Daten beziehen sich auf das Kalenderjahr 2023.

Die genauere räumliche Aufteilung der Anlagen auf die einzelnen Gebäude der Stadt ist für das Gebiet der Stadtwerke Ilmenau bekannt. Für das Versorgungsgebiet der TEN liegen die Daten auf der Grundlage von Straßenabschnitten vor, sodass auch hier eine ausreichende räumliche Zuordnung möglich ist.

2.3.4 Gasinfrastruktur

Zur Auswertung der Gasinfrastruktur wurden Daten der beiden Gasnetzbetreiber Stadtwerke Ilmenau und TEN herangezogen. In Ilmenau ist in weiten Teilen eine flächendeckende Gasinfrastruktur vorhanden. Abbildung 156 stellt die Quartiere dar, in welchen Gasanschlüsse vorhanden sind. Nur im Ortsteil Heyda ist kein Gasnetz vorhanden.

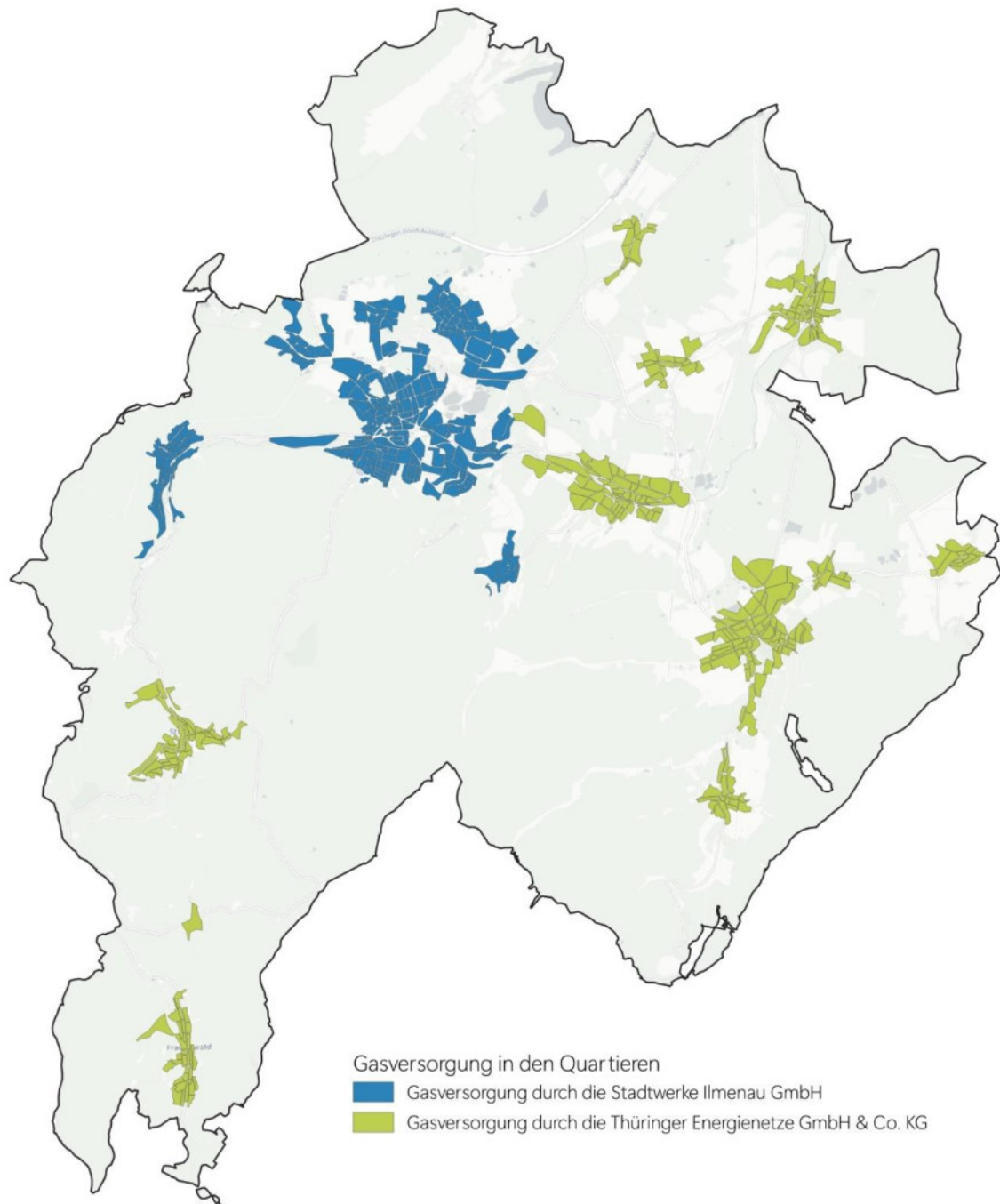


Abbildung 16 Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen

Das Gasnetz der Stadtwerke verfügt über eine Länge von rund 115 km, von denen 25 km, 22 km bzw. 68 km auf die unterschiedlichen Druckniveaus Hochdruck (> 1 bar), Mitteldruck (0,1 bis 1 bar) bzw.

Niederdruck ($< 0,1$ bar) entfallen. Dieses Netz versorgt über 4.059 Anschlüsse (Stand 2024), von denen 14 auf das Hochdrucknetz, 700 auf das Mitteldrucknetz und 3.345 auf das Niederdrucknetz entfallen.

Das Leitungsnetz der TEN ist insgesamt 165 km lang, davon 72 km im Niederdruck, worüber 2.093 Anschlüsse versorgt werden. Der Rest entfällt auf das Hochdrucknetz mit 1.477 Abnehmern bei 1 bar und 3 Abnehmern bei 4 bar. Damit beträgt die gesamte Zahl der Anschlüsse (Stand 2024) insgesamt 3.573.

Eine Umstellung des Gasnetzes von Methan auf Wasserstoff wird nach Aussage der Betreiber Stadtwerke Ilmenau und TEN derzeit nicht angestrebt. Inwiefern grüner Wasserstoff künftig zur Verfügung stehen wird, ist ohnehin fraglich. Einerseits steht einer großen erwarteten Nachfrage von Industrie und Teilen des Verkehrssektors (z. B. Flugverkehr) ein aktuell noch nicht vorhandenes Angebot an grünem Wasserstoff gegenüber. Zudem lässt die erwartete große Nachfrage in der Industrie mittel- und auch langfristig hohe Preise erwarten, was den Einsatz von grünem Wasserstoff im Wärmesektor auf hochpreisige Nischenanwendungen beschränken dürfte.

Für beide Netzbetreiber liegt aufgrund der aktuellen Einschätzung von Markt und Technologieentwicklung kein verbindlicher Transformationsplan vor, der eine sichere Verfügbarkeit des Wasserstoffs erwarten ließe. Solche Transformationspläne sind derzeit auch nicht kurzfristig in Umsetzung. Darüber hinaus wären ältere Bestandteile des Gasnetzes nach aktuellem Stand nicht für eine Nutzung mit Wasserstoff geeignet.

2.3.5 Wärmenetz

In Ilmenau wurde das Wärmenetz der IWV (Ilmenauer Wärmeversorgung GmbH) betrachtet. Es handelt sich um ein ausgedehntes Versorgungsnetz, das große Teile der Kernstadt mit Wärme versorgt.

Das Wärmenetz versorgt 1.568 Abnehmer mit Fernwärme. Kälte wird von 9 Nutzern bezogen. Die insgesamt 1.577 Abnehmer verbrauchten im Jahr 2024 rund 82 MWh. Davon gehören 1.386 Abnehmer in den Wohnsektor (ca. 42 GWh), 113 Abnehmer in Gewerbenutzungen (ca. 17 GWh). Die übrigen 69 Abnehmer gehören überwiegend zum öffentlichen Sektor und verbrauchten 2024 ca. 23 GWh. Im Wärmekataster der kommunalen Wärmeplanung wird mit gemittelten Daten der letzten Jahre gearbeitet, wodurch hier geringfügig andere Werte genannt werden.

Die gesamte genutzte Energie im Wärmenetz Ilmenaus stammt aus fester Biomasse. Damit ist die CO₂-Bilanz für die Ilmenauer Fernwerke ausgesprochen günstig. Der Primärenergiefaktor beträgt 0,22. Die Wärmeerzeugung erfolgt in den Anlagen der Biomasse-Heizkraftwerk Ilmenau GmbH, einem Joint-Venture aus Iqony Energies GmbH und die Ilmenauer Wärmeversorgung GmbH (IWV). Das Ilmenauer Heizkraftwerk aus dem Jahr 2005 ist eine Altholzfeuerung (Brennstoff ist Altholz der Klassen A1-A3) mit Dampfkreislauf (Dampfmenge 23,5 t/h bei 46 bar und 430 °C). Neben der Fernwärme wird dabei mit 5,1 MW Leistung auch elektrischer Strom produziert. Am Standort befindet sich seit 2013 auch ein Biogas-Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 0,8 MW elektrischer Leistung. Die Gasturbinenanlage von 1995 hingegen ist seit 2010 nicht mehr im Einsatz.

Die IWV betreibt auch ein Kältenetz insbesondere zur Versorgung des Campus der TU Ilmenau. Das Verteilnetz, welches durch Absorptionskältemaschinen gespeist wird, besitzt eine Länge von rund 2,1 km und eine Kälteleistung von 4,2 MW.

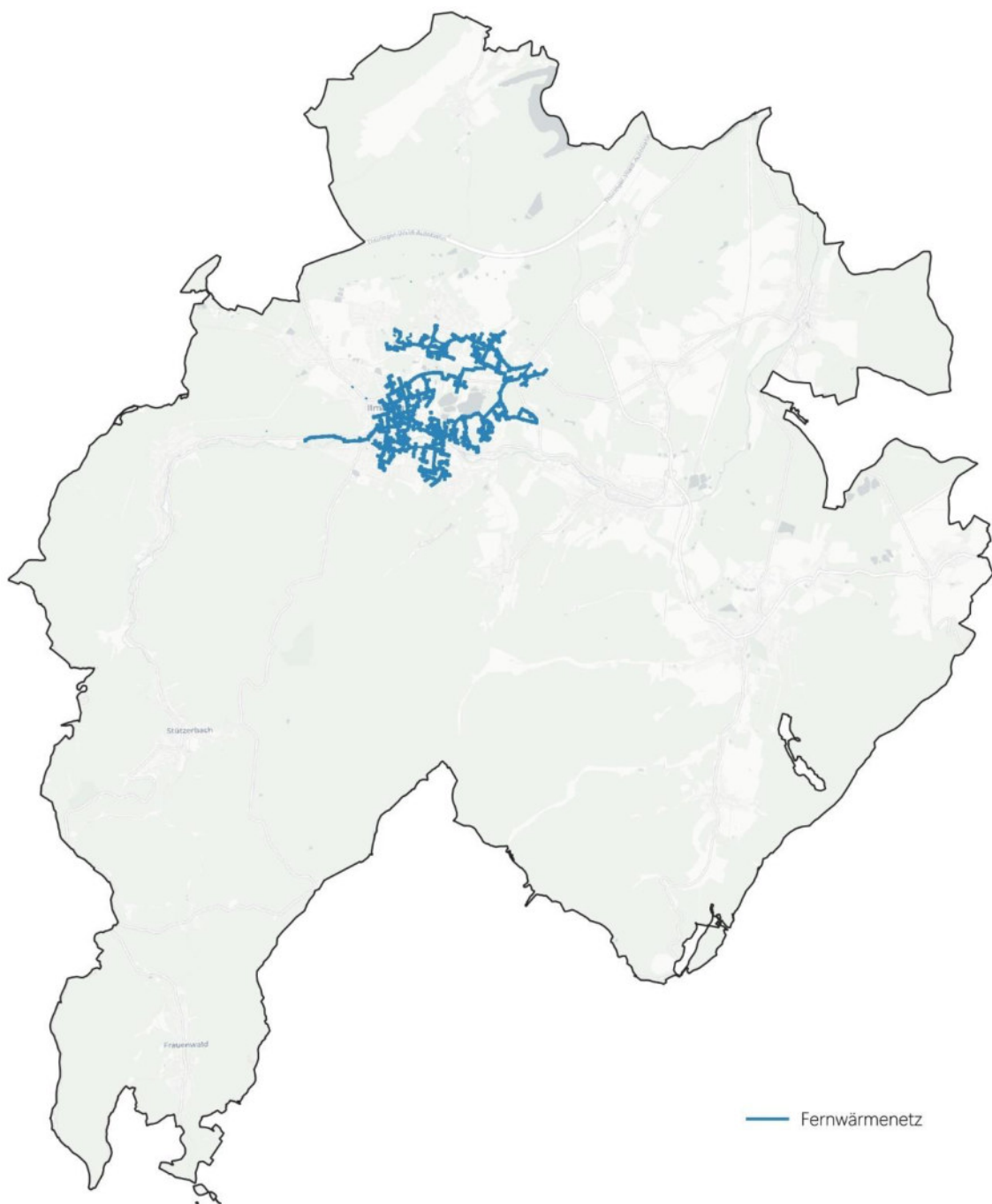


Abbildung 17: Wärmenetz in Ilmenau

2.3.6 Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung

Aus den vorangegangenen Informationen zur aktuellen Wärmeinfrastruktur kann der aktuelle Wärmemix bestimmt werden. Dazu wird der in Kapitel 2.2 dargestellte Wärmebedarf mit den Informationen über Gasanschlüsse von den Gasnetzbetreibern, Wärmenetzanschlüsse von Wärmenetzbetreibern, Wärmepumpenzähler von Stromnetzbetreibern, Fragebögen und Begehungen bei Industriebetrieben sowie Kaminkehrerdaten verschnitten.

Abbildung 18 stellt den Wärmebedarf aufgeteilt nach Energieträgern dar. Von den benötigten 408,7 GWh/a wird der Großteil durch Gas und Fernwärme bereitgestellt: 199,5 GWh/a (49 %) stammen aus der Erdgasversorgung, 80,5 GWh/a (20 %) aus Fernwärme. Weitere 53,9 GWh/a (13 %) werden mit Heizölf Feuerungen, 14,4 GWh/a (4 %) durch sonstige fossile Energieträger betrieben. Erneuerbare Energien stammen insbesondere aus Biomasse (37,3 GWh/a oder 9 %, die Biomasse im Ilmenauer Fernwärmenetz ist hierbei ausgenommen) und Solarthermie (0,8 GWh/a oder 0,2 %). In Ilmenau sind dem Stromnetzbetreiber zum Stand 2022 insgesamt 582 Wärmepumpen und Speicherheizungen gemeldet. Diese tragen knapp 3 GWh/a (1 %) zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom. Durch den Einsatz von Strom zur Erzeugung von Prozesswärme, z. B. in den Ilmenauer Quarzschmelzen, liegt der gesamte Strom-Anteil an der Wärmeversorgung deutlich höher.

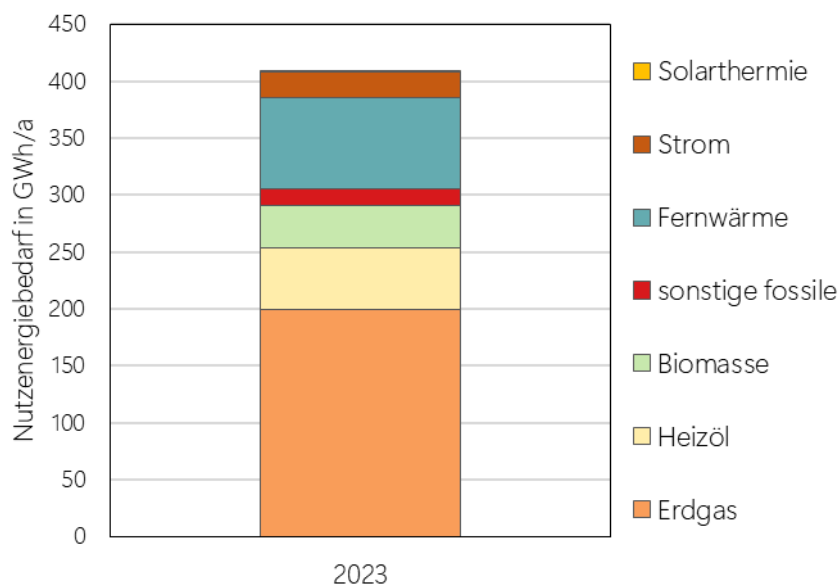


Abbildung 18: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger

Für die Bereitstellung des Wärmebedarfs von 408,7 GWh/a in den Gebäuden werden 476,7 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Der Endenergiebedarf beschreibt, welche Menge an Energieträgern (z. B. Erdgas, Heizöl, Strom oder Biomasse) zur Erzeugung der benötigten Wärme verbraucht wird. Er berücksichtigt damit beispielsweise auch Wirkungsgrade. Die Aufteilung der Energieträger ist in Abbildung 19 dargestellt. Anteilig ist die Änderung im Vergleich zum Wärmebedarf gering, da die meisten Technologien ähnliche Wirkungsgrade aufweisen. Speziell Wärmepumpen haben allerdings aufgrund des hohen Wirkungsgrades (COP) einen deutlich niedrigeren Endenergiebedarf, da die verwendete Umgebungswärme nicht als Endenergie bilanziert wird. Für die Wärmeversorgung in Ilmenau werden 234,7 GWh/a (49 %) Erdgas, 63,3 GWh/a (13 %) Heizöl und 18,0 GWh/a (4 %) sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas) eingesetzt. Dazu kommen 46,6 GWh/a (10 %) Biomasse exkl. Wärmenetze und insgesamt 19,9 GWh/a (4 %) Strom und Solarthermie. Insgesamt trägt die Fernwärme mit 94,2 GWh/a (20 %) zum Endenergieverbrauch bei, hierbei sind zunächst nur Verteilverluste inbegriffen. In die Fernwärmeerzeugung fließen weitere Wirkungsgrade der Energieträger mit ein. Hierbei wird der gesamte Bedarf durch Biomasse gedeckt.

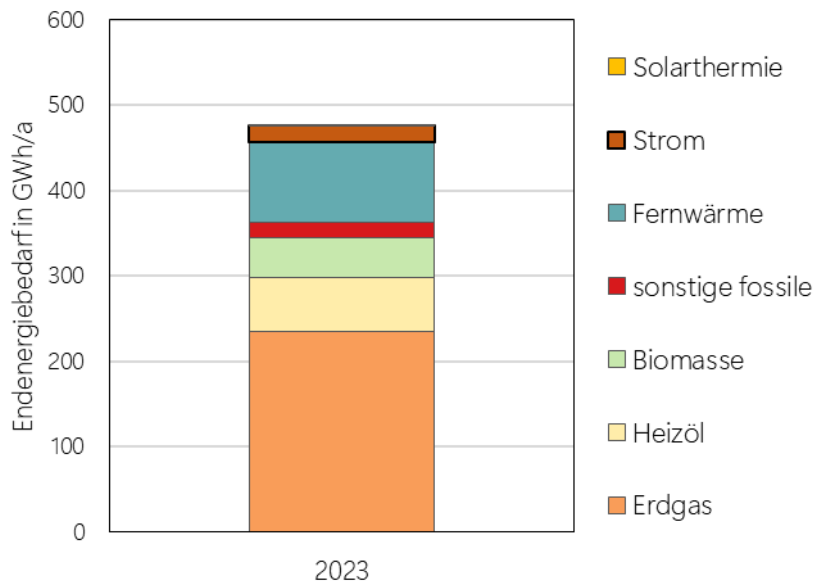


Abbildung 19: Endenergiebedarf nach Energieträger

Unter der Annahme, dass rund 50 % des eingesetzten Stroms in Wärmepumpen und Speicherheizungen aus erneuerbaren Quellen stammt, beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieeinsatz 32 % bzw. 151 GWh/a. Durch einen schrittweisen Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen sowie die Integration weiterer erneuerbarer Wärme- und Abwärmequellen kann und soll dieser Anteil in Zukunft wesentlich gesteigert werden.

Die Aufteilung der Endenergieträger auf die einzelnen Sektoren wird in Abbildung 20 dargestellt. Der Endenergieverbrauch des Sektors Wohnen beläuft sich auf 328,5 GWh/a, während öffentliche Einrichtungen 46,3 GWh/a und Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie 101,9 GWh/a verbrauchen. Bezogen auf die gesamte Wohnfläche beläuft sich der Endenergieverbrauch des Sektors Wohnen somit auf 137 kWh/m².

Der Energiemix des Sektors Wohnen ist dominiert durch den Gasverbrauch. 56 % des Verbrauchs entfallen auf diesen Energieträger. Rund 15 % wird durch Fernwärme versorgt, während die Biomasse exkl. Wärmenetze immerhin 13 % des Energiemix trägt. Heizöl spielt mit 9 % im Wohnsektor Ilmenaus eine geringere Rolle, wobei in einzelnen Ortsteilen der Verbrauch deutlich höher ist. In Heyda ist der Heizöl-, aber auch der Biomasseverbrauch höher als im Stadtdurchschnitt, weil hier keine Gas-Netzversorgung existiert. Zusätzlich gibt es im Sektor Wohnen einen kleinen Anteil an Solarthermie (ca. 0,2 %).

Im Sektor GHD und Industrie ist der Anteil von Erdgas (37 %) gegenüber dem Sektor Wohnen leicht niedriger. Fernwärme liegt ähnlich wie bei Wohngebäuden bei 13 %. Wegen der benötigten Prozesswärme in einigen Betrieben ist hier der Stromverbrauch mit 16 % deutlich höher.

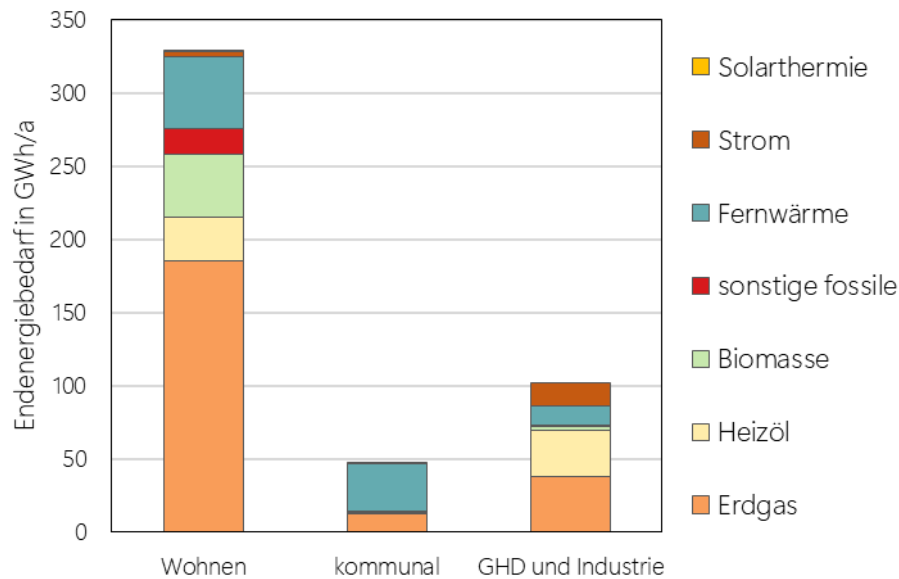


Abbildung 20: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor

Öffentliche Einrichtungen haben mit 69 % den höchsten Anteil an Fernwärme aller Sektoren. 3 % des Endenergieverbrauchs entfallen auf Heizöl, 26 % auf Erdgas. Der Sektor öffentliche Einrichtungen beinhaltet neben kommunalen Gebäuden auch kirchliche, soziale und sonstige öffentliche Einrichtungen.

Abbildung 21 stellt den dominanten Energieträger in den einzelnen Quartieren Ilmenaus kartographisch dar. Erwartungsgemäß dominieren in vielen Gebieten Erdgas bzw. Gase. Deutlich sind auch die Ilmenauer Fernwärmegebiete in der Kernstadt erkennbar. Hier ist in weiten Teilen bereits die Fernwärme durch erneuerbare Biomasse vorherrschend.

Für die Stadt Ilmenau stellt die Energiewende eine erhebliche Aufgabe dar. Die aktuelle Wärmeversorgung ist zu 68 % von fossilen Energieträgern abhängig. Es gilt den Anteil erneuerbarer Energien in den Jahren bis 2045 auf 100 % anzuheben. Dominierend ist die Gasversorgung, die auch in der räumlichen Zuordnung das Stadtgebiet dominiert. Eine Transformation zu Wasserstoffnetzen ist nach der Beurteilung der Versorgung aus heutiger Sicht nicht wahrscheinlich und somit auch im Zielszenario der Wärmeplanung nicht vorgesehen.

Positiv zu bewerten ist die vollständig auf Biomasse basierende Wärmeversorgung im Fernwärmenetz. Sie macht rund ein Fünftel der Wärmeversorgung im Stadtgebiet aus. Die Nutzung von Solarthermie oder Wärmepumpen ist in Ilmenau nochentwicklungsfähig.

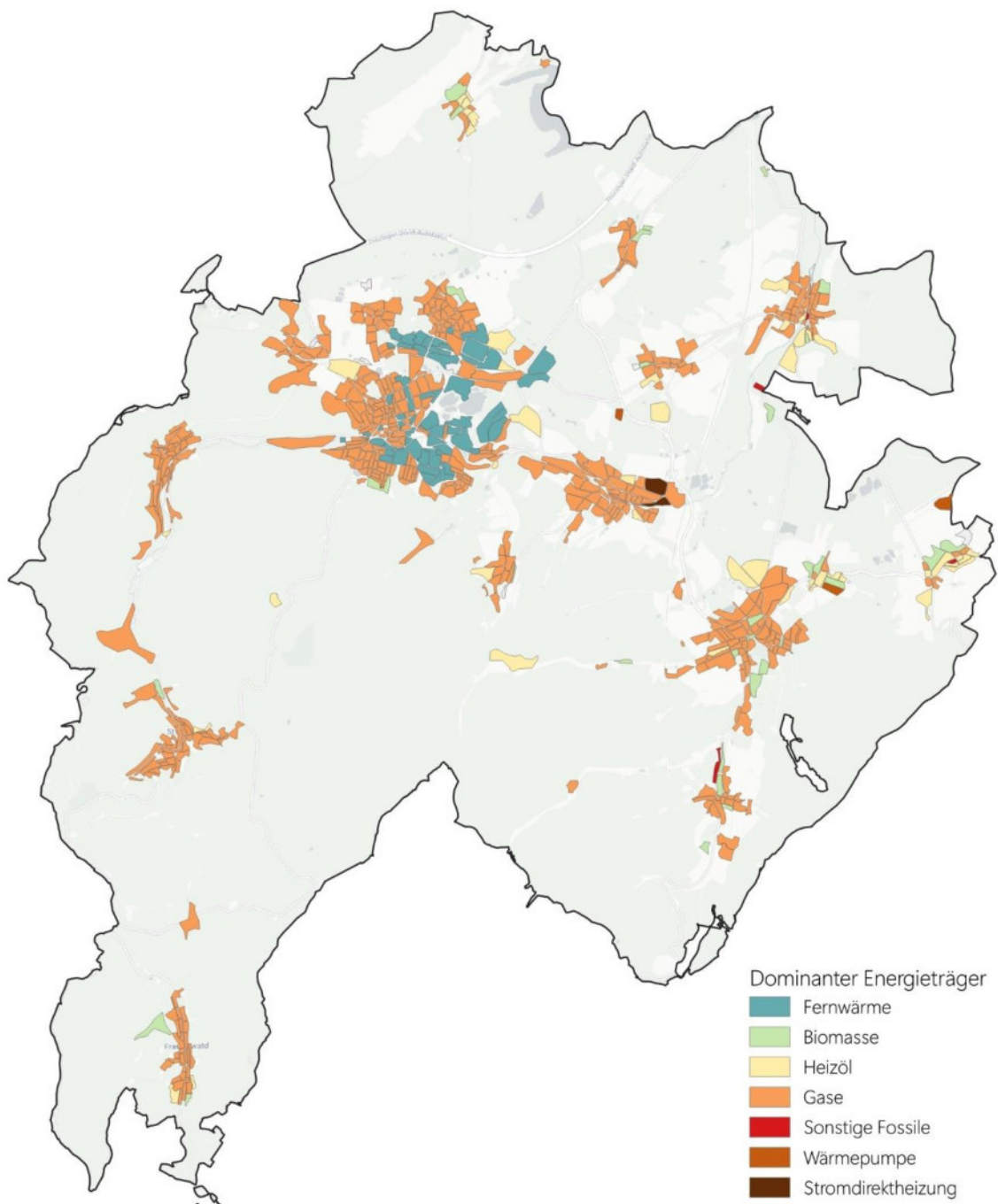


Abbildung 21: Dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren

2.3.7 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Die sehr starke Abhängigkeit der Wärmeversorgung von fossilen Quellen in Ilmenau führt in der Konsequenz zu erheblichen Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung. Insgesamt werden in Ilmenau aktuell rund 90.500 Tonnen CO₂-eq für Wärmezwecke ausgestoßen. Abbildung 22 verdeutlicht die Verteilung der Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern. Hauptverursacher für die Emissionen sind Erdgas (54.700 t/a bzw. 60 %) und Erdöl (19.700 t/a bzw. 22 %). Weiterhin sind

sonstige fossile Energieträger (insbesondere in der Form von Flüssiggas und diverse Verarbeitungsarten von Kohle) für 4.200 t/a, Strom für 8.300 t/a und Biomasse für 1.000 t/a verantwortlich, der Anteil von Solarthermie ist vernachlässigbar gering.

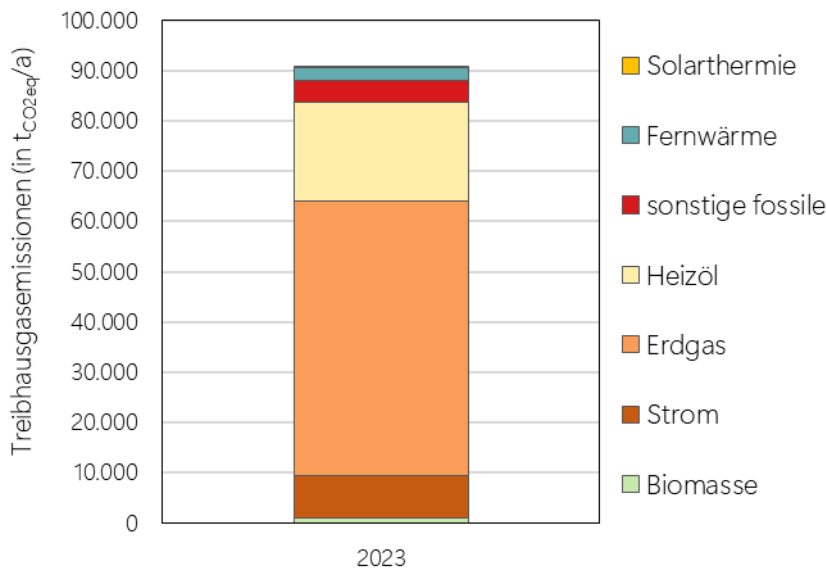


Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Verteilung der Emissionen auf die Energieträger lässt sich zum einen auf die stark unterschiedlichen Verbrauchsmengen zur Wärmeerzeugung zurückführen. Zum anderen unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger deutlich (Tabelle 1). Während fossile Energieträger mit hohen spezifischen Emissionen verbunden sind (und hier der Einsatz von Heizöl als nochmals schädlicher einzustufen ist als der von Erdgas), beträgt der CO₂-Ausstoß erneuerbarer Energien nur einen Bruchteil davon. So ist der Einsatz von Holz beispielsweise mit nur 7 % der Treibhausgasemissionen von Heizöl belastet. Dennoch wird Holz nicht als komplett klimaneutral bewertet, da beispielsweise bei Transport oder Verarbeitung CO₂-Emissionen anfallen.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in tCO₂eq/MWh [1]

Energieträger	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311	0,311	0,311	0,311
Biomasse	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Strom	0,435	0,27	0,151	0,032	0,032
Solarthermie	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Biomethan	0,090	0,086	0,084	0,081	0,079
Industrielle Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Tiefengeothermie	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036

In den Emissionsfaktoren zeigt sich der Effekt der Energiewende auf dem Stromsektor: Während Netzstrom heute wesentlich durch den Einsatz von Kohle und Erdgas erzeugt wird, wird künftig vorrangig erneuerbarer Strom Anwendung finden. Dies reduziert den Emissionsfaktor von aktuell 0,435 t_{CO₂eq}/MWh auf perspektivisch 0,032 t_{CO₂eq}/MWh in 2040. Diese Entwicklung spielt eine zentrale Rolle bei der Wärmewende und ermöglicht es, Wärmepumpen zukünftig auf emissionsarmen Strom zurückzugreifen, auch wenn dieser aus dem öffentlichen Stromnetz stammt.

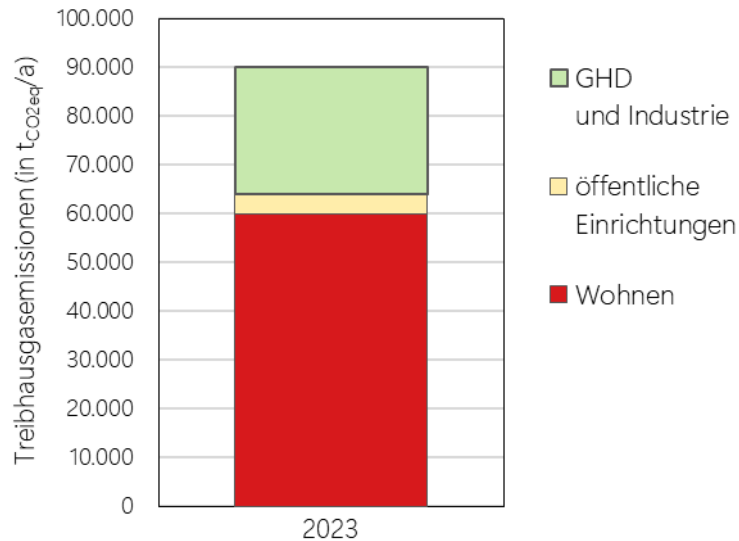


Abbildung 23: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren

Die Aufteilung der Treibhausgasemissionen auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 23 dargestellt. Es wird deutlich, dass der Großteil der Emissionen aus dem Wohnsektor stammt. Die Wärme-erzeugung verursacht hier jährlich etwa 60.200 t_{CO₂eq}, was etwa 66 % der Gesamtemissionen aus-macht. Dies verdeutlicht erneut die zentrale Rolle des Wohnsektors bei der Wärmewende. Der Sektor GHD und Industrie verursacht jährlich weitere 26.200 t_{CO₂eq} (29 %). Der Beitrag der kommunalen Lie-genschaften beläuft sich lediglich auf 4.200 t_{CO₂eq} oder 5 %. Auch wenn kommunale Gebäude abso-lut betrachtet einen geringeren Beitrag zu den Emissionen aufweisen, haben sie dennoch einen gro-ßen Hebel (Größe der einzelnen Gebäude und damit hohes Einsparpotenzial bei Einzelmaßnahmen; direkte Steuer- und Beeinflussbarkeit durch die Kommune; Multiplikatorwirkung).

Wie schon beim Endenergieverbrauch der Sektoren (Abbildung 20) angemerkt, gibt es insbesondere bei den Sektoren Wohnen und GHD und Industrie nur geringe Unterschiede im Energiemix. Die Aufteilung der Treibhausgase weicht jedoch erheblich von der Verteilung des Endenergiebedarfs ab. Gas und insbesondere Heizöl zeigen in der Treibhausgasbilanz deutlich höhere Anteile als beim En-denergieverbrauch. So entfallen 87 % der Treibhausgasemissionen auf Gas und Öl. Nimmt man die Kohle hinzu (größter Teil der sonstigen fossilen Energieträger), erreicht der Anteil der fossilen CO₂-Verursacher bei der Wohnnutzung sehr hohe 94 %. Der GHD und Industrie-Sektor erreicht immerhin auch einen Anteil von rund 71 %. Rechnet man hier den Stromverbrauch zu 50 % mit fossilem Ur-sprung ein, so erreicht der fossile Anteil bei Industrie und Gewerbe ebenfalls hohe 83 %.

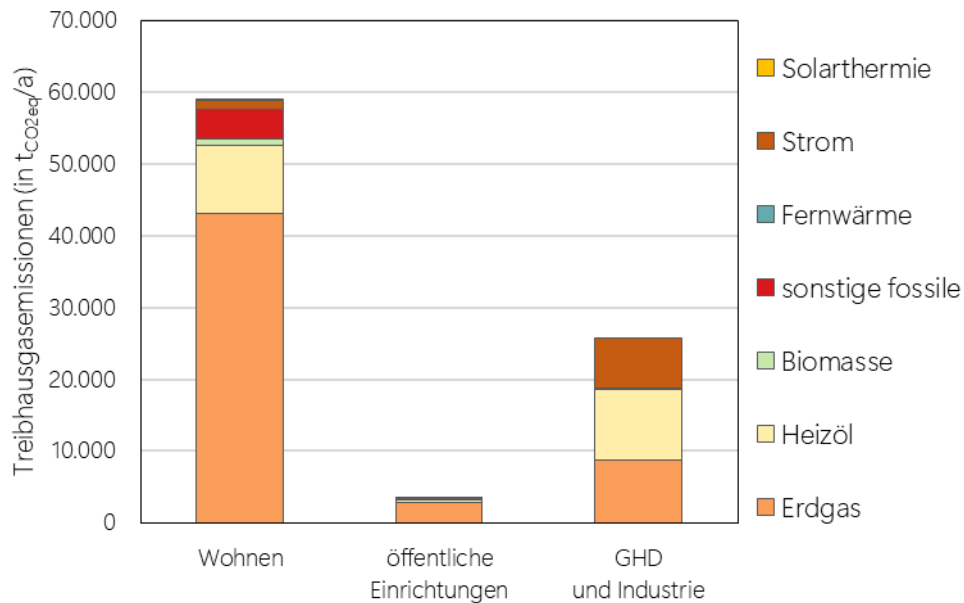


Abbildung 24: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger

Die Fernwärmeversorgung spielt, da sie vollständig aus Biomasse gespeist wird, bei den Treibhausgasberechnungen kaum eine Rolle. Sie sorgt allerdings für einen im Vergleich der Sektorenanteile günstigere Bewertung der Treibhausgasemissionen im Sektor Wohnen und vor allem im öffentlichen Sektor (Tabelle 2). Der Endenergieanteil der Fernwärme im Wohnsektor erreicht 15%, ist aber nur für 2 % der Treibhausgase verantwortlich. Im Öffentlichen Sektor erreicht der Endenergieverbrauch der Fernwärme 69 %, während sie in der Treibhausgasbilanz nur mit 21 % zu Buche schlägt.

Tabelle 2: Vergleich von Endenergiebedarf und Treibhausgasproduktion nach Sektoren.

Sektoren	Wohnen	öffentliche Einrichtungen	GHD und Industrie
Anteil am Endenergiebedarf in %	69	10	21
Anteil an den Treibhausgasemissionen in %	66	5	29

2.4 Zwischenfazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stellt durch die Auswertung von Daten der Netzbetreiber, der Schornsteinfeger, Befragung der ansässigen energieintensiven Unternehmen, Vor-Ort-Begehungen, Gebäudebasisdaten, statistischer Kennzahlen und weiterer Datenquellen den Status-Quo der Wärmeversorgung dar. In Ilmenau basiert der größte Teil des ermittelten Wärmebedarfs (73 %) auf standortgenauen Verbrauchsangaben der Versorger. Die restlichen 27 % stammen aus der Verwendung der Khebrbücher sowie aus Schätzungen auf Grundlage der ermittelten Gebäudestruktur. Die Auswertung der Daten zeigt auf, welche Herausforderung durch die Wärmewende gestellt wird:

- 88 % der Gebäude sind Wohngebäude, 9 % entfallen auf den gewerblichen Sektor und weitere 3% sind öffentliche Gebäude. Die Wohngebäude sind zu 57% Einfamilienhäuser hinzu kommen

26 % Doppel- und Reihenhäuser. Etwa 51 % der Wohngebäude wurden vor 1948 errichtet. Weitere 25 % entstanden während der DDR-Zeit, meist als große Gebäudeeinheiten. Weitere 24 % der Gebäude wurden nach der Wende ab 1991 errichtet. Trotz der erheblichen Investitionen in den 90iger und 2000er Jahren zeigt die Altersstruktur der Gebäude den Sanierungsbedarf, aber auch das Potenzial für Wärmeeinsparungen auf.

- Insgesamt beträgt der Endenergiebedarf in Ilmenau rund 476,7 GWh/a. Mit 69 % wird der Großteil der Wärme im Wohnsektor benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen mit weiteren 21 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 10 % des Wärmebedarfs entfallen auf öffentliche Einrichtungen.
- Die dezentrale Wärmebereitstellung in Ilmenau ist stark von Erdgas und Holz geprägt. Von etwa 10.400 Zentralheizungsfeuerstätten werden 82 % mit Erdgas betrieben. Der Rest verteilt sich auf Heizöl, Holz oder sonstige fossile Brennstoffe. Bei den Einzelheizungen (8.700) dominiert mit 71 % die Holzfeuerung. 27 % entfallen auf die sonstigen fossilen Brennstoffe (v.a. Flüssiggas und Kohle).
- Die zentrale Wärmeversorgung im Fernwärmenetz versorgt aktuell insgesamt 1.584 Anschlüsse. Die Fernwärme in Ilmenau wird vollständig aus erneuerbaren Quellen gespeist, wobei hier Biomasse zum Einsatz kommt. Die Gasnetze in Ilmenau versorgen 7.632 Anschlüsse mit Wärme.
- Von den benötigten 408,7 GWh/a Wärmebedarf wird ein großer Teil durch Erdgas (49 %) und Fernwärme (20 %) bereitgestellt. Weitere 13 % werden durch Heizöl geliefert, das sowohl im Wohn- als auch im gewerblichen Sektor eingesetzt wird. 4 % werden durch sonstige fossile Energieträger erzeugt. Erneuerbare Energien (einschl. Fernwärme) stammen insbesondere aus Biomasse (30 %) und Solarthermie (0,2 %). In Ilmenau sind von den Stromnetzbetreibern zum Stand 2023 insgesamt 582 Wärmepumpen und Speicherheizungen gemeldet (4 % der Wärmeversorgung).
- Bezogen auf den Endenergieeinsatz beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme aktuell rund 32 %.
- Insgesamt werden in Ilmenau aktuell rund 90.500 Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) für Wärmezwecke ausgestoßen. Hauptverursacher für die Emissionen sind Heizöl und Erdgas 82 %. 66 % der Emissionen werden vom Wohnsektor ausgestoßen.

Nach dem Wärmeplanungsgesetz muss die Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden. Die Bestandsanalyse zeigt den Ausgangspunkt für die Wärmewende, verdeutlicht die Herausforderung und bietet für alle weitergehenden Schritte die notwendige Datenlage.

3 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird strukturiert ermittelt, welches Potenzial vor Ort zur Verfügung steht, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Dabei spielen mehrere Säulen eine zentrale Rolle. Einerseits werden erneuerbare Energien als zentrales Potenzial für grüne Wärme betrachtet (Kapitel 3.1). Diese können beispielsweise Solarthermie, Geothermie, Biomasse oder auch Aquathermie umfassen. Andererseits werden Abwärmequellen innerhalb des Stadtgebiets identifiziert (Kapitel 3.2), wie etwa aus Abwasser oder aus industriellen oder gewerblichen Unternehmungen. Auch der Ausbau von Wärmespeichern wird als wesentliches Potenzial zum Gelingen der Wärmewende betrachtet (Kapitel 3.3). Zusätzlich wird untersucht, wie Energieeinsparung und Prozesseffizienz den Wärmebedarf in der Zukunft beeinflussen und reduzieren können (Kapitel 3.4).

Alle diese Informationen sind zentrale Bestandteile für die Entwicklung der Wärmewendestrategie an späterer Stelle. Sie zeigen den Rahmen auf, innerhalb dessen sich regionale, klimaneutrale Wärmeversorgungs-konzepte bewegen können.

Wichtig ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die im Folgenden dargestellten Potenziale im Wesentlichen technische Potenziale darstellen. Diese bestimmen je Energiequelle, wie viel Ertrag mit üblichen technischen Anlagen auf den verfügbaren Flächen möglich ist. Dabei werden u.a. auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, ebenso wie technologische Grenzwerte. Allerdings werden wirtschaftliche Einflussfaktoren (bspw. Erschließungs- und Investitionskosten und deren Verhältnis zu möglichen Erträgen) nicht explizit einbezogen. Ob ein Potenzial auch wirtschaftlich genutzt werden kann, muss im Einzelfall beurteilt werden.

3.1 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien

Um das Potenzial erneuerbarer Energien zu quantifizieren, wird ein Indikatorenmodell eingesetzt. In diesem werden jeder Fläche im Stadtgebiet Eigenschaften (Indikatoren) zugewiesen. Damit werden zunächst Positivflächen definiert, auf denen eine Nutzung erneuerbarer Energien grundsätzlich möglich ist. Dies können bei Photovoltaikanlagen beispielsweise Flächen im Umkreis von Autobahnen und Bahnstrecken sein, ebenso wie benachteiligte Gebiete gemäß PV-Förderkulisse.

Von diesen Positivflächen werden Flächen mit Restriktionskriterien abgezogen. Diese Kriterien schließen eine energetische Nutzung explizit aus. Im Beispiel der Photovoltaikanlagen können dies beispielsweise Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen, Flächen mit starker Hangneigung, etc. sein. Die Restriktionskriterien können dabei hart oder weich sein. Harte Kriterien schließen eine energetische Nutzung aus. Weiche Kriterien schließen eine Nutzung nicht aus, reduzieren jedoch die Eignung der Fläche.

Um dieser Unterscheidung Rechnung zu tragen, wird im Folgenden zwischen einem bedingt geeigneten und einem geeigneten Potenzial differenziert. Das bedingt geeignete Potenzial berücksichtigt lediglich die harten Restriktionskriterien. Das geeignete Potenzial schließt darüber hinaus Flächen mit weichen Restriktionskriterien aus.

Die verfügbaren Flächen werden abschließend mit technologiespezifischen Faktoren in ein energetisches Potenzial gewandelt.

3.1.1 Photovoltaik und Solarthermie

Für die Nutzung von solarer Energie stehen sowohl PV-Anlagen als auch Solarthermieranlagen zur Verfügung. Erstere wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in elektrischen Strom um, welcher später beispielsweise in Wärmepumpen zur Wärmeversorgung genutzt werden kann. Letztere erzeugen direkt Wärme aus der Solarstrahlung auf einem Niveau von etwa 80 bis 150 °C abhängig von der Kollektorart.

Sowohl PV- als auch Solarthermieranlagen können auf der freien Fläche und auf Gebäudedächern installiert werden. Das lokal vorhandene Potenzial soll in den folgenden Kapiteln abgeschätzt werden.

3.1.1.1 Freiflächen-Photovoltaik

Zur Quantifizierung des Potenzials von Strom aus Freiflächen-Photovoltaik wird zunächst die geeignete und bedingt geeignete Fläche für deren Errichtung bestimmt. Für das geeignete Potenzial werden nach dem EEG 2021 als Positivflächen die Seitenrandstreifen bis 200 m neben Autobahnen und Schienen herangezogen. Für das bedingt geeignete Potenzial wird als Positivfläche das gesamte Stadtgebiet berücksichtigt. Außerhalb der oben genannten Flächen ist für die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen die Aufstellung von Bauleitplänen erforderlich. Die Bauleitpläne sind mit der Raumordnung und Landesplanung abzustimmen. Die Ziele der Landesplanung, wie sie im Landesentwicklungsprogramm Thüringen (LEP 2025) und dem Regionalplan Mittelthüringen festgesetzt sind, sind einzuhalten. Wird mit der Planung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage von den Zielen der Landesplanung abgewichen, so ist ein Zielabweichungsverfahren notwendig.

Von den Positivflächen werden Restriktionsflächen wie stehende und fließende Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen und festgesetzte Überschwemmungsgebiete, PV- und Windbestandsanlagen, Flächen mit extremer Hanglage, Ortslageflächen, Gebäude, Freizeit- und Sportanlagen, Verkehrswege, Strommasten und Umspannwerke, Nationalparks, Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, Trinkwasserschutzgebiete, Feuchtgebiete nach Ramsar, Flora-Fauna-Habitat-Gebiete, Vogelschutzgebiete sowie Landschaftsschutzgebiete abgezogen. Flächen unter 500 m² werden ebenfalls ausgeschlossen, da auf diesen kein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb der Anlagen naheliegend scheint. Als geeignete Flächen werden insbesondere privilegierte Flächen nach EEG oder BauGB gekennzeichnet.

Insgesamt beläuft sich die geeignete Fläche auf 175 ha. Das bedingt geeignete Potenzial ergibt weitere 1.750 ha. Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 14 m²/kWp für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Ilmenau von 1.070 kWh/kWp [2] ergibt sich somit ein geeignetes technisches Potenzial von 125 MWp bzw. 134 GWh/a (**Tabelle 3**).

Tabelle 3: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

Sektoren	Fläche (ha)	Installierbare Leistung (MWp)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	175	125	134
Bedingt geeignetes Potenzial	1.750	1.250	1.340
Summe	1.925	1.375	1.474

Abbildung 25 stellt die resultierenden verfügbaren Flächen kartografisch dar. Nach den zuvor beschriebenen Kriterien lassen sich potenzielle Flächen insbesondere im Norden bis Nordosten des Stadtgebietes ausweisen. Mit Stand Oktober 2024 sind in Ilmenau drei Freiflächen-PV-Anlagen in Betrieb (Gewerbegebiet Wümbach-Ost, Gewerbegebiet Gehren und Klärwerk am Hüttengrund) mit einer insgesamt installierten Leistung von 1,4 MW_p gemäß Marktstammdatenregister. Dies entspricht ca. 1 % der technisch möglichen Leistung auf geeigneten Flächen in Ilmenau. Das Potenzial für Freiland-Photovoltaik im Ilmenau ist noch weitgehend ungenutzt.

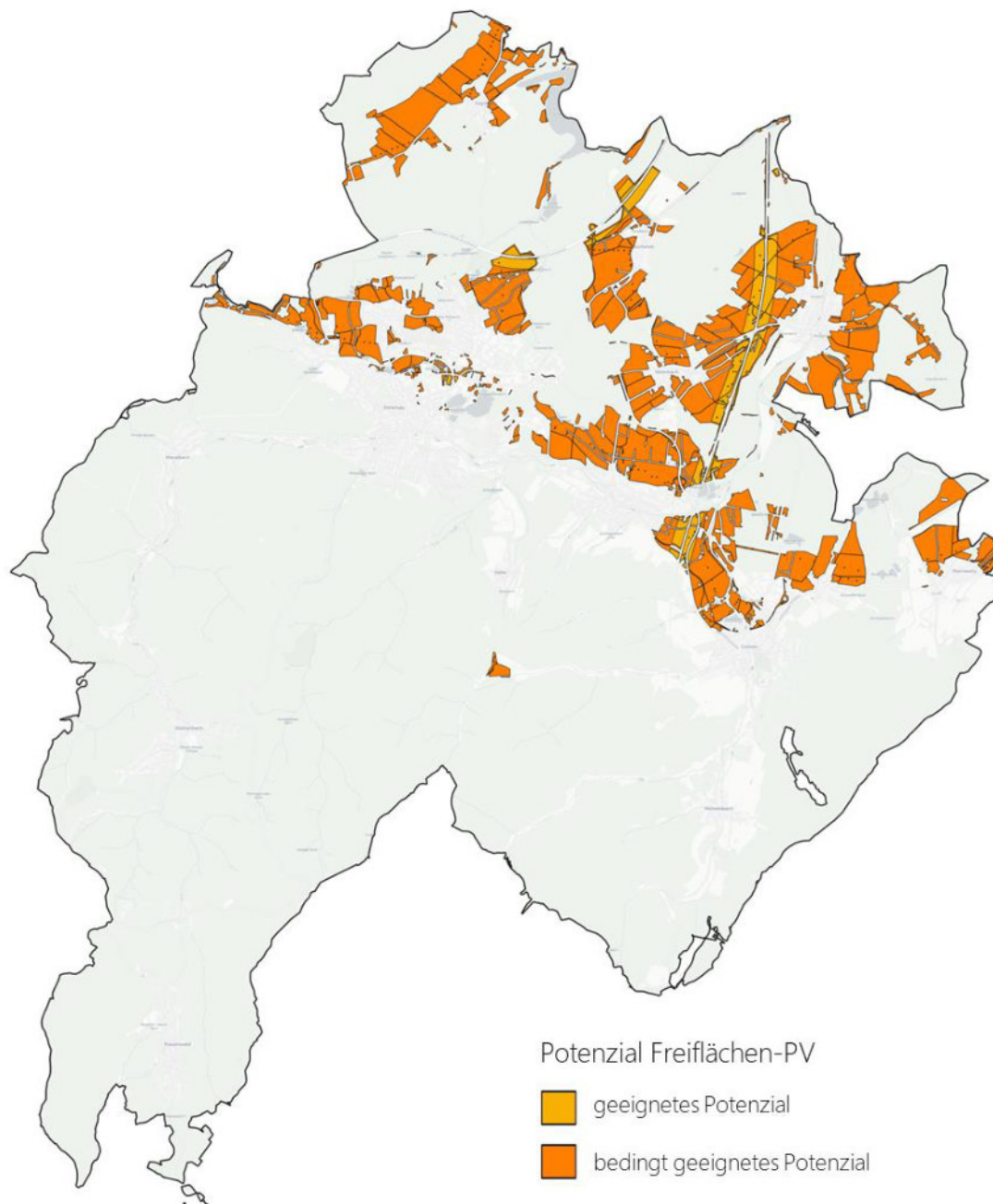


Abbildung 25: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

3.1.1.2 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieanlagen bieten insbesondere für Wärmenetze die Möglichkeit, nachhaltige und oftmals günstige Wärme bereitzustellen und können in vielfachen Systemkombinationen Einsatz finden. Insbesondere in den Sommer- und Übergangsmonaten kann zentrale Solarthermie Wärme in ein Wärmenetz einspeisen und so den Einsatz anderer Energieträger vermeiden. Wird Solarthermie mit saisonalen Speichern gekoppelt, kann sie auch ganzjährig signifikant zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen beitragen.

Das Vorgehen zur Bestimmung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen verläuft analog zur Betrachtung der Freiflächen-PV-Anlagen. Als weiteres Restriktionskriterium kommt jedoch noch ein maximaler Abstand zur nächstgelegenen Siedlung von 500 m zum Einsatz. Dies soll verhindern, dass solare Wärme über technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft weite Distanzen zum Verbrauch transportiert werden muss. Die geeigneten Flächen in Ilmenau werden in Abbildung 26 dargestellt.

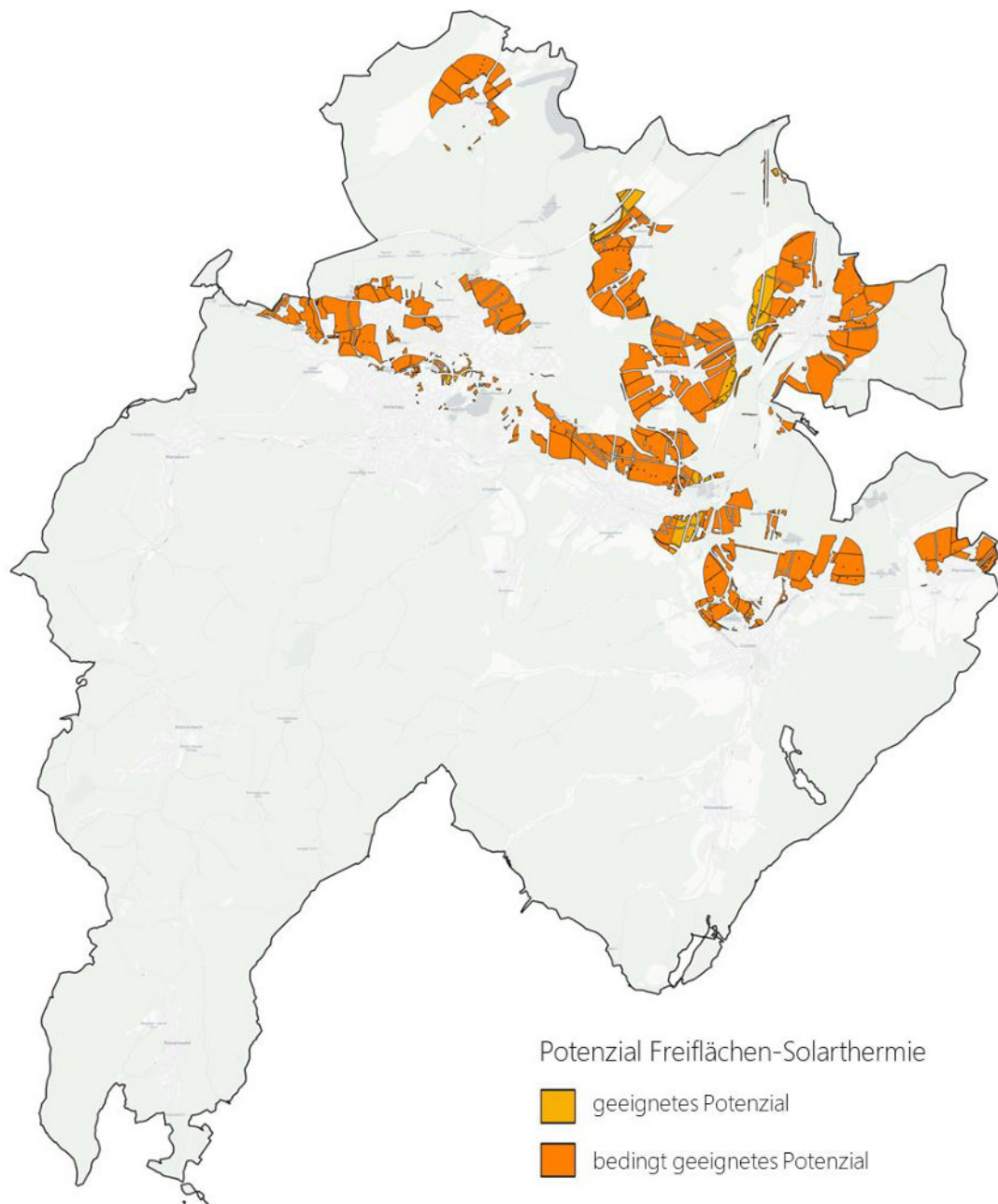


Abbildung 26: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieanlagen

Die gesamt verfügbare geeignete Fläche beläuft sich auf 85 ha. Bedingt geeignete Flächen belaufen sich auf weitere 1.269 ha. Unter Annahme üblicher Belegungsdichten und Aufständierungen kann auf dieser Fläche eine gesamte Kollektorfläche von 5.414.859 m² installiert werden. Bei einem praxisüb-

lichen Jahresnutzungsgrad von 40 % für Solarthermiegroßprojekte und einer regionalen Globalstrahlung von 1.070 kWh/(m²*a) ist auf diesen Flächen somit ein jährlicher, aktuell noch ungenutzter Gesamtwärmeertrag von 2.318 GWh möglich (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

Sektoren	Fläche (ha)	Installierbare Kollektorfläche (m ²)	Jährlicher Wärmeertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	85	340.233	146
Bedingt geeignetes Potenzial	1.269	5.074.626	2.172
Summe	1.354	5.414.859	2.318

Das Potenzial für Freiflächen-Solarthermie ist auf dem Stadtgebiet Ilmenaus noch ungenutzt. Im Vergleich von Abbildung 25 mit Abbildung 26 wird deutlich, dass eine erhebliche Nutzungskonkurrenz aufgrund der Potenzialflächenüberschneidung zwischen Freiflächen-Photovoltaik und Freiflächen Solarthermie herrscht. Es ist zu beachten, dass die für beide Technologien ausgewiesenen Potenzialflächen entweder für Photovoltaik oder für Solarthermie zu nutzen wären. Eine Addition der hier ermittelten Potenziale ist von daher nicht möglich.

3.1.1.3 Aufdach-Photovoltaik

Das Potenzial von Aufdach-Photovoltaikanlagen wurde durch einen Datenrückgriff auf den „EO Solar“ Solaratlas des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) ermittelt. Der Solaratlas verwendet digitalisierte Oberflächenmodelle des Geländes als Grundlage. Diese beschreiben die Erdoberfläche und werden durch Airborne Laserscanning (ALS) -Daten oder bildbasierte Digitale Oberflächenmodelle aus der Korrelation mit orientierten Luftbildern erzeugt. Das genutzte digitale Oberflächenmodell DOM1 hat eine Rasterweite von 1 m. Den DOM-Daten lassen sich neben Informationen über die Gebäude auch Informationen über das umgebende Gelände und Bäume entnehmen. So werden Verschattungen in der Berechnung berücksichtigt.

Die Solarstrahlung wird für alle Flächen unter Beachtung der Sonnenstunden pro Tag für die jeweilige geographische Lage und der Neigung und Ausrichtung der Dachflächen bestimmt. Die Neigung und Ausrichtung der Dachflächen werden mithilfe der DOM-Daten berücksichtigt, Gebäudeaufbauten werden allerdings nicht erfasst. Für jedes Dach wird eine mittlere Solarstrahlung in Wh/m² berechnet. Dächer mit nordseitiger Ausrichtung (337,5°-22,5°) und Dächer mit einer Neigung > 45° werden ausgeschlossen.

Zur Bestimmung der elektrischen Leistung werden PV-Module mit einem Wirkungsgrad von 19 % und einem Performance-Ratio von 86 % angenommen. Das Performance-Ratio bezeichnet das Verhältnis aus tatsächlichem Ertrag und nominalen Ertrag einer PV-Anlage. Das Gesamtpotenzial beträgt 267,4 GWh/a.

Abbildung 27 zeigt die gebäudescharfe Darstellung des Solardach-Potenzials in Ilmenau, die Gebäude sind je nach Potenzial eingefärbt. Allerdings basiert die Darstellung auf Open-Street-Maps-

Daten, während die Berechnung auf Grundlage des DOM erfolgt. Aus diesem Grund kann der EO Solaratlas nicht zur Potenzialanalyse einzelner Gebäude herangezogen werden. Zu diesem Zweck bietet die Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (Thega) den Thüringer Solaratlas an, mit welchem PV-Potenziale einzelner Dachflächen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchgeführt werden können.

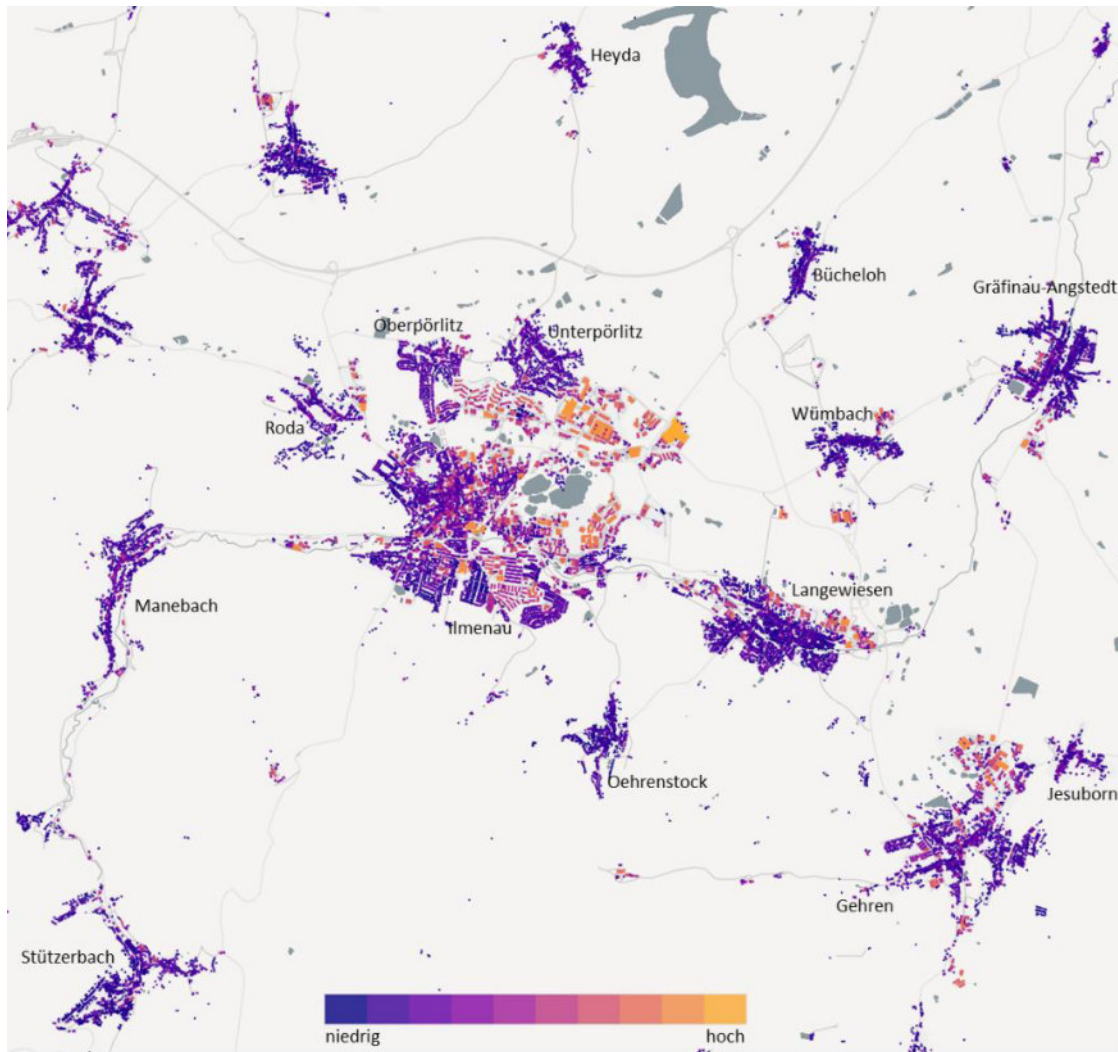


Abbildung 27: Potenzialflächen für Aufdach-Photovoltaik in Ilmenau (Ausschnitt Kernstadt und umliegende Ortsteile)

Derzeit ist in Ilmenau gemäß Marktstammdatenregister eine installierte Leistung von rund 13,6 GWh/a vorhanden. Das entspricht einem Anteil von 5,1% am Gesamtpotenzial. 4,1 % der Gebäude in Ilmenau besitzen derzeit eine Photovoltaik Anlage

3.1.1.4 Aufdach-Solarthermie

Auch Solarthermie-Anlagen können auf Dachflächen installiert werden, wobei sich grundsätzlich die gleichen Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik eignen. Somit stehen die beiden Technologien in Standortkonkurrenz und es muss sich im Einzelfall für eine der beiden Technologien ent-

schieden werden. Die kommunale Wärmeplanung umfasst nicht die detaillierte Ermittlung der Solarthermie-Potenziale auf allen Dachflächen, dennoch können ausgehend vom Aufdach-PV-Potenzial Abschätzungen unternommen werden. Werden die für PV geeigneten Dachflächen auch für Solarthermie angesetzt, so ergibt sich mit einem mittleren jährlichen Ertrag von $350 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ein gesamtes Solarthermie-Potenzial von $525 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der besseren Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen zukünftig der Großteil der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik genutzt wird. Ein mögliches Szenario wäre die Deckung von 50 % des Warmwasserbedarfs privater Haushalte über Aufdach-Solarthermieanlagen. Ausgehend von einer Gesamtwohnfläche in Ilmenau von $1.843.366 \text{ m}^2$ (gemäß dem Thüringer Zensus 2022) und einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \text{ Wohnfläche} \cdot \text{a})$ ergibt sich ein jährlicher Gesamtenergiebedarf von $23,0 \text{ GWh}/\text{a}$ für die Brauchwassererwärmung. Werden davon 50 % durch Solarthermie gedeckt, so ist eine Kollektorfläche von 33.200 m^2 notwendig. Dies entspricht ca. 2 % der gesamten für solare Nutzung geeigneten Dachfläche in Ilmenau. Bis 2019 wurde im Rahmen des BAFA-Marktanreizprogramms 367 Anlagen mit einer gesamten Kollektorfläche von 3.757 m^2 im Stadtgebiet bei Neubauten installiert (Quelle: Energieatlas Thüringen).

3.1.2 Oberflächengeothermisches Potenzial

Eine weitere mögliche erneuerbare Energiequelle ist die Nutzung von geothermischer Wärme. Oberflächennahe Geothermie bezieht sich dabei meist auf den Bereich bis 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Die dort vorhandene Wärme kann durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden. Die Funktionsweise der Wärmepumpen erlaubt dabei, den Großteil der benötigten Energie aus der Umwelt zu beziehen und nur einen kleinen Teil in Form von Strom aktiv aufwenden zu müssen. Die im Erdreich gespeicherte Wärme kann dabei durch Erdwärmeübertrager entzogen und Wärmepumpen zugeführt werden. Unterschieden wird im Wesentlichen zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren.

3.1.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden vertikal oder schräg in das Erdreich getrieben. Dadurch erreichen sie tiefere Schichten des Erdreichs, welche höhere und konstantere Temperaturen aufweisen. Dadurch versprechen Erdwärmesonden höhere Wirkungsgrade und geringeren Flächenbedarf. Allerdings sind sie in der Errichtung durch die Bohrarbeiten kostenintensiver.

Bei der Betrachtung der grundsätzlichen Eignung von Erdwärmesonden müssen zahlreiche Restriktionskriterien berücksichtigt werden. Diese umfassen insbesondere Gewässerschutz und geologische Aspekte. Das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) bietet in Form eines Kartendienstes Informationen über die Standortsituation für oberflächennahe Geothermie. Gemäß Arbeitshilfe zur Nutzung oberflächennaher Geothermie des Thüringer Landesverwaltungsamts ist der Einsatz von Erdwärmesonden nicht möglich in Wasserschutzgebieten I und II, Naturschutzgebieten, Überschwemmungsgebieten sowie hydrogeologisch ungünstigen Gebieten. Unter letztere fallen u.a. Gebiete mit artesischen Grundwasserleitern, Altbergbau und Gebiete mit Karst. Flächenhafte Einschränkungen für Erdwärmesonden sind in Wasserschutzgebieten III sowie auf vom TLUBN als hydrogeologisch ungünstige Gebiete mit Einzelfallprüfung bezeichneten Flächen möglich.

Als Positivflächen für das geeignete Potenzial werden die Flächen ohne bekannte flächenhafte Einschränkungen aus Abbildung 28 herangezogen. Für das bedingt geeignete Potenzial werden die Positivflächen zusätzlich durch die Flächen mit flächenhaften Einschränkungen ergänzt.

Erdwärmesonden sind in fast allen Ortsteilen der Stadt Ilmenau möglich. Ausschlussgebiete befinden sich im Zentrum der Stadt Ilmenau (Altbergbau) sowie im Ortsteil Gräfinau-Angstedt (artesische Grundwasserverhältnisse).

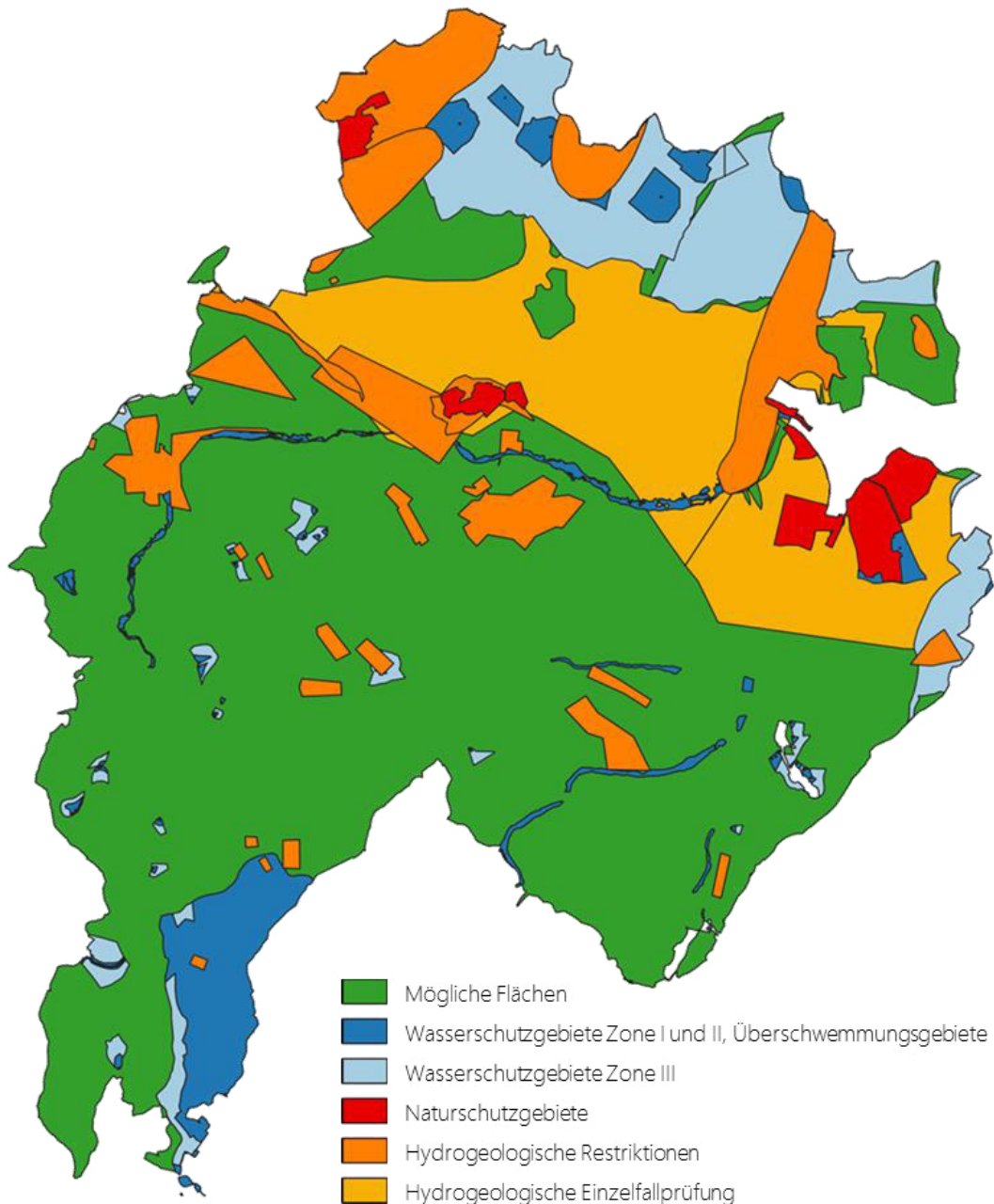


Abbildung 28: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden

Aufbauend auf der grundsätzlichen Eignungskarte werden im Indikatormodell weitere Restriktionsflächen ermittelt. Dies umfasst beispielsweise Flächen, die nicht in unmittelbarer Umgebung zu Bebauung liegen. Eine oberflächengeothermische Nutzung außerhalb von Siedlungsgebieten ist für

Wärmenetzkonzepte zwar eine attraktive Option, wird im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht explizit als Potenzial ausgewiesen, sondern muss im Rahmen der einzelnen Wärmenetzkonzepte explizit untersucht werden (hier stellt Abbildung 28 die entsprechenden Informationen bereit). Darüber hinaus werden u.a. Verkehrswege und Gewässer von der Nutzung ausgeschlossen. Potenzielle Flächen mit einer Größe bis zu 1 m² werden ebenfalls ausgeschlossen. Abbildung 29 stellt die Potenzialflächen für Erdwärmesonden kartografisch dar.

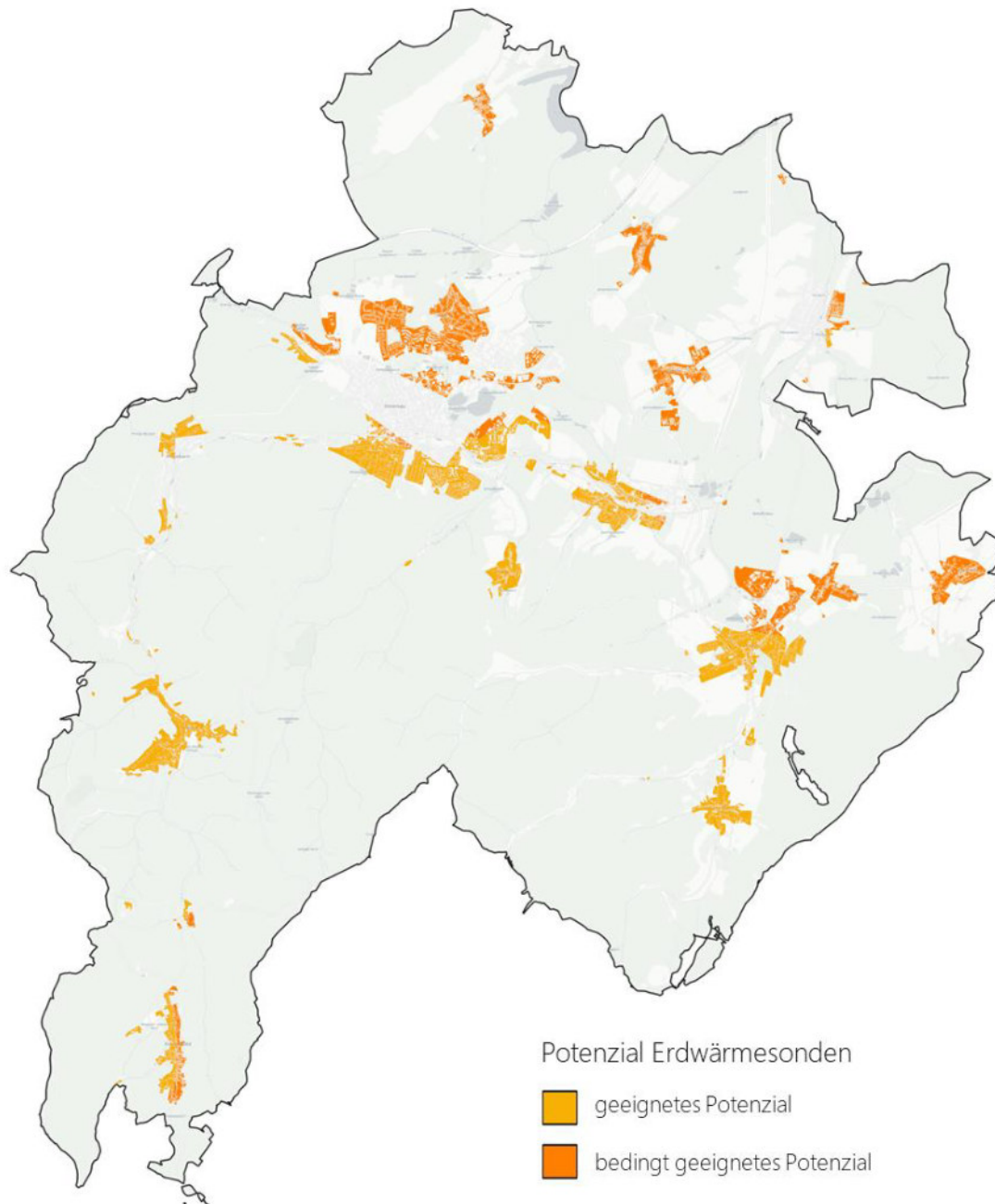


Abbildung 29: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden

Zur Quantifizierung des Potenzials wurde die Bohrtiefe auf 100 m abgeschätzt. Gemäß der vom TLUBN bereitgestellten Berichte zur Standortssituation wird ein hydrogeologisch geeignetes Gebiet

bis zu einer Tiefe von 100 m als geeignet angegeben. Somit sind tiefere Bohrungen nicht ausgeschlossen, die Standorte müssen jedoch in Einzelfällen untersucht werden und sind außerdem beim TLUBN anzuzeigen.

Tabelle 5: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmesonden

Sektoren	Fläche (ha)	Entzugsleistung (MW)	Jährlicher Wärmeentzug (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	404	494	889
Bedingt geeignetes Potenzial	378	462	831
Summe	782	956	1.720

Unter Annahme typischer Abstände zwischen den Sondenbohrungen, 1.800 Vollaststunden und einer flächengemittelten Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds von 2,7 W/(mK) resultiert eine Entzugsleistung von 44 W/m je Bohrloch.

Auf der geeigneten Potenzialfläche von 404 ha kann so eine Entzugsleistung von 494 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 889 GWh/a erreicht werden (Tabelle 5). Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

Sonden sind in fast allen Ortsteilen von Ilmenau möglich. Ausschlussgebiete sind das Stadtzentrum (Altbergbau) und der Ortsteil Gräfinau (artesische Grundwasserverhältnisse).

3.1.2.2 Erdwärmekollektoren

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden werden Erdwärmekollektoren typischerweise in einer Tiefe von 1 bis 3 Metern horizontal verlegt. Dadurch versprechen sie deutlich geringere Installationskosten. Durch die geringere Tiefe ist die Temperatur jedoch deutlich stärker von Jahreszeiten abhängig, was insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten zu geringeren Wirkungsgraden führt.

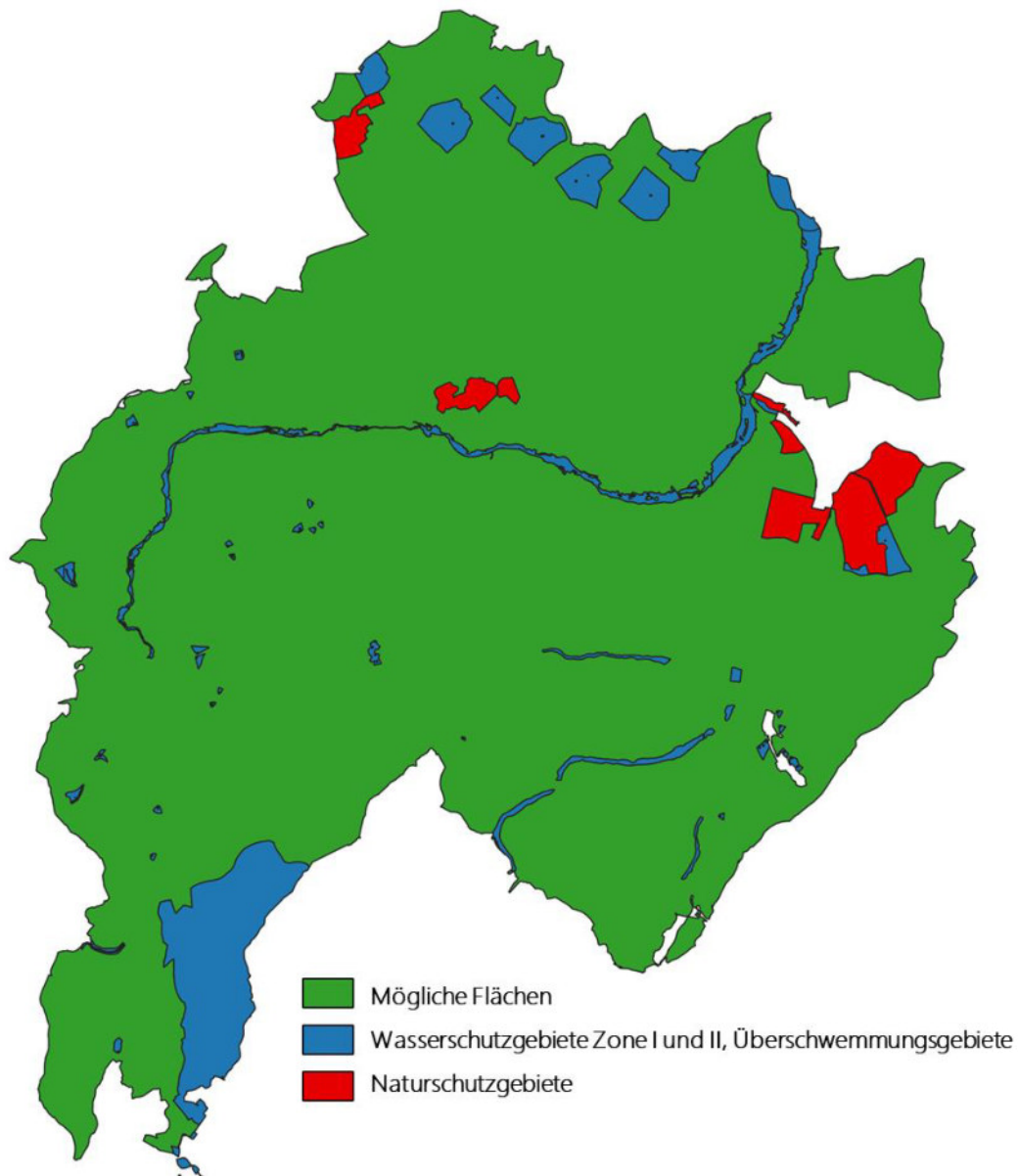


Abbildung 30: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren

Darüber hinaus ist durch die horizontale Verlegung ein deutlich größerer Flächenbedarf zu berücksichtigen. Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass die benötigte Fläche von Erdwärmekollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen muss. Diese Option steht somit vor allem für Gebäude in Ortsrandlage oder mit ausreichend großem Garten zur Verfügung.

Als grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete werden hauptsächlich die gleichen Flächen wie bei den Erdwärmesonden herangezogen, nur Restriktionen durch hydrogeologisch ungünstige Gebiete werden aufgrund der geringen Grabungstiefe nicht beachtet (Abbildung 30). Gemäß Arbeitshilfe zur Nutzung oberflächennaher Geothermie sind Erdwärmekollektoren in Schutzzonen III der Wasserschutzgebiete grundsätzlich möglich, sodass diese hier nicht als Restriktion betrachtet werden.

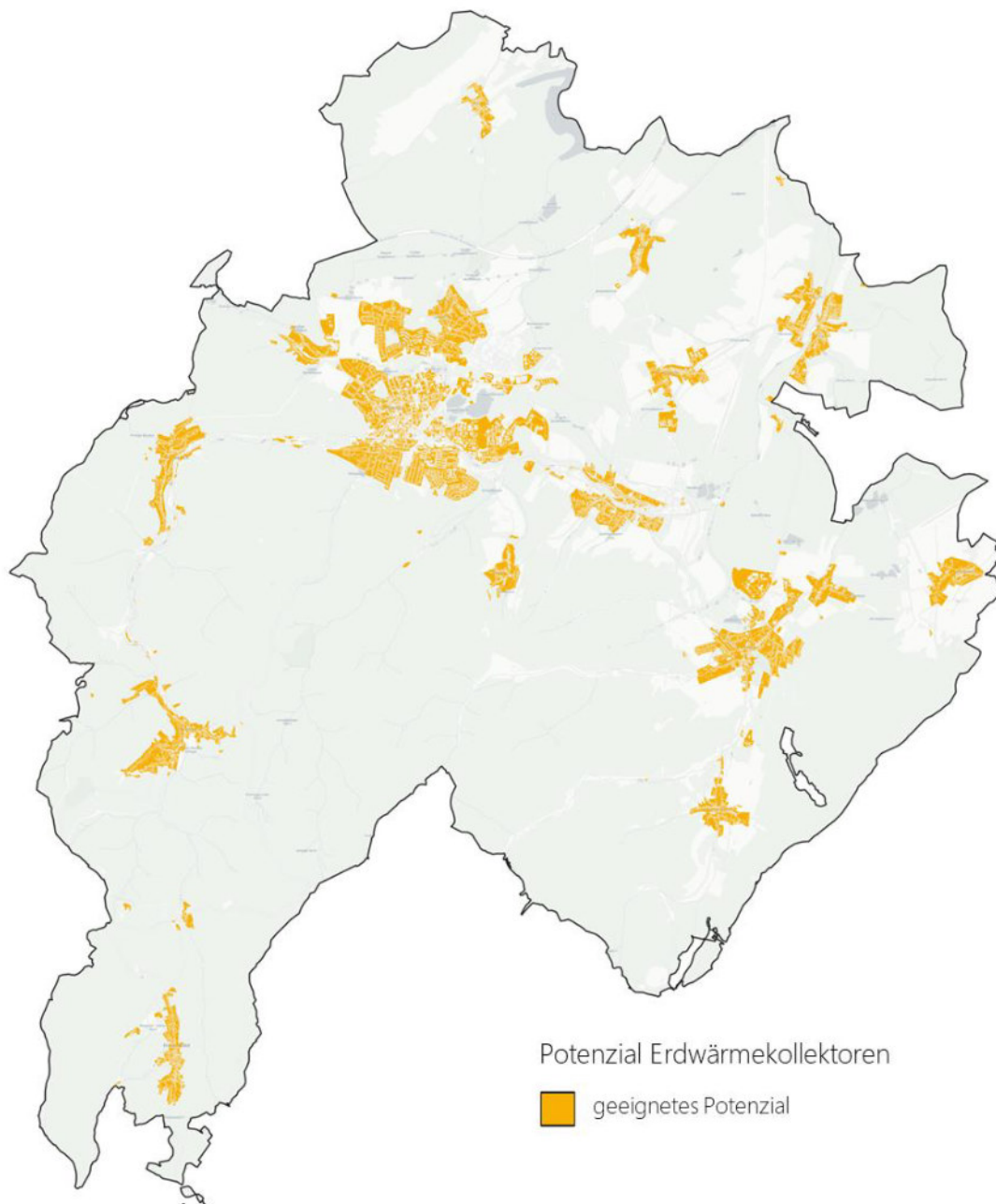


Abbildung 31: Geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren

Die Positivflächen des geeigneten und bedingt geeigneten Potenzials ergeben sich analog zu denen der Erdwärmesonden ohne Berücksichtigung der hydrologisch ungünstigen Gebiete und WSG III, sodass in diesem Fall bedingt geeignete und geeignete Potenziale identisch sind. Die Positivflächen werden erneut mit Restriktionsflächen verschnitten. Hierbei kommen dieselben Kriterien zum Einsatz wie bei der Betrachtung der Erdwärmesonden. Potenzielle Flächen mit einer Größe bis zu 1 m² werden ebenfalls ausgeschlossen. Abbildung 31 stellt die Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren kartografisch dar.

Nach Auskunft des TLUBN ist der Boden lehm- und sandhaltig. Unter Annahme von 1.800 Jahresvolllaststunden ergibt sich somit eine Entzugsleistung von 25 W/m². Auf der grundsätzlich geeigneten Gesamtfläche von 974 ha kann so rechnerisch eine Entzugsleistung von 244 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 438 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 6: Übersicht geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmekollektoren

Sektoren	Fläche (ha)	Entzugsleistung (MW)	Jährlicher Wärmeentzug (GWh/a)
Geeignetes/bedingt geeignetes Potenzial	974	244	438

Erneut sei betont, dass dies ein technisch erzielbares Potenzial darstellt. Für den Einzelfall ist jeweils eine individuelle Prüfung erforderlich. Dies bedeutet u.a. eine Prüfung der Größe der vorhandenen Freifläche und der Bezug zur zu beheizenden Wohnfläche um sicherzustellen, dass ausreichend Kollektorfläche verlegt werden kann.

3.1.3 Tiefengeothermisches Potenzial

In Abgrenzung zur oberflächennahen Geothermie bezieht sich tiefengeothermisches Potenzial auf eine Tiefe ab 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Unterschieden wird zwischen hydrothermalen und petrothermalen Geothermie. Die petrothermale Geothermie nutzt heißes Tiefengestein frei von Thermalwässern zur Energiegewinnung und bietet somit den Vorteil, nicht auf das Vorkommen von Thermalwasserreservoiren angewiesen zu sein.

Im Fall der hydrothermalen Geothermie kann in geeigneten Gebieten warmes oder heißes Thermalwasser aus Lagerstätten tief unter der Erdoberfläche gefördert werden. Das Thermalwasser wird über Förderbohrungen an die Oberfläche gefördert, energetisch genutzt und über Injektionsbohrungen wieder abgegeben. Je nach Temperaturniveau ist neben der Versorgung von Wärmenetzen auch die Erzeugung von regenerativem Strom möglich.

Vorzugsregionen für hydrothermale tiefengeothermische Nutzung sind in Deutschland insbesondere der Oberrheingraben, das süddeutsche Molassebecken und das norddeutsche Becken, da in diesen Regionen hydrothermale Reservoirs in ausreichender Tiefe, d.h. mit ausreichendem Temperaturniveau zur wirtschaftlichen energetischen Nutzung vorhanden sind.

Ilmenau liegt außerhalb der bekannten Eignungsgebiete für Tiefengeothermie, wodurch eine tiefengeothermische Nutzung nicht naheliegend scheint. Gemäß TLUBN sind im nördlichen Teil des Stadtgebiets von Ilmenau Aquifere im Werrakarbonat-Gestein und Leinekarbonat-Gestein in ca. 300-400 m Tiefe mit Mächtigkeiten größer 10 m zu finden. In diesen Tiefen ist allerdings nur mit Temperaturen von 15-25 °C zu rechnen. Eine Wärmenutzung zu Heizzwecken wäre hier nur unter Einsatz von Wärmepumpen möglich. Aufgrund der hohen Kosten für entsprechende Bohrungen ist dies mit hoher Wahrscheinlichkeit keine konkurrenzfähige Technologie zu Luft-Wasser-Wärmepumpen oder oberflächennaher Geothermie.

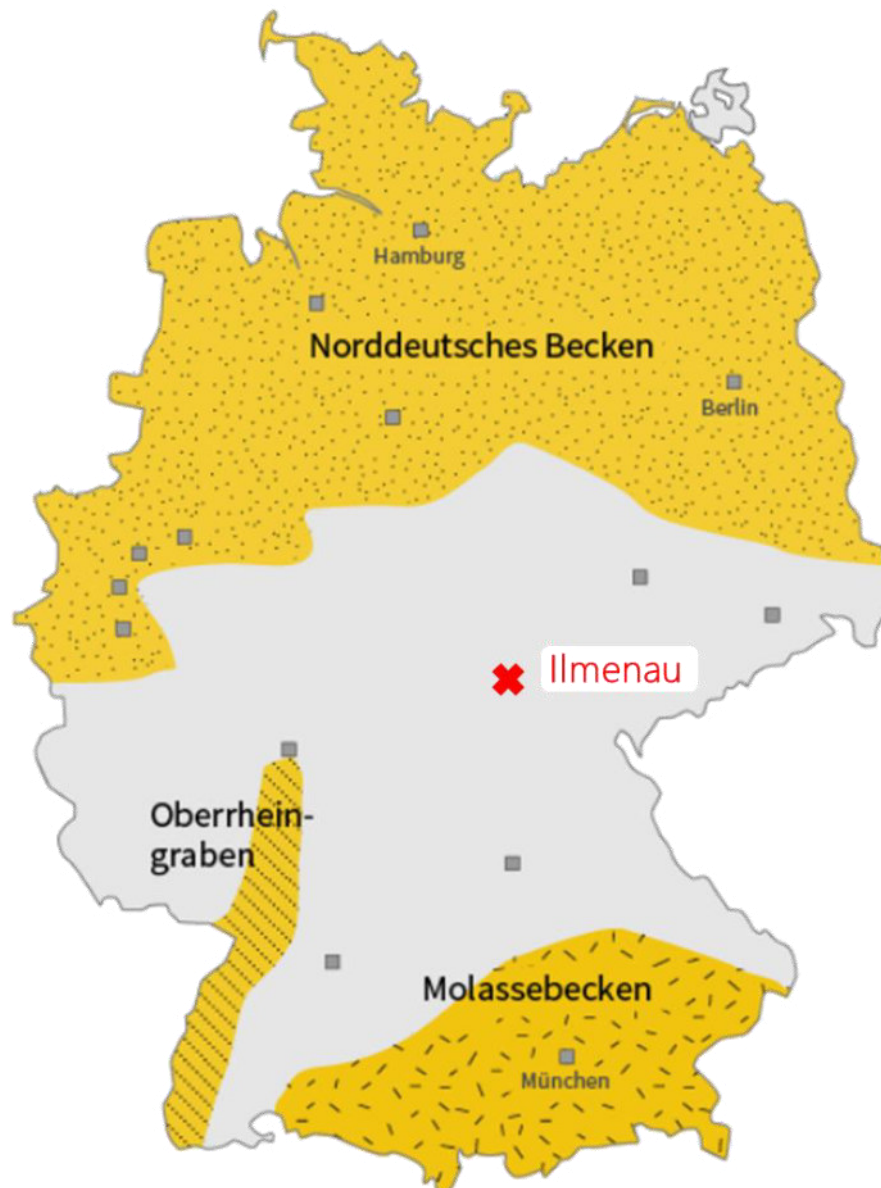


Abbildung 32: Eignungsgebiete in Deutschland für die tiefengeothermische Nutzung

Ergänzend zur hydrothermalen Geothermie, welche an das Vorhandensein wasserführender Schichten (Aquifere) gebunden ist, bietet die petrothermale Geothermie theoretisch eine größere geographische Flexibilität. Da dieses Verfahren die Wärme aus dem heißen Gesteinskörper selbst extrahiert, ist es nicht auf lokale Thermalwasservorkommen angewiesen. Grundsätzlich ist das petrothermale Prinzip in Ilmenau physikalisch möglich, da in entsprechender Tiefe die Erdkruste überall eine Temperaturzunahme aufweist. Die Herausforderung liegt jedoch in der Wirtschaftlichkeit und technischen Umsetzbarkeit: Während hydrothermale Reservoirs in Ilmenau (gemäß aktueller Datenlage) keine wirtschaftlich nutzbaren Temperaturen liefern, müssten für eine petrothermale Anlage mit hoher Wahrscheinlichkeit Tiefen von mehr als 2.000 Metern erreicht werden, um eine direkte Wärmenutzung in Wärmenetzen zu ermöglichen.

Ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor für eine petrothermale Tiefengeothermienutzung in Ilmenau ist das Fündigkeitsrisiko. Die hydraulischen und thermischen Eigenschaften des kristallinen Grundgebirges in den für eine wirtschaftliche Nutzung erforderlichen Tiefen sind bislang nur begrenzt bekannt. Zudem sind die Investitionskosten für Tiefbohrungen sehr hoch, wodurch die Wirtschaftlichkeit eines Projekts maßgeblich von den tatsächlich erschlossenen Temperaturen und Förderraten abhängt. Für eine petrothermale Nutzung wäre voraussichtlich eine hydraulische Stimulation (technisch analog zum umstrittenen Prozess „Fracking“) des Gesteins erforderlich, um ausreichende Durchlässigkeiten für den Wärmetransport zu schaffen. Damit verbunden sind erhöhte Anforderungen an die geologische Erkundung, das seismische Monitoring sowie die gesellschaftliche Akzeptanz des Vorhabens.

Die petrothermale Geothermie wird als mittel- bis langfristige Option, also Technologie mit hohem Innovationspotenzial, aber signifikantem Forschungsbedarf eingestuft. Sie kann aufgrund der fehlenden kurz- bis mittelfristigen Realisierbarkeit und der hohen ökonomischen Risiken nicht als kurzfristig realistisch umsetzbare Technologie eingestuft werden. Einige Thüringer Städte und Kommunen prüfen derzeit die Möglichkeiten petrothormaler Geothermie, beispielsweise über das Eavor-Loop-Verfahren. Probebohrungen sind ab 2028 geplant. Allenfalls könnten deshalb, gegebenenfalls mit lokalen Hochschulpartnern, Pilot- oder Demonstrationsvorhaben oder Erkundungsuntersuchungen idealerweise mit öffentlichen Fördermitteln angestrebt werden, wenn solche Technologien als Option in Betracht gezogen werden sollen.

3.1.4 Potenzial für oberflächennahe Gewässer

Als weitere Option der erneuerbaren Umweltwärme gelten oberflächennahe Gewässer. Die Temperatur der Gewässer kann mithilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben und so für Heizungszwecke eingesetzt werden. Flüsse weisen im Jahresverlauf deutlich konstantere Temperaturen als die Umgebungsluft auf, was insbesondere im Winter vorteilhaft ist. Die Nutzung von Wasser als Umgebungswärmequelle liefert darüber hinaus einen guten Wärmeübergang und sorgt im Fall von Flüssen durch die Fließgeschwindigkeit für einen natürlichen Wasserstrom am Wärmeübertrager. Der Einsatz eines Lüfters – wie im Falle der Luft-Wasser-Wärmepumpe benötigt – erübrigt sich somit. Wasser-Wasser-Wärmepumpen können auf diese Weise deutliche Effizienzvorteile aufweisen.

Die Ilm – ein Fließgewässer erster Ordnung – ist hier eine naheliegende Option zur Nutzung von Aquathermie. Die Messstelle Gräfinau-Angstedt gibt einen mittleren Abfluss der Jahre 1923 bis 2020 von 2,44 m³/s und einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 0,374 m³/s an. Im Winter liegen die Abflussmengen bei 3,43 bzw. 0,674 m³/s. Unter der Annahme, dass 25 % des Wasserdurchflusses für Heizzwecke um 1,5 °C abgekühlt werden dürfen, ergibt sich so ein rechnerisches Umweltwärmepotenzial von 33,7 GWh/a. Zusätzlicher Stromaufwand ist hier noch nicht beinhaltet. Nahe Stützerbach entsteht die Ilm aus den Quellbächen Lengwitz, Taubach und Freibach. Die Schorte mündet im Osten von Ilmenau in die Ilm. Bei Gräfinau-Angstedt mündet die Wohlrose in die Ilm. Die Zuflüsse der Ilm haben voraussichtlich zu geringe Abflussmengen zur energetischen Nutzung.

Dieses Potenzial ist jedoch als bedingt geeignet einzustufen und im Einzelfall konkret zu überprüfen. Zum einen sind dafür gezielte Wasserdurchflussmessungen am jeweiligen Standort vonnöten um sicherzustellen, dass sowohl in den Sommermonaten als auch in den heizintensiven Wintermonaten genügend Durchfluss für eine entsprechende energetische Nutzung des Flusses vorhanden ist. Den Vorteilen hinsichtlich der Effizienz stehen auch Herausforderungen bei genehmigungs- und umwelt-

rechtlichen Aspekten (z. B. Wasserhaushaltsgesetz, Thüringer Wassergesetz) gegenüber. Beispielsweise muss eine Veränderung der Wasserbeschaffenheit, etwa durch eine mögliche lokale Abkühlung durch den Betrieb der Wärmepumpe, kritisch untersucht und mit vorhandenen Grenzwerten in Einklang gebracht werden. Vor Errichtung und Betrieb muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt und in Einzelfallentscheidungen genehmigt werden. Für die Ilm als Fließgewässer erster Ordnung ist die Obere Wasserbehörde zuständig. Diese ist das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBM) mit Dienstsitz in Weimar. Nach deren Aussage wird eine aquathermische Nutzung der Ilm aufgrund regulatorischer Hürden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu realisieren sein.

Dies umfasst unter anderem auch, dass eine bestehende Nutzung der Gewässer nicht beeinträchtigt werden darf.

3.1.5 Potenzial für Luftwärme

Auch Umgebungsluft kann als Potenzial für erneuerbare Wärme dienen. Durch Wärmepumpen kann die Temperatur der Luft auf ein nutzbares Niveau gehoben werden und für die Wärmeversorgung genutzt werden. Diese Wärmequelle steht im Prinzip unbegrenzt zur Verfügung. Eine Quantifizierung ist somit nicht möglich und zielführend.

Auch wenn Umgebungsluft als Potenzial unbegrenzt zur Verfügung steht, sind bei deren Nutzung einige fallspezifisch zu beurteilende Faktoren zu berücksichtigen. Dies betrifft beispielsweise technische und wirtschaftliche Faktoren bei der Umsetzung, ebenso wie baurechtliche (Abstand zu Grundstücksgrenzen) sowie lärmschutztechnische Vorschriften.

3.1.6 Biomassepotenzial

Auch Biomasse steht als Ressource zur Erzeugung erneuerbarer Wärme zur Verfügung. Vorteilhaft ist dabei insbesondere die Transport- und Lagerfähigkeit von Biomasse ebenso wie die Möglichkeit, Wärme auf hohen Temperaturniveaus zu erzeugen. Allerdings ist Maßgabe der Bundesregierung die effiziente und ressourcenschonende Verwendung von Biomasse. Biomasse soll nur dort zum Einsatz kommen, wo sinnvolle Alternativen fehlen. Dies liegt u.a. an der starken Nutzungskonkurrenz der Ressource Biomasse, welche sowohl stofflich, als auch energetisch in unterschiedlichen Anwendungsformen genutzt werden kann.

3.1.6.1 Holzartige Biomasse

Eine wesentliche Form der Biomasse für die energetische Nutzung ist holzartige Biomasse. Typisch sind hier verschiedene Holzbrennstoffe wie Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Eine Analyse der vorhandenen Flächen in Ilmenau zeigt eine gesamt verfügbare Waldfläche im Stadtgebiet von 12.502 ha (Abbildung 33).

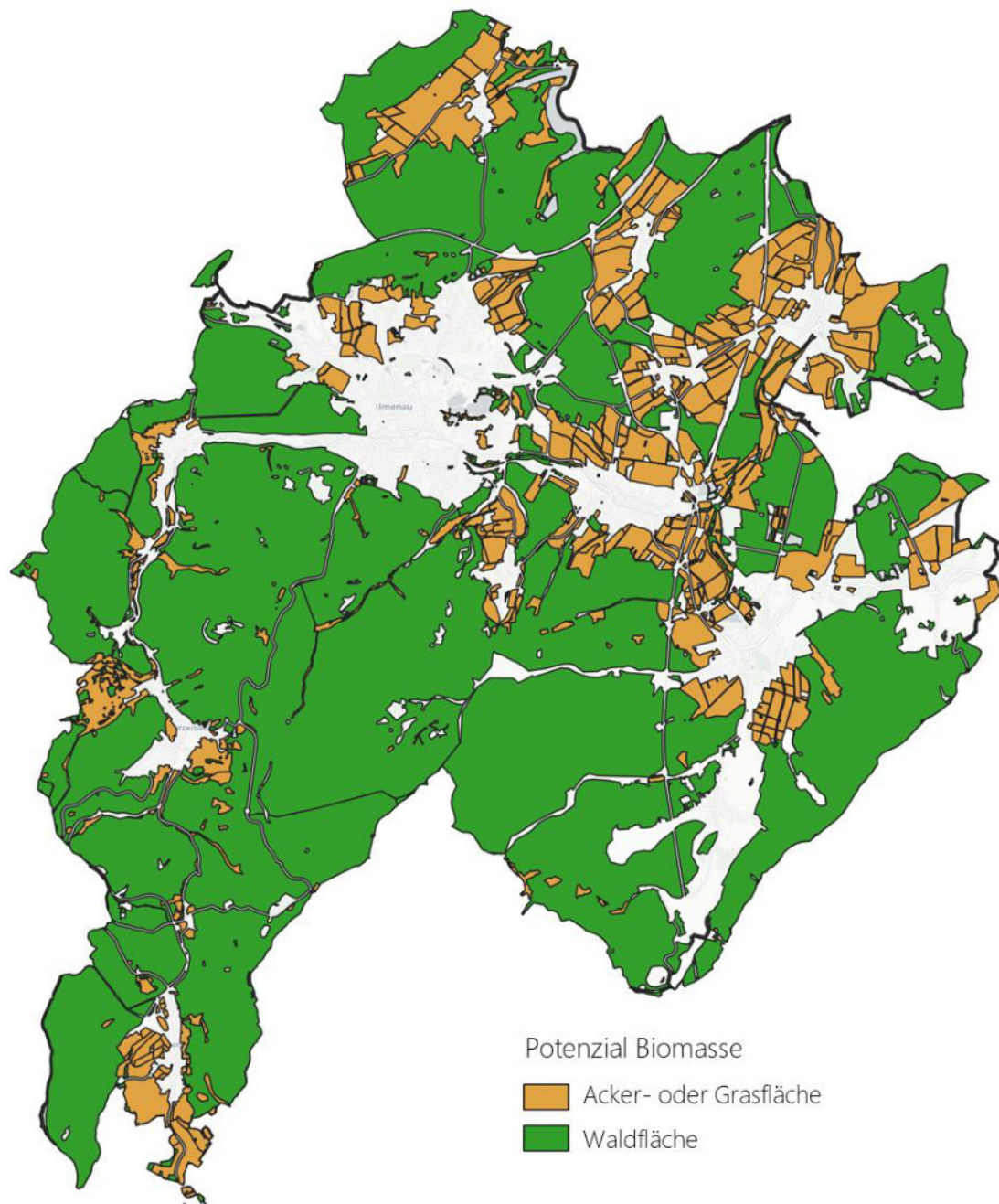


Abbildung 33: Kartografische Darstellung der Acker-/ Gras- und Waldflächen

Biomasse ist eine sehr flächenintensive Energie. Unter Annahme nachhaltiger Forstwirtschaft ist von einem Nachwuchs von ca. 7 Fm/(ha·a) zu rechnen. Davon entfallen ca. 4,3 MWh/(ha·a) auf nachhaltiges Waldrestholz. Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wird aus Waldnutzung lediglich Waldrestholz als energetisches Potenzial bilanziert, da darüber hinaus Konkurrenz zur stofflichen Nutzung besteht und diese der energetischen Verwendung vorzuziehen ist. Damit beträgt das Potenzial an nachhaltigem Waldrestholz in Ilmenau rund 53,8 GWh/a.

Darüber hinaus ist weiteres Potenzial an holzartiger Biomasse im Stadtgebiet verfügbar. Dies betrifft insbesondere Landschaftspflegeholz und Altholz. In Thüringen fallen 67 kg/(EW·a) getrennt erfasstes Grüngut inkl. Garten- und Parkabfälle an. Außerdem fallen 4 kg/(EW·a) getrennt erfasstes Altholz an

[3]. Das Altholz wird nicht in allen Landkreisen Thüringens getrennt erfasst, somit ist vermutlich in Summe mit einem höheren Altholzaufkommen zu rechnen.

Die resultierenden Potenziale holzartiger Biomasse in Ilmenau sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse

Sektoren	Fläche (ha)	Jährlicher Energiertrag (GWh/a)
Waldrestholz	12.502	53,8
Landschaftspflegeholz	-	6,7
Altholz	-	0,7
Summe	12.502	61,2

3.1.6.2 Feuchte Biomasse auf Gras- und Ackerflächen

Zusätzlich zu holzartiger Biomasse kann auch feuchte Biomasse zur energetischen Nutzung eingesetzt werden. Dies beinhaltet insbesondere Energiepflanzen wie Mais, welche in Biogasanlagen vergärt werden und das entstehende Biogas zur Wärme- und Stromproduktion dienen kann.

In Ilmenau steht dafür eine gesamt verfügbare Fläche von Acker- und Grasflächen in Höhe von 3.071 ha zur Verfügung (Abbildung 33).

Mais ist die in Deutschland weit verbreitetste Form der Energiepflanze. Bei Anbau von Mais ist üblicherweise ein Ertrag von 50 MWh/(ha*a) möglich. Dieser bezieht sich auf den Energiegehalt des Mais. Unter der Annahme, dass lediglich 10 % der verfügbaren Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen, beläuft sich das Potenzial von Mais auf insgesamt 15,4 GWh/a. Aufgrund der Nutzungskonkurrenz dieser Flächen mit der Nahrungsmittelproduktion wurde das Potenzial als bedingt geeignet eingestuft.

Zum November 2024 waren, wie oben in Kapitel 2.3.5 beschrieben, in Ilmenau zwei Biomasse-Heizkraftanlagen in Betrieb, die das Fernwärmenetz der IWW speisen. Das BMHKW Ilmenau im Gewerbepark Am Wald hat eine elektrische Leistung von 5.430 kW. Als Hauptbrennstoff wird Altholz verwendet. Das zweite BHKW nutzt Biomethan als Brennstoff. Die elektrische Leistung beträgt 800 kW, die thermische Nutzleistung 861 kW.

3.1.6.3 Abfall

Neben Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft kann auch die Abfallwirtschaft erneuerbares energetisches Potenzial aufweisen. Diese Potenziale sind aufgrund der in Deutschland geltenden Entsorgungs- und Verwertungspflicht jedoch weitestgehend ausgeschöpft.

Gemäß der Abfallbilanz Thüringen [3] beträgt das spezifische Hausmüllaufkommen 2023 rund 140 kg/Einwohner. In Ilmenau ist entsprechend rechnerisch ein Potenzial von 5.481 t/a oder 15,22 GWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) verortet. Zusätzlich werden über die Bio-tonne 39 kg/Einwohner Biomüll entsorgt, was auf Ilmenau bezogen ein Potenzial von 1.527 t/a oder 0,99 GWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) bedeutet.

3.1.7 Potenziale für Strom aus Wind

Ein weiteres erneuerbares Strompotenzial für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung ist die Nutzung von Windenergie. Der produzierte erneuerbare Strom kann beispielsweise in Wärmepumpen eingesetzt werden, um Umweltwärme auf ein nutzbares Niveau zu heben. Die Erzeugungscharakteristik von Windenergie stimmt dabei wesentlich besser mit dem Wärmebedarf überein als die der PV. Sowohl Wärmebedarf als auch Windeinspeisung sind im Winter höher als im Sommer. Bislang bestehen im Stadtgebiet der Stadt Ilmenau noch keine Windenergieanlagen.

Zur Ermittlung des Potenzials wird der Entwurf des „2. Sachlicher Teilplan „Windenergie“ Mittelthüringen“ herangezogen. Dieser und alle zugehörigen Unterlagen wurden Ende 2023 veröffentlicht und von Ende Februar bis Ende April 2024 konnte im Rahmen von Beteiligungen dazu Stellung bezogen werden. Dieser Entwurf ist noch nicht rechtskräftig, dessen Inhalt wird aber im Rahmen dieser Potenzialanalyse als Datengrundlage verwendet.

Im Rahmen des Teilplans werden drei Vorranggebiete Windenergie (W-34, W-32 und W-31), ein Vorranggebiet Windenergie für Gewerbe (WG-9) und mehrere Prüfflächen im Stadtgebiet Ilmenau festgelegt. Das Vorranggebiet Windenergie für Gewerbe zeichnet sich durch seine relative Nähe zu industriellen Anlagen und Möglichkeiten direkter Stromnutzung aus. Im Falle der Prüfflächen muss die Eignung im Einzelfall geprüft werden. Ausgeschlossen werden u.a. Flächen in 1000 m Entfernung zu vorhandenen und geplanten Wohn- und Mischgebieten, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete der Zone I und II, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete sowie das Biosphärenreservat Thüringer Wald, Flächen in Naturparks. Unter Prüfflächen fallen u.a. Landschaftsschutzgebiete, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete, Freiraumsicherung und Waldmehrung sowie Naturparke.

Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für Windenergie sind in Abbildung 34 dargestellt. Die geeigneten Gebiete ergeben sich aus den Vorranggebieten sowie die bedingt geeigneten Gebiete aus den Prüfflächen. Um von den verfügbaren Flächen auf installierbare Leistungen zu schließen, wird zunächst die Hauptwindrichtung bestimmt. Anschließend werden virtuelle Windenergieanlagen auf diesen Flächen verteilt, wobei jeweils ein Abstand in Höhe des fünffachen Rotordurchmessers in Hauptwindrichtung und des dreifachen Rotordurchmessers in Nebenwindrichtung zu benachbarten Anlagen eingehalten werden muss.

Das geeignete Potenzial befindet sich hauptsächlich nördlich der Stadt Ilmenau, da der südliche Teil des Stadtgebiets dem Biosphärenreservat Thüringer Wald angehört.

Die Realisierungswahrscheinlichkeit wird aus aktueller Sicht mit relativ gering eingestuft.

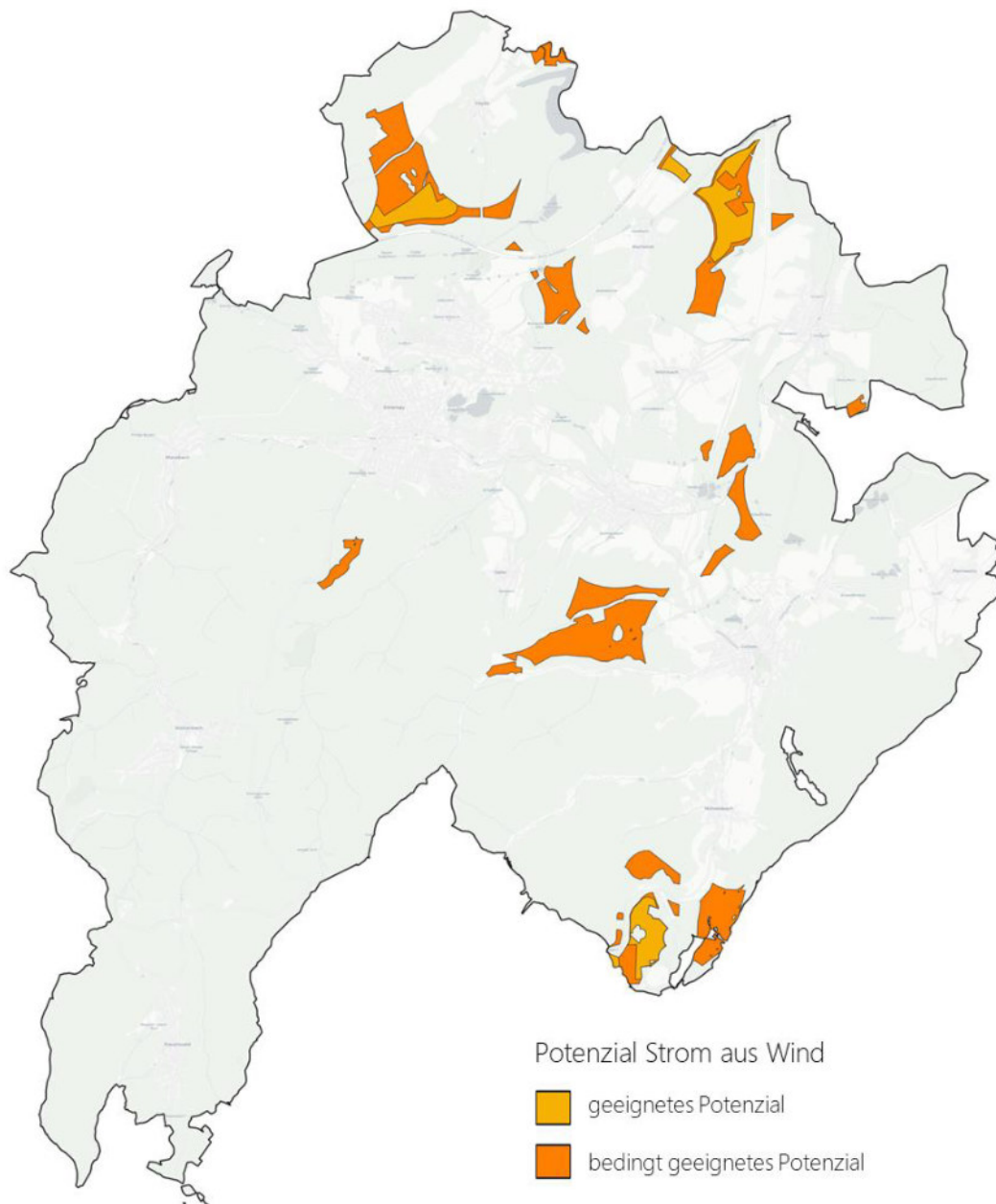


Abbildung 34: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für Windenergie

Unter Annahme von Anlagen mit 5,6 MW sowie 2.100 jährlichen Volllaststunden ergibt sich aus 22 installierbaren Windkraftanlagen auf den geeigneten Potenzialflächen ein jährlicher Stromertrag von 235 GWh/a. Tabelle 8 stellt die Gesamtergebnisse in der Übersicht dar.

Tabelle 8: Übersicht des geeigneten und bedingt geeigneten Windkraftpotenzials

Sektoren	Fläche (ha)	Installierbare Anzahl Windanlagen	Installierbare Leistung (MW)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	202	20	112	235
Bedingt geeignetes Potenzial	747	50	280	588
Summe	949	70	392	823

3.1.8 Potenzial für Strom aus Wasserkraft

Wie in Kapitel 3.1.4 erläutert, ist die Ilm das größte Fließgewässer im Stadtgebiet. Das Potenzial der Nutzung der Ilm zur Wasserkraft wird aufgrund der eher geringen Durchflüsse im Stadtgebiet Ilmenau als gering eingeschätzt. Kleinwasserkraftwerke sind eventuell an ungenutzten Querbauwerken möglich, aber es ist eine individuelle Prüfung der Standorte notwendig.

3.2 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Auch die Nutzung von Abwärme bietet großes Potenzial zur Wärmebereitstellung. Fällt Abwärme auf hohem Temperaturniveau an, kann sie u. U. direkt zu Heizzwecken beispielsweise als Einspeisepunkt in ein Wärmenetz verwendet werden. Abwärme auf niedrigerem Temperaturniveau kann durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Level gehoben werden.

3.2.1 Abwärme aus dem Kanalsystem

Eine mögliche Abwärmequelle ist die Nutzung von Abwasser. Über Wärmepumpen kann die im Abwasser enthaltene Wärme genutzt und auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden. Um die Kanalisation als Wärmequelle für Wärmepumpen einsetzen zu können, müssen im Wesentlichen zwei Gegebenheiten erfüllt sein: Zunächst muss die Zugänglichkeit des Kanalisationsabschnitts gewährleistet werden, um einen Wärmeübertrager installieren zu können. Darüber hinaus muss eine ausreichend hohe Trockenwetterabflussmenge vorhanden sein. Um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage am Ende der Kanalisation möglichst nicht zu beeinträchtigen, darf das Abwasser nicht zu stark abgekühlt werden. Sollen trotzdem noch ausreichend hohe Energiemengen aus dem Abwasser gewonnen werden, ist ein ausreichend hoher Durchfluss auch bei Trockenwetter erforderlich. Als Richtwert werden hier Trockenwetterabflussmengen von 15 l/s als Minimum genannt [4].

Für die Darstellung des Potenzials für Abwärme aus dem Kanalsystem werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur diejenigen Abschnitte mit einer Größe von DN 800 und größer betrachtet. Darüber hinaus definiert sich das Potenzialgebiet für die Nutzung eines Abwasserkanals durch sämtliche Gebäude mit einem Abstand von maximal 200 m vom Kanal betrachtet.

Der Zweckverband Wasser- und Abwasser-Verband Ilmenau (WAVI) sieht keine sinnvolle Möglichkeit, aus dem Kanalsystem Ilmenaus Abwärme zu entnehmen. Das Wärmeplanungsgesetz schreibt ausschließlich die Erfassung von Abwasserkanälen mit Durchmesser größer als 0,8 m vor. Das Abwassersystem in Ilmenau ist als Trennsystem ausgelegt, was die Abflussmengen und die Durchmes-

ser im Vergleich zum Mischsystem im Schmutzwassersystem begrenzt. Tatsächlich gibt es im Abwassernetz Ilmenaus nach Auskunft der WAVI nur zwei Stränge, die theoretisch zur Abwärmenutzung geeignet wären, da das gesamte restliche Schmutzwassernetz einen Durchmesser von weniger als 0,4 m aufweist. Es wurde ein Strang mit 245 m-Länge in der Langewiesener Straße in dem Abschnitt zwischen Krebswiese und der Kreuzung Trieselsrand identifiziert. Er besitzt einen Durchmesser von 0,5 m und einen Durchfluss von maximal 189 l/s. Ein zweiter theoretisch möglicher Strang stellt der Verbindungssammler Hüttengrund dar, der 390 m Länge und einen maximalen Durchfluss von 199 l/s aufweist. Dies ist der einzige Sammler im Stadtgebiet, der den Minstdurchmesser von 0,8 m, wie er im Wärmeplanungsgesetz gefordert wird, besitzt. Bei einem Temperaturentzug von 1 bis 3 °C könnte man hier mit einer Wärmepumpe Leistungen von 1,4 bis 4,2 MW erreichen. Wie oft dieser Durchfluss erreicht werden kann und welche Durchflüsse bei Trockenwetter vorliegen ist allerdings nicht bekannt, weshalb hier kein verlässliches Potenzial quantifiziert werden kann.

Eine technische Nutzung ist als sehr unwahrscheinlich einzustufen. Zwar liegt der entsprechende Sammler in der Nähe bestehender Fernwärmeleitungen. Allerdings ist aufgrund der nahegelegenen Kläranlage eine Nutzung der Abwasserwärme in einem der Klärung nachgelagerten Schritt deutlich aussichtsreicher. In diesem Fall bestünden auch keine Auswirkung auf den mikrobiologischen Prozess der Abwasserreinigung.

3.2.2 Umgebungswärme aus den Ilmenauer Sammelkanälen

In einigen hoch verdichteten Wohngebieten der Kernstadt Ilmenaus werden sogenannte Sammelkanäle bzw. Versorgungsgänge zur technischen Erschließung der Gebäude genutzt. Die Sammelkanäle liegen bereits innerhalb von weitestgehend fernwärmeversorgten Wohngebieten. Diese Versorgungsgänge weisen eine erhebliche Wärmeentwicklung auf, deren Nutzbarkeit im Rahmen einer Begehung vor Ort geprüft wurde. Die potenziell nutzbare Wärme entsteht im Wesentlichen durch Wärmeverluste der in den Sammelkanälen verlaufenden Fernwärmeleitungen. Auch die Abwasserleitungen der Mehrfamilienhäuser verlaufen in bzw. unterhalb der begehbaren Sammelkanäle.

Einige der Sammelkanäle werden über Gebläse im Unterdruck mit Luft versorgt; andere werden über einen Naturzug belüftet.



Abbildung 35: links: Blick entlang eines Sammelkanals.
rechts: Endpunkt bzw. Hausübergabestelle mit Gebläse

Einer effektiven Nutzung dieser Wärme durch Wärmepumpen stehen verschiedene Gründe gegenüber. Aus Effizienzgründen ist der Abzug von Wärme aus dem Fernwärmesystem nicht zielführend, auch wenn es sich um Abwärme handelt: Eine Wärmeentnahme im Bereich der Sammelkanäle führt zwangsläufig zu höheren Verlusten der Fernwärmeleitungen. Allenfalls wäre eine Wärmeentnahme druckseitig der Lüftungsgebläse denkbar. Eine wirtschaftliche Wärmenutzung ist hier nicht abzusehen. Inwieweit im Gegensatz dazu eine zusätzliche Dämmung der Fernwärmeleitungen zur Verringerung der Verteilverluste wirtschaftlich realisierbare nutzbare Einsparungen bringt, wäre im Rahmen einer Einzelfallprüfung zu eruieren.

3.2.3 Abwärme an Kläranlagen

Die Wärme des Abwassers kann auch am Kläranlagenablauf genutzt werden und dort beispielsweise mit Großwärmepumpen zur Einspeisung in ein Wärmenetz dienen. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass bei allen Nutzungen vor der Kläranlage darauf geachtet werden muss, dass die Mindesttemperatur des Abwassers bei Kläranlageneintritt nicht unterschritten wird. Die Entnahmestellen der Wärme aus dem Kanalnetz stehen somit in Nutzungskonkurrenz zueinander und müssen darauf achten, dass Abwässer insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten nicht zu stark abkühlen. Diese Einschränkung herrscht bei energetischer Nutzung am Kläranlagenausgang nicht. Damit ist eine höhere Temperaturspreizung möglich und die entnehmbare Wärme wird maximiert.

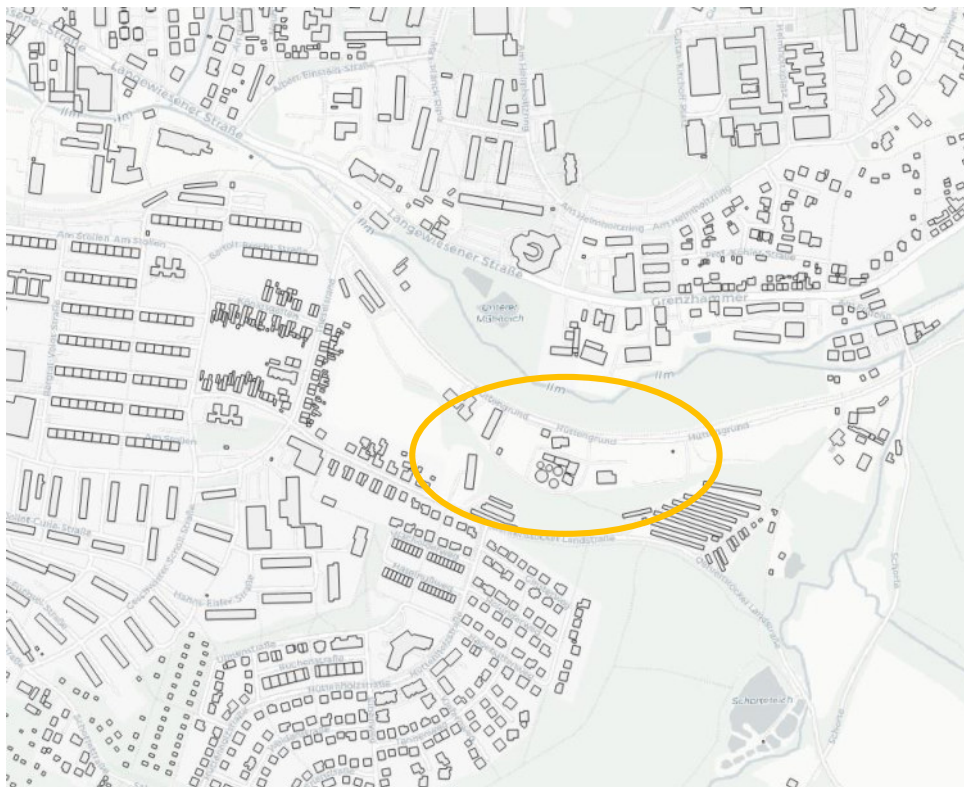


Abbildung 36: Zentrale Lage des Klärwerkes am Hüttengrund

Die Kläranlage am Hüttengrund ist durch die zentrale Lage im Siedungsgebiet Ilmenaus und durch die Nähe zum vorhandenen Fernwärmenetz grundsätzlich interessant als Wärmequelle (Abbildung

36). Dabei sind zwei Möglichkeiten gegeben, Wärme aus dem Abwasser zu ziehen. Die erste Möglichkeit (1) bezieht unmittelbar vor der Kläranlage, direkt aus der Kanalisation die Wärme. Die zweite Alternative (2) bezieht die Abwärme aus dem gereinigten Abwasser am Ausgang der Kläranlage (Abbildung 367)

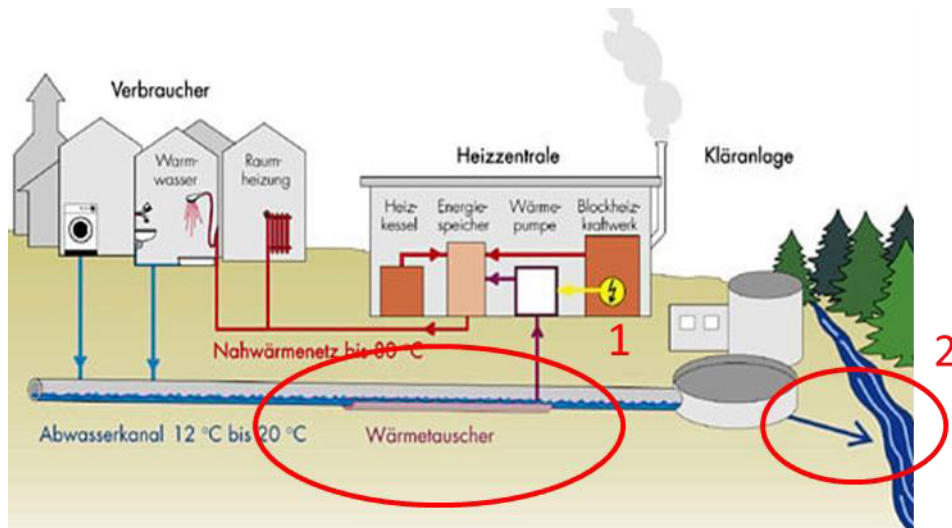


Abbildung 37: Prinzipskizze zur Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen (Bild von Staubli: Bundesverband Wärmepumpe e.V., München [5])

Nach Einschätzung des Zweckverbandes Wasser- und Abwasser-Verband Ilmenau (WAVI) ist aus fachlicher Sicht die Installation einer Großwärmepumpe am Kläranlagenauslauf machbar. Diese Möglichkeit der Abwärmenutzung ist zu prüfen.

Die Durchflussmengen am Abfluss der Kläranlage Ilmenau im Hüttengrund werden mit mindestens 60 l/s und maximal mit bis 950 l/s beziffert. Die theoretisch erreichbare Wärmeleistung bei einer unterstellten Abkühlung im Durchfluss von 4 °C läge dort, je nach Abflussmenge, zwischen 1 und 24 MW.

3.2.4 Industrielle und gewerbliche Abwärme

Industrielle Abwärme ist eine weitere Quelle, welche für eine regenerative Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Fällt die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau an, kann sie beispielsweise durch Wärmeübertrager in Wärmenetze eingespeist und direkt genutzt werden. Auch Abwärme auf niedrigeren Temperaturniveaus kann zum Einsatz kommen und beispielsweise durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden.

Um das Potenzial für industrielle und gewerbliche Abwärme zu quantifizieren, wurden die vorhandenen Gewerbebetriebe analysiert und nach Relevanz und möglichem Potenzial klassifiziert. Dazu wurden in Zusammenarbeit mit der Ilmenauer Wirtschaftsförderung die energieintensiven Betriebe mit möglichem Abwärmepotenzial identifiziert. Viele Unternehmen mit hohem Wärmebedarf wurden telefonisch oder per E-Mail zu Wärmeverbrauch, Wärmeerzeugungsanlagen und Abwärmebedarf befragt. Dies betrifft neben dem produzierenden Gewerbe auch Betriebe wie Glasbläsereien, Lackierereien, Gärtnereien, Hotellerie und Gastgewerbe, Metall-, Werkzeug- und Anlagenbauunternehmen, KFZ-Betriebe und weitere. Zudem wurden die Potenziale der Plattform für Abwärme des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle [6] erfasst.

Ilmenau verfügt durch seinen Stellenwert als wichtiges Zentrum der Glas- und Keramikindustrie über bedeutende Unternehmen mit Bedarf an Hochtemperaturwärme.

Aufgrund der prozessbedingt hohen Temperaturen bieten Unternehmen dieser Branche das größte Potenzial. Die Raesch Quarz GmbH im Ortsteil Stadt Langewiesen verfügt laut BAFA über ein nutzbares Abwärmepotenzial von rund 6 GWh auf einem Temperaturniveau von 45 °C. In den letzten Jahren ist hier bereits eine Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung erfolgt; der Großteil der Prozesswärme wird aus Strom bereitgestellt. Auch die Prozesswärme der SCHOTT Quartz GmbH (ehemals QSIL Quarzschmelze) im Ortsteil Stadt Langewiesen wurde bereits elektrifiziert. Auf fossile Gase wie Propan oder Butan entfällt lediglich rund ein Fünftel der Wärmeerzeugung. Eine Abwärmenutzung zur Beheizung von Wohn-, Gewerbe und kommunalen Gebäuden im Ortsteil Stadt Langewiesen wurde in den letzten Jahren immer wieder diskutiert und stieß auch beim Betreiber der Quarzschmelze auf Interesse. Durch die Notwendigkeit doppelter Wärmeerzeugerinfrastruktur wegen der nicht dauerhaften Verfügbarkeit der Abwärme wurde das Projekt aus wirtschaftlichen Erwägungen bislang allerdings nicht weiterverfolgt.

In den Gewerbegebieten im Norden der Kernstadt weist die Liaver GmbH & Co. KG (Gewerbepark Am Vogelherd) ein dauerhaft verfügbares Abwärmepotenzial von etwa 2.600 MWh/a auf. Auch die Ändra Gرافittechnik GmbH verfügt über Abwärmepotenziale, die bislang jedoch nicht quantifiziert wurden. Die BHKWs am Biomasse-Heizkraftwerk Ilmenau (Gewerbegebiet Am Wald) könnten auch noch um eine Abwärmenutzung erweitert werden. Eine solche Maßnahme, die in Verbindung mit Wärmepumpen erfolgen müsste, ist allerdings derzeit nicht absehbar.

Auch im Gewerbepark nördlich von Wümbach befindet sich ein BHKW mit möglicher Abwärmenutzung.

In vielen Ilmenauer Unternehmen wird Wärme auf höherem Temperaturniveau für technische Prozesse wie Glasverarbeitung, Metallverarbeitung (Wärmebehandlung, Härtung), Lackier- und Fügeprozesse, Kunststoffextrusion eingesetzt. Gleichzeitig gibt es häufig durch Klimatisierung und Prozesskühlung gewisse Abwärmepotenziale auf niedrigerem Temperaturniveau, welches über Wärmepumpen gehoben werden könnte. Häufig ist eine wirtschaftliche Nutzung allerdings nicht darstellbar. Insbesondere, wenn Prozesse nicht im 24/7-Dauerbetrieb geführt werden oder produktions- und kapazitätsbedingte Stillstände vorkommen, ist eine wirtschaftliche Erschließung oftmals schwierig. Gleichzeitig fällt die Abwärme bei vielen Prozessen lokal verteilt und in Form des Mediums Luft bzw. Abluft/Abgas an, was zu Effizienzverlusten bei der Übertragung auf Wärmeträgermedien führt. Drittens sind viele Unternehmen selbst bestrebt, vermeidbare Abwärmequellen zu minimieren und unvermeidliche Abwärme selbst zu nutzen. Viertens fehlen oftmals außerhalb bzw. in Umgebung der Abwärmequellen relevante mögliche Abnehmer.

Insgesamt zeigt sich deshalb, dass in Ilmenau zahlreiche industrielle und gewerbliche Betriebe über relevante Abwärmepotenziale verfügen, die grundsätzlich für eine wärmetechnische Nutzung in Betracht kommen können. Für eine Nutzung größeren Umfangs bieten sich vorrangig die Abwärmepotenziale der Großbetriebe wie der genannten Quarzschmelzen an.

3.3 Potenzial für thermische Speicher

Um den zeitlichen Versatz von Wärmeproduktion und Wärmenachfrage zu überbrücken, werden Großwärmespeicher in Wärmenetzen benötigt. Wärmespeicher werden in kurzfristige (Stunden/Tage), mittelfristige (Wochen) und langfristige, saisonale Speicher unterschieden.

3.3.1 Kurz- und mittelfristige Speicher

Für die kurz- und mittelfristige Speicherung thermischer Energie werden v.a. Behälterspeicher eingesetzt und dienen der Flexibilisierung von Wärmenetzen. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten sind diese isoliert und haben ein Volumen von bis zu 50.000 m³. Voraussetzung für Behälterspeicher ist ein stabiler Boden. Die Speicher werden vorzugsweise in urbanen Gebieten mit räumlicher Nähe zu Heizzentralen errichtet.

3.3.2 Saisonale Speicher

Saisonale Speicher sind Langzeitwärmespeicher und gleichen saisonale Unterschiede von Wärmezeugung und -bedarf aus. Insbesondere die Wärmebereitstellung mit Solarthermie unterliegt einem großen Versatz von Erzeugung im Sommer und Bedarf im Winter. Saisonale Speicher haben im Vergleich mit kurz- und mittelfristigen Speichern ein größeres Speichervolumen und aus diesem Grund auch einen höheren Flächenbedarf. Da saisonale Speicher die thermische Energie meist auf einem geringeren Temperaturniveau speichern, ist bei Einspeisung in ein Wärmenetz die Anhebung des Temperaturniveaus mit Großwärmepumpen notwendig.

Saisonale Speicher können als Erdbeckenspeicher ausgeführt werden. Die Erdbeckenspeicher werden 5-15 m tief in die Erde gegraben und mit einem Deckel abgedeckt. Je nach Bauform ist auch der Deckel nutzbar, wenn er mit Erde überdeckt wird. Als Standorte bieten sich aufgrund des hohen Flächenbedarfs urbane Randbezirke oder ländliche Gebiete an. Der Boden sollte gutstehend sein und die Grabung 2 m oberhalb des Grundwasserhorizontes enden.

Zur Identifizierung möglicher Standorte werden zunächst die Kriterien des bedingt geeigneten Freiflächen-Solarthermie-Potenzials herangezogen. Als Positivfläche wird somit das gesamte Stadtgebiet berücksichtigt. Flächen mit einem Grundwasserflurabstand <10 m und hydrogeologisch ungünstige Flächen sowie Gebiete mit schlechter Grabbarkeit werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Erdbeckenspeicher können Volumina von 5.000- 500.000 m³ haben. Für eine Speichergröße von 10.000 m³ und Tiefe von 10 m ergibt sich eine Minimalfläche von 1.000 m². Abbildung 38 stellt mögliche Flächen für einen Erdbeckenspeicher dar.

Die Potenzialquantifizierung für Erdbeckenspeicher gestaltet sich als schwierig, da die möglichen Flächen im Einzelfall geprüft sowie die lokalen Begebenheiten und Anforderungen an die Speichergröße beachtet werden müssen. Wird eine Potenzialquantifizierung anhand oben genannter Kriterien vorgenommen, kann eine Gesamtpotenzialfläche für Erdbeckenspeicher von 802 ha identifiziert werden.

Die volumetrische Speicherdichte ist abhängig vom Temperaturniveau, welches zwischen 10 und 95 °C variieren kann. Die Speicherdichte wird mit 60 kWh/m³ angenommen [7]. In diesem Fall steht in Ilmenau eine theoretische Speicherkapazität von 4.810 GWh zur Verfügung.

Weitere Technologien für saisonale Wärmespeicherung sind der Aquifer-Speicher und der Erdsonden-Wärmespeicher. Aquifer-Speicher speichern die thermische Energie in Gesteinsschichten im Untergrund. Damit die Wärme bei ausreichend hohen Temperaturniveaus gespeichert werden kann, sind Tiefen bis zu 1.500 m notwendig. Die Mächtigkeit der Speicherschicht sollte mindestens 20 m betragen. Ilmenau liegt außerhalb der Vorzugsgebiete für tiefe Geothermie und bietet keine Aquifere in ausreichender Tiefe. Das Potenzial wird aus diesem Grund nicht weiter quantifiziert.

Erdsonden-Wärmespeicher speichern die thermische Energie auch im Untergrund, aber nicht so tief wie Aquifer-Speicher. Die speicherbaren Temperaturen sind demnach geringer. Diese Speicherart ist v.a. für Netze mit geringen Vorlauftemperaturen geeignet. An den Untergrund werden die gleichen Anforderungen wie auch bei Erdwärmesonden gestellt. Identifizierte Flächen für Erdwärmesonden eignen sich also auch für Erdsonden-Wärmespeicher [8]. Erdsonden-Wärmespeicher werden bei größerem Speichervolumen, das heißt größeren, wirtschaftlicher, da die Wärmeverluste sinken. Typische minimale Speichervolumen sind 20.000 m³. Geeignet sind also nur etwas größere zusammenhängende Flächen auf denen Erdsondenfelder und nicht nur einzelne Erdsonden errichtet werden können. Das Potenzial wird hier nicht weiter quantifiziert.

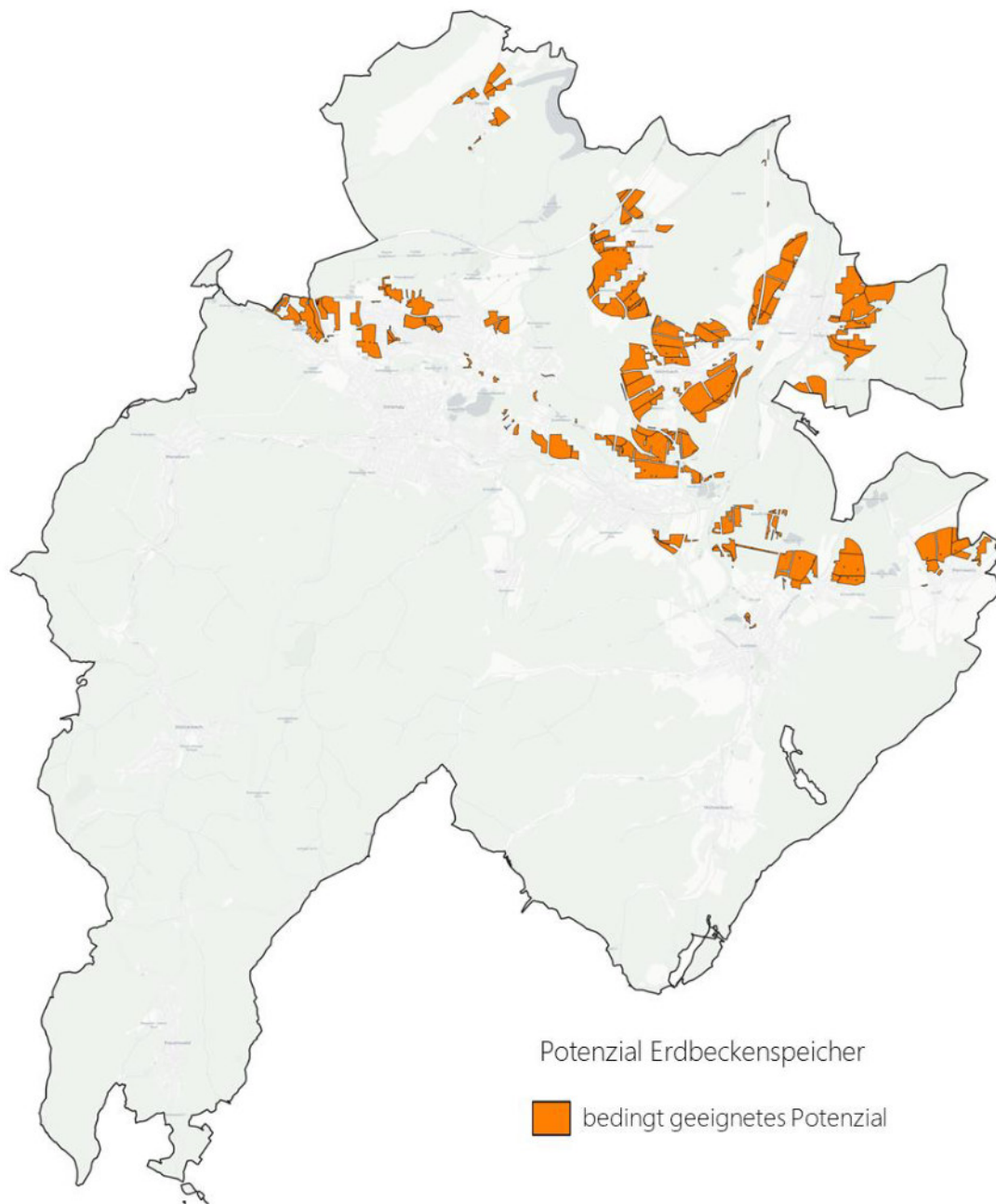


Abbildung 38: Bedingt geeignete Potenzialflächen für Erdbeckenspeicher

3.4 Potenzial zur Bedarfsreduktion

Neben der Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme spielt die Reduktion des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Um die Klimaziele zu erreichen, muss der Wärmeverbrauch im Gebäudebereich erheblich reduziert werden. Dies kann einerseits durch energetische Gebäudesanierung, insbesondere im Bereich der Wohngebäude, realisiert werden. Andererseits spielt eine

Steigerung der Energieeffizienz in den Prozessen der Industrie sowie im Bereich GHD eine wesentliche Rolle.

Zur Berechnung der möglichen Bedarfsreduktion wird für jedes Gebäude in Abhängigkeit des Gebäudetyps, des Baujahrs, des aktuellen Bedarfs sowie der Gebäudenutzung ein Einsparpotenzial abgeschätzt. Für Wohngebäude wird dabei auf den Technikatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) [1] zurückgegriffen. Dieser enthält flächenbezogene künftige Wärmebedarfe für unterschiedliche Baualtersklassen und berücksichtigt die verschiedenen möglichen Sanierungstiefen unterschiedlicher Gebäude. Die Einsparpotenziale entsprechen den Zielwerten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz [9], jetzt Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Neben der Sanierungstiefe spielt die Sanierungsrate eine zentrale Rolle. Diese beschreibt, welcher Anteil der Gebäude jährlich saniert wird. Die historischen Sanierungsquoten in Deutschland lagen in einer Größenordnung um 1 %. Zur Erreichung der Klimaschutzziele sollte diese Quote erhöht werden. Im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass Gebäude in Gebieten mit Einzelversorgung Sanierungsquoten von jährlich 2 % erreichen, während Gebäuden in Wärmenetzgebieten eine Quote von 1,5 % unterstellt wird. Dies berücksichtigt, dass der Sanierungswille im Zuge einer Umstellung auf dezentrale Lösungen (in der Zukunft insbesondere Wärmepumpen) erfahrungsgemäß höher ist als beim Anschluss an ein Wärmenetz. Zusätzlich ist der wirtschaftliche Mehrwert von Sanierungen insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen signifikant, da dort in der Regel nicht nur die absolut benötigte Wärmemenge reduziert, sondern auch der Wirkungsgrad der Wärmeherzeugung durch Absenkung der benötigten Vorlauftemperatur erheblich verbessert werden kann.

Für Nichtwohngebäude wird davon ausgegangen, dass diese einheitlich durch Steigerung der Prozesseffizienz sowie durch Sanierungsmaßnahmen ihren Wärmebedarf um jährlich etwa 1 % senken können.

Neben Sanierungen wird auch durch den Klimawandel erwartbar die benötigte Raumwärme sinken. Sowohl die Zahl der Heiztage wird zurückgehen als auch die insgesamt benötigte Heizleistung an den verbleibenden Heiztagen. Aufbauend auf den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes von 2015 und 2045 wird davon ausgegangen, dass der Raumwärmebedarf in Ilmenau zusätzlich um 0,325 % pro Jahr abnimmt.

Die resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs aufgeteilt nach den einzelnen Verbrauchssektoren ist in Abbildung 39 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf bis 2045 um etwa 19 % von 409 GWh/a auf 330 GWh/a reduzieren. Unter Annahme der diskutierten Sanierungsrate und -tiefe können Wohngebäude den Wärmebedarf von 280 GWh/a auf 217 GWh/a bis 2045 senken. Auch der kommunale Sektor kann mit einer Bedarfsreduktion von 40 GWh/a bis auf 31 GWh/a in 2045 nennenswert zur Wärmebedarfseinsparung beitragen. In den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie verringert sich der Wärmebedarf aufgrund der hohen (und als konstant angenommenen) Prozesswärmebedarfe von aktuell 89 GWh/a lediglich auf 82 GWh/a im Jahr 2045.

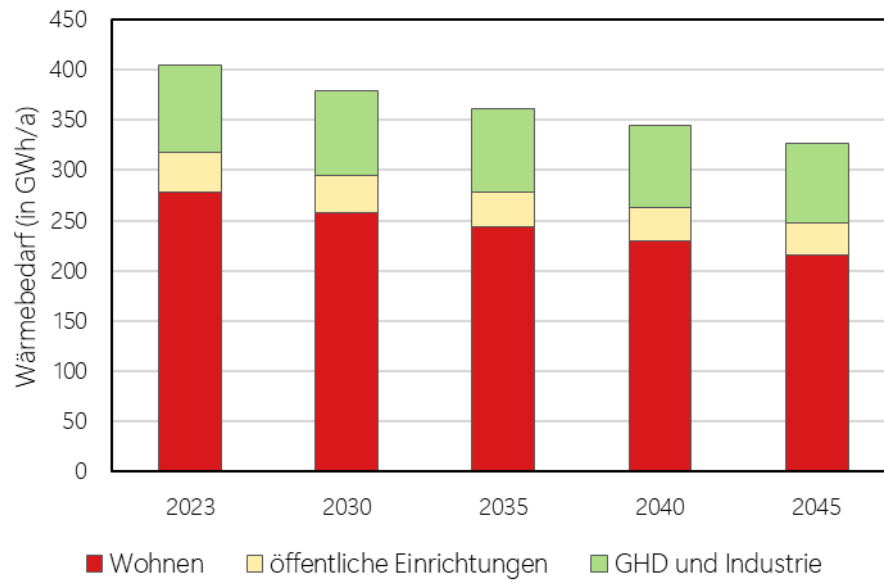


Abbildung 39: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA [1] und BMWF [9]

Abbildung 40 und Abbildung 41 zeigen die projizierten Wärmebedarfsdichten durch die angenommene Bedarfsreduktion in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Diese Darstellung ist insbesondere für die Bewertung der künftigen Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen relevant. Reduziert sich die Wärmebedarfsdichte in Gebieten künftig stark, muss dies bei der Festlegung von Fernwärmenetzgebieten berücksichtigt werden.

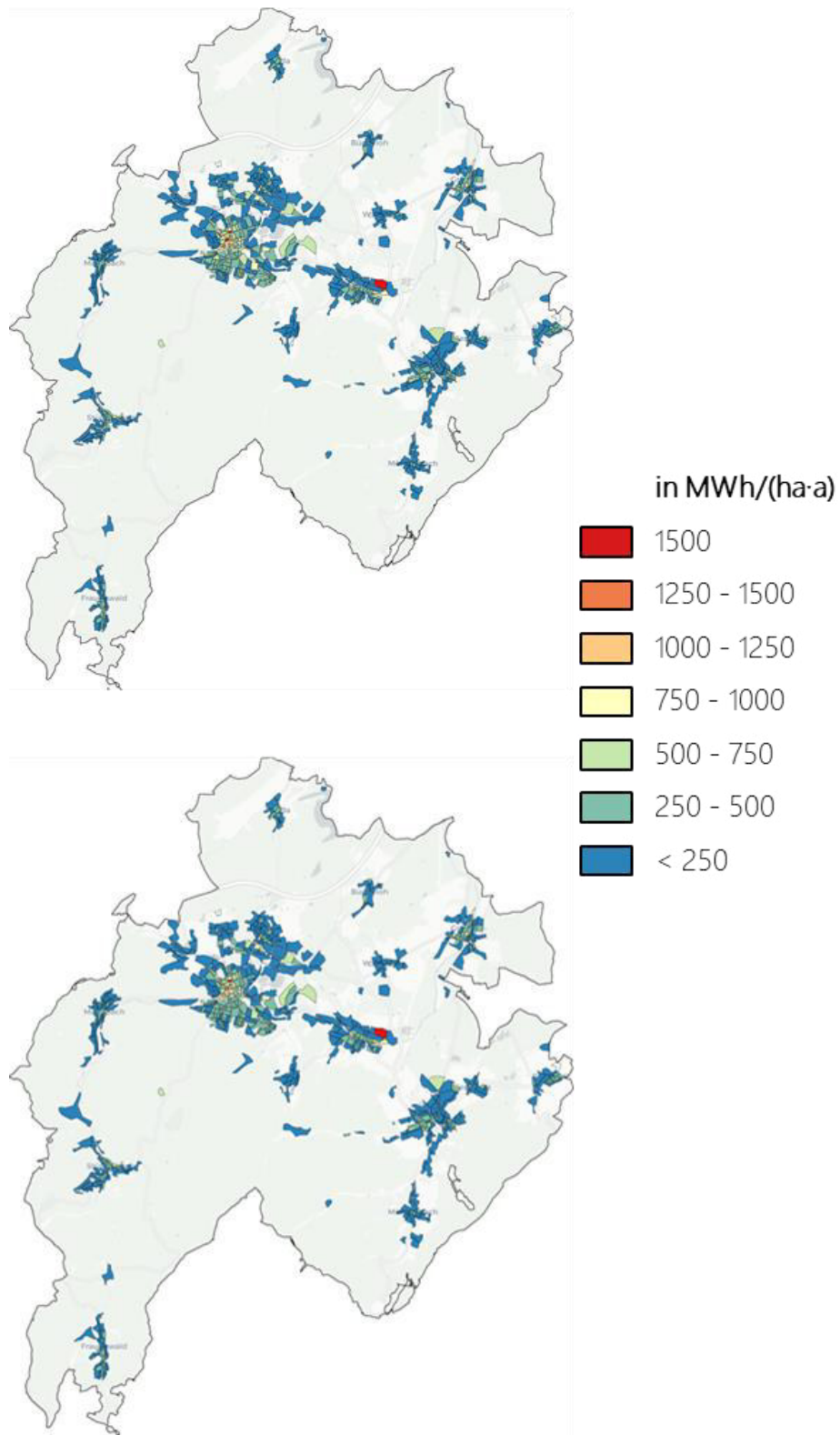


Abbildung 40: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2030 (oben), 2035 (unten)

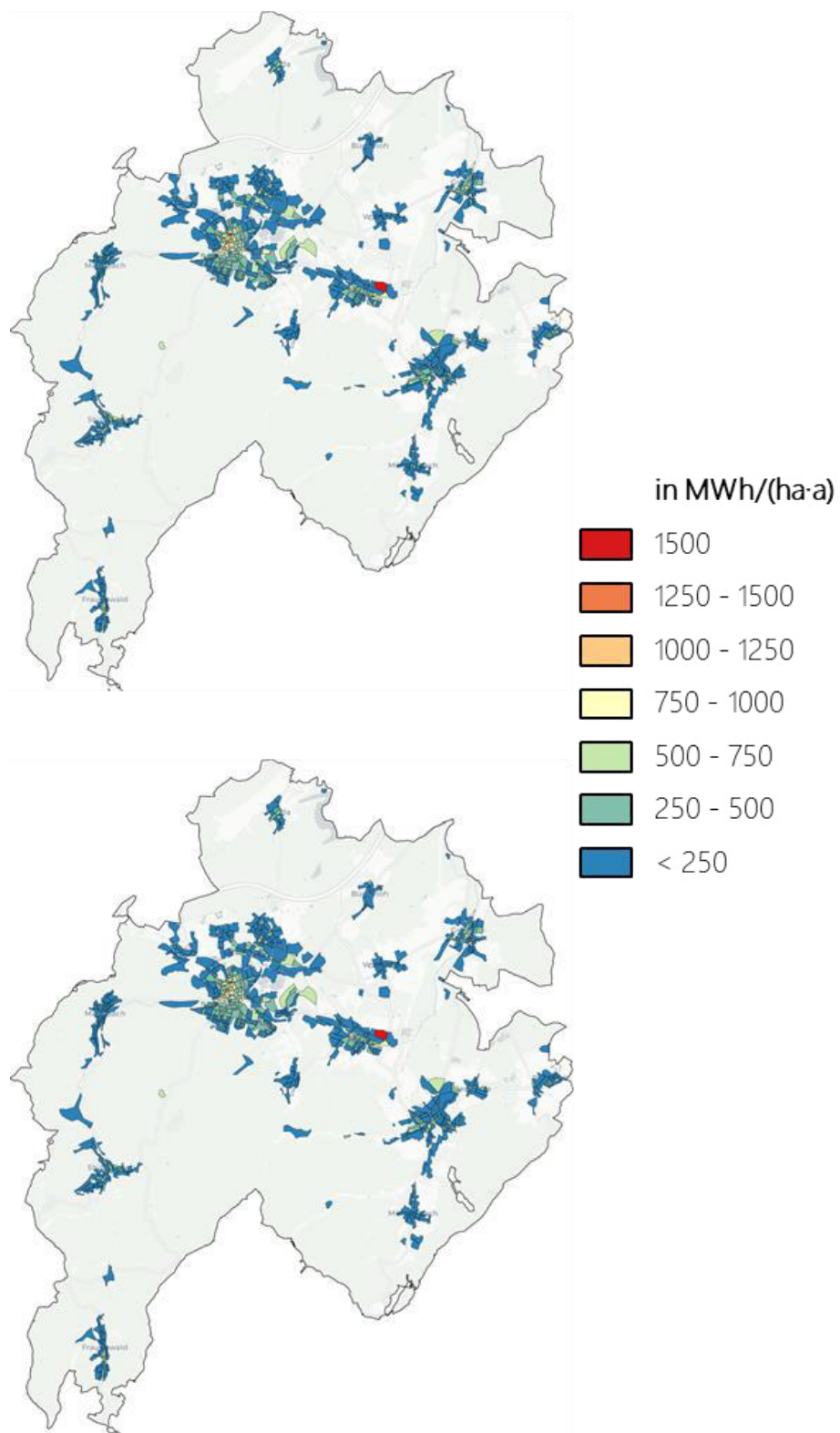


Abbildung 41: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2040 (oben), 2045 (unten)

Die Abbildungen zeigen, wie in Zukunft die Bedarfe speziell in Wohngebieten stark zurückgehen. Während im Ausgangsjahr noch einige weitere Wohngebiete erhöhte Wärmebedarfsdichten aufweisen, reduzieren sich deren Bedarfsdichten bis 2045 erwartbar deutlich durch Sanierung. Ähnliches sieht man auch in Abbildung 42. Hier sind die 50 % der Quartiere mit der höchsten Bedarfsreduktion (Rückgang des Wärmebedarfs um 25,8 bis 33,4 %) gekennzeichnet. Erwartungsgemäß handelt es sich hierbei generell um Wohngebiete, deren Altersstruktur zwischen 1949 und 1979 liegt und somit hohe Wärmebedarfe und geringe Einschränkungen durch Denkmalschutz vorherrschen.

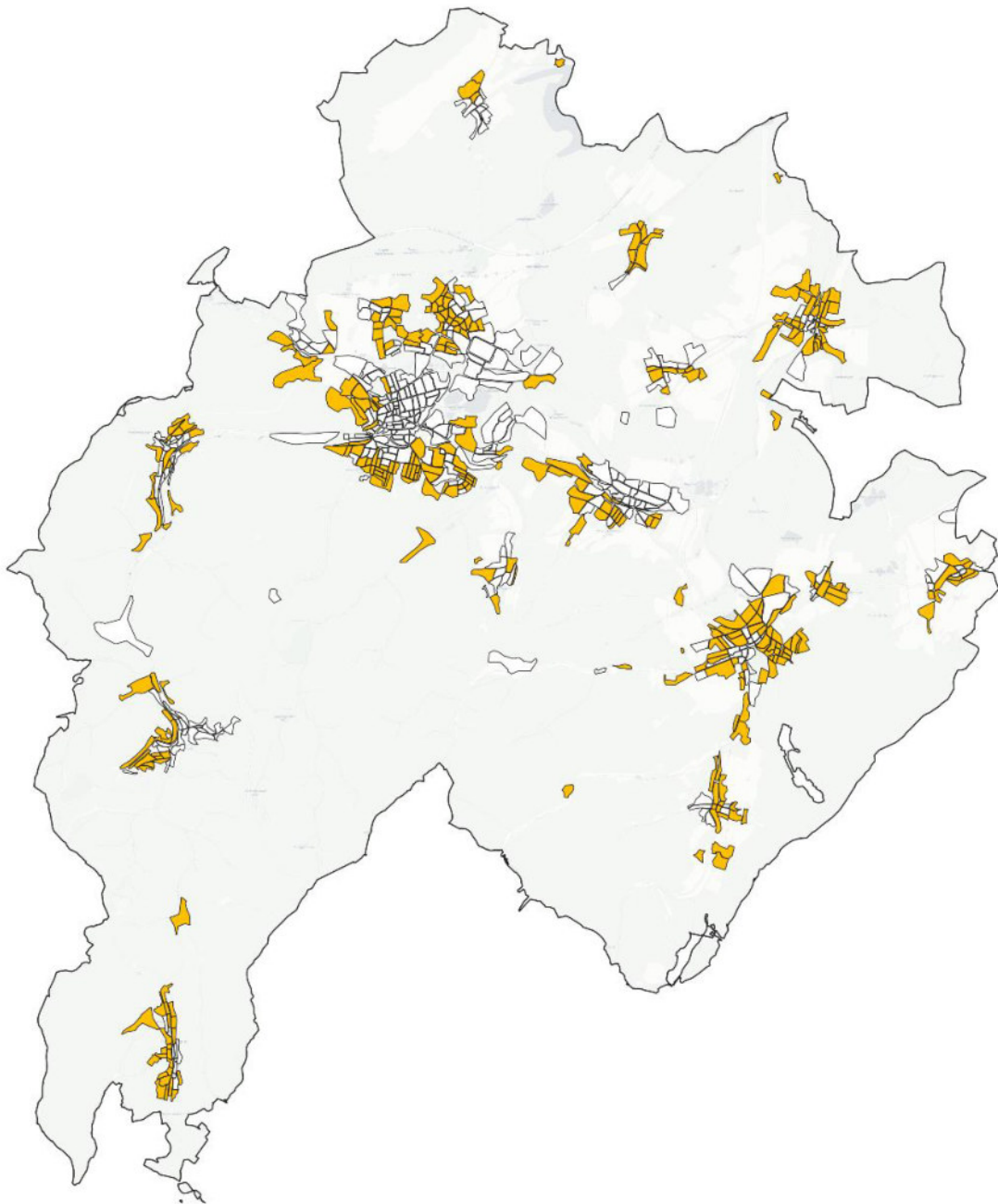


Abbildung 42: Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial

3.5 Zwischenfazit Potenzialanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorangegangenen Potenzialbetrachtungen einheitlich zusammengeführt und verglichen. Abbildung 43 stellt den aktuellen und prognostizierten Wärmebedarf dem in Ilmenau potenziell möglichen erneuerbaren Wärme- und Strompotenzial gegenüber. Wie in den einzelnen Kapiteln bereits diskutiert, stellen die einzelnen Potenziale technische Maximalpotenziale dar, deren Hebung jeweils in Einzelfällen zu prüfen ist.

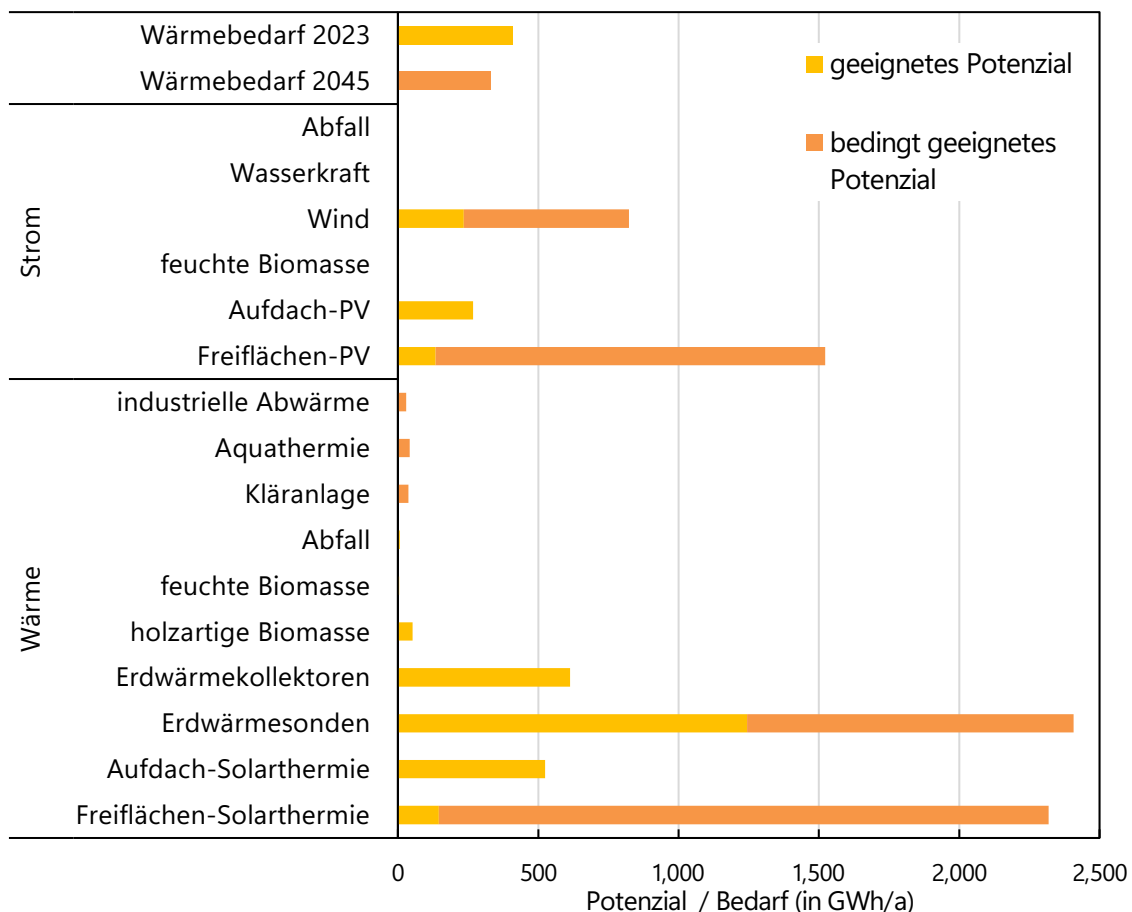


Abbildung 43: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs

Deutlich wird, dass Ilmenau die Chance hat, seinen Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Das grundsätzlich verfügbare Potenzial übersteigt die aktuelle und künftige Nachfrage. Im Kontext der erneuerbaren Wärmeerzeugung sind insbesondere die großen Potenziale der Solarthermie, aber auch der oberflächennahen Geothermie zu erwähnen. Insbesondere Freiflächen-Solarthermieranlagen haben in Ilmenau großes Potenzial, auch wenn dieses technisch und wirtschaftlich nur zu Bruchteilen, beispielsweise in Wärmenetzen, zu nutzen sein wird. Gleiches gilt für oberflächennahe Geothermie: Diese hat zwar ein grundsätzlich hohes Potenzial, wird jedoch nur nach Einzelfallprüfung zum Einsatz kommen können. Das tatsächlich verwertbare Potenzial wird hier wesentlich geringer ausfallen als das technisch verfügbare.

Auch die Nutzung von Umgebungsluft kann einen zentralen Beitrag leisten, ist in der Abbildung aufgrund der grundsätzlich unbegrenzten Verfügbarkeit nicht aufgeführt. Das Gegenteil gilt für die

Tiefengeothermie, die in Ilmenau nicht die erforderlichen natürlichen Voraussetzungen bietet, diese Wärmepotenziale wirtschaftlich und nachhaltig verfügbar zu machen.

Vergleichsweise geringer fällt das Potenzial von Abfall und Biomasse aus. Insbesondere lokale Biomasse kann nur in gezielten Anwendungen nachhaltig Anwendung finden.

Durch die Elektrifizierung des Wärmebedarfs u.a. durch Wärmepumpen ist zusätzlich von einem gesteigerten Strombedarf auszugehen. Auch hier herrscht in Ilmenau ein erhebliches Potenzial. Hier ist insbesondere auf das große Potenzial für Windkraft, aber auch für Freiflächen-PV-Anlagen hinzuweisen. Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Abfall oder feuchter Biomasse ist hingegen wesentlich geringer.

4 Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse wird nachfolgend ein Szenario ausgearbeitet, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizziert. Zielsetzung ist dabei gemäß Wärmeplanungsgesetz eine Klimaneutralität bis 2045.

Zentrale Fragestellung bei der Entwicklung des Zielszenarios ist, wo Wärmenetzeignungsgebiete vorliegen und wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Kapitel 4.1 weist deshalb zunächst Wärmenetzeignungsgebiete aus und kombiniert dabei eine Vielzahl an umsetzungsrelevanten Einflussfaktoren wie Wärmedichten, Gebäudestruktur, Potenzialverfügbarkeiten etc. Kapitel 4.2 baut darauf auf und stellt die Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Gebieten der Kommune vor. Hier wird verdeutlicht, wo im beplanten Gebiet welche konkrete Umsetzungsvariante möglich ist.

In Kapitel 4.3 wird daraufhin dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien deshalb wesentliche Maßnahmen darstellen können. Kapitel 4.4 schließlich fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und zeigt deren Auswirkung auf das Zielszenario. Dies umfasst beispielsweise die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur, der Fernwärmeerzeugung, der eingesetzten Energieträger oder auch der Treibhausgasemissionen.

4.1 Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten

Wärmenetze spielen eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Sie zielen auf eine zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärme ab, was oftmals effizienter ist als die individuelle Beheizung einzelner Gebäude. Sie erlauben die Nutzung und Bergung großer erneuerbarer Potenziale wie beispielsweise Abwärme aus Industrieprozessen, Kläranlagen, Aquathermie oder Tiefengeothermie und erlauben gleichzeitig die Erschließung größerer Versorgungsgebiete.

Allerdings ist der Aufbau eines Wärmenetzes ein kostenintensives Infrastrukturprojekt. Ob eine zentrale Wärmeversorgung die wirtschaftlichste Alternative ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, welche alle im Einzelfall geprüft werden müssen:

- Hohe Wärmebedarfsdichte (mehr als 415 MWh/(ha·a)) und/oder Wärmelinien-dichte, welche eine wirtschaftliche Erschließung eines Quartiers mit Wärmenetzen wahrscheinlich erscheinen lässt. Ein Hauptteil der Investitionskosten eines Wärmenetzes sind Tiefbauarbeiten und Rohre für die Wärmeverteilung, eine hohe Wärmeabnahme über geringe Strecken senkt die Kosten daher deutlich.
- Bestehende Wärmenetze, bestehende Ausbaupläne, mögliche Erweiterungen dieser Wärmenetze: Bestehende Wärmenetze sind oftmals Keimzellen für Erweiterungen. Ein Ausbau ist oft deutlich kostengünstiger als ein Neubau. Aber auch in aktuell ausgelasteten Netzen werden zukünftig voraussichtlich Kapazitäten frei, da die Wärmeabnahme durch Sanierungen und Klimaeffekte tendenziell zurückgeht. Weiterhin ist bei Bestandsnetzen oftmals konkreter das Anschlussinteresse der umliegenden Anwohnerinnen und Anwohner bekannt.

- Gebäudebestand, -Altersklasse und -Typ in den Quartieren: Die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen ist stark abhängig vom Gebäudebestand, den sie versorgen. So verbrauchen Gebäude mit vielen Wohneinheiten wesentlich mehr Wärme als kleinere Bauten und sind somit attraktiv für zentrale Wärmeversorgungslösungen. Ebenso weisen ältere Gebäude zumeist einen höheren Bedarf auf als neuere und sind somit prädestinierter für Wärmenetze. Des Weiteren ist das Gebäudealter insofern ein wichtiger Faktor, als dass für manche Gebäude (z. B. teilweise im Denkmalschutz) die Fernwärme eine der wenigen klimaneutralen Heiztechnologien darstellt.
- Städte- bzw. verwaltungstechnische Gliederung: Wenn in einem Stadtteil ein Fernwärmenetz geplant wird, werden oftmals auch Gebiete mit geringeren Wärmedichten innerhalb dieses Stadtteils in die Planung aufgenommen.
- Strategische Ausrichtung und bestehende Pläne relevanter Akteure, beispielsweise der Stadtwerke bzw. TEN, lokaler Unternehmen oder Wohnungsgesellschaften/-genossenschaften wie IWG und WBG: Die Kapazitäten für den Bau von weiteren Wärmenetzen sind oftmals begrenzt, wenn bereits Pläne für den Bau von Netzen bestehen. Zusätzlich sollen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bestehende Pläne Berücksichtigung finden, um die Entwicklungen vor Ort bestmöglich abzubilden.
- Groß- und Ankerverbraucher, welche als Keimzelle für Wärmenetzversorgungen dienen können: Groß- und Ankerverbraucher sind für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen essentiell. Sie weisen als Einzelverbraucher eine hohe Wärmeabnahme auf. Dies ist insbesondere auch für die Entwicklung neuer Wärmenetze wichtig, da durch wenige Abnehmer bereits ein Grundverbrauch sichergestellt werden kann, was die Unsicherheiten in der Projektentwicklung reduziert.
- Potenzial und Zugänglichkeit erneuerbarer Energien: Das Vorhandensein günstiger erneuerbarer Energien (z. B. Abwärme) ist ein weiterer zentraler Treiber, welcher Wärmenetzgebiete definieren kann. So kann bei entsprechend günstigem erneuerbarem Potenzial auch ein Gebiet mit geringeren Wärmedichten attraktiv für eine Erschließung mit Wärmenetzen sein.
- Nutzbarkeit von Abwärme: Abwärme ist oftmals die günstigste Wärmequelle. Viele Unternehmen sind ohnehin darauf angewiesen, ihre Wärme abzuführen. Die Wärmequelle kann somit oftmals zu sehr geringen Kosten genutzt werden und hat teilweise auch noch positive Effekte auf die Prozesseffizienz der Unternehmen.
- Sinnvolle Kombination und Zusammenlegung von benachbarten Quartieren mit hohen Wärmedichten: Ein Zusammenschluss mehrerer benachbarter Quartiere kann oftmals günstiger sein, als die Quartiere jeweils einzeln zu betrachten und zu versorgen. Die dadurch entstehenden Synergien erlauben es, Infrastruktur wie Erzeugungsanlagen besser auszulasten und damit die Kosten zu reduzieren.

Eines der zentralen Ziele der kommunalen Wärmeplanung ist die Ausweisung von Gebieten, in denen die Kriterien erfüllt sind, welche die Prüfung von Wärmenetzen nahelegen. Dabei wird zwischen den folgenden Gebieten unterschieden:

- Wärmenetzgebiet: In diesen Gebieten besteht ein Wärmenetz oder im Zuge der Wärmeplanung wurde eine hohe Eignung und eine grundsätzliche Machbarkeit festgestellt, die im Anschluss näher untersucht werden sollte. Voraussetzung für eine Darstellung als Wärmenetzgebiet ist, dass ein erheblicher Anteil der Letztverbraucher über das Wärmenetz

versorgt werden soll. Es wird unterschieden zwischen Wärmenetzverdichtungsgebieten (es besteht bereits ein Netz und Verbraucher in unmittelbarer Nähe sollen angeschlossen werden), Wärmenetzausbaubereichen (es besteht noch kein Netz in unmittelbarer Nähe aber ein bestehendes Netz soll dorthin ausgebaut werden) und Wärmenetzneubaubereichen (es kann ein Anschluss an ein neu zu bauendes Wärmenetz erfolgen).

- Wasserstoffnetzgebiet: In diesem Gebiet liegt ein Wasserstoffnetz bereits vor oder ist konkret geplant. Ein wesentlicher Teil der Letztverbraucher wird hier durch Wasserstoff ihren Wärmebedarf decken. Voraussetzung ein Wasserstoffnetzgebiet ist, dass der zuständige Netzbetreiber einen sogenannten „verbindlichen Fahrplan“ zur Umrüstung erstellt oder erstellt hat. In Ilmenau existiert derzeit von keinem der Gasnetzbetreiber ein verbindlicher Fahrplan, weshalb keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen werden können.
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (Einzelversorgungsgebiet): In diesem Gebiet soll mehrheitlich keine leitungsgebundene Wärmeversorgung (durch Wärmenetze oder Wasserstoffnetze) erfolgen. Die Wärme wird überwiegend durch individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Biomassefeuerungen) bereitgestellt.
- Prüfgebiet: In diesen Gebieten soll zunächst keine konkrete Versorgungsvariante herausgestellt werden, da nicht genügend Informationen vorliegen. Im Zuge der vorgeschriebenen Fortschreibung der Wärmeplanung (mindestens alle 5 Jahre) soll dies später erfolgen.

Die Beurteilung der Gebietseignung in Ilmenau wurde in Abstimmung mit allen betroffenen Stellen der Stadtverwaltung und weiteren lokalen Akteuren wie Netzbetreibern und Akteuren aus Wohnungsbau und Wohnungswirtschaft abgestimmt.

Ilmenau verfügt bereits über ein gut ausgebautes Wärmenetz, das große Teile der Kernstadt versorgt. Die Kapazitäten der bestehenden Erzeugungsanlagen sind weitestgehend ausgeschöpft.

Dennoch sind, wie in Abbildung 44 zu sehen, im Stadtgebiet weitere Maßnahmen zur Wärmenetzverdichtung und dem Ausbau geplant. Durch den erwartenden Wegfall einzelner Wärmeabnehmer in den kommenden Jahren können freiwerdende Kapazitäten sukzessive für Neuanschlüsse genutzt werden, sodass eine Erweiterung der Erzeugungsanlage derzeit nicht vorgesehen ist.

Auch der Neubau zusätzlicher Fernwärmenetze ist aktuell nicht geplant. Die außerhalb der Kernstadt gelegenen Ortsteile werden zukünftig fast ausschließlich durch dezentrale Wärmeversorgungslösungen versorgt. Vereinzelt können jedoch auch Wärmenetzlösungen wie Quartiersnetze bei hohen Wärmeverbrauchsichten sinnvoll sein, beispielsweise entlang der Hauptstraßen oder im Umfeld größerer Wärmeabnehmer. Auch die Ilmenauer Wohnungsbaugesellschaften prüfen die Errichtung von Quartiersnetzen im Bereich einiger Ihrer Liegenschaften außerhalb der Kernstadt.

In den Ortsteilen Stadt Langwiesen und Stadt Gehren beispielsweise bestehen aufgrund der dort vorhandenen Mehrparteienhäuser grundsätzlich Potenziale für den Aufbau von Gebäude- bzw. Quartiersnetzen. Die Umsetzung solcher Projekte würde jedoch voraussichtlich nicht durch die Stadtwerke Ilmenau, sondern Dritte (beispielsweise die örtlichen Wohnungsbaugesellschaften) erfolgen.

Ob eine wirtschaftliche Umsetzung möglich ist, muss jeweils im Einzelfall geprüft werden. Für den überwiegenden Teil der außenliegenden Ortsteile stellen dezentrale Versorgungslösungen in weiten Bereichen jedoch die wahrscheinlichere Option dar.

Aus diesen Gründen werden die meisten Ortsteile Ilmenaus als Einzelversorgungsgebiet gekennzeichnet.

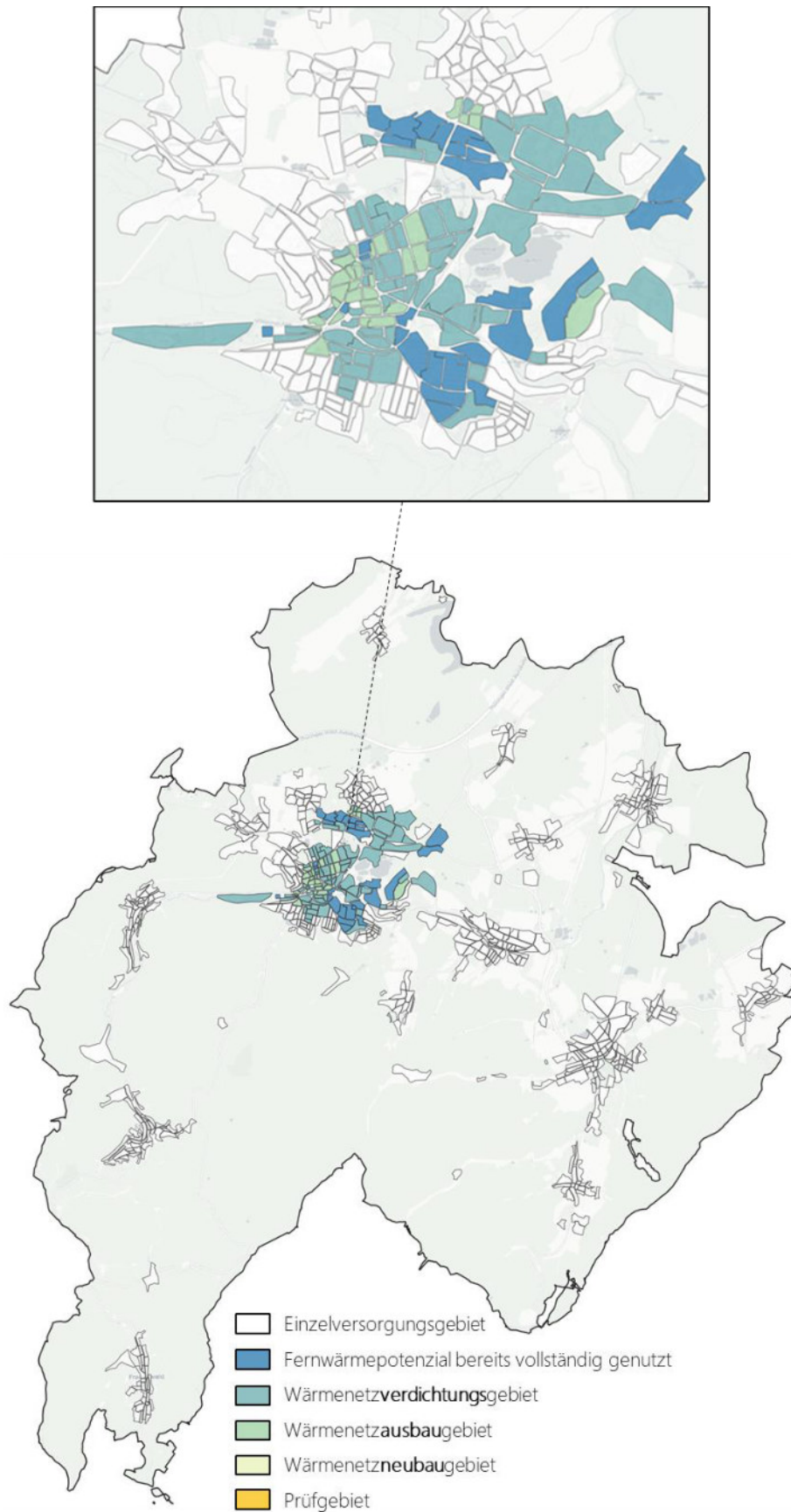


Abbildung 44: Zielfoto für die Kommunale Wärmeplanung in Ilmenau: Wärmeversorgung in den einzelnen Quartieren

4.2 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

Aufbauend auf der Ausweisung der Wärmenetzgebiete sowie der Gebiete mit vorrangig dezentraler Versorgung werden die geeigneten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr bestimmt. Dies soll für die einzelnen Grundstücke und Baublöcke aufzeigen, welche Form der Wärmeversorgung naheliegender ist. Für Bürgerinnen und Bürger stellt dies eine Handlungshilfe dar, welche Rahmenbedingungen und Unterstützung bei der individuellen Entscheidung bietet. Hier sollen zentrale Fragen beantwortet werden:

- Wie ist der aktuelle Stand der Wärmeversorgung in meinem Quartier? Gibt es Wärmenetze in meiner Nähe?
- Welche Wärmeversorgung kann in meiner Umgebung künftig welche Rolle spielen?
- Werden Wärmenetze in meinem Quartier geprüft? Muss ich mich auf eine dezentrale Versorgung einstellen?
- Welche Technologien kommen für mich in Frage?
- Welche Maßnahmen und Schritte werden in meinem Quartier empfohlen?

Zu diesem Zweck wird das Stadtgebiet in zusammenhängende Quartiere aufgeteilt (Abbildung 45). Die Quartiere werden auf Basis städtebaulicher und infrastruktureller Kriterien gebildet. Das Gemeindegebiet der Stadt Ilmenau wird in insgesamt 19 einzelne Quartiere eingeteilt.

Für jedes Quartier wird ein Steckbrief erstellt. Die Steckbriefe umfassen jeweils:

- Beschreibung des Quartiers und der wesentlichen Begebenheiten, welche Bürgerinnen und Bürgern einen Kurzüberblick über die aus energietechnischer Sicht relevante Struktur ihrer Nachbarschaft gibt:
 - Fläche
 - Vorwiegende Nutzungsart
 - Wärmedichte
 - Aktueller Wärmebedarf in Relation zum gesamten Wärmebedarf in Ilmenau
 - Aktuelle Treibhausgasemissionen in Relation zum gesamten Wärmebedarf in Ilmenau
 - Vorhandensein von Gas- und Wärmenetzen (leitungsgebundene Versorgung)
- Die Angabe der wahrscheinlichen Wärmeversorgung im Jahr 2045 (Wärmenetze, dezentrale Versorgung, Wasserstoffnetzgebiet)
- Maßnahmenempfehlungen, welche weitere Informationen und Hinweise zur konkreten Umsetzung der Wärmewendestrategie liefern:
 - Empfehlungen und Hinweise, welche wesentliche Anregungen für die Umsetzung geben. Dies betrifft insbesondere aktuelle und zukünftige Maßnahmen zum Fernwärmeausbau und Eignung bestimmter Heizungsvarianten.
 - Vergleich des aktuellen Wärmemixes und des möglichen Wärmemixes 2045 nach Zielszenario, um Bürgerinnen und Bürgern zu verdeutlichen, welche Wärmeversorgung heute dominiert, wie sie sich individuell darin einordnen können und welche Wärmeversorgung künftig in ihrer Nachbarschaft als relevant betrachtet wird.
- Verfügbarkeit der lokalen Potenziale, bewertet nach der Wahrscheinlichkeit der möglichen Nutzung von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich nicht geeignet“, um

zu zeigen, mit welchen Technologien und Wärmequellen grundsätzlich in der Nachbarschaft erneuerbare Wärme bereitgestellt werden kann.

- Prioritäre Maßnahmen im Gebiet, sodass die konkreten Umsetzungsstrategien und Handlungsempfehlungen an die Stadtverwaltung sowie Versorger den einzelnen Gebieten zugeordnet werden können.

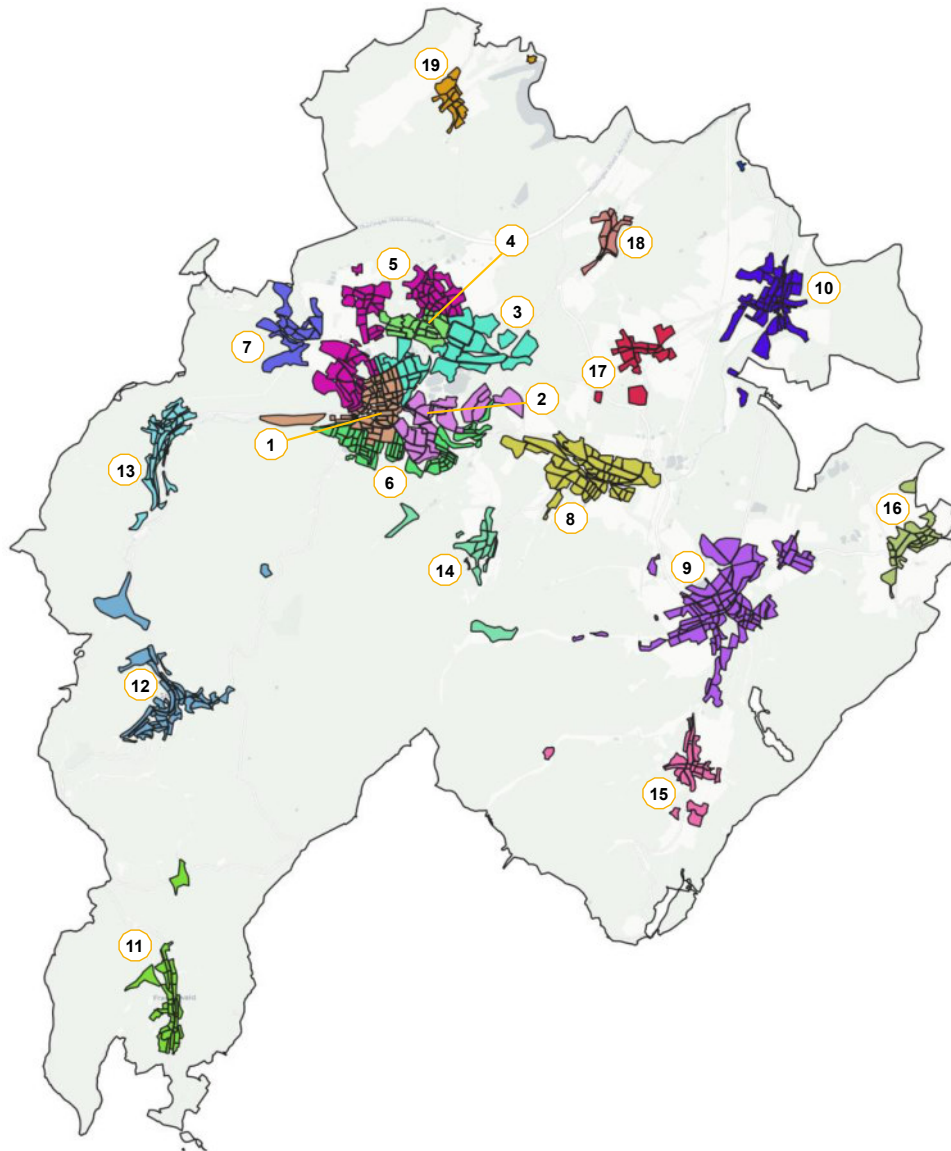


Abbildung 45: Aufteilung des Stadtgebiets in die einzelnen Quartiere

Abbildung 46 stellt exemplarisch einen Steckbrief für das Quartier Ilmenau-Zentrum dar.

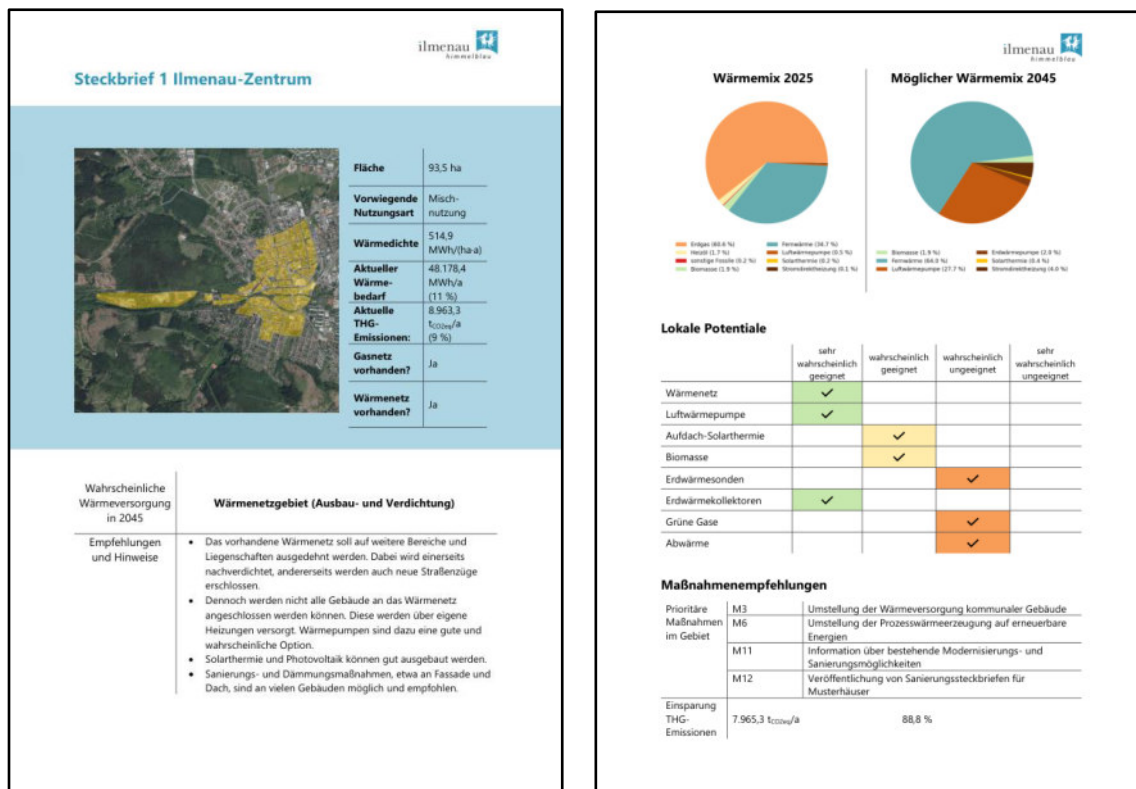


Abbildung 46: Exemplarischer Quartierssteckbrief für Ilmenau-Zentrum

Ein zentraler Überblick über die einzelnen Quartiere und die empfohlenen Maßnahmen wird in Tabelle 9 gegeben. Dabei wird je Quartier die Wärmedichte als zentrale Kennzahl für die Eignung eines Wärmenetzes angegeben, ebenso wie die empfohlene vorherrschende Wärmeversorgungsart.

Tabelle 9: Übersicht der 19 Quartiere inklusive Wärmedichte und empfohlener Wärmeversorgungsart

Nr.	Name	Wärmedichte in MWh/(ha·a)	Wahrscheinliche Wärmeversorgung
1	Ilmenau-Zentrum	514,9	Zentral
2	Ilmenau Süd-Ost	461,5	Zentral
3	Ilmenau Nord-Ost	177,1	Zentral
4	Pörlitzer Höhe	280,9	Zentral
5	Ilmenau West/Oberpörlitz/Unterpörlitz	168,1	Dezentral
6	Ilmenau Süd	242,2	Dezentral
7	Roda	78,4	Dezentral
8	Stadt Langewiesen	309,2	Dezentral
9	Stadt Gehren	189,9	Dezentral
10	Gräfinau-Angstedt	201,3	Dezentral

Nr.	Name	Wärmedichte in MWh/(ha·a)	Wahrscheinliche Wär- meversorgung
11	Frauenwald	165,4	Dezentral
12	Stützerbach	162,4	Dezentral
13	Manebach	173,3	Dezentral
14	Oehrenstock	78,7	Dezentral
15	Möhrenbach	125,7	Dezentral
16	Pennewitz	136,2	Dezentral
17	Wümbach	145,4	Dezentral
18	Bücheloh	146,6	Dezentral
19	Heyda	192,7	Dezentral

Im Anhang befinden sich alle 19 Quartiersteckbriefe in ausführlicher Form, ergänzt durch ein Glossar und weiterführende Erläuterungen.

4.3 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Neben der Definition von Wärmenetz- und Einzelversorgungsgebieten soll bestimmt werden, in welchen Quartieren mit erhöhtem Einsparpotenzial zu rechnen ist. Diese Gebiete können für künftige Sanierungsstrategien in den Fokus genommen werden und versprechen besonders hohe Energieeinsparungen. Da keine flächenhafte Datengrundlage über den aktuellen Sanierungsstand gegeben ist, spielt hier das Gebäudealter eine zentrale Rolle.

Erhöhtes Sanierungspotenzial weisen insbesondere Gebäude mit Baujahr zwischen 1949 bis 1978 auf. Dies liegt einerseits daran, dass diese vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden, welche Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Andererseits sind diese Gebäude zumeist nicht durch Denkmalschutz in Sanierungsschritten eingeschränkt und erlauben gleichzeitig durch ihre Bausubstanz große Sanierungstiefen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie¹ geht davon aus, dass diese Gebäude ihren Wärmebedarf um bis zu 65 % reduzieren können. Demgegenüber liegt das Sanierungspotenzial für Gebäude zwischen 1919 und 1948 bei rund 50 %, bei noch älteren Gebäuden vor 1919 bei nurmehr etwa 25 %.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

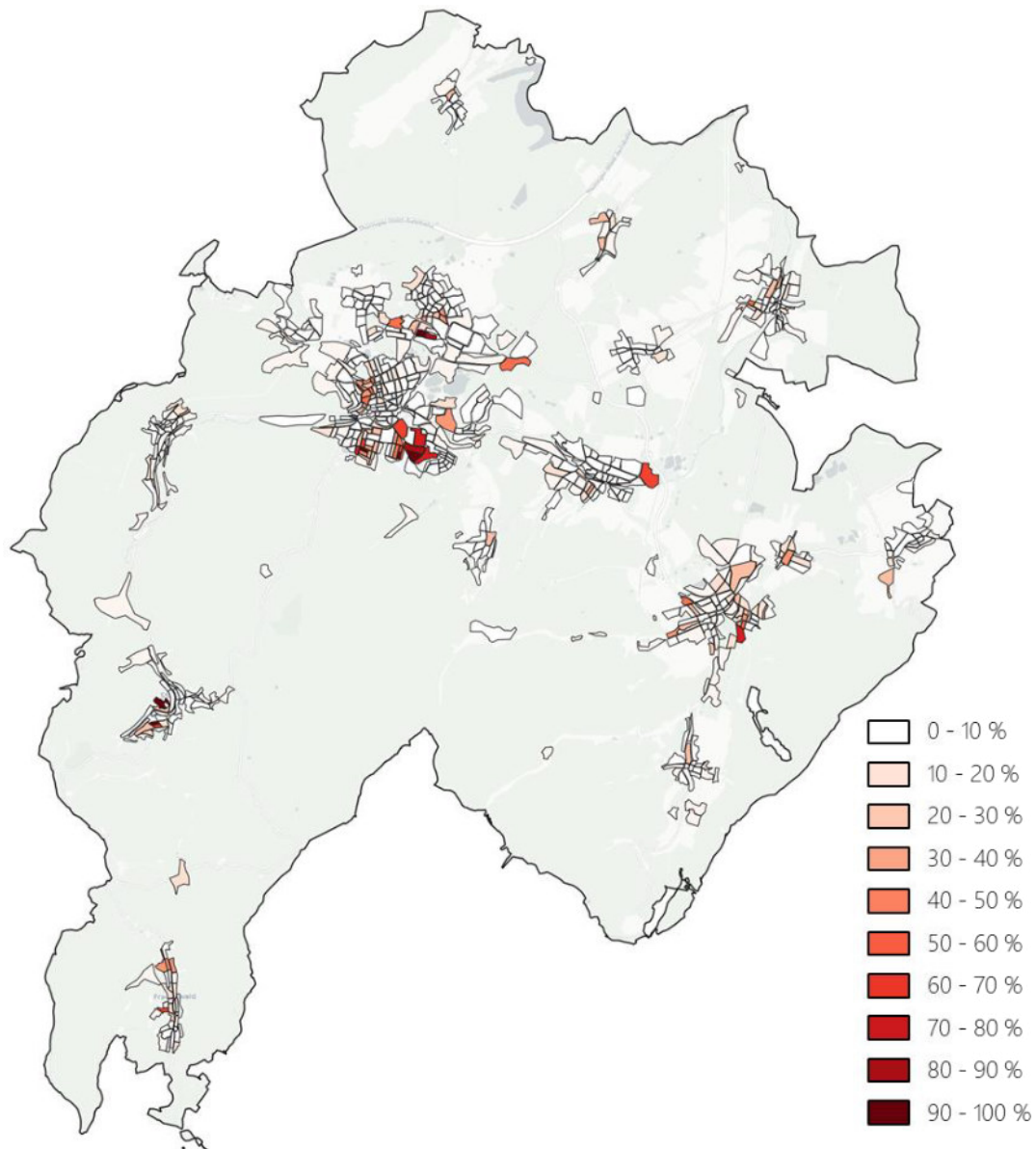


Abbildung 47: Anteil der Wohngebäude aus den Baujahren 1949 bis 1978 in den einzelnen Quartieren

Abbildung 47 zeigt den prozentualen Anteil von Gebäuden der Baualtersklassen 1949 bis 1978 in den einzelnen Quartieren. In Quartieren mit hohen Anteilen dieser Baujahre ist, wie bereits erläutert, das größte Wärmeeinsparpotenzial zu erwarten.

Abbildung 48 stellt die Quartiere in Ilmenau dar, in denen Gebäude der Baualtersklassen 1949 bis 1978 den Gebäudebestand dominieren. Die entsprechenden Quartiere sind im gesamten Stadtgebiet verteilt, weisen jedoch eine deutliche Konzentration im Süden und Südosten Ilmenaus auf. Im bundesweiten Vergleich ist der Anteil von Gebäuden aus den Baujahren 1949 bis 1978 in Ilmenau jedoch vergleichsweise gering. Dies ist auf die insgesamt ältere Bebauungsstruktur der Stadt zurückzuführen, da ein großer Teil des Gebäudebestands bereits vor 1949 errichtet wurde. Auch diese Gebäude verfügen über ein hohes Wärmeeinsparpotenzial, dieses fällt wie bereits erläutert jedoch in der Regel geringer aus als bei Gebäuden der Baualtersklassen 1949 bis 1978.

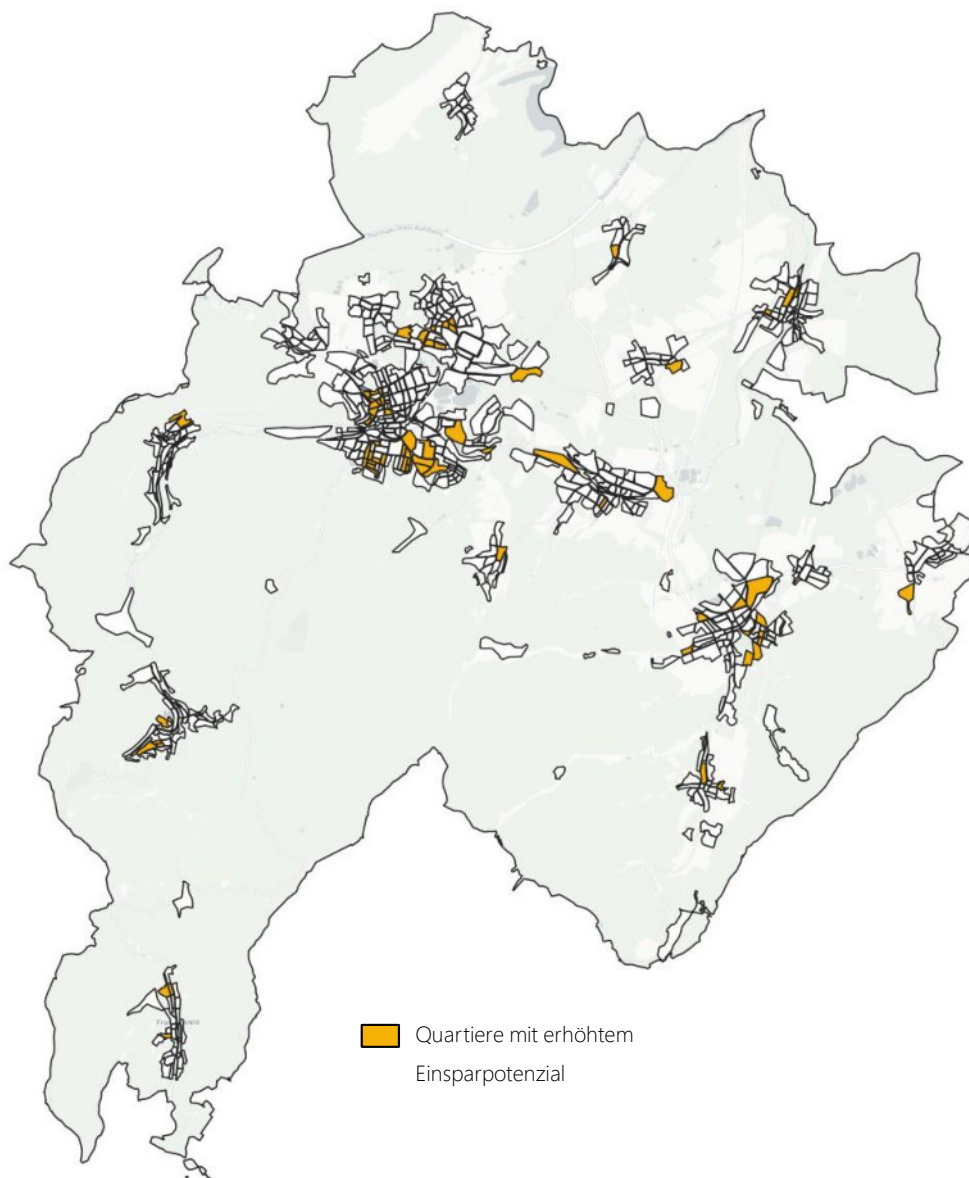


Abbildung 48: Quartiere mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial

4.4 Zielszenario bis 2045

Das Zielszenario bis 2045 kombiniert die bislang diskutierten Ergebnisse und fügt sie in einem konsistenten Szenariorahmen zusammen. Einerseits wird dabei die Entwicklung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude berücksichtigt (Kapitel 4.4.1). Die in den Gebietssteckbriefen ausgewiesenen Wärmeversorgungsarten je Baublock und Quartier werden damit verschnitten, um die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur bis 2045 darzustellen (Kapitel 4.4.2). Besonderes Augenmerk soll dabei erneut auf die Entwicklung der zentralen Wärmeversorgung gelegt werden (Kapitel 4.4.3). Anschließend wird ausgewertet, welche Energieträger in welcher Menge zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen (Kapitel 4.4.4) und welche Treibhausgasemissionen dies als Ergebnis hat (Kapitel 4.4.5).

4.4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Entwicklung des Wärmebedarfs wurde bereits im Zuge der Potenzialanalyse analysiert und in Kapitel 3.4 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf signifikant reduzieren, wenn durch geeignete Maßnahmen das Potenzial gehoben wird. Das gewählte Szenario ist jedoch als ambitioniert zu werten und übersteigt die historischen Sanierungsquoten.

Das bereits in der Potenzialanalyse vorgestellte jährliche Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK² wird in Tabelle 10 nochmals verdeutlicht.

Tabelle 10: Angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Sektoren

	2023	2030	2035	2040	2045
GHD und Industrie	87,13	84,97	83,4	81,83	80,25
öffentliche Einrichtungen	39,52	36,75	34,78	32,80	30,83
Wohnen	278,40	257,92	243,67	229,73	216,10
Summe	405,05	379,64	361,85	344,36	327,18

4.4.2 Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur

Die in den Quartierssteckbriefen diskutierten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr werden genutzt, um für jedes Gebäude eine mögliche, plausible künftige Wärmeversorgung zu simulieren. Jedem Gebäude wird somit eine entsprechende primäre Heizungstechnologie zugewiesen.

Abbildung 49 stellt die resultierende Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude differenziert nach Technologie im Zielszenario dar.

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

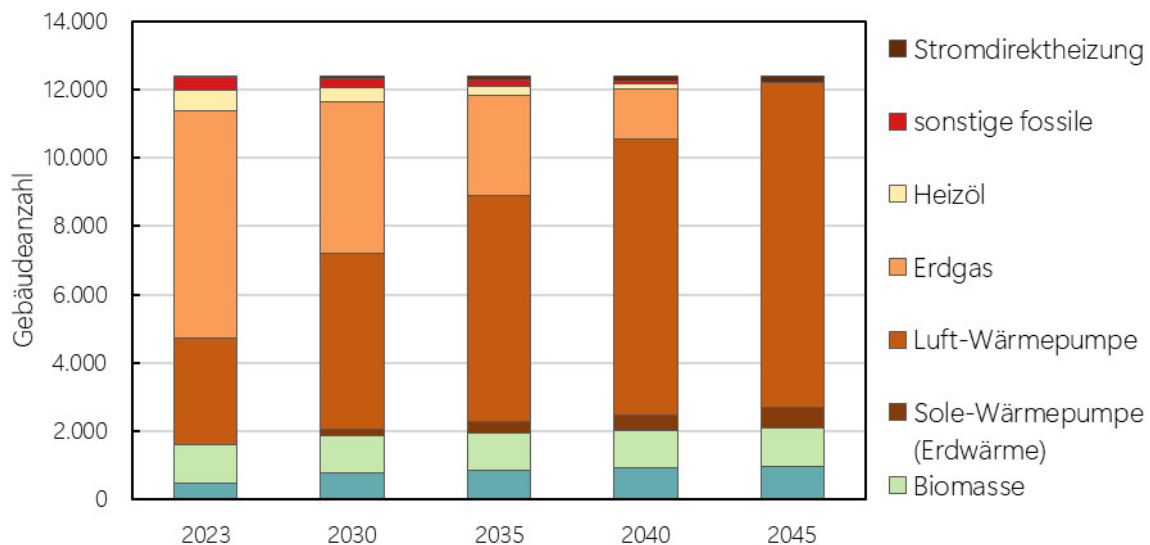


Abbildung 49: Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Es werden dabei jeweils nur das primäre Heizungssystem angegeben, weshalb bspw. Solarthermie als Heizungsunterstützung nicht explizit auftaucht, um Mehrfachzählungen von Gebäuden zu vermeiden.

Heute werden über 61 % der Häuser mit Erdgas beheizt, hinzu kommen Heizöl (17 %) und sonstige fossile Energieträger (4 %) (z. B. Flüssiggas, Kohle). Der heute hohe Anteil von über 80 % fossil beheizter Gebäude wird einerseits durch einen deutlichen Ausbau der Fernwärme, andererseits durch Wärmepumpen in den kommenden Jahren absinken. Im Zieljahr 2045 werden nach diesem Szenario ca. 8 % der Gebäude an die Fernwärmeversorgung angeschlossen (984 von 12.399 beheizten Gebäuden). Der Anteil primär mit Biomasse beheizten Gebäude wird als nahezu konstant angenommen. Neben diesen Gebäuden mit Biomasse als Hauptenergieträger werden allerdings viele der Gebäude unterstützend (z. B. mit Kaminöfen) über Biomasse beheizt.

4.4.3 Entwicklung der Fernwärmeerzeugung

Ilmenau verfügt in der Kernstadt über ein im Abschnitt zur Bestandsanalyse näher beschriebenes Wärmenetz, das von der Ilmenauer Wärmeversorgung GmbH (IWV) betrieben wird. Es versorgt bereits heute große Teile der Kernstadt mit erneuerbar erzeugter Wärme aus Biomasse. In den Ortsteilen befinden sich derzeit keine bekannten Wärmenetze.

Tabelle 11 stellt die Entwicklung der Fernwärme am Wärmebedarf im Zielszenario übersichtlich dar. Dabei wird zwischen der jährlichen Nutzwärme aus Wärmenetzen (Wie viel der genutzten Wärme stammt aus Fernwärme?), dem jährlichen Endenergiebedarf Fernwärme (Wie viel Endenergie wird zur Bereitstellung der Fernwärme benötigt?) sowie den angeschlossenen Gebäuden an Fernwärme (Wie viele Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen?) unterschieden.

Bis zum Jahr 2030 wird der durch das Wärmenetz zu deckende Wärmebedarf nach Prognosen der kommunalen Wärmeplanung und Erwartungen der IWV leicht ansteigen, ohne dass hierfür der Neubau zusätzlicher Versorgungsanlagen erforderlich ist. Das bestehende Netz in der Kernstadt wird

weitgehend erhalten bleiben. Insbesondere bei einem Wegfall heutiger Großverbraucher bestehen jedoch Möglichkeiten zur Nachverdichtung sowie zu punktuellen Erweiterungen des Bestandsnetzes. Langfristig wird die über das bestehende Netz abgesetzte Wärmemenge bis 2045 voraussichtlich leicht zurückgehen. Trotz des weitgehend stabilen Wärmeabsatzes könnte sich die Anzahl der angeschlossenen Gebäude gegenüber dem Jahr 2023 (498 angeschlossene Gebäude) bis 2045 nahezu verdoppeln, da derzeit viele Großverbraucher Fernwärme beziehen und zukünftig auch vermehrt kleinere Liegenschaften einen Netzanschluss anstreben würden. Dadurch sinkt der Wärmebedarf pro Gebäude, sodass bei gleichem Wärmeabsatz mehr Gebäude angeschlossen werden können.

Tabelle 11: Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossene Gebäude im Zielszenario

	2023	2030	2035	2040	2045
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in GWh)	80,63	86,58	84,80	82,20	78,29
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in % des Gesamtwärmebedarfs)	20 %	23 %	23 %	24 %	24 %
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in GWh)	117,88	126,58	123,97	120,17	114,45
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in % des Gesamtendenergiebedarfs)	25 %	32 %	37 %	42 %	48 %
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	498	773	844	914	984
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz (in % der Gesamtgebäude)	4 %	6 %	7 %	7 %	8 %

Abbildung 50 stellt die zunehmende Wärmeversorgung durch Fernwärme energieträgerscharf dar. Das Wärmenetz wird derzeit vollständig durch Biomasse versorgt. Auch künftig soll die Wärmebereitstellung überwiegend beziehungsweise vollständig auf Biomasse basieren.

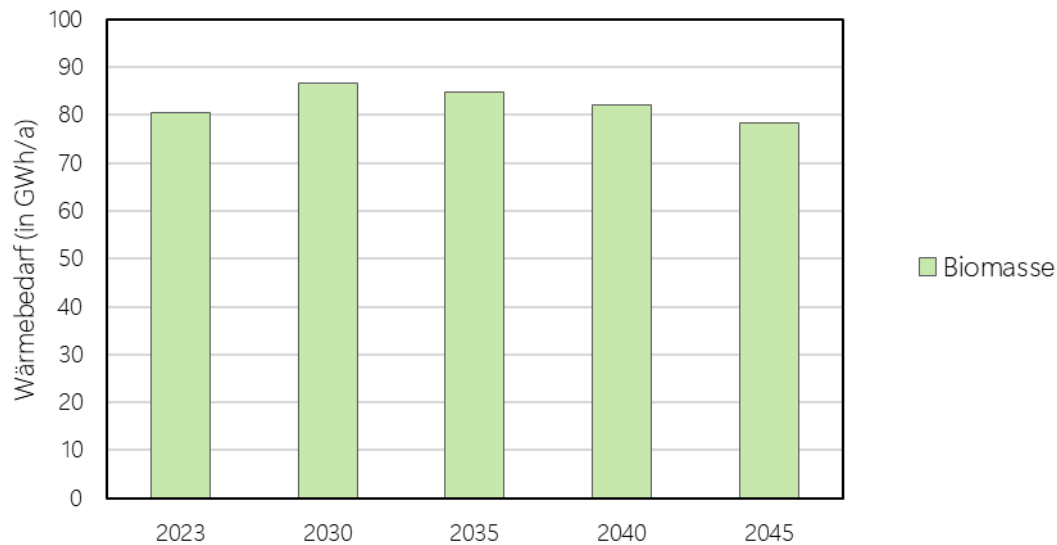


Abbildung 50: Entwicklung des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario

Zur Deckung des Wärmeversorgung wird die in Abbildung 51 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien, ebenso wie pauschale Netzverluste bei der Verteilung der Wärme im Wärmenetz.

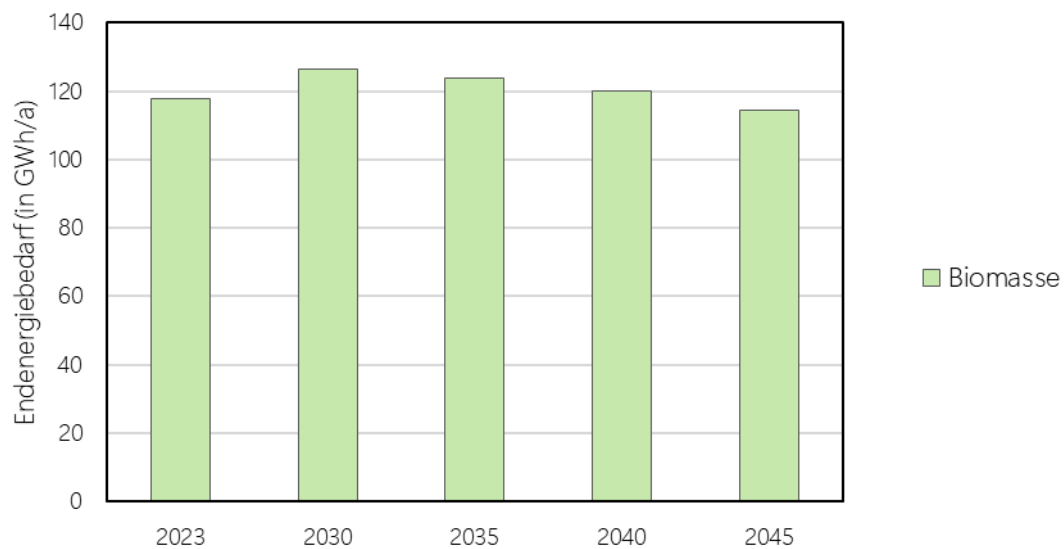


Abbildung 51: Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 12 zusätzlich nochmals zusammengefasst.

Tabelle 12: Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärme

	2023	2030	2035	2040	2045
Biomasse (in MWh/a)	117.878	126.584	123.973	120.171	114.452
Biomasse (in %)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

4.4.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung

Die Kombination der Entwicklung des Wärmebedarfs (Kapitel 4.4.1), der Wärmeerzeugerstruktur (Kapitel 4.4.2) sowie der Entwicklung der Fernwärmeerzeugung (Kapitel 4.4.3) resultiert in der Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung. Diese stellt dar, welcher Anteil des Wärmebedarfs durch die unterschiedlichen Energieträger und Heizungsarten gedeckt wird.

Abbildung 52 verdeutlicht die Entwicklung des Wärmemixes im Zielszenario. Dies stellt dar, welcher Anteil der verbrauchten Wärme durch welchen Energieträger gedeckt wird. Während zum aktuellen Stand die fossilen Energieträger noch dominieren, wird im Zieljahr 2045 rund 50 % der Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt (Luftwärmepumpen (46 %) und Solewärmepumpen (4 %)). Weitere 23 % der genutzten Wärme stammt aus Fernwärme. 17 % werden durch Stromdirektheizungen bzw. elektrische Prozesswärme, 9 % durch Biomasse und knapp 1 % durch Solarthermieranlagen gedeckt.

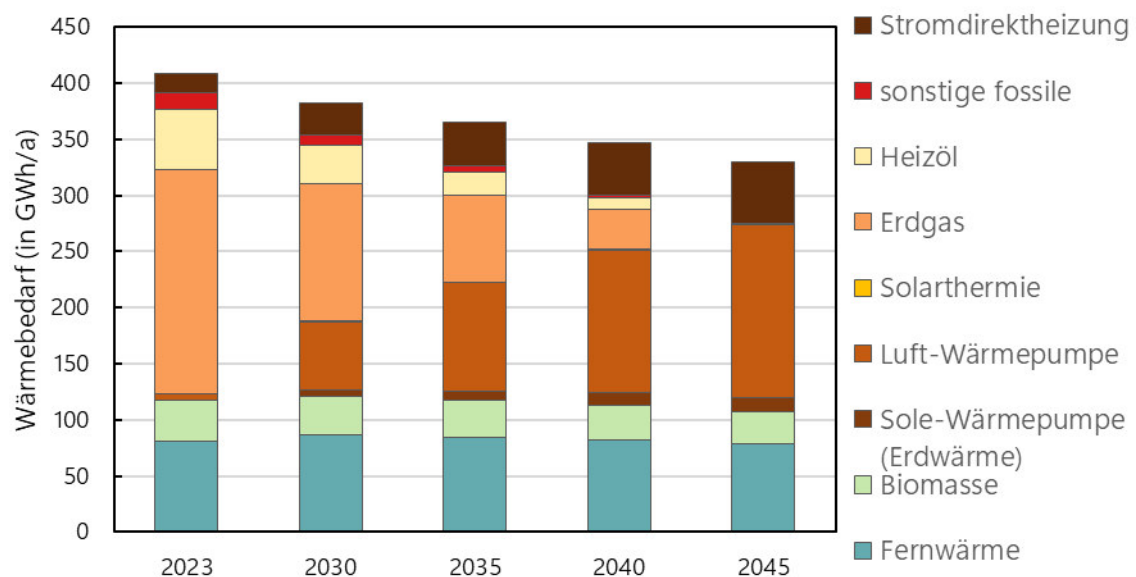


Abbildung 52: Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Zur Deckung des Wärmebedarfs wird die in Abbildung 53 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien, ebenso wie pauschale Netzverluste im Fernwärmenetz. Der Endenergiebedarf sinkt erwartbar deutlich mehr als der Wärmebedarf, was insbesondere auf die hohe mögliche Effizienz der Wärmepumpen zurückzuführen ist. Diese können aus der eingesetzten Endenergie (Strom) wesentlich mehr Nutzenergie (Wärme) erzeugen, wodurch sich der Endenergiebedarf deutlich reduziert.

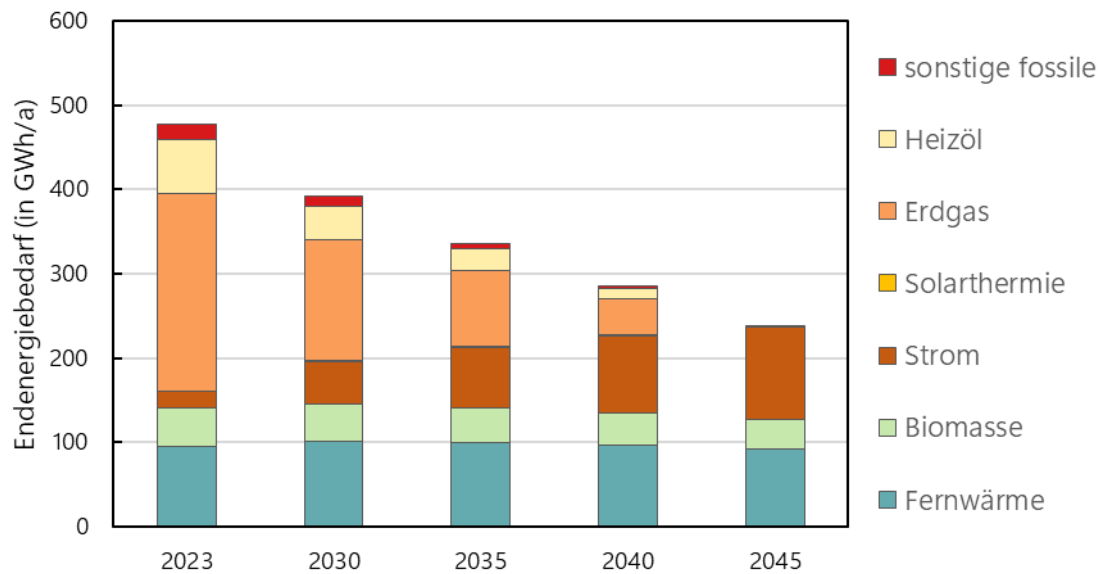


Abbildung 53: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 13 zusätzlich nochmals zusammengefasst.

Tabelle 13: Entwicklung des Endenergiebedarfs in MWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	234.552	142.753	90.222	42.645	0
Heizöl	63.363	40.492	25.162	11.473	0
Biomasse	46.585	43.193	40.817	38.465	36.005
sonstige fossile	17.987	11.356	7.144	3.362	0
Fernwärme	94.303	101.267	99.178	96.137	91.562
Strom	19.157	51.312	72.345	91.808	109.743
Solarthermie	767	938	1.039	1.125	1.194
Summe	476.714	391.311	335.907	285.015	238.504

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass das Zielszenario einen ausgewählten möglichen Fahrplan der Transformation der Wärmeversorgung darstellt und naturgemäß Unschärfen aufweist. Die tatsächliche Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der absoluten Anteile der einzelnen Wärmeversorgungstechnologien, wird nicht zuletzt stark von den politischen Rahmenbedingungen und geopolitischen Entwicklungen der kommenden Jahre geprägt werden und kann von den hier gesetzten Zielwerten prozentual abweichen.

4.4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Aus der Entwicklung des Endenergiebedarfs kann abschließend die Entwicklung der Treibhausgasemissionen abgeleitet werden. Dafür werden insbesondere die in Kapitel 2.3.7 dargestellten spezifischen CO₂-eq-Emissionsfaktoren verwendet.

Die Angabe erfolgt in „Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr“ (t_{CO₂eq}/a). CO₂-Äquivalente beschreiben, wie stark ein Treibhausgas im Vergleich zu Kohlendioxid (CO₂) zum Klimawandel beiträgt, und fassen so verschiedene Treibhausgase zu einer gemeinsamen Maßeinheit zusammen.

Die aus dem vorgestellten Zielszenario resultierende Entwicklung der Treibhausgasemissionen ist in Abbildung 54 dargestellt.

Die jährlichen Treibhausgasemissionen reduzieren sich im Zielszenario von rund 90.509 t_{CO₂eq} über die Zwischenschritte 66.102 t_{CO₂eq} (2030), 45.075 t_{CO₂eq} (2035) und 20.730 t_{CO₂eq} (2040) bis auf 6.837 t_{CO₂eq} (2045). Insgesamt könnten die Emissionen im Zielszenario so um 92 % reduziert werden. Hauptbeitrag zu den verbleibenden Emissionen im Zieljahr 2045 leistet die Nutzung von Biomasse (48 %) und der Bezug von Netzstrom für Wärmepumpen (51 %).

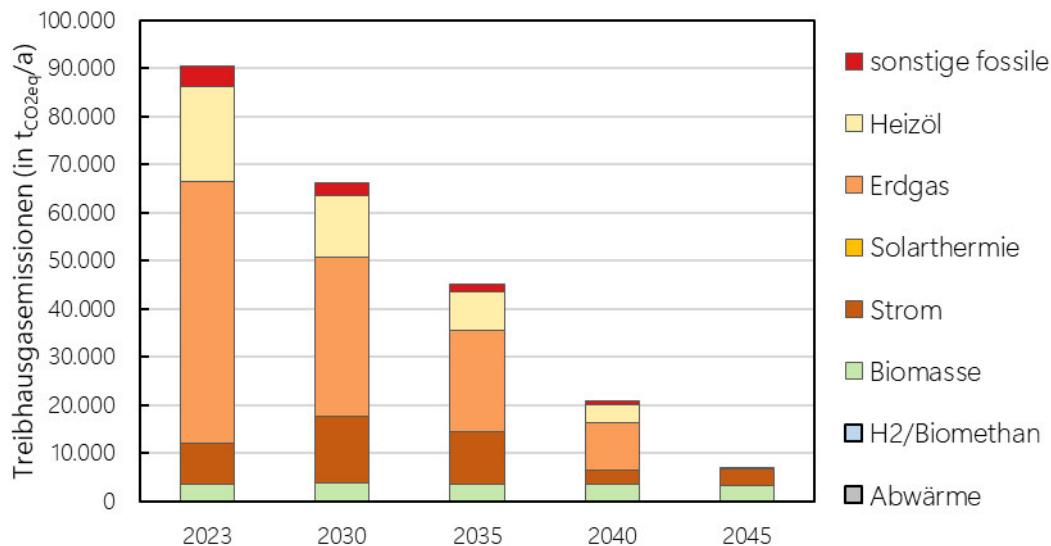


Abbildung 54: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

4.5 Zwischenfazit Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die Verschneidung der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse auf, wie ein Übergang von der aktuellen, hauptsächlich fossil dominierten Wärmeversorgung hin zu einer erneuerbaren gelingen kann. Wesentliche Erkenntnisse sind dabei:

- Die Fernwärmeversorgung über das bestehende Netz der Ilmenauer Stadtwerke soll in den kommenden Jahren nicht grundlegend erweitert werden. Neue Wärmenetze durch die IWV GmbH sind daher nicht vorgesehen. Durch den absehbaren Wegfall einzelner Verbraucher kann das bestehende Netz jedoch künftig nachverdichtet und punktuell erweitert werden.

- Außerhalb der Kernstadt wird die dezentrale Einzelversorgung dominieren. In den umliegenden Ortsteilen könnten bei einer vielversprechenden Ausgangslage kleinere Nahwärmenetze in Form lokaler Wärmeinseln entstehen.
- Wärmepumpen haben das Potenzial, weite Teile der dezentralen Wärme bereitzustellen. Luft-Wärmepumpen sind dabei häufig eine naheliegende Option. Darüber hinaus verfügt Ilmenau über ein begrenztes Potenzial zur Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle. Dadurch könnte ein kleiner Teil der Wärmeversorgung durch besonders effiziente Grundwasserwärmepumpen gedeckt werden, deren Investitionskosten jedoch in der Regel höher ausfallen.
- Die Treibhausgasemissionen können sich im Zielszenario von rund 90.509 t_{CO₂eq}/a um 92 % auf 6.837 t_{CO₂eq}/a reduzieren.

Zur Erreichung der ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Diese werden im folgenden Kapitel erarbeitet und näher beschrieben.

5 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Das Zielszenario zeigt auf, welcher Energieträger wo in Zukunft in welcher Menge eine Rolle spielen kann. Gleichzeitig werden ambitionierte Sanierungsannahmen getroffen. Um diese Ziele erreichen zu können, sind gezielte Maßnahmen erforderlich.

Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie bereitzustellen. Diese richten sich vorrangig an zentrale Akteure in der Wärmewirtschaft, wie Kommunen, Stadtwerke, Energieversorger, Schornsteinfeger, Energieberater etc. Um die Umsetzungsmaßnahmen systematisieren und ordnen zu können, schlagen das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) und das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) eine einheitliche Klassifizierung vor (Abbildung 55).

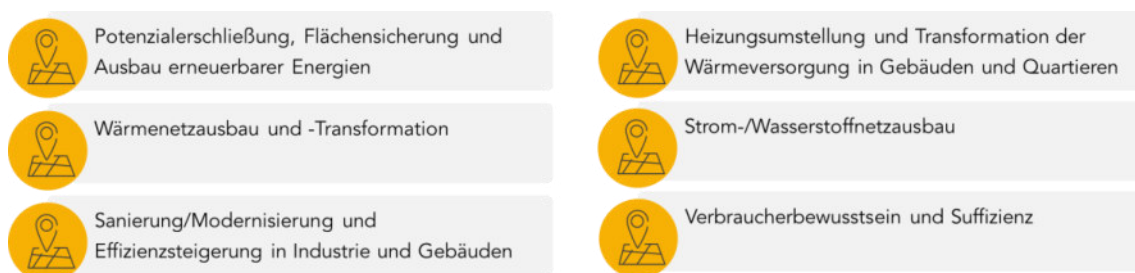


Abbildung 55: Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWE und BMWSB¹

Die thematischen Strategiefelder nach BMWE und BMWSB beinhalten konkret:

- Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Wärmenetzausbau und -transformation: Maßnahmen, um neue Wärmenetze zu errichten oder bestehende Wärmenetze zu erweitern oder zu transformieren
- Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden: Maßnahmen, die auf eine Reduktion des Wärmebedarfs in Wohn- und Nichtwohngebäuden führen
- Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren: Maßnahmen, die auf die Heizungsumstellung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Quartieren abzielen
- Strom-/Wasserstoffnetzausbau: Maßnahmen mit Fokus auf Auf- bzw. Ausbau von Strom- und Wasserstoffnetzen und/oder die Transformation (bzw. ggf. Stilllegung) bestehender Energieinfrastrukturanlagen

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB): „Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche“, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.

- Verbraucherverhalten und Suffizienz: Maßnahmen zur Schaffung von Bewusstsein für die Thematik bei Verbraucherinnen und Verbrauchern

Darüber hinaus werden die Maßnahmen in drei Aktionskategorien geclustert: Organisation (v. a. relevant für Controlling- und Verstetigungsstrategie), Kommunikation (v. a. relevant für Kommunikationsstrategie), Planung und Umsetzung.

Tabelle 14 gibt eine Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen und stellt jeweils Kategorie der Maßnahme und Hauptadressaten dar.

Tabelle 14: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen

Nr.	Maßnahme	Kategorie	Adressat
1	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung	Organisation	Stadt Ilmenau
2	Integration der Querschnittsthemen "Wärmewende" bzw. "Klimaschutz" in die bestehende Verwaltungsstruktur	Organisation	Stadt Ilmenau
3	Fortlaufende Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude auf erneuerbare Energien und energetische Gebäudesanierung	Planung und Umsetzung	Stadt Ilmenau, externe Dienstleister
4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom	Planung und Umsetzung	Stadt Ilmenau
5	Prüfung der Erstellung eines Sektorkonzeptes	Planung und Umsetzung	Stadt Ilmenau
6	Entwicklung einer Strategie zur Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien	Planung und Umsetzung	energieintensive Industrie, Stadt Ilmenau
7	Prüfung der Anpassung der bestehenden Fernwärmesatzung im Zuge des weiteren Netzausbaus	Planung und Umsetzung	Stadt Ilmenau
8	Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen	Planung und Umsetzung	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
9	Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen	Planung und Umsetzung	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG

Nr.	Maßnahme	Kategorie	Adressat
10	Prüfung zur Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff	Planung und Umsetzung	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten und Förderungen	Kommunikation	Stadt Ilmenau, Stadtwerke Ilmenau Energieservice GmbH, Energieberater, Schornsteinfeger, Energieagentur ThEGA
12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser	Kommunikation	Energieberaterinnen und Energieberater, Stadt Ilmenau
13	Einrichtung von Kommunikationsformaten mit lokalen Wohnungsvermietern	Kommunikation	IWG, WBG, Stadt Ilmenau
14	Einrichtung von Kommunikationsformaten mit lokalen Heizungsbauern	Kommunikation	Stadt Ilmenau, lokale Handwerks- und Gewerbebetriebe
15	Pflege und Betrieb einer Website zur Wärmenewende vor Ort	Kommunikation	Stadt Ilmenau
16	Beteiligung an Informationsveranstaltungen zu geplanten Maßnahmen	Kommunikation	Stadt Ilmenau

Jede Maßnahme wird in Form eines Maßnahmensteckbriefs konkretisiert und ausgearbeitet. Die Maßnahmensteckbriefe sollen Antwort auf folgende Fragen geben:

- Welche Maßnahmen sind erforderlich?
- Wer ist dafür verantwortlich?
- Welche Handlungsschritte werden benötigt?
- Wann und wie lange ist die Maßnahme erforderlich?
- Welcher Aufwand kommt bei der Maßnahme auf die Stadt zu?
- Welche Kosten fallen für die Maßnahme an?
- Welche Förderungen können zur Finanzierung genutzt werden?

Abbildung 56 zeigt einen exemplarischen Maßnahmensteckbrief. Die gesammelten Maßnahmensteckbriefe sind im Anhang zu finden.



Maßnahme 3

Fortlaufende Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude auf erneuerbare Energien und energetische Gebäudesanierung

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau A50 und A20 (Fördermittelstelle) <u>weitere Akteure:</u> externe Dienstleister, z. B. Installationsfirmen, Energieberater	
Beschreibung	Im Rahmen der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung kann die Stadtverwaltung Ilmenau eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung und durch energetische Sanierungsmaßnahmen zeigt die Stadt Ilmenau, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Stadt Ilmenau kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	Stadt Ilmenau Stadt Ilmenau externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; idealerweise zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der vollständige Planungsprozess wird durch die Verwaltung betreut.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Abbildung 56: Exemplarischer Maßnahmensteckbrief

6 Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist ein langfristiger und vielschichtiger Prozess. Um die Wirksamkeit der erarbeiteten und umgesetzten Maßnahmen zu bewerten und kontinuierlich zu prüfen, ist eine Controllingstrategie hilfreich. Dies erlaubt einerseits eine Nachvollziehbarkeit des bisher erreichten Projektfortschritts und vergleicht diese mit zuvor definierten Zielwerten. Andererseits ermöglicht die Controllingstrategie eine kontinuierliche Evaluierung und ggf. Nachjustierung der getroffenen Maßnahmen. Zudem bildet sie die Grundlage, um rechtliche Anforderungen einzuhalten, wie etwa die Fortschreibungspflichten gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes. Ein gut durchdachtes Controllingkonzept stellt so sicher, dass die kommunale Wärmeplanung langfristig effektiv, effizient und nachhaltig bleibt.

Das Controllingkonzept für die kommunale Wärmeplanung sollte maßgeblich auf der Treibhausgas- und Endenergiebilanz basieren, da diese zentrale Indikatoren für den Erfolg der Maßnahmen darstellen. Die Treibhausgasbilanz gibt Aufschluss über die Fortschritte bei der Reduktion klimaschädlicher Emissionen, während die Endenergiebilanz den Energieverbrauch und die Art der eingesetzten Energieträger darstellt.

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen bewerten zu können, werden Indikatoren eingeführt. Diese berücksichtigen neben den eigentlichen Treibhausgas- und Energiewerten auch die demographische Entwicklung. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass Ergebnisse nicht durch veränderte Rahmenbedingungen verfälscht werden. Die Indikatoren sollen dabei einerseits möglichst aussagekräftig sein, andererseits mit geringem Aufwand von wenigen Akteuren bezogen werden können. Konkret werden deshalb folgende Indikatoren zur Zielüberwachung festgelegt:

- Erdgasverbrauch je Einwohner: Der Erdgasverbrauch pro Einwohner gibt an, wie viel Erdgas im Durchschnitt pro Kopf innerhalb der Kommune verbraucht wird. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden.
- Erdgasverbrauch je m² Wohnfläche: Dieser Indikator zeigt den durchschnittlichen Erdgasverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche und ermöglicht eine Einschätzung der Effizienz des Energieeinsatzes. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden, die Wohnfläche durch Angaben aus dem kommunalen Gebäudedekataster in Kombination mit den Zensusdaten.
- Fernwärmeverbrauch je Einwohner: Der Fernwärmeverbrauch pro Einwohner misst die durchschnittliche Nutzung von Fernwärme pro Kopf in der Kommune. Damit erlaubt dieser Indikator den Vergleich des geplanten Ausbaus der Fernwärme mit dem tatsächlichen. Datenquellen sind dabei Angaben der Wärmenetzbetreiber, ergänzt durch Bevölkerungsdaten der Kommune.
- Fernwärmeverbrauch je m² Wohnfläche: Der durchschnittliche Fernwärmeverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche zeigt – ähnlich wie der Erdgasverbrauch je m² – die Effizienz des Energieeinsatzes an.
- Wärmepumpenstrom je Einwohner: Dieser Indikator erfasst den durchschnittlichen Stromverbrauch von Wärmepumpen pro Einwohner in der Kommune. Damit ermöglicht er die

Bewertung des Wärmepumpenausbaus und einen Soll-Ist-Vergleich. Die Daten können vom Stromnetzbetreiber bezogen werden.

- Wärmepumpenstrom je m² Wohnfläche: Der Wärmepumpenstrom pro Quadratmeter Wohnfläche gibt zusätzlich zur Entwicklung des Wärmepumpenausbaus Aufschluss über die Gebäudeeffizienz.
- Treibhausgasemissionen je Einwohner: Dieser Indikator misst die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen, die pro Kopf durch den Wärmeverbrauch in der Kommune entstehen. Er dient der Erfolgskontrolle der Maßnahmen zur Emissionsreduktion und der Überprüfung der Zielerreichung im Klimaschutz. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Energiebilanzen und Emissionsfaktoren für die genutzten Energieträger, ergänzt durch Bevölkerungsdaten.

Weitere Indikatoren wie der Heizöl- oder Holz- bzw. Pelletverbrauch oder auch Sanierungsaktivitäten würden zwar weitere Erkenntnisse verschaffen, sind aufgrund der fehlenden Zentralität der Versorgungsstruktur jedoch nur mit sehr großem Aufwand erfassbar.

Die Indikatoren sollten jährlich bestimmt werden, die Treibhausgasbilanz zumindest 5-jährig. Tabelle 15 stellt zum Abgleich der Ziele die Zielsetzungen aus dem Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dar. Mit diesen sollten die Indikatoren jährlich überprüft werden. Zwischen den Stützjahren ist eine lineare Interpolation zweckmäßig.

Tabelle 15: Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045

	2023	2030	2035	2040	2045
Allgemeine Daten					
Einwohner	38.834	37.399	36.374	35.349	34.324
Wohnfläche in m ²	1.843.366	1.775.255	1.726.604	1.677.953	1.629.302
Erdgasverbrauch					
Erdgasverbrauch gesamt (MWh)	234.552	142.751	90.220	42.644	0
Erdgasverbrauch je Einwohner (kWh)	6.040	3.817	2.480	1.206	0
Erdgasverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	127	80	52	25	0
Fernwärmeverbrauch					
Fernwärmeverbrauch gesamt (MWh)	94.303	101.268	99.180	96.139	91.565
Fernwärmeverbrauch je Einwohner (kWh)	2.428	2.708	2.727	2.720	2.668
Fernwärmeverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	51	57	57	57	56

	2023	2030	2035	2040	2045
Wärmepumpenstromverbrauch					
Wärmepumpenstrom-verbrauch (MWh)	1.629	21.761	34.188	45.034	54.349
Wärmepumpenstrom-verbrauch je Einwohner (kWh)	42	582	940	1.274	1.583
Wärmepumpenstrom-verbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	1	12	20	27	33
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (tCO ₂ -eq)	90.509	66.101	45.074	20.730	6.837
Treibhausgasemissionen je Einwohner (kgCO ₂ -eq)	2.331	1.767	1.239	586	199

Die umfassende Endenergie- und Treibhausgasbilanz, einschließlich aller relevanten Rahmenbedingungen und Energieträger, sollte regelmäßig aktualisiert werden. Dies kann im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans erfolgen. Gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes muss diese Aktualisierung spätestens alle fünf Jahre nach Abschluss des Wärmeplans gewährleistet sein.

7 Kommunikationsstrategie

Um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung zu bringen, spielt eine gezielte Kommunikationsstrategie eine zentrale Rolle. Sie hilft dabei, alle relevanten Akteure einzubinden und eine breite Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erzielen. Eine effektive Kommunikation umfasst sowohl die Information als auch die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger, Kommunalverwaltungen, Unternehmen, Energieversorger und anderer Interessengruppen. Durch transparente und verständliche Information über die Ziele, den Nutzen und die Umsetzung von Maßnahmen können Missverständnisse und Widerstände reduziert werden. Zudem ist es wichtig, frühzeitig auf die Bedürfnisse und Bedenken der Bevölkerung einzugehen, um eine partizipative Planung zu fördern und das Vertrauen in die Maßnahmen zu stärken.

Bereits während der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurden Kommunikationsmaßnahmen umgesetzt. So wurden beispielsweise

- alle betroffenen Verwaltungsstellen der Stadt regelmäßig über den Stand der Arbeiten in Kenntnis gesetzt und in gemeinsamen Besprechungen (Präsenz, Hybrid, Videokonferenz) beteiligt,
- Statusberichte erstellt und online veröffentlicht,
- Zielsetzung, Zwischenergebnisse, Zielszenario und Maßnahmen in zwei Stadtratssitzungen vorgestellt und diskutiert,
- die großen Ilmenauer Netzbetreiber TEN und Stadtwerke Ilmenau sowie der Fernwärmenetzbetreiber IWW umfassend konsultiert und in die Diskussionen zum Zielszenario eng eingebunden,
- die Ergebnisse mit den in Ilmenau aktiven Wohnungsbaugesellschaften bzw. -genossenschaften IWG und WBG diskutiert und deren geplante Maßnahmen in das Zielszenario integriert,
- zahlreiche Gespräche mit lokalen Unternehmen und Gewerbebetrieben geführt, um das Wärmekataster zu verfeinern, geplante Maßnahmen abzufragen sowie Abwärmepotenziale zu erfassen,
- Ergebnisse der Bevölkerung im Rahmen der Ilmenauer Einwohnerversammlung vorgestellt (im Herbst 2026).

Die Kommunikationsmaßnahmen binden dabei unterschiedliche Akteure und Zielgruppen ein. Die Kommunikationsstrategie hat entsprechende Zielsetzungen, welche den besonderen Rollen der Akteure gerecht werden sollen.

- Kommunikation innerhalb der Verwaltung: Der Kommune kommt eine zentrale Rolle im Bereich der Wärmewende zu. Eine effektive Kommunikation innerhalb der Verwaltung ist essenziell, um eine reibungslose Zusammenarbeit und die Umsetzung der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen. Ziel ist es, alle beteiligten Abteilungen über den aktuellen Stand der Wärmeplanung zu informieren, ihre Expertise einzubeziehen und mögliche Schnittstellen frühzeitig zu identifizieren.
- Kommunikation mit relevanten Interessengruppen: Die Einbindung von Stakeholdern wie Energieversorgern, Unternehmen, NGOs oder Planungsbüros ist entscheidend, um deren Fachwissen und Interessen in die Wärmeplanung zu integrieren sowie deren Einflussmöglichkeiten bei der Umsetzung zu nutzen. Das Ziel ist es, partnerschaftliche Kooperationen

aufzubauen, Synergien zu nutzen und die Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erhöhen. Hierbei ist es wichtig, Stakeholder frühzeitig einzubinden und ihre Perspektiven in den Prozess einfließen zu lassen. Eine klare und nachvollziehbare Darstellung von Plänen und deren Nutzen sowie die Einrichtung von Austauschformaten, wie Runden Tischen oder Workshops, fördern die Zusammenarbeit.

- **Öffentlichkeitsbeteiligung:** Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger ist ein zentraler Baustein, um die Akzeptanz und das Verständnis für die kommunale Wärmeplanung zu erhöhen. Das Ziel ist es, die Bevölkerung über den vor ihnen liegenden Prozess zu informieren, ihre Meinungen und Anregungen einzuholen und sie in Entscheidungen einzubeziehen. Dabei sollten die Kommunikationskanäle und -formate auf die Zielgruppen zugeschnitten sein, z. B. durch öffentliche Veranstaltungen, Online-Plattformen oder Bürgerforen. In der Kommunikationsstrategie sollte darauf geachtet werden, die zentralen Fragestellungen der Bürgerinnen und Bürger zu adressieren (z. B. Welche Heizung darf ich einbauen? Kommt bei mir ein Wärmenetz? Welche Kosten kommen auf mich zu? An wen kann ich mich für Unterstützung wenden?).
- **Berichtserstattung:** Die Berichtserstattung dient der Dokumentation und Bewertung der Fortschritte in der Umsetzung der Wärmeplanung und richtet sich an unterschiedliche Zielgruppen wie die Politik, Stakeholder und die Öffentlichkeit. Ziel ist es, die Ergebnisse nachvollziehbar darzustellen, den Prozess zu reflektieren und über Herausforderungen und Erfolge zu informieren. Wichtig sind eine klare Struktur und eine verständliche Aufbereitung der Berichte, ergänzt durch anschauliche Visualisierungen und Daten.

Die entsprechenden, detailliert ausformulierten Maßnahmenbeschreibungen sind im Anhang zu finden.

8 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie soll sicherstellen, dass die kommunale Wärmeplanung als langfristiger Prozess erfolgreich in die Verwaltung, Politik und Gesellschaft integriert wird. Ziel ist es, die erarbeiteten Maßnahmen nachhaltig umzusetzen, regelmäßige Fortschritte zu sichern und die Wärmeplanung als festen Bestandteil kommunaler Entwicklung zu etablieren. Klare Verantwortlichkeiten, feste Ansprechpersonen und die Integration in zentrale Verwaltungsbereiche wie Stadtentwicklung, Umwelt- oder Klimaschutzabteilungen schaffen eine stabile Grundlage. Regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeitende und eine Verankerung in der Haushaltsplanung sichern die langfristige Umsetzung. Die Wärmewende ist ein langfristig angelegter Prozess, entsprechend ist auch eine kontinuierliche Reevaluation der Zwischenergebnisse aber auch Zielsetzungen erforderlich.

Eine kontinuierliche Einbindung relevanter Stakeholder wie Energieversorger, Unternehmen und zivilgesellschaftlicher Akteure gewährleistet zusätzlich die notwendige Unterstützung und Kapazitäten bei der Umsetzung. Langfristige Kooperationen, zum Beispiel in Form von Beiräten oder Kooperationsverträgen, schaffen eine stabile Grundlage für Zusammenarbeit. Hier empfiehlt sich die Einrichtung eines permanenten Gremiums mit allen relevanten Akteuren. Ergänzend dazu sollte die Öffentlichkeit regelmäßig beteiligt werden, um die Akzeptanz und das Mitwirken der Bürgerinnen und Bürger zu sichern. Informations- und Beteiligungsformate, die in verständlicher Sprache den Fortschritt und Nutzen der Maßnahmen darstellen, stärken das Vertrauen in den Prozess.

Ein effektives Monitoring und die Möglichkeit zur Anpassung der Maßnahmen sind weitere zentrale Elemente der Verstetigung. Durch ein systematisches Monitoring werden Fortschritte anhand festgelegter Indikatoren wie Energieeffizienz oder CO₂-Reduktion gemessen. Regelmäßige Evaluierungen und Anpassungen ermöglichen es, flexibel auf neue Rahmenbedingungen (technologischen Fortschritt, politische Vorgaben, wirtschaftliche Entwicklungen etc.) zu reagieren. Dies erfordert zudem eine stabile finanzielle Grundlage, die durch die Nutzung von Förderprogrammen, kommunalen Budgets und Partnerschaften mit privaten Akteuren gesichert werden kann.

Abschließend ist der Wissensaustausch mit anderen Kommunen und Institutionen ein wichtiger Baustein, um von Best Practices und Innovationen zu profitieren. Netzwerke, Fachveranstaltungen und eine Wissensdatenbank fördern den Transfer von Know-how und stärken die Weiterentwicklung der Wärmeplanung. Mit einer konsequent umgesetzten Verstetigungsstrategie wird die kommunale Wärmeplanung zu einem dauerhaften Bestandteil der Klimaschutzpolitik und trägt langfristig zur Erreichung der Klimaziele bei.

9 Zusammenfassung und Fazit

Die Stadtverwaltung Ilmenau erstellte in enger Zusammenarbeit mit der prosio engineering GmbH und der Markt und Standort Beratungsgesellschaft mbH die kommunale Wärmeplanung für das Stadtgebiet aus Kernstadt und Ortsteilen. Dies ist ein wichtiger Schritt zur nachhaltigen Energieversorgung. Der Wärmeplan unterstützt die Kommune, die Energieversorger sowie die Bürgerschaft bei der langfristigen Planung der Wärmeversorgung.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse untersuchte den aktuellen Wärmesektor. Dabei wurde der Gebäudebestand zunächst hinsichtlich Alter, Nutzung und Typ gebäudescharf analysiert. Anschließend wurde durch Kombination unterschiedlicher Datenquellen der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude ermittelt. Auswertungen von Daten der Gas-, Strom- und Wärmenetze sowie der Schornsteinfeger erlaubten, die aktuelle Wärmeversorgung der einzelnen Gebäude abzubilden und zu bewerten. Die Ergebnisse wurden kartographisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Der Ilmenauer Endenergiebedarf liegt bei rund 476,7 GWh/a. Die Gebäudestruktur ist heterogen, wobei über die Hälfte der Wohngebäude vor 1948 errichtet wurde. Bei der Wärmebereitstellung dominieren fossile Energien: Erdgas deckt 49 % und Heizöl 13 % des Bedarfs. Die Fernwärme, basierend auf Biomasse, trägt bereits 20 % bei und hebt den Anteil erneuerbarer Energien auf 32 %. Die dezentrale Wärmeversorgung stützt sich stark auf Gas-Zentralheizungen und Holzfeuerungen in Einzelöfen. Jährlich entstehen so rund 90.500 Tonnen CO₂-Äquivalente, vor allem im Wohnsektor. Die Bestandsanalyse verdeutlicht die Herausforderung auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045 und zeigt klare Sanierungspotenziale auf.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurde untersucht, welche erneuerbaren Energien für eine künftige Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Dabei wurde einerseits die Nutzung erneuerbarer Energieträger wie Photovoltaik und Solarthermie, oberflächennahe und tiefe Geothermie, oberflächennahe Gewässer, Biomasse, Wind- und Wasserkraft, Luftwärme oder Wasserstoff bewertet. Andererseits wurde analysiert, welche Abwärmequellen vorhanden sind und wie diese genutzt werden können. Dies umfasste beispielsweise Abwärme aus dem Kanalsystem, der Kläranlage oder auch industrielle und gewerbliche unvermeidbare Abwärme. Zusätzlich wurde aufgezeigt, welches Potenzial Energieeinsparung und Sanierung birgt.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Ilmenau das Potenzial hat, seinen Wärmebedarf vollständig mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Besonders groß sind dabei die Potenziale der Solarthermie sowie der oberflächennahen Geothermie, die vor allem durch Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren erschlossen werden können. Als zentraler Baustein der Wärmewende wird zudem die Nutzung von Umgebungsluft mittels Luft-Wärmepumpen fungieren. Demgegenüber sind die lokal verfügbaren Potenziale aus Abfall und Biomasse vergleichsweise gering und nur in spezifischen Anwendungen nachhaltig nutzbar. Abwärme ist insbesondere bei den größeren Ilmenauer Unternehmen der Quarz- und Keramikbranche auf hohem Temperaturniveau vorhanden; eine Nutzung ist hohen technischen Hürden unterworfen, aber insbesondere im Ortsteil Stadt Langewiesen eine interessante mögliche Option.

Da die Elektrifizierung des Wärmesektors den Strombedarf spürbar erhöhen wird, kommt dem Ausbau der lokalen Stromerzeugung – insbesondere durch Windkraft und Freiflächen-PV – eine entscheidende Rolle für die energetische Gesamtbilanz der Stadt zu.

Zielszenario

Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden kombiniert, um ein Szenario auszuarbeiten, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizzieren soll. Zentrale Aufgabe bei der Entwicklung des Zielszenarios ist die Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten und solchen, wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Für jedes Gebiet wurde deshalb ein Vorschlag ausgearbeitet, wie eine künftige Wärmeversorgung gestaltet werden kann und welche Technologien dabei zum Einsatz kommen können. Zusätzlich wurde dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien entsprechend wesentliche Maßnahmen darstellen können.

Das Zielszenario beschreibt den Übergang von der derzeit fossil geprägten Wärmeversorgung in Ilmenau hin zu einer vollständig erneuerbaren Struktur. Dabei bleibt die dezentrale Einzelversorgung in vielen der Ilmenauer Ortsteile insgesamt prägend, künftig jedoch vor allem mit Wärmepumpen statt Gas- und Ölheizungen.

Das Wärmenetz der Kernstadt wird in den nächsten Jahren planmäßig verdichtet und heute bereits mit erneuerbarer Wärme aus Biomasse (Altholz) versorgt. Eine Leistungserhöhung in größerem Umfang ist derzeit allerdings weder geplant noch absehbar. Aufgrund abnehmenden Wärmebedarfs durch Sanierung und Klimawandel ist ein Anschluss an das Fernwärmenetz für viele Liegenschaften innerhalb der Kernstadt in den kommenden Jahren eine attraktive Option.

Insgesamt führt das Zielszenario zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen im Ilmenauer Zielszenario von rund 90.500 t_{CO2eq}/a um 92 % auf 6.800 t_{CO2eq}/a.

Umsetzungs-, Controlling-, Kommunikations- und Verstetigungsstrategie

Zur Erreichung dieser ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Zu diesem Zweck wurden Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, welche von Maßnahmen zur Potenzialerschließung, über Anreize für Wärmenetzausbau und -Transformation, Sanierung und Heizungsumstellung bis hin zu Stromnetzausbau und Verbraucherbewusstsein reichen. Zusätzlich wurden Parameter definiert, anhand derer ein Controlling der Zielerreichung möglich ist. Die erarbeitete Kommunikationsstrategie soll dabei helfen, alle Akteure in den Prozess der Wärmewende einzubeziehen und die Öffentlichkeit über Maßnahmen und Ziele aufzuklären. Die Verstetigungsstrategie dient dazu, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung fortzuschreiben und in den langfristigen Planungsprozess der Kommune sowie der relevanten Akteure zu integrieren.

Für Ilmenau werden dabei 16 Maßnahmen abgeleitet und in Steckbriefen detailliert beschrieben. Neben Maßnahmen wie der Integration der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung, der Begleitung der Bürgerinnen und Bürger bei der

Umstellung auf erneuerbare Energien, sind auch weiterführende Kommunikations- und Austauschformate mit Ilmenauer Akteuren aus dem Bereich Wohnungswirtschaft und Industrie- und Gewerbe sowie den Netzbetreibern anzustreben.

Die kommunale Wärmeplanung bildet eine wichtige Grundlage für eine klimafreundliche und zukunftssichere Energieversorgung. Mit den entwickelten Maßnahmen und Strategien steht der Kommune ein klarer Handlungsrahmen zur Verfügung, um die Wärmeversorgung nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die regionalen Klimaziele zu unterstützen. Die Einbindung von Verwaltung, relevanten Akteuren und der Öffentlichkeit hat gezeigt, wie wichtig Zusammenarbeit für den Erfolg solcher Vorhaben ist. Die erarbeiteten Ergebnisse bieten eine solide Basis für die kommenden Schritte und können flexibel an künftige Entwicklungen angepasst werden. Damit leistet die Wärmeplanung einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung in Ilmenau

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung.....	1
Abbildung 2:	Verteilung der Gebäudenutzung nach Sektoren.....	4
Abbildung 3:	Vorwiegende Gebäudenutzung nach Sektoren in den Quartieren	5
Abbildung 4:	Verteilung der Wohngebäudetypen	6
Abbildung 5:	Verteilung der Wohngebäudetypen	7
Abbildung 6:	Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden	8
Abbildung 7:	Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden nach Quartieren.....	9
Abbildung 8:	Jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren.....	10
Abbildung 9:	Absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a	11
Abbildung 10:	Spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a).....	12
Abbildung 11:	Wärmeliniendichte der Straßenzüge in MWh/(m·a).....	13
Abbildung 12:	Aufteilung des Stadtgebietes Ilmenau auf die Versorgungsunternehmen	14
Abbildung 13:	Aufteilung der Feuerstätten (Zentral- und Einzelfeuerstätten) nach deren Art	15
Abbildung 14:	Energieträger der dezentralen Heizquellen in Ilmenau (Anzahl)	16
Abbildung 15:	Eingesetzte Brennstoffe in den vier vorwiegenden Feuerstätten	16
Abbildung 16:	Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen	18
Abbildung 17:	Wärmenetz in Ilmenau.....	20
Abbildung 18:	Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger.....	21
Abbildung 19:	Endenergiebedarf nach Energieträger	22
Abbildung 20:	Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor	23
Abbildung 21:	Dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren.....	24
Abbildung 22:	Treibhausgasemissionen nach Energieträger	25
Abbildung 23:	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	26
Abbildung 24:	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger	27
Abbildung 25:	Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen.....	32
Abbildung 26:	Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieanlagen.....	33
Abbildung 27:	Potenzialflächen für Aufdach-Photovoltaik in Ilmenau (Ausschnitt Kernstadt und umliegende Ortsteile)	35
Abbildung 28:	Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden	37
Abbildung 29:	Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden	38
Abbildung 30:	Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren	40
Abbildung 31:	Geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren	41
Abbildung 32:	Eignungsgebiete in Deutschland für die tiefegeothermische Nutzung	43
Abbildung 33:	Kartografische Darstellung der Acker-/ Gras- und Waldflächen	46
Abbildung 34:	Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für Windenergie	49

Abbildung 35:	links: Blick entlang eines Sammelkanals. rechts: Endpunkt bzw. Hausübergabestelle mit Gebläse.....	51
Abbildung 36:	Zentrale Lage des Klärwerkes Am Hüttengrund.....	52
Abbildung 37:	Prinzipskizze zur Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen (Bild von Staubli: Bundesverband Wärmepumpe e.V., München [5])	53
Abbildung 38:	Bedingt geeignete Potenzialflächen für Erdbeckenspeicher	57
Abbildung 39:	Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA [1] und BMW [9].....	59
Abbildung 40:	Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2030 (oben), 2035 (unten).....	60
Abbildung 41:	Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2040 (oben), 2045 (unten)	61
Abbildung 42:	Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial	62
Abbildung 43:	Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs	63
Abbildung 44:	Zielfoto für die Kommunale Wärmeplanung in Ilmenau: Wärmeversorgung in den einzelnen Quartieren	68
Abbildung 45:	Aufteilung des Stadtgebiets in die einzelnen Quartiere	70
Abbildung 46:	Exemplarischer Quartierssteckbrief für Ilmenau-Zentrum	71
Abbildung 47:	Anteil der Wohngebäude aus den Baujahren 1949 bis 1978 in den einzelnen Quartieren.....	73
Abbildung 48:	Quartiere mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial	74
Abbildung 49:	Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	76
Abbildung 50:	Entwicklung der Aufteilung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	78
Abbildung 51:	Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	78
Abbildung 52:	Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	79
Abbildung 53:	Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	80
Abbildung 54:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	81
Abbildung 55:	Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMW und BMWSB	83
Abbildung 56:	Exemplarischer Maßnahmensteckbrief	86

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in tCO ₂ eq/MWh [1]	25
Tabelle 2:	Vergleich von Endenergiebedarf und Treibhausgasproduktion nach Sektoren.....	27
Tabelle 3:	Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen.....	31
Tabelle 4:	Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen.....	34
Tabelle 5:	Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmesonden	39
Tabelle 6:	Übersicht geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmekollektoren	42
Tabelle 7:	Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse.....	47
Tabelle 8:	Übersicht des geeigneten und bedingt geeigneten Windkraftpotenzials	50
Tabelle 9:	Übersicht der 19 Quartiere inklusive Wärmedichte und empfohlener Wärmeversorgungsart.....	71
Tabelle 10:	Angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Sektoren.	75
Tabelle 11:	Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossene Gebäude im Zielszenario	77
Tabelle 12:	Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärme nach Energieträgern.....	79
Tabelle 13:	Entwicklung des Endenergiebedarfs in MWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	80
Tabelle 14:	Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen	84
Tabelle 15:	Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045	88

12 Quellenverzeichnis

- [1] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“. <https://www.kea-bw.de/waermewende/angebote/downloads>
- [2] Global Solar Atlas, <https://globalsolaratlas.info>
- [3] Freistaat Thüringen, Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz: Abfallbilanz 2024. https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Umweltschutz/Abfall/Landesabfallwirtschaftsplanung/Abfallbilanz_2024.pdf
- [4] Buri und Kobel „Wärmenutzung aus Abwasser“: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf
- [5] Bundesverband Wärmepumpe e. V. „Heizen und Kühlen mit Abwasser“: https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/07_Publikationen/bwp-Heizen_und_Kuehlen_mit_Abwasser.pdf
- [6] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Plattform für Abwärme. https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html
- [7] Institut für Solartechnik der Ostschweizer Fachhochschule. Forschungsprojekt BigStoreDH. <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=49260>
- [8] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Bericht Großwärmespeicher in der Fernwärme. https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/handreichung_planende_entscheidungstraeger.html?nn=1465576
- [9] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“. https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler_Klimaschutz/Wissensportal/Bauen_und_Sanieren/BMWi_sanierungsbedarf-im-gebaeudebestand.pdf

13 Anhang

13.1 Anhang: Quartierssteckbriefe

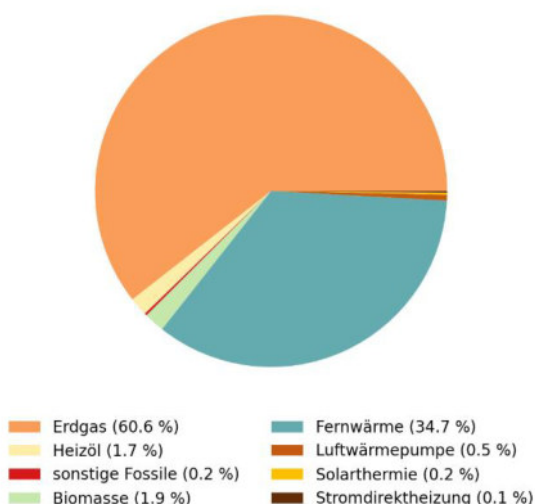
Steckbrief 1: Ilmenau-Zentrum



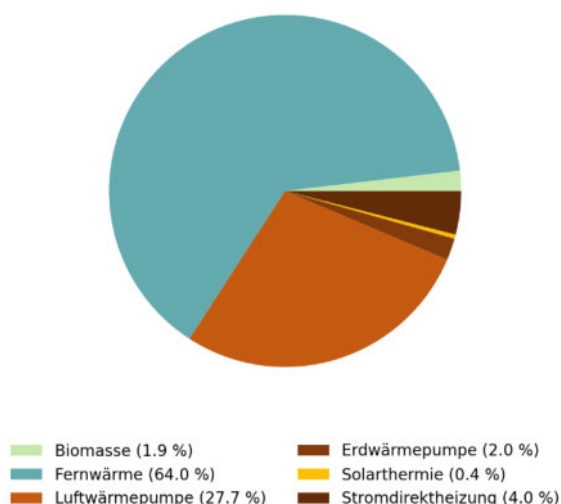
Fläche	93,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Misch-nutzung
Wärmedichte	514,9 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	48.178,4 MWh/a (11 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	8.963,3 tCO _{2eq} /a (9 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Wärmenetzgebiet (Ausbau- und Verdichtung)
Empfehlungen und Hinweise	• Das vorhandene Wärmenetz soll auf weitere Bereiche und Liegenschaften ausgedehnt werden. Dabei wird einerseits nachverdichtet, andererseits werden auch neue Straßenzüge erschlossen. • Dennoch werden nicht alle Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden können. Diese werden über eigene Heizungen versorgt. Wärmepumpen sind dazu eine gute und wahrscheinliche Option. • Solarthermie und Photovoltaik können gut ausgebaut werden. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind an vielen Gebäuden möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie		✓		
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude
	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	7.965,3 tCO _{2eq} /a 88,8 %	

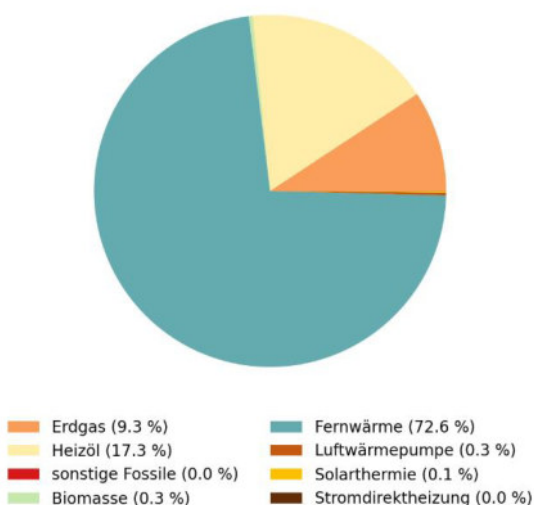
Steckbrief 2: Ilmenau Süd-Ost



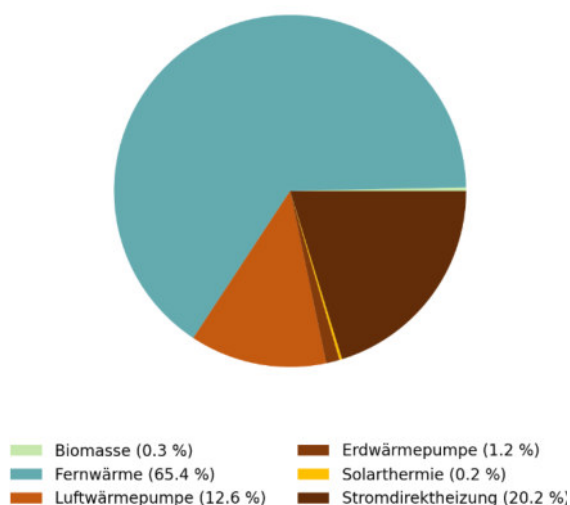
Fläche	115,3 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Misch-nutzung
Wärmedichte	461,5 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	53.233,4 MWh/a (13 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	6.002,4 t _{CO2eq} /a (6 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Wärmenetzgebiet (Ausbau- und Verdichtung)
Empfehlungen und Hinweise	• Das vorhandene Wärmenetz soll moderat ausgebaut werden. Ein Anschluss an das Wärmenetz ist für viele Liegenschaften grundsätzlich möglich. • Erdgas und Heizöl werden voraussichtlich durch Wärmepumpen (für Heizzwecke) und andere Stromheizungen (Prozesswärme) ersetzt. • Der Wohnsektor ist von großen Mehrfamilienhäusern geprägt, von denen viele bereits an das Wärmenetz angeschlossen sind. Viele Gebäude weisen energetisches Sanierungspotenzial auf.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



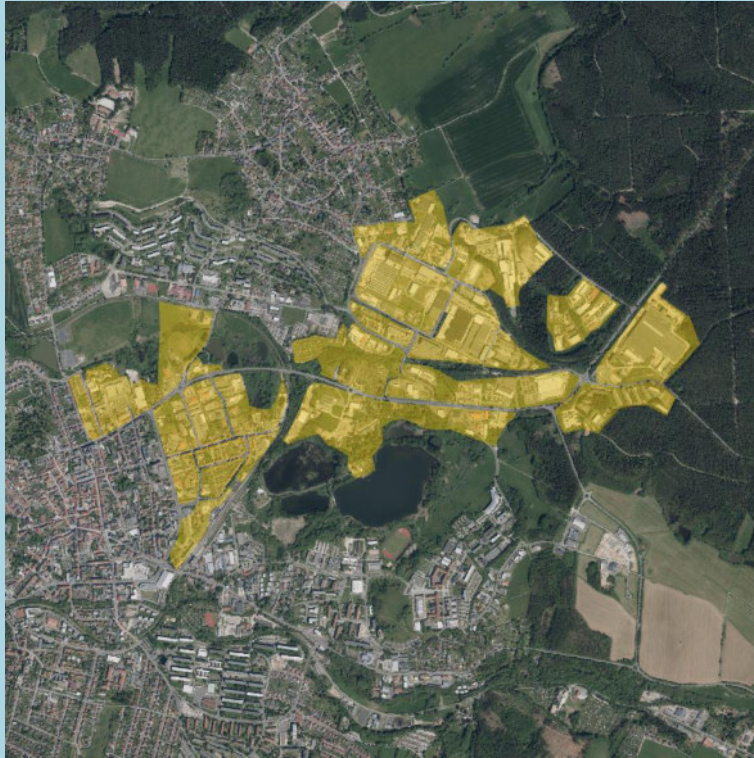
Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie		✓		
Biomasse			✓	
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude
	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	4.739,5 tCO ₂ eq/a	78,9 %

Steckbrief 3: Ilmenau Nord-Ost



Fläche	167,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Misch-nutzung
Wärmedichte	177,1 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	29.590,5 MWh/a (7 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	5.190,7 t _{CO2eq} /a (6 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

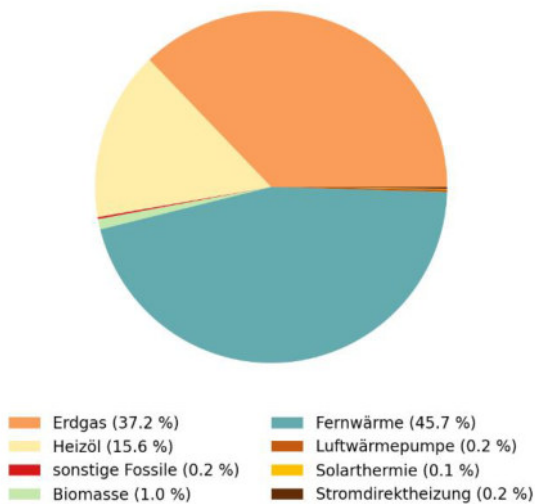
Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045

Wärmenetzgebiet (Ausbau- und Verdichtung)

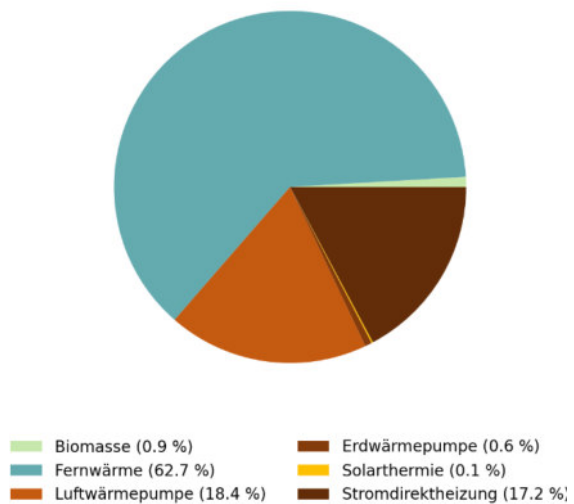
Empfehlungen und Hinweise

- Das vorhandene Wärmenetz soll ausgebaut werden. Ein Anschluss an das Wärmenetz ist für viele Liegenschaften grundsätzlich möglich.
- Erdgas und Heizöl werden voraussichtlich durch Wärmepumpen (für Heizzwecke) und andere Stromheizungen (Prozesswärme) ersetzt.
- Erdwärmepumpen sind nur nach Einzelfallprüfung bzw. gebietsweise überhaupt nicht einsetzbar.
- Viele der großen Mehrfamilienhäuser sind bereits an das Wärmenetz angeschlossen sind. Viele Gebäude weisen energetisches Sanierungspotenzial auf.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie		✓		
Biomasse			✓	
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude
	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	4.514,4 tCO _{2eq} /a 86,9 %	

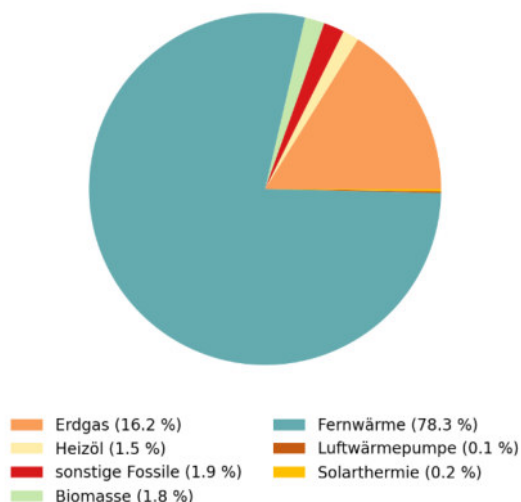
Steckbrief 4: Pörlitzer Höhe



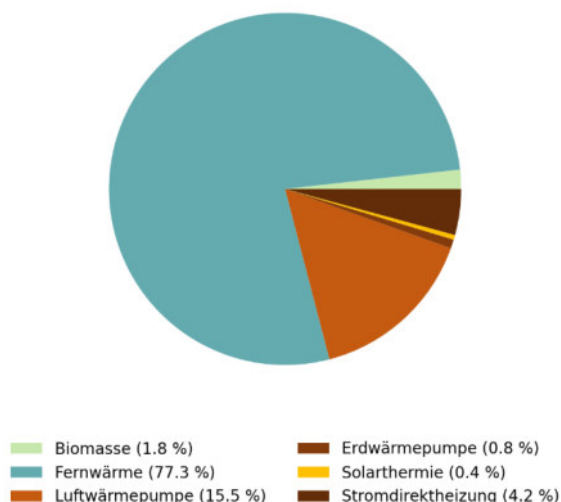
Fläche	51,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	280,9 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	14.355,7 MWh/a (4 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.165,5 tCO _{2eq} /a (1 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Wärmenetzgebiet (Verdichtungsgebiet)
Empfehlungen und Hinweise	• Das vorhandene Wärmenetz versorgt schon die Mehrheit der Liegenschaften. Eine moderate Verdichtung in den nächsten Jahren ist möglich. • Gebäude ohne Anschluss an der Wärmenetz werden voraussichtlich über Luft-Wärmepumpen versorgt. • Erdwärmepumpen sind nur nach Einzelfallprüfung bzw. gebietsweise überhaupt nicht einsetzbar. • Solarthermie und Photovoltaik können gut ausgebaut werden. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind an vielen Gebäuden möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse			✓	
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude
	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	847,3 tCO ₂ eq/a	72,7 %

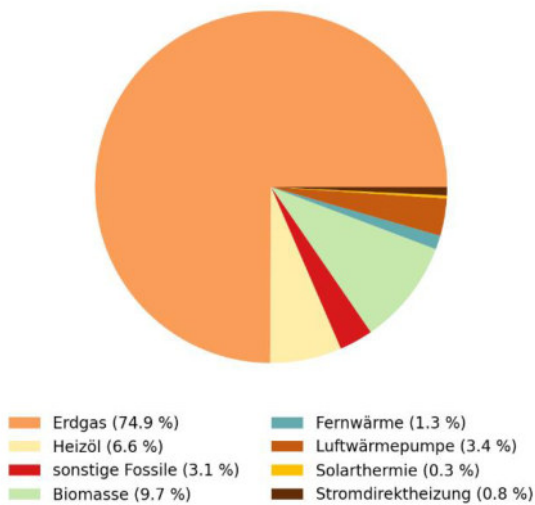
Steckbrief 5: Ilmenau West/Oberpörlitz/Unterpörlitz



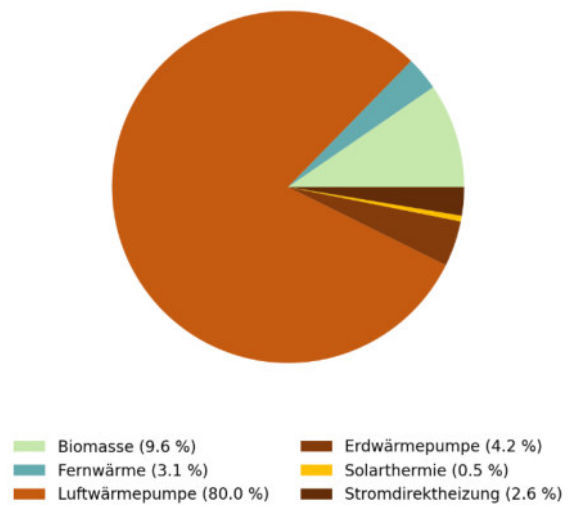
Fläche	187,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	168,1 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	31.559,7 MWh/a (8 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	7.886,4 tCO ₂ eq/a (9 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein (nur am Gebietsrand)

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten den hohen Erdgas-Verbrauch ersetzen. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen. • Die Neubauten z. B. im Bereich Blumenstraße sind überwiegend bereits nach modernen energetischen Standards errichtet und können gut über Wärmepumpen beheizt werden.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	7.555,4 t _{CO2eq} /a	95,8 %

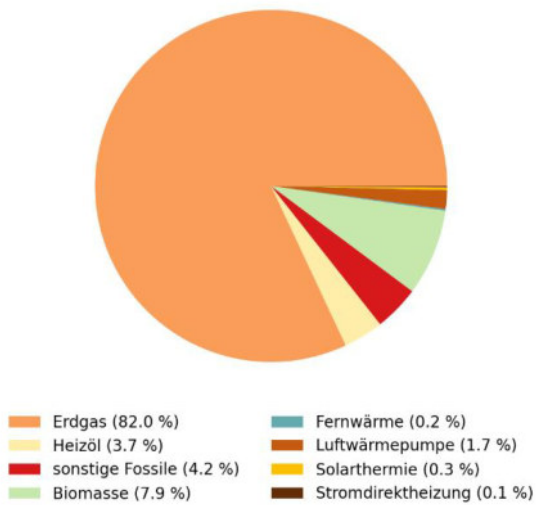
Steckbrief 6: Ilmenau Süd



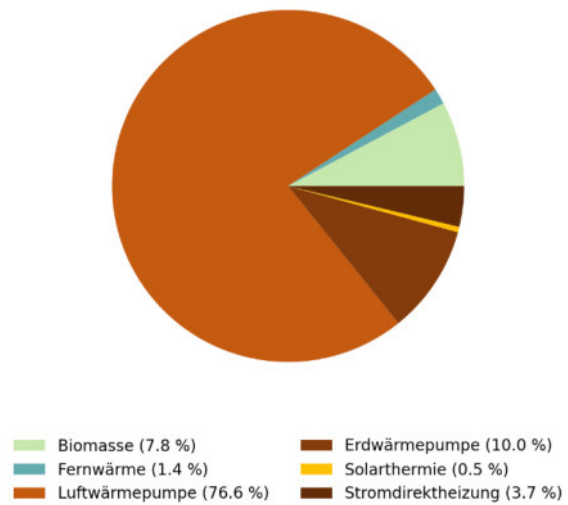
Fläche	100,9 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	242,2 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	24.451,4 MWh/a (6 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	6.248,0 tCO _{2eq} /a (7 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein (nur am Gebietsrand)

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten den hohen Erdgas-Verbrauch ersetzen. • Erdwärmepumpen sind grundsätzlich möglich und können anstelle von Luft-Wärmepumpen im Einzelfall eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	6.010,2 t _{CO2eq} /a	96,1 %

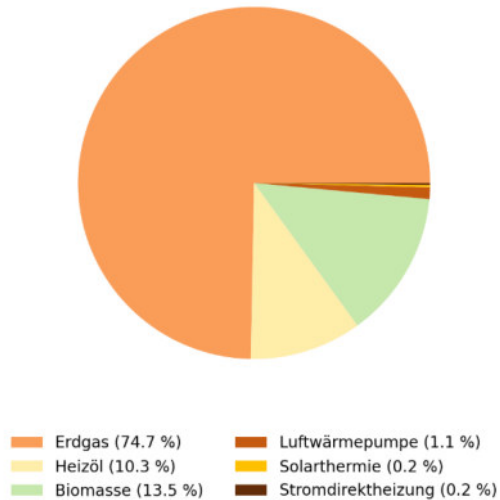
Steckbrief 7: **Roda**



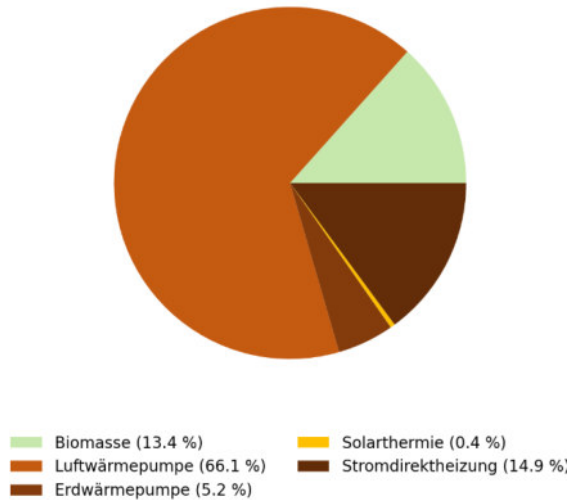
Fläche	73,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	78,4 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	5.733,0 MWh/a (1 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.424,6 tCO _{2eq} /a (2 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten den hohen Erdgas-Verbrauch ersetzen. • Erdwärmepumpen sind nur nach Einzelfallprüfung möglich. • Vorhandener Prozesswärmebedarf im Gewerbegebiet kann voraussichtlich durch Elektrifizierung gedeckt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sind sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.350,7 tCO ₂ eq/a	94,8 %

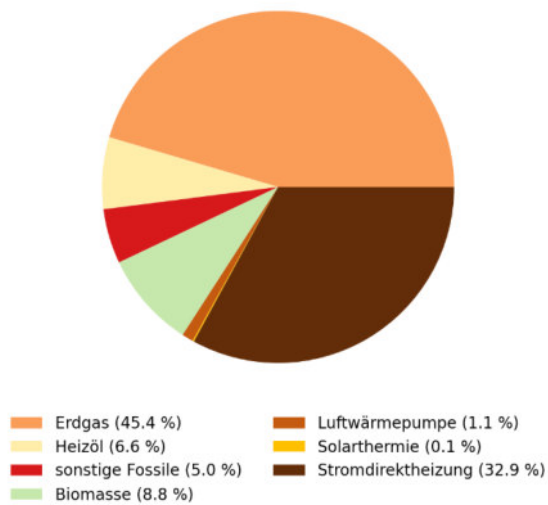
Steckbrief 8: Langewiesen



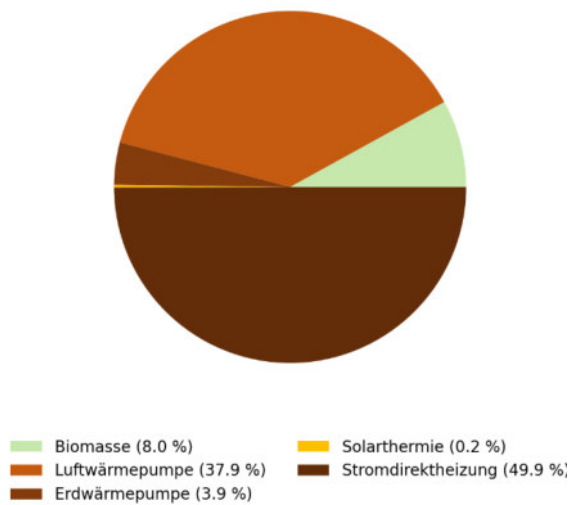
Fläche	158,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen + Gewerbe
Wärmedichte	309,2 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	49.091,8 MWh/a (12 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	15.246,2 t _{CO2eq} /a (17 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante. • Teilgebiete sind für Wärmenetze gut geeignet. Hier können in kommenden Jahren u. a. kleinere Nahwärmenetze (Quartiersnetze) durch die Ilmenauer Wohnungsbaugesellschaften oder lokale Initiativen entstehen. • Großes Abwärmepotenzial durch Quarzschmelzen könnte für ein Wärmenetz erschlossen werden; frühere Machbarkeitsuntersuchung könnte wieder aufgegriffen werden. • Solarthermie und Photovoltaik können gut ausgebaut werden, viele Gebäude mit Dachflächen in Süd- und Südwest-Ausrichtung. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden	✓			
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase			✓	
Abwärme	✓			

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	14.276,3 tCO _{2eq} /a	93,6 %

Steckbrief 9: Gehren



Fläche	251,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	189,9 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	47.831,7 MWh/a (12 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	12.438,5 tCO _{2eq} /a (14 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

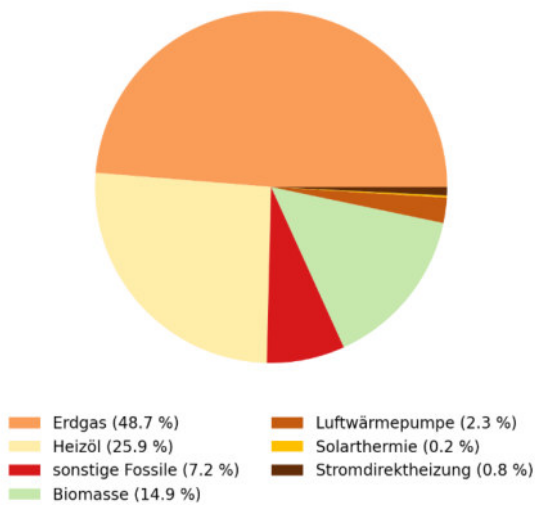
Wahrscheinliche
Wärme-
versorgung in
2045

Dezentrale Einzelversorgung

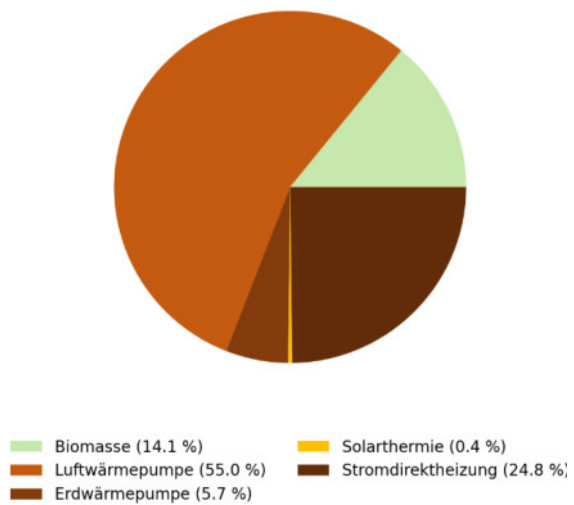
Empfehlungen
und Hinweise

- Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten den hohen Erdgas-Verbrauch ersetzen.
- Erdwärmepumpen sind in Teilgebieten grundsätzlich möglich.
- Vorhandener Prozesswärmebedarf im Gewerbegebiet kann voraussichtlich durch Elektrifizierung gedeckt werden.
- Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen.
- Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.
- Teilgebiete wie die Mehrfamilienhäuser in der Bergstraße Nord sind für Wärmenetze gut geeignet. Hier können in kommenden Jahren u. a. kleinere Nahwärmenetze (Quartiersnetze) etabliert werden.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M6	Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien
	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	11.733,0 tCO _{2eq} /a	94,3 %

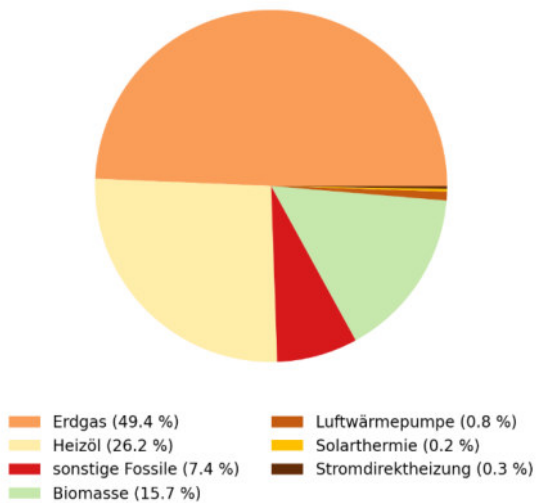
Steckbrief 10: Gräfinau-Angstedt



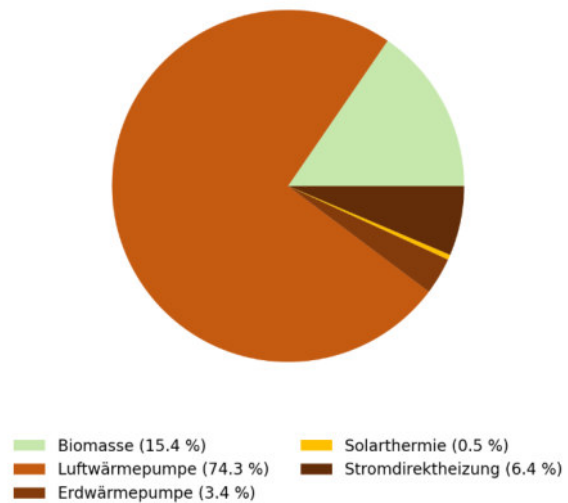
Fläche	108,9 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	201,3 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	21.939,0 MWh/a (5 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	5.693,3 tCO _{2eq} /a (6 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten fossile Brennstoffe ersetzen. • Grundsätzlich sind Wärmenetze entlang der Hauptstraßen (z. B. Wümbacher Straße) möglich, aus heutiger Sicht aber mangels Betreiber unwahrscheinlich. • Einsatz von Erdwärmesonden nur nach Einzelfallprüfung. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz		✓		
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase			✓	
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	5.446,5 t _{CO2eq} /a	95,6 %

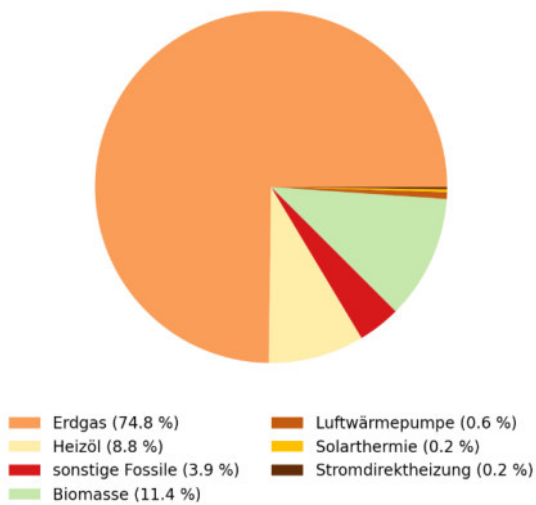
Steckbrief 11: Frauenwald



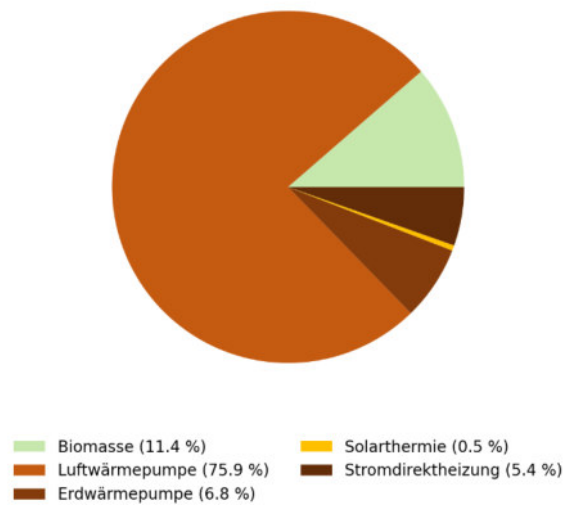
Fläche	69,2 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	165,4 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	11.456,9 MWh/a (3 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	2.905,9 tCO _{2eq} /a (3 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. • Durch die Lage im Wasserschutzgebiet können Erdwärmesonden gebietsweise nicht oder nur nach Einzelfallprüfung eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase		✓		
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	2.786,6 t _{CO2eq} /a	95,8 %

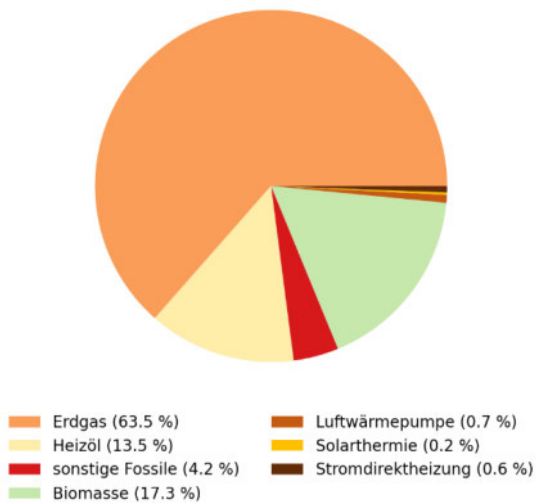
Steckbrief 12: Stützerbach



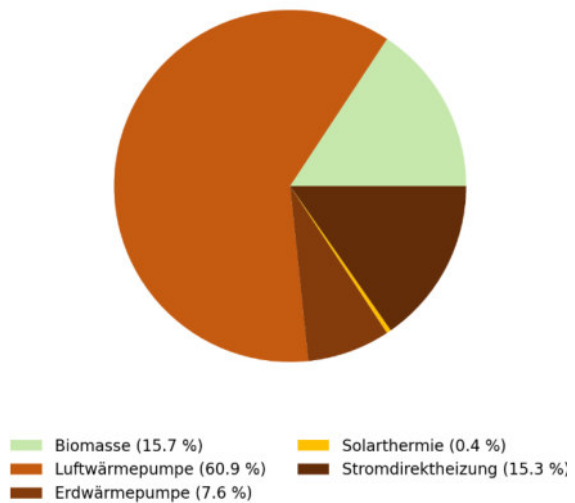
Fläche	119,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	162,4 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	19.340,6 MWh/a (5 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	4.721,8 tCO ₂ eq/a (5 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. • Erdwärmesonden können als effizientere Alternative zu Luftwärmepumpen eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	4.466,5 t _{CO2eq} /a	94,5 %

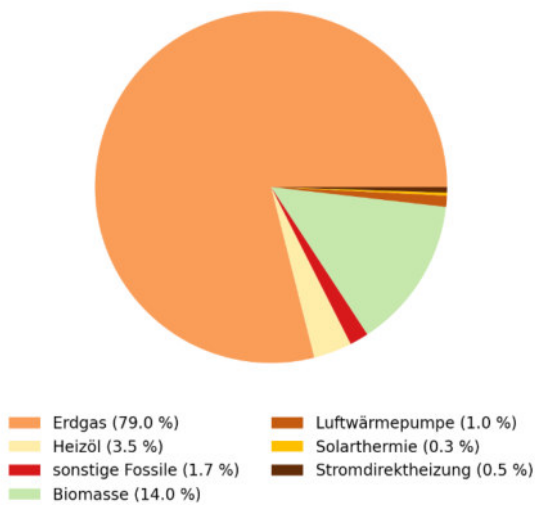
Steckbrief 13: Manebach



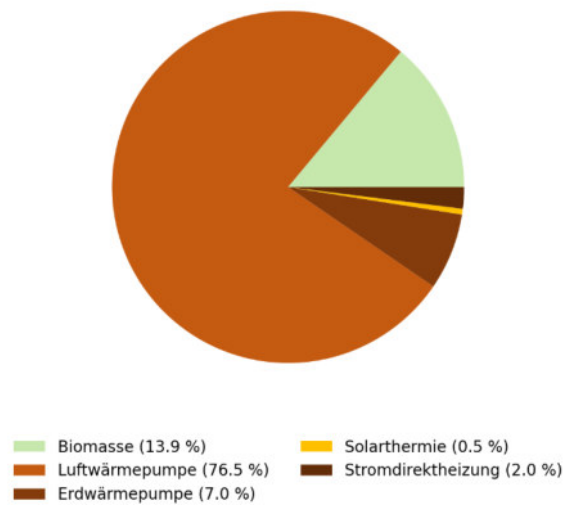
Fläche	67,2 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	173,3 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	11.659,7 MWh/a (2 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	2.821,5 tCO ₂ eq/a (3 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten das überwiegend eingesetzte Gas ersetzen. • Erdwärmesonden können nur in kleinen Teilgebieten als effizientere Alternative zu Luftwärmepumpen eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	2.700,3 t _{CO2eq} /a	95,7 %

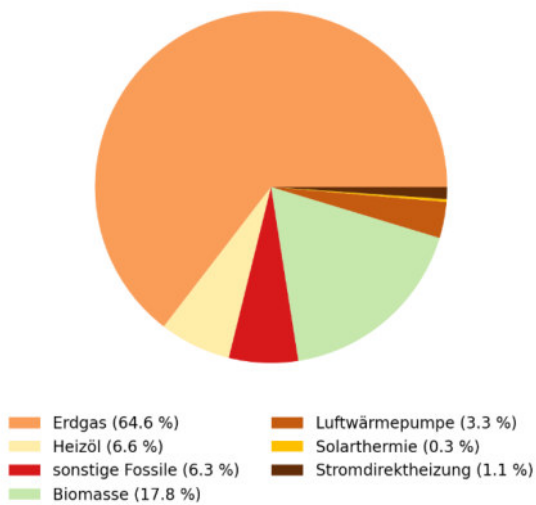
Steckbrief 14: Oehrenstock



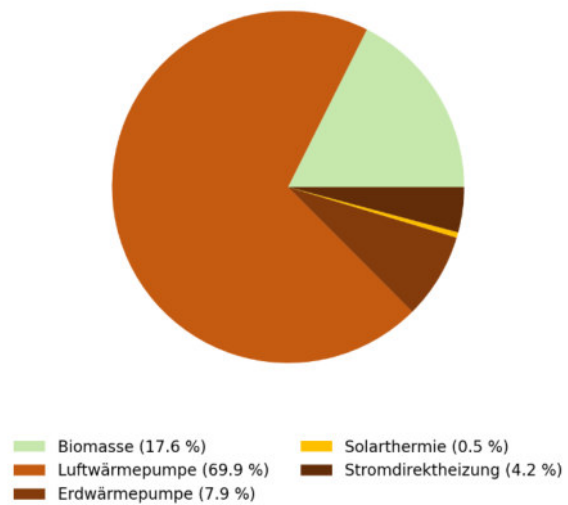
Fläche	62,0 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	78,7 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	4.883,9 MWh/a (1 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.143,2 tCO _{2eq} /a (1 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. Erdwärmesonden können als effizientere Alternative zu Luftwärmepumpen eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen. • Neubauten im Bereich In d. Struth sind häufig nach modernen energetischen Standards gebaut und gut für Wärmepumpen geeignet.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden	✓			
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.087,2 t _{CO2eq} /a	95,1 %

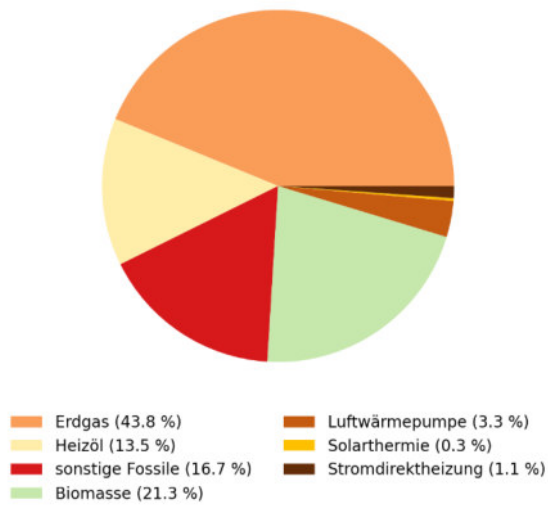
Steckbrief 15: Möhrenbach



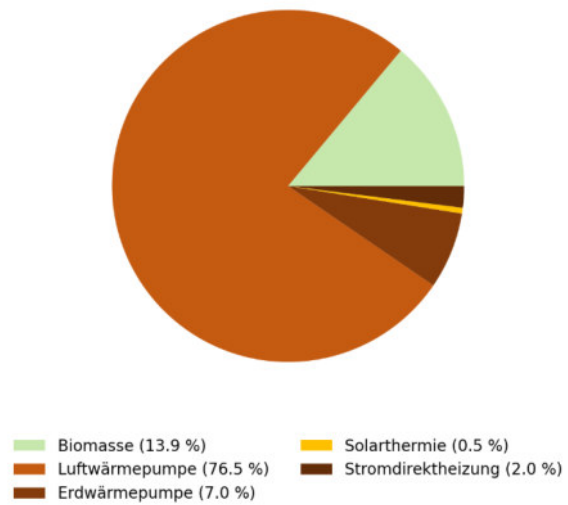
Fläche	58,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	125,7 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.359,6 MWh/a (2 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.720,0 tCO _{2eq} /a (2 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. Erdwärmesonden können als effizientere Alternative zu Luftwärmepumpen eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



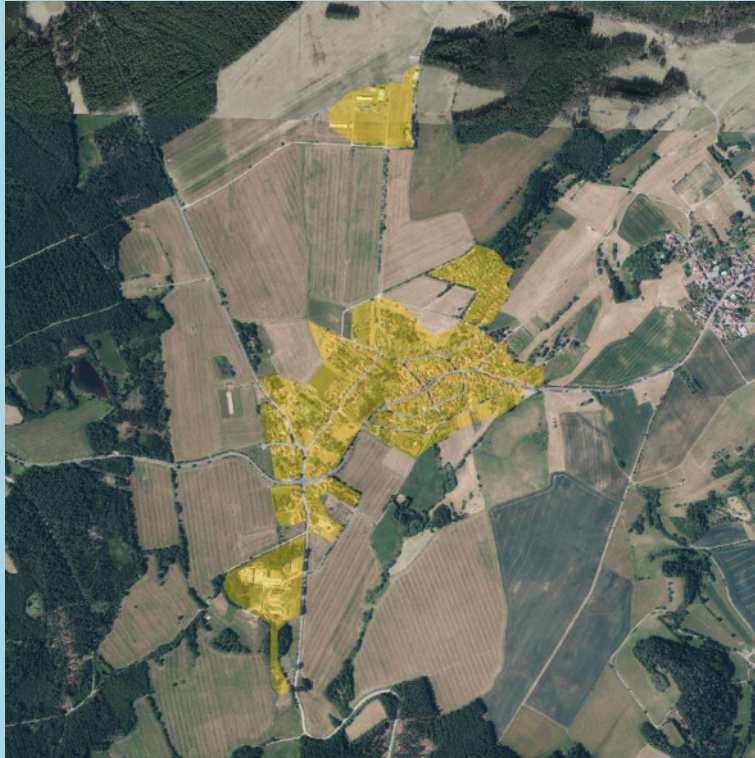
Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden	✓			
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.640,3 t _{CO2eq} /a	95,3 %

Steckbrief 16: **Pennewitz**



Fläche	54,2 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	136,2 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.385,8 MWh/a (2 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.733,9 tCO _{2eq} /a (2 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

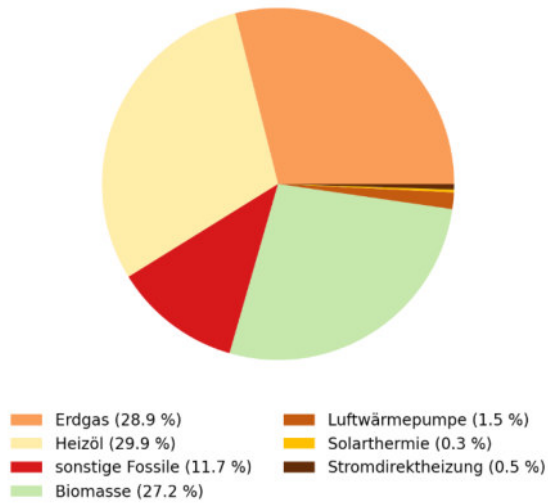
Wahrscheinliche
Wärme-
versorgung in
2045

Dezentrale Einzelversorgung

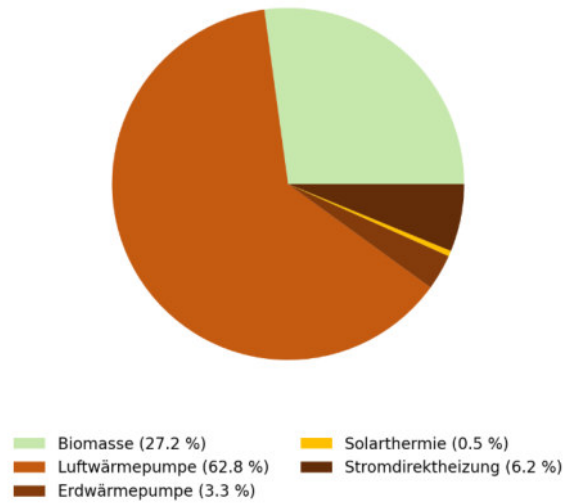
Empfehlungen
und Hinweise

- Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. Erdwärmesonden können aufgrund der Hydrogeologie meist nicht eingesetzt werden.
- Ortskern ist grundsätzlich durch dichte Bebauung für Wärmenetz geeignet, ein solches ist allerdings mangels Betreiber nicht wahrscheinlich
- Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen.
- Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand.
- Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.638,4 tCO ₂ eq/a	94,4 %

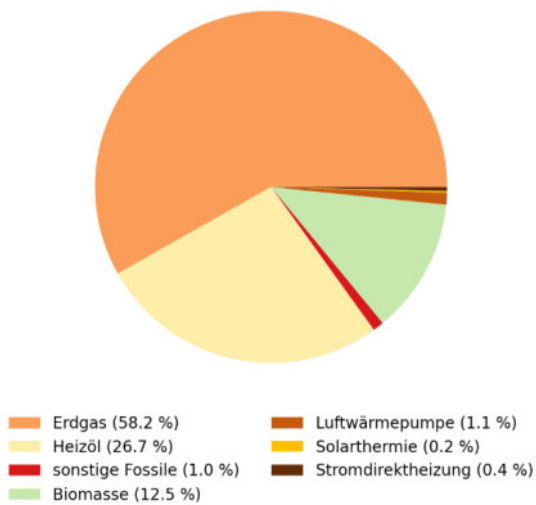
Steckbrief 17: Wümbach



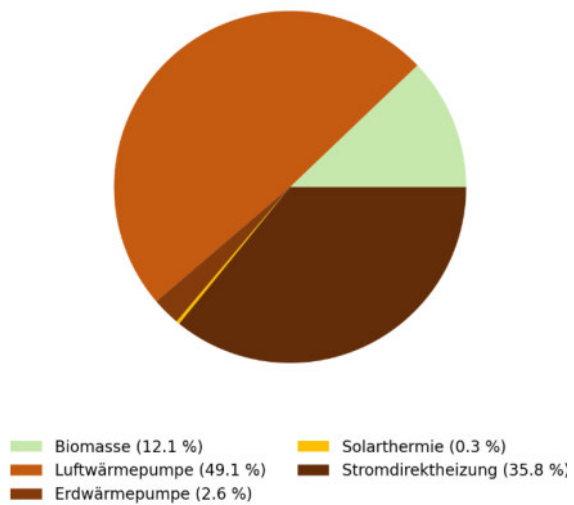
Fläche	54,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	145,4 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.939,2 MWh/a (2 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	2.118,7 tCO _{2eq} /a (2 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. Erdwärmesonden können aufgrund der Hydrogeologie meist nicht eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Vorhandener Prozesswärmebedarf sollte elektrifiziert werden. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme			✓	

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.982,8 t _{CO2eq} /a	93,5 %

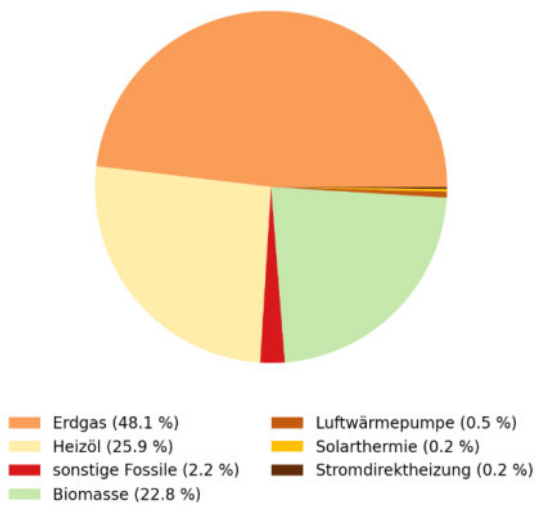
Steckbrief 18: Bücheloh



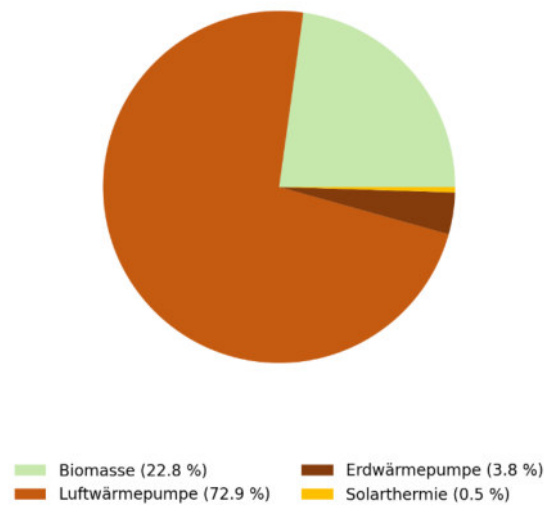
Fläche	29,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	146,6 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	4.365,8 MWh/a (1 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.052,3 tCO _{2eq} /a (1 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Gas ersetzen. Erdwärmesonden können aufgrund der Hydrogeologie meist nicht eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Erdwärmekollektoren	✓			
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.004,1 t _{CO2eq} /a	95,4 %

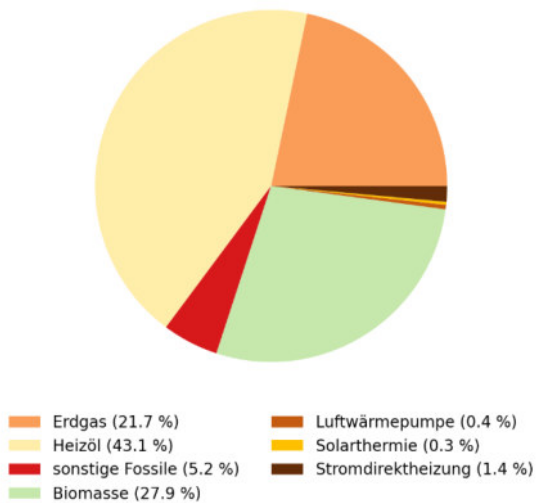
Steckbrief 19: Heyda



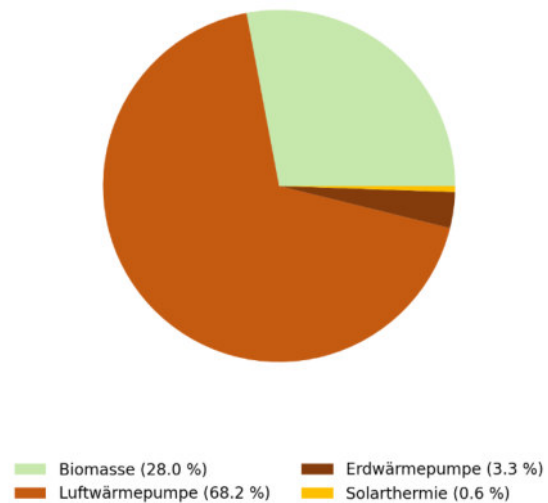
Fläche	33,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	192,7 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	6.525,2 MWh/a (2 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.610,4 t _{CO2eq} /a (2 %)
Gasnetz vorhanden?	Nein
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Dezentrale Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen sind die wahrscheinlichste Heizungsvariante und sollten Heizöl und Flüssiggas ersetzen. • Durch die Lage im Wasserschutzgebiet können Erdwärmesonden nicht oder nur nach Einzelfallprüfung eingesetzt werden. • Biomasse kann gut eingesetzt werden, wird aufgrund begrenzter Potenziale allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen. • Solarthermie und Photovoltaik besitzen großes Ausbaupotenzial, derzeit sehr wenige Anlagen im Bestand. • Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind gut möglich und empfohlen.

Wärmemix 2025



Möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potentiale

	sehr wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Grundwasserwärmepumpen				✓
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M11	Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten
	M12	Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser
Einsparung THG- Emissionen	1.531,6 tCO _{2eq} /a	95,1 %

13.2 Anhang: Maßnahmensteckbriefe

Maßnahme 1

Integration der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung

Kategorie	Organisation
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau (A60, A50)
Beschreibung	Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung systematisch als verbindlichen Bestandteil in die Fachplanungen der Stadt Ilmenau zu integrieren und in die relevanten kommunalen Planungsprozesse zu streuen. Dazu wird eine umfassende Prüfung laufender und geplanter kommunaler Projekte im Hinblick auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielsetzungen der Kommunalen Wärmeplanung empfohlen. Es werden Textbausteine entwickelt, die als Vorlage für die Bauleitplanung dienen, um die Rahmensetzung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bereits in der frühen Planungsphase zu verankern. Diese Bausteine orientieren sich an den Zielen der Kommunalen Wärmeplanung und sollen eine gezielte Ausweisung von Wärmenetz-Vorranggebieten und Ausbaugebieten (Fern- /Nahwärme) ermöglichen. Darüber hinaus kann geprüft werden, inwieweit kommunalrechtliche Instrumente, wie zum Beispiel Verbrennungsverbote in Bebauungsplänen, zur Erreichung der Ziele der Kommunalen Wärmeplanung beitragen können. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Kommunalen Wärmeplanung sollen in das Ilmenauer Klimakonzept einfließen, das sich gegenwärtig in Bearbeitung befindet. Auch in zukünftige Konzepten, Strategiepapiere und Studien sollen die Ergebnisse der Wärmeplanung und deren Fortschreibung einfließen. Schließlich wird die kommunale Wärmeplanung bei der Fortschreibung der Regionalplanung (Planungsgemeinschaft Mitte) berücksichtigt, um die Flächen-sicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten zu gewährleisten. Die Anforderungen der Kommunalen Wärmeplanung können als verbindliche Elemente in städtebauliche Kaufverträge und Konzeptvergabeverfahren aufgenommen werden, um von Anfang an die Integration klimafreundlicher Wärmeversorgung sicherzustellen. Auch Konzessionsverträge können auf mögliche Zielkonflikte mit der Kommunalen Wärmeplanung überprüft und Klimaaspekte in das Auswahlverfahren sowie in die Neuausschreibung von Konzessionen integriert werden.

Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung relevanter Planungsprozesse	Stadt Ilmenau
	Erstellung von Textbausteinen und Mustern	Stadt Ilmenau
	Integration der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in die Verwaltungsprozesse	Stadt Ilmenau
Laufzeit	unmittelbar im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten für die Integration der Ergebnisse in die Verwaltungsprozesse an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 2

Integration der Querschnittsthemen "Wärmewende" bzw. "Klimaschutz" in die bestehende Verwaltungsstruktur

Kategorie	Organisation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Eine große Anzahl der Aufgaben (bspw. Informationsbereitstellung, Schaffung einer Steuerungsgruppe, zentrale Verantwortlichkeit für Anfragen von Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen, Monitoring und Controlling, Fortschreibung, etc.) liegen im Verantwortungsbereich der Kommunalverwaltung. Die neuen Aufgaben aus den Querschnittsthemen „Wärmewende“ bzw. „Klimaschutz werden definiert und unter Berücksichtigung der Funktionen als Anlauf- und Koordinationsstelle innerhalb der Verwaltungsstrukturen zugeordnet. Alternativ ist die Schaffung einer neuen Fachstelle zielführend. Diese Stelle kann auch als verantwortliche Stelle für einige weitere hier vorgeschlagene Maßnahmen fungieren. Auch die Vernetzung mit relevanten Akteuren (Klimaschutzmanager des IIm-Kreises, Bürgerinitiativen, Industrie) kann durch diese erfolgen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Klärung Verantwortlichkeit	Stadt Ilmenau
	Besetzung der Position	Stadt Ilmenau
Laufzeit	laufend; Aufgabendefinition für die Verwaltung schnellstmöglich nach Beendigung der Kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Kosten fallen unter Umständen in Form von Personalkosten an; grundsätzlich ist die Übernahme der Tätigkeit durch vorhandenes Personal möglich.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der Aufwand für die Stadt besteht insbesondere in der Definition der zu bearbeitenden Aufgaben und deren Verteilung an Stellen mit entsprechender Fachkompetenz (fachlich, methodisch, kommunikativ).	
Förderung	Grundsätzlich wäre die Förderung einer entsprechenden Stelle über die Kommunalrichtlinie (NKL) möglich.	

Maßnahme 3

Fortlaufende Umstellung der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude auf erneuerbare Energien und energetische Gebäudesanierung

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau A50 und A20 (Fördermittelstelle) <u>weitere Akteure:</u> externe Dienstleister, z. B. Installationsfirmen, Energieberater	
Beschreibung	Im Rahmen der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung kann die Stadtverwaltung Ilmenau eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung und durch energetische Sanierungsmaßnahmen zeigt die Stadt Ilmenau, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Stadt Ilmenau kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Stadt Ilmenau
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	Stadt Ilmenau externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; idealerweise zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der vollständige Planungsprozess wird durch die Verwaltung betreut.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 4

Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau (A60, A50)	
Beschreibung	Die Stadt Ilmenau kann den Ausbau erneuerbarer Energieerzeuger maßgeblich beschleunigen. Eine wichtige Komponente ist die Sicherung und Bereitstellung von Flächen für die Errichtung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung. Hierzu werden Flächenidentifikation, Verpachtung und langfristige Nutzungsvereinbarungen von Grundstücken durch die Stadt Ilmenau aktiv unterstützt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Beschleunigung und Unterstützung der Genehmigungsprozesse für Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung und Stromspeichern. Zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen für die Nutzung erneuerbarer Energien können verschiedene Vorgehensweisen erarbeitet werden, um private und gewerbliche Flächeneigentümerinnen zu gewinnen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Maßnahme ist die Förderung von Bürgerbeteiligungsmodellen, durch die Anwohnerinnen und Anwohner und lokale Akteure aktiv in Projekte einbezogen werden. Flächenbevorratung und -verpachtung durch die Stadt Ilmenau schafft eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten. Die Errichtung von Windkraftanlagen erscheint in Ilmenau aus heutiger Sicht als unwahrscheinlich und ist auch nicht im Regionalplan Wind (2. Sachlicher Teilungsplan Windenergie) berücksichtigt. Dennoch könnten gemeindeübergreifende Projekte unter Umständen geprüft und initiiert werden. Hierbei sind die Interessen der Stadt bei der Fortschreibung der Regionalpläne zu berücksichtigen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Maßnahmen des Raum- und Flächenmanagements für den Ausbau der erneuerbaren Energien treffen (Flächensicherung/-Bereitstellung, etc.)	Stadt Ilmenau
	Maßnahmen treffen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung und Speichern unterstützen und beschleunigen	Stadt Ilmenau
	Entwicklung von Vorgehensweisen zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen zum Ausbau der erneuerbaren Energien sowie zum	Stadt Ilmenau

	Aufbau von Versorgungsstrukturen in Quartieren	
	Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung	Stadt Ilmenau
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 5

Prüfung der Erstellung eines Sektorkopplungskonzepts

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau (A60, A50)	
Beschreibung	Nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung empfiehlt sich die Erarbeitung eines Sektorkopplungskonzept, das auf den Ergebnissen der Kommunalen Wärmeplanung (z. B. Wärmeverbräuche aus der Bestandsanalyse, erneuerbare Potenziale aus der Potenzialanalyse, künftiger Strombedarf aus dem Zielszenario) aufbaut und diese mit weiteren laufenden und geplanten Aktivitäten der Stadt Ilmenau verknüpft (z. B. Ausbau erneuerbarer Energien). Ziel ist es, die in der Wärmeplanung identifizierten Ziele sowie die Potenziale für erneuerbare Energien, Abwärmenutzung und Effizienzsteigerung in einen umfassenderen energiewirtschaftlichen Zusammenhang zu stellen. Das Konzept soll aufzeigen, wie die Sektoren Wärme, Strom und Mobilität künftig stärker miteinander verzahnt werden können, um eine integrierte und resiliente Energieversorgung zu erreichen. Dabei werden insbesondere Schnittstellen zu bestehenden Prozessen wie der Flächensicherung für erneuerbare Energien, der Netz- und Infrastrukturplanung sowie der kommunalen Klimaschutzstrategie berücksichtigt. Auf dieser Grundlage sollen konkrete Handlungsoptionen entwickelt werden, etwa zur Nutzung von Überschussstrom aus Photovoltaik und Windenergie für Wärmeerzeugung, zur Einbindung von Speichern oder zur sektorübergreifenden Nutzung von Abwärme. Das Sektorkopplungskonzept dient somit als strategische Weiterentwicklung der Kommunalen Wärmeplanung und unterstützt die Stadt Ilmenau dabei, die Energie-wende über den Wärmesektor hinaus ganzheitlich zu gestalten. Die Erarbeitung erfolgt in enger Abstimmung mit relevanten Akteuren aus Verwaltung, Energie-versorgung, Netzbetrieb und Raumplanung und soll als Grundlage für weitere Umsetzungsprojekte und Förderanträge genutzt werden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Ausschreibung der Dienstleistung	Stadt Ilmenau
	Durchführung der Planungsleistungen	externe Dienstleister
	Beteiligung Öffentlichkeit	Stadt Ilmenau
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Für das Konzept ist mit Kosten i.H.v. etwa 65.000 € für externe Dienstleistungen zu rechnen.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Die Maßnahme wird zwar hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet, erzeugt allerdings erheblichen Betreuungsaufwand durch die Verwaltung..	
Förderung	n/a	

Maßnahme 6

Entwicklung einer Strategie zur Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Planung und Umsetzung
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> energieintensive Industrie (z. B. Quarzschmelzen SCHOTT, RAESCH) <u>weitere Akteure:</u> Stadt Ilmenau (v.a. A40, Wirtschaftsförderung), Technische Universität Ilmenau
Beschreibung	Ilmenau hat einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie. Insbesondere die Bereitstellung von Prozesswärme auf hohem Temperaturniveau ist hier eine große Herausforderung im Kontext der Wärmewende. In einigen Fällen - z. B. einigen Glas- und Quarzschmelzen - werden bereits heute große Mengen an Strom anstelle fossiler Energieträger wie Erdgas eingesetzt. Es verbleibt allerdings ein hoher fossiler Anteil. Energieintensive Industrie- und Gewerbebetriebe sollen deshalb Strategien zur schrittweisen Umstellung ihrer Prozesswärmeversorgung auf klimaneutrale Energieträger entwickeln. Aufbauend auf den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung werden Unternehmen dazu angehalten, ihre derzeitige Nutzung fossiler Energieträger – insbesondere Erdgas und Kohle – zu überprüfen und langfristige Transformationspfade zu erarbeiten. Dabei sollen sowohl technologische Optionen (z. B. Elektrifizierung, Nutzung von Wasserstoff, Abwärmerückgewinnung, Biomasse oder Prozesswärmepumpen) als auch wirtschaftliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Idealerweise kann dies auch mit wissenschaftlicher Begleitung erfolgen, wie es über das ZO.RRO Projekte der TU Ilmenau bereits der Fall ist. Ein zentraler Aspekt ist die enge Abstimmung mit dem örtlichen Energieversorger sowie den Netzbetreibern, da die geplanten Umstellungen erhebliche Auswirkungen auf die Energieinfrastruktur haben können – etwa durch steigenden Strombedarf, den Aufbau von Wasserstoffnetzen oder neue Anforderungen an Wärme- und Kältenetze. Die strategische Zusammenarbeit ermöglicht eine koordinierte Planung von Energieerzeugung, Netzausbau und Lastmanagement, um Engpässe zu vermeiden und Synergien mit anderen Akteuren zu nutzen. Die Stadtverwaltung ist angehalten, Entwicklungen auf diesem Gebiet mindestens zu beobachten, idealerweise mit zu begleiten. Auch über Branchengespräche und Branchentreffen, z. B. auch über Wirtschaftsförderung, soll der aktuelle Stand der Prozesswärmewende regelmäßig an die städtischen Stellen herangetragen werden.

Handlungsschritte und Verantwortliche	Entwicklung einer Strategie zur Umstellung der Prozesswärmeerzeugung auf erneuerbare Energien	energieintensive Industrie (z. B. Quarzschmelzen SCHOTT, RAESCH), ggf. Technische Universität Ilmenau
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Konzeptionierung und Umstellung der Prozesswärmeversorgung sind mit hohen Kosten und Risiken (insbesondere hinsichtlich der künftigen Beschaffungskosten sowie der Prozessumstellung) verbunden.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Zur Defossilisierung der Prozesswärmeversorgung in der Industrie sind große personelle Kapazitäten erforderlich, sowohl in der Planung als auch der eigentlichen Umstellung.	
Förderung	diverse, insbesondere die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)	

Maßnahme 7

Prüfung der Anpassung der bestehenden Fernwärmesatzung im Zuge des weiteren Netzausbaus

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau <u>weitere Akteure:</u> Ilmenauer Wärmeversorgung IWW	
Beschreibung	Das Ilmenauer Fernwärmenetz soll in den kommenden Jahren weiterentwickelt werden. Dabei sollen insbesondere in der Altstadt weitere Liegenschaften an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Im Zuge dessen sollte die bestehende Fernwärmesatzung der Stadt aus dem Jahr 2013 bzw. mit Anpassung von 2017 geprüft und gegebenenfalls auf die neuen Rahmenbedingungen angepasst werden. Diese Maßnahme erleichtert und beschleunigt den weiteren Fernwärmeausbau und gibt allen Beteiligten Planungssicherheit.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung der bestehenden Fernwärmesatzung	Stadt Ilmenau
	Abstimmung mit Ausbauplänen und Zeit-Korridoren der IWW	Stadt Ilmenau, IWW
	Anpassung der Fernwärmesatzung und Beschluss	Stadt Ilmenau
Laufzeit	laufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Personalaufwand für die Verwaltung zur Formulierung und Prüfung von Satzungen	
Förderung	n/a	

Maßnahme 8

Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG, weitere regional tätige Unternehmen aus dem Bereich der Energieversorgung <u>Beobachtend:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Die zentrale Versorgung mittels Wärmenetz wird in Teilen des Stadtgebiets von Ilmenau als bevorzugte Option für eine nachhaltige Wärmeversorgung identifiziert. Gleichzeitig wird deutlich, dass in zahlreichen Gebieten dezentrale Lösungen notwendig sein werden. Um die finanzielle Belastung für Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer zu reduzieren, insbesondere bei Investitionen in Wärmepumpen, können passende Contracting-Modelle entwickelt und geprüft werden. Es wird empfohlen, in den kommenden Jahren zu prüfen, in welchem Umfang lokale Akteure wie die Stadtwerke Ilmenau oder auch die Thüringer Energienetze TEN im Bereich des Wärmecontractings aktiv werden können oder wollen. Dies kann beispielsweise Installation und Betrieb erneuerbarer Heizungen bei größeren Verbrauchern umfassen. Zusätzlich wird ein zielgerichtetes Informationsangebot aufgebaut, das betroffene Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer über die Vorteile und Möglichkeiten von Wärmedienstleistungen aufklärt. Dieses Angebot soll helfen, Transparenz zu schaffen und Hemmnisse bei der Entscheidung für nachhaltige Wärmeversorgungslösungen abzubauen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung von Contractingmodellen	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
	ggf. Kommunikation und Vertrieb der Contractingmodelle	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Kosten fallen insbesondere für Personal und ggf. externes Consulting an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der personelle Aufwand für die SWI / TEN ist erheblich, da die Planung einen aufwendigen strategischen Prozess darstellt und entsprechende Ressourcen und Kapazitäten erfordert. Aufwand bei der Stadt Ilmenau eher gering.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 9

Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG <u>Weitere Akteure:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Einen zentralen Bestandteil des künftigen Wärmesystems werden Wärmepumpen darstellen. Die dafür erforderliche Leistung muss zu einem großen Teil über das öffentliche Stromnetz zur Verfügung gestellt werden. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Anpassungsfähigkeit des Stromnetzes an die zunehmenden Anforderungen durch dezentrale Wärmepumpen und damit steigenden Leistungs- und Strombedarf sicherzustellen. Im Rahmen der Maßnahme werden regelmäßige Stromnetzchecks durchgeführt, um die Kapazitäten und Belastungen des bestehenden Netzes zu überwachen und potenzielle Engpässe frühzeitig zu identifizieren. Diese Überprüfungen ermöglichen eine vorausschauende Planung und rechtzeitige Einleitung notwendiger Anpassungsmaßnahmen, bevor kritische Schwellen überschritten werden. Die Anpassungsmaßnahmen können beispielsweise die Verstärkung von Leitungsnetzen, die Installation von Speichersystemen oder die Integration intelligenter Netztechnik umfassen. Aufgabe der Stadt Ilmenau ist es, in regelmäßigen Abständen (beispielsweise alle 6 oder 12 Monate) in einen Dialog mit den Netzbetreibern zu treten, um Engpässe zu identifizieren und gleichzeitig die für die Fortschreibung der Wärmeplanung notwendigen Controllingmaßnahmen durchzuführen (z. B. Abfrage des jährlichen Heizstrombedarfs und installierte Wärmepumpen).	
Handlungsschritte und Verantwortliche	kontinuierliches Monitoring des Stromnetzes	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
	kontinuierlicher Austausch mit dem Netzbetreiber	Stadt Ilmenau
Laufzeit	läuft bereits; kontinuierlich	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und entsprechenden Ausbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt. Entsprechend hoch ist der Aufwand für die SWI / TEN.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 10

Prüfung zur Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG <u>Weiterer Akteur:</u> Stadt Ilmenau (A60)	
Beschreibung	Die Maßnahme umfasst die Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur möglichen Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff. In enger Zusammenarbeit zwischen dem örtlichen Gasnetzbetreiber, der Stadt Ilmenau, Energieversorgern sowie relevanten Akteuren aus Industrie, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sollen die technischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Umstellung ermittelt und in einem Fahrplan festgehalten werden. Hierzu zählen die Analyse des Ist-Zustands des Netzes (Material, Druckstufen, Altersstruktur, H₂-Eignung), die Prognose des zukünftigen Wärme- und Energiebedarfs, die Entwicklung möglicher Umstellungsszenarien (vollständige oder teilweise Wasserstoffversorgung, Mischbetrieb, Rückbau) sowie die zeitliche und räumliche Priorisierung der Umsetzung. Der Plan berücksichtigt zudem notwendige technische Anpassungen wie den Austausch von Leitungen, Armaturen oder Druckregelanlagen, die Integration in überregionale Wasserstoffnetze, die Prüfung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten sowie die geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung eines Gasnetztransformationsplans	Stadtwerke Ilmenau GmbH, Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
Laufzeit	läuft bereits	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und ggf. entsprechenden Ausbau/Umbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt. Entsprechend hoch ist der Aufwand für die SWI / TEN.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 11

Information über bestehende Modernisierungs- und Sanierungsmöglichkeiten und Förderungen

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau <u>weitere Akteure:</u> Stadtwerke Ilmenau Energieservice GmbH, Energieberater, Schornsteinfeger, Energieagentur ThEGA	
Beschreibung	Ziel dieser Maßnahme ist es, eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln, die gezielt über Beratungsangebote, Förderprogramme, gesetzliche Vorgaben und die Vorteile von Sanierungsmaßnahmen informiert. Auf der Homepage der Stadt Ilmenau wird derzeit bereits über Sanierungs- und Stadtumbaugebiete informiert. Das Informationsangebot könnte praxisnah um obige Punkte erweitert werden, um den Bürgerinnen und Bürgern bzw. Wohnungseigentümergeinschaften zu unterstützen und zu motivieren. Dementsprechend sollte eine Übersicht über vorhandene Angebote auf der Homepage der Stadt aufgeführt und im direkten Kontakt auf die zuständigen Stellen verwiesen werden. Häufig ist auch die Stadtverwaltung Adressatin von Anfragen aus der Bürgerschaft zu Fragen rund um Sanierung und Heizungstausch. Obwohl die Stadt naturgemäß hier nicht die verantwortliche Stelle ist, sollte von Seiten der Stadtverwaltung auf bestehende Angebote und Ansprechpartner (z. B. kostenlose Energieberatung der Verbraucherzentrale, Angebote der ThEGA, Energieberater-Listen) hingewiesen werden.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Sammlung von Beratungs- und Förderangeboten	Stadt Ilmenau
	Bündelung und Darstellung auf der Homepage der Stadt	Stadt Ilmenau
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung an. Die turnusmäßige Überprüfung und Fortschreibung fällt dabei weniger ins Gewicht.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand für die Stadt beschränkt sich auf die Organisation und Ausführung. Die turnusmäßige Überprüfung und Fortschreibung fällt dabei weniger ins Gewicht.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 12

Veröffentlichung von Sanierungssteckbriefen für Musterhäuser

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Energieberaterinnen und Energieberater (nach Möglichkeit auch mit Unterstützung der kommunalen Energieberatung bei A50) <u>weitere Akteure:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist die Bereitstellung praxisnaher Sanierungsmustersteckbriefe für mindestens ein beispielhaftes Einfamilienhaus und mindestens ein Mehrfamilienhaus im Stadtgebiet Ilmenau. Die Veröffentlichung kann auf der Homepage der Stadt erfolgen. Diese Steckbriefe sollen als Beispiele und Orientierungshilfe dienen, um energieeffiziente und wirtschaftlich tragfähige Sanierungsmaßnahmen umzusetzen. Die Steckbriefe sollen exemplarische, bereits umgesetzte Projekte in Ilmenau vorstellen und beschreiben. Wesentliche Inhalte sollten neben der technischen Umsetzung auch der Kostenrahmen (inkl. Vergleich mit dem Bestand), Förderprogramme, Einsparung an Energieträgern sowie der Beitrag der Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele sein. Diese Beispiele können der Bevölkerung als Vorbild für weitere Sanierungsmaßnahmen dienen und die möglichen Handlungsschritte und Ergebnisse für den Einzelnen konkretisieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung Sanierungssteckbriefe	Energieberaterinnen und Energieberater
	Veröffentlichung auf der Homepage der Stadt	Stadt Ilmenau
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; Anpassung im 3-jährlichen Zyklus	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Personal zur Erstellung der Steckbriefe an; ggf. können hier externe Dienstleister einbezogen werden.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand beschränkt sich auf die Erstellung der Steckbriefe, welche ggf. auch durch externe Dienstleister übernommen werden kann.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 13

Einrichtung von Kommunikationsformaten mit lokalen Wohnungsvermietern

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> IWG, WBG <u>weitere Akteure:</u> Stadt Ilmenau, ggf. Stadtwerke Ilmenau bzw. Ilmenauer Wärmeversorgung IWV	
Beschreibung	In Ilmenau sind zwei große Wohnungsvermieter tätig, die über einen großen Gebäudebestand in der Kernstadt und den weiteren Stadtteilen verfügen. Das Portfolio reicht von älteren Mehrfamilienhäusern bis zu Neubauten. Im Bereich der Kernstadt sind viele Liegenschaften an das Fernwärmenetz der IWV angeschlossen. Modernisierungsarbeiten (z. B. Fassadendämmung) wirken sich dabei unmittelbar auf den Wärmebedarf des Ilmenauer Fernwärmenetzes aus. Gleichzeitig werden in den kommenden Jahren einige Gebäude nicht weiter bewirtschaftet (z. B. die Gebäude der IWG am Eichicht), was unter Umständen zu freien Kapazitäten führt, die andernorts genutzt werden können. Demnach sind Planungen der Ilmenauer Wohnungsvermieter auch von hoher Bedeutung für die allgemeine städtische Entwicklung und sollten in regelmäßigen Kommunikationsformaten abgefragt und diskutiert werden. In einigen Fällen planen die Wohnungsvermieter auch eigene kleinere Gebäudenetze als Quartiersversorgung, beispielsweise im Stadtteil Langewiesen. Kenntnis über diese Planungen sind ebenso von strategischer Bedeutung, da diese häufig auch "Keimzellen" für größere Wärmenetze darstellen können.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Einrichtung des Kommunikationsformats	Stadt Ilmenau
	Durchführung des Kommunikationsformats	Stadt Ilmenau, Wohnungsbaugesellschaften
Laufzeit	Erstbesprechung während der Laufzeit der kommunalen Wärmeplanung; danach in 2-jährigem Zyklus	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Kosten hauptsächlich für die Organisation und Ausführung der Veranstaltung.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 14

Einrichtung von Kommunikationsformaten mit lokalen Heizungsbauern

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau <u>weitere Akteure:</u> lokale Handwerks- und Gewerbebetriebe	
Beschreibung	Heizungsbauer sind häufig die ersten Ansprechpartner für Hausbesitzer bei der Auswahl, Installation und Wartung von Heizungssystemen. Durch ihre Expertise und den direkten Kontakt zu den Kunden spielen sie eine zentrale Rolle bei der Umstellung auf klimafreundliche Heiztechnologien wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasseheizungen. Diese Maßnahme zielt darauf ab, einen kontinuierlichen Austausch zwischen Heizungsbauern, Energieberatern und der Stadt Ilmenau zu schaffen. Ziel ist es, Heizungsbauer mit aktuellem Wissen über erneuerbare Heiztechnologien auszustatten und sie über Zielsetzung und Strategie der Stadt Ilmenau zu informieren. Auf diese Weise können sie ihre Kundinnen und Kunden umfassend beraten und die Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme effizient und fachgerecht umsetzen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Einrichtung des Kommunikationsformats	Stadt Ilmenau
	Durchführung des Kommunikationsformats	Stadt Ilmenau, ggf. externe Dienstleister und Referentinnen/Referenten
Laufzeit	Erstbesprechung während der Laufzeit der kommunalen Wärmeplanung; danach in 2-jährigem Zyklus	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung des Kommunikationsformats an, ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Stadt ist überschaubar.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 15

Pflege und Betrieb einer Website zur Wärmewende vor Ort

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Die zahlreichen Informationen und Ergebnisse, die aus der kommunalen Wärmeplanung gewonnen werden, müssen in zugänglicher und verständlicher Art und Weise für die einzelnen Zielgruppen aufbereitet und veröffentlicht werden. Eine zentrale Website zur lokalen Wärmewende kann sicherstellen, dass alle Informationen den Bürgerinnen und Bürgern zur Verfügung gestellt werden und die Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Inhalte der Website können beispielsweise die Ergebnisse der Wärmeplanung (sowohl in zusammengefasster Form, als auch durch Bereitstellung der Berichte, Clustersteckbriefe, etc.), FAQs, Ansprechpersonen für weitere Schritte, Informationen zu Beratungs- und Förderangeboten, Informationen zum Stand konkreter Umsetzungsvorhaben, sowie regelmäßige Statusberichte über den Fortschritt sein. Eine Website für die Inhalte der Kommunalen Wärmeplanung existiert bereits auf der Homepage der Stadt Ilmenau, so dass diese ergänzt oder erweitert werden kann.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Konzeptionierung und Ersteinrichtung der zentralen Website bzw. Anpassung der Seite zur Wärmeplanung	Stadt Ilmenau
	laufende Aktualisierung und Pflege der Website	Stadt Ilmenau
Laufzeit	laufend	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen für die kontinuierliche Pflege an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Im laufenden Betrieb müssen mindestens Daten aktualisiert und Neuigkeiten veröffentlicht werden.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 16

Beteiligung an Informationsveranstaltungen zu geplanten Maßnahmen

Kategorie	Kommunikation	
Adressat	<u>Verantwortliche Stelle:</u> Stadt Ilmenau	
Beschreibung	Städtische Stellen können sich an Veranstaltungen des Klimaschutzmanagers des Ilmkreises, der BürgerEnergie Thüringen e.V. oder auch der TU Ilmenau beteiligen, um die städtischen Maßnahmen und mögliche Unterstützungsformate zu präsentieren. Gleichmaßen können diese Akteure bzw. das Thema Wärmewende in die Ilmenauer Einwohnerversammlungen integriert werden. Ziel ist es, die Gestaltung der Wärmewende durch die Stadt Ilmenau und die geplanten Maßnahmen transparent zu erläutern, deren Nutzen für Klima und Gemeinschaft hervorzuheben und offene Fragen zu klären. Die Veranstaltungen bieten zudem Raum für Anregungen und Diskussionen, um die Akzeptanz und das Verständnis für die anstehenden Vorhaben zu fördern. Sie stellen eine wichtige Brücke zwischen Planung und Umsetzung dar und unterstützen eine aktive Beteiligung der Öffentlichkeit.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Teilnahme an Veranstaltungen	Fachverantwortliche der Stadt Ilmenau
Laufzeit	Laufend bei Bedarf	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Kosten fallen ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten an.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Der Aufwand für die Stadt beschränkt sich auf die inhaltliche Vorbereitung und Teilnahme.	
Förderung	n/a	