

Kommunale Wärmeplanung

Wärmestrategie 2045 für die Stadt Weimar



Impressum

Herausgeberin

Stadt Weimar



Ansprechpartner

Till Mayer, Räumliche Planung und Entwicklung – Kommunale Wärmeplanung

Hinweis zur inhaltlichen Verantwortung

Die Inhalte dieser Veröffentlichung wurden von den Auftragnehmern erstellt. Sofern nicht anders vermerkt, wurden alle Grafiken und Tabellen vom Auftragnehmer gestaltet. Im folgenden Bericht wird aus Gründen der Lesbarkeit auf eine geschlechtergerechte Sprache verzichtet; sämtliche Personenbezeichnungen gelten jedoch gleichermaßen für alle Geschlechter.

Förderprojekt Nr. 67K28483

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein

breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Stand

März 2026

Auftragnehmer:

Bietergemeinschaft

target GmbH
Roscherstraße 6
30161 Hannover

enercity AG
Glockseeplatz 1
30169 Hannover

ENEKA GmbH
Richard-Wagner-Str. 1a
18055 Rostock

Auftraggeber:

Stadt Weimar
Schwanseestraße 17
99423 Weimar

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	I
Zusammenfassung.....	V
Glossar – Begriffe der Wärmeplanung.....	VIII
1 Motivation und Rahmenbedingungen.....	1
2 Regulatorik.....	2
3 Bedeutung und Zielsetzung der Wärmeplanung.....	5
4 Kommunikation und Beteiligung.....	7
4.1 Beteiligung zentraler Akteure.....	8
4.1.1 Beratungsgremium.....	8
4.1.2 Themenwerkstätten.....	9
4.1.3 Politische Gremien.....	11
4.2 Beteiligung der Öffentlichkeit.....	11
4.2.1 Online-Ideenkarte.....	13
4.2.2 Öffentliche Auslegung der kommunalen Wärmeplanung.....	13
5 Bestandsanalyse.....	14
5.1 Digitales Gebäudemodell.....	14
5.2 Daten der Energieversorger, Netzbetreiber und Schornsteinfeger.....	15
5.3 Systematik des Datenimports.....	16
5.4 Gebäude- und Versorgungsstruktur.....	17
5.4.1 Weimar im Überblick.....	17
5.4.2 Vorliegende Gebäudestruktur.....	18
5.4.3 Wärmeversorgungsstruktur.....	24
5.4.4 Abwassernetz.....	30
5.5 Erneuerbare Energien Anlagen.....	31
5.6 Energie- und THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs.....	32
5.6.1 Wärmeverbrauch nach BSKO-Sektor und Energieträgern.....	32
5.6.2 Aggregationen und Kennzahlen des Wärmeverbrauchs.....	34
5.6.3 THG-Bilanz.....	36
5.7 Analyse bestehender Strategien, Konzepte und Planungen.....	37
5.8 Zusammenfassung der Bestandsanalyse.....	38
6 Potenzialanalyse.....	40
6.1 Methodik.....	40
6.2 Wärmebedarfsreduktion in Wohngebäuden.....	41

6.3	Effizienzsteigerung in industriellen und gewerblichen Prozessen	44
6.4	Nutzung Unvermeidbare Abwärme	45
6.5	Potenzial von Außenluft (Luftwärmepumpen).....	46
6.6	Potenzial Biomasse und Biogas	48
6.7	Potenzial Oberflächennahe Geothermie - Sole-Wärmepumpen	50
6.8	Potenzial Tiefengeothermie	51
6.9	Potenzial Solarthermie	53
6.10	Potenzial der Oberflächengewässer.....	54
6.11	Potenzial Abwasser	55
6.12	Potenzial Großwärmespeicher	56
6.13	Potenzial Wasserstoff.....	57
6.14	Potenzial Photovoltaik.....	59
6.15	Potenzial Windkraft.....	61
6.16	Potenzial Wasserkraft	62
6.17	Zusammenfassung der Potenzialanalyse	62
7	Zielszenario	63
7.1	Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario	63
7.2	Wärmelinienichte	65
7.3	Wärmenetzeignung	66
7.4	Entwicklung der Wärmeversorgung/Heizsysteme	67
7.5	Entwicklung des Gasnetzes	71
7.6	Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG)	72
7.7	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	73
7.8	Untersuchung der Fokusgebiete	77
7.8.1	Fokusgebiet 1: Quartier Westliche Nordvorstadt / Schwanseestraße / Coudraystraße / Quartier der Moderne	78
7.8.2	Fokusgebiet 2: Quartier Innenstadt Ost mit Stadtschloss.....	79
7.8.3	Fokusgebiet 3: Quartier Campus Marienstraße	80
8	Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen	82
8.1	Förderinstrumente für die Umsetzungsmaßnahmen	83
8.2	Umsetzungsmaßnahmen	83
9	Verstetigung.....	109
9.1	Baustein 1: Akteure	109
9.2	Baustein 2: Kommunikation	109

9.3	Baustein 3: Controlling	110
9.4	Baustein 4: Ressourcen	110
10	Controlling.....	111
10.1	Controlling-Element 1: Erfassung und Analyse übergeordneter Daten.....	112
10.2	Controlling-Element 2: Überprüfung der Einzelmaßnahmen	112
10.3	Controlling-Element 3: Kommunikation der Erfolge	113
11	Ausblick	114
12	Anhang	115
13	Abkürzungsverzeichnis.....	122
14	Abbildungsverzeichnis	123
15	Tabellenverzeichnis.....	125
16	Literaturverzeichnis.....	126

Zusammenfassung

Die Wärmeplanung ist ein übergeordneter, strategischer Planungsprozess für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Weimar bis zum Jahr 2045. Ziel ist es, für diesen Umbau einen realistischen Weg aufzuzeigen. Mit dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes sind alle Kommunen dazu verpflichtet, eine Wärmeplanung zu erarbeiten.

Der gesamte Planungsprozess wurde von einer umfangreichen Akteursbeteiligung begleitet und in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Weimar und der ENWG Energienetze Weimar erstellt. Die Strategien von Stadtwerken und ENWG flossen vollständig in die Planung mit ein. Weitere zentrale Akteure (u.a. Weimarer Wohnstätte, GWG Weimar, Klassik Stiftung Weimar, Freistaat Thüringen, Bauhaus-Universität Weimar, Studierendenwerk Thüringen, Sanitär-, Heizung- und Klima-Innung Weimar-Sömmerda, Sophien- und Hufeland-Klinikum Weimar) und die Öffentlichkeit wurden in verschiedenen Formaten umfangreich beteiligt und informiert.

Die folgenden vier Phasen bilden die inhaltlichen Schwerpunkte der kommunalen Wärmeplanung.

Bestandsanalyse

Für die Analyse der Wärmeversorgung und des Gebäudebestandes wurde ein digitales Gebäudemodell erstellt. Hierfür wurden verschiedene Datenquellen wie das Liegenschaftskataster sowie Energie- und Schornsteinfegerdaten ausgewertet und im Modell zusammengeführt. Untersucht wurden insgesamt 10.020 beheizte Gebäude. Mit einem Anteil von 92 % besteht der überwiegende Teil aus Wohngebäuden. Bei einem Gesamtwärmeverbrauch von 518 GWh im Jahr ist Erdgas aktuell mit einem Anteil von 83 % (ohne Fernwärme) der dominierende Energieträger in der Stadt. Der Anteil an Fernwärme (aktuell ebenfalls erdgasbasiert) liegt bei 12 %. Andere Energieträger wie Heizöl (3 %), Biomasse (2 %) und Flüssiggas (0,6 %) treten deutlich weniger auf, während detaillierte Informationen zu Wärmepumpen und Stromdirektheizungen nicht vorlagen. Es wird hierfür von einem niedrigen einstelligen Anteil ausgegangen. Die jährlichen THG-Emissionen im Wärmesektor belaufen sich auf 124.238 t CO₂.

Potenzialanalyse

Im Rahmen einer umfangreichen Potenzialanalyse wurden die erschließbaren Wärmepotenziale z.B. aus Biomasse, Solarthermie, oberflächennaher Geothermie, Luft-Wasser-Wärmepumpen und aus dem Abwasser ermittelt. Außerdem erfolgte die Abschätzung des Einsparpotenzials der Gebäude durch energetische Sanierung. Demnach reduziert sich der Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 um 40 GWh bzw. um 7,7 % auf 478 GWh. Die verfügbaren Wärmepotenziale wurden mit den bereits vorhandenen Planungen der Stadtwerke Weimar abgeglichen. Dabei handelt es sich um Abwärme aus der Kläranlage Tiefurt, verschiedene Freiflächen für Solarthermie, einen saisonalen Großwärmespeicher am Standort zwischen Tiefurt und Schöndorf sowie PV-Anlagen.

Zielszenario

Auf Basis des prognostizierten Wärmeverbrauchs im Zieljahr 2045 erfolgte für das Stadtgebiet die Gebietseinteilung für eine zentrale bzw. dezentrale Wärmeversorgung. Hierbei wurde zusätzlich nach der Wahrscheinlichkeit für die beiden Versorgungsarten unterschieden. In der Kernstadt wird sehr wahrscheinlich eine zentrale Versorgung die wirtschaftlichste Variante sein (siehe Abbildung 1). Hierzu gehören insbesondere die Altstadt, die Nordvorstadt, die Westvorstadt sowie Bereiche im östlichen und südlichen Stadtgebiet. Die Ausweisung von Wärmenetzzeignungsgebieten im vorliegenden Wärmeplan

bedeutet jedoch nicht, dass dort definitiv Wärmenetze errichtet werden. Ob und wo tatsächlich Wärmenetze errichtet werden können, hängt von weiteren Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit sowie von den verfügbaren Mitteln ab. Die bestehenden Wärmenetze wie in Schöndorf oder Weimar Nord/West werden weiterbetrieben und ausgebaut. In den Bereichen, in denen die zentrale bzw. dezentrale Versorgung nicht als „sehr wahrscheinlich“ ausgewiesen wird, gibt es trotzdem eine Tendenz. Diese Gebiete treten nur vereinzelt dort auf, wo sich aufgrund des Wärmeverbrauchs und der Bebauungsstruktur eine der beiden Versorgungsarten zum jetzigen Zeitpunkt nicht völlig ausschließen lässt (bspw. Teile der Südstadt oder kleine Bereiche in den umliegenden Ortsteilen). In den Bereichen, in denen eine dezentrale Versorgung „sehr wahrscheinlich“ ist, müssen sich die Hauseigentümer eigenständig um eine klimafreundliche, dezentrale Wärmeversorgung kümmern. Die Wärmeplanung gibt eine erste Orientierung, stellt jedoch keine verbindlichen Anforderungen an die Art der zukünftigen Versorgung.

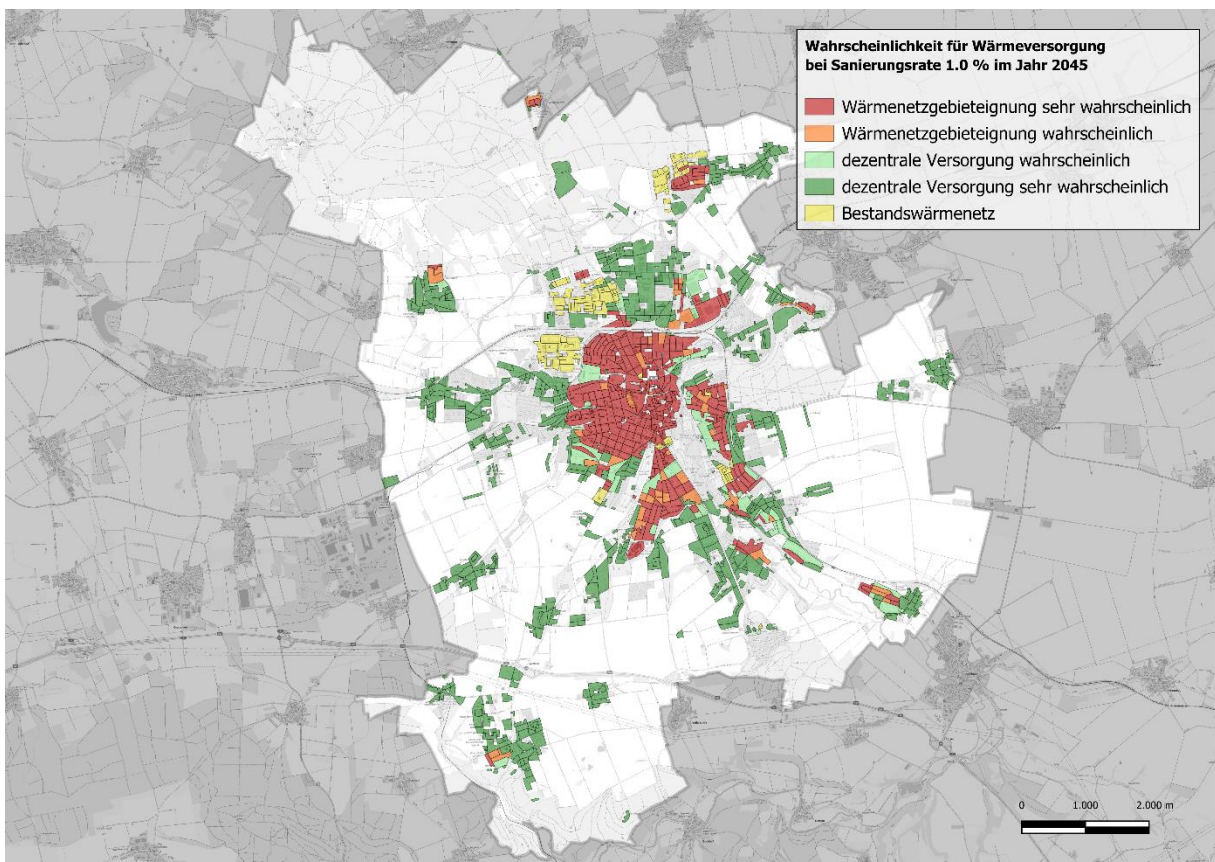


Abbildung 1: Gebietseinteilung Weimars nach wirtschaftlichster Wärmeversorgungsart im Zieljahr 2045

Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Aus dem Zielszenario wurden Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende in Weimar abgeleitet. Die Umsetzungsstrategie beschreibt, wie die Stadt Weimar konkret den Umsetzungsprozess unterstützen kann. Priorität hat hierbei der Wärmenetzausbau in verschiedenen Quartieren der Stadt. Für diese Quartiere muss mittelfristig über Machbarkeitsstudien Klarheit hinsichtlich der lokalen Gegebenheiten wie der Anzahl der Anschlussnehmer oder möglicher Netzföhrung geschaffen werden. In drei ausgewählten Fokusgebieten wurden die bestehenden Überlegungen der Stadtwerke Weimar zum Fernwärmeausbau detailliert in die Wärmeplanung eingebunden. In der Altstadt, West- und Nordvorstadt ist prioritär mit Fernwärmeausbau zu rechnen.

Für die Bereiche, in denen kein Wärmenetz zu erwarten ist, soll der Umstieg auf erneuerbare Wärmeversorgung im Rahmen der Möglichkeiten durch die Stadt begleitet werden. Ziel ist es, durch umfangreiche Informations- und Unterstützungsangebote (Best-Practice-Beispiele, Begleitung von Energiegenossenschaften etc.) die Wärmewende zu beschleunigen.

Die Transformation des Wärmesektors ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung, bietet aber gleichzeitig große Chancen, um die lokale Wertschöpfung zu stärken und die Wärmeversorgung unabhängig und krisenfest aufzustellen. Folglich soll die Wärmeplanung grundsätzlich als strategisches Element in der Stadtentwicklung verankert werden, um die Transformation des Wärmesektors zu steuern und entsprechende Akteure zielgerichtet einzubinden. Die Ergebnisse der Wärmeplanung sind als Handlungsempfehlungen zu verstehen. Die Wärmeplanung mit ihren abgeleiteten Maßnahmen stellt keine Verpflichtung für die Stadt Weimar oder ihre Akteure dar.

Glossar – Begriffe der Wärmeplanung

In diesem Bericht werden Fachbegriffe genutzt, die zentral für das Verständnis der Wärmeplanung sind. Nachfolgend sind diese alphabetisch aufgeführt und beschrieben.

Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem – ALKIS

Dieses Kataster enthält Geodaten zur Beschreibung von Liegenschaften. Zentral für die Wärmeplanung sind die Informationen für Gebäude wie deren Lage oder Grundfläche.

Baualtersklasse

Gebäude können über ihr Baualter in Klassen eingeordnet werden. Die vorliegende Wärmeplanung lehnt sich dabei an die bundesweit etablierte Einteilung des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) an. Die Klassen orientieren sich an historischen Abschnitten, statistischen Erhebungen sowie die Bauvorschriften, die Einfluss auf den Wärmeverbrauch eines Gebäudes haben.

Baublockebene

Ein Baublock ist eine räumliche Einheit aus einem oder mehreren Gebäuden, die von Straßen, Schienen oder (natürlichen) Hindernissen wie Flüssen oder Wäldern umschlossen ist. Auf Baublockebene werden u.a. das überwiegende Baualter oder die Versorgungsart dargestellt. Die überwiegende Versorgungsart sowie der Median des Heizungsalters im Baublock werden aus Datenschutzgründen öffentlich nur dargestellt, wenn der Baublock mindestens fünf wärmeversorgte Gebäude enthält oder sich dort mindestens ein Mehrfamilienhaus befindet.

BISKO-Sektor

BISKO steht für „Bilanzierungssystematik Kommunal“, einem im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative entwickelten Standard für eine einheitliche Treibhausgas-Bilanzierung. [1] Der BISKO-Standard kennt die vier Sektoren:

- Private Haushalte
- Kommunale Einrichtungen
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)
- Industrie.

In der KWP wird jedes Gebäude über seine Gebädefunktion und die Bauweise in genau einen dieser Sektoren eingeordnet.

Um die in den beiden vorangegangenen Kapiteln genutzten Daten aussagekräftig und datenschutzkonform darzustellen, wird von den Einzelgebäuden auf verschiedene Ebenen aggregiert, z.B. Baublöcke.

Straßenzüge

Während bei Baublöcken die Straße ein begrenzendes Element ist, nutzt diese Aggregation Straßenzüge als verbindendes Element. Jedem Gebäude wird die nächstgelegene Straße zugeordnet (Ausschluss von Doppelzuweisungen). Aus den zugeordneten Gebäuden werden für jede Straße anschließend die notwendigen Werte (Summe, Median, ...) berechnet. Zentral hierbei ist die Wärmelinien-dichte (siehe dort). Straßenzüge sind immer Straßenabschnitte zwischen Kreuzungen bzw. dem Ende von Straßen.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf berücksichtigt im Gegensatz zum Wärmeverbrauch keine Realdaten und somit weder das Nutzerverhalten oder die Teilbeheizung von Gebäuden. Für das Zielszenario wird auf der Basis der erfassten Verbrauchsdaten ein durch energetische Sanierungen reduzierter Wärmebedarf berechnet.

Wärmeflächendichte

Die Wärmeflächendichte wird in MWh/ha•a angegeben. Sie ist der Quotient aus dem klimabereinigten Wärmeverbrauch im Basisjahr aller Gebäude im Baublock und der Fläche des Baublocks. Aus der Wärmeflächendichte kann eine erste Einschätzung zur Eignung des Bereichs für ein Wärmenetz abgeleitet werden. Dies wird in Kapitel 7.8 näher beschrieben.

Da die Wärmeflächendichte direkt von der Größe des Baublocks abhängig ist, muss für die Wärmenetzzeignung neben weiteren Faktoren auch die Wärmelinienendichte berechnet werden.

Wärmelinienendichte

Die Wärmelinienendichte in MWh/m•a ist der Quotient des klimabereinigten Wärmeverbrauchs des Straßenzugs im Basisjahr und der Länge des Straßenzugs in Metern.

Wärmeverbrauch

Der Wärmeverbrauch ist die gemessene und real abgesetzte Wärmemenge für jedes Gebäude.

1 Motivation und Rahmenbedingungen

Der Wärmesektor ist für etwa die Hälfte des deutschen Endenergieverbrauchs verantwortlich und stellt auf dem Weg in Richtung Treibhausgasneutralität einen wesentlichen Sektor dar. Während erneuerbare Energieträger zur Stromproduktion in den letzten Jahren einen massiven Ausbau erfahren haben, stagniert der Anteil erneuerbarer Wärme bundesweit bei unter 20 %. Um die Wärmeversorgung bis 2045 klimaneutral umzubauen, ist ein strategischer und systematischer Prozess erforderlich. Die kommunale Wärmeplanung legt den Grundstein dafür. Mit dem Wärmeplanungsgesetz verpflichtet der Bund Kommunen mit über 100.000 Einwohnern bis spätestens 30.06.2026 und Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern bis spätestens 30.06.2028 eine kommunale Wärmeplanung vorzulegen. Um dieser Verpflichtung nachzukommen, hat die Stadt Weimar im Dezember 2024 die Arbeitsgemeinschaft ENEKA GmbH, enercity AG und target GmbH mit der Entwicklung einer kommunalen Wärmeplanung beauftragt.

Aufgaben der kommunalen Wärmeplanung sind im Wesentlichen, den aktuellen Gebäudebestand mit seinen Wärmebedarfen und -verbräuchen zu erfassen, Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung zu ermitteln und daraus ein Zielszenario zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung abzuleiten. Die Wärmeplanung dient dazu, Quartiere innerhalb der Stadt Weimar hinsichtlich der Chancen und Herausforderungen einer erneuerbaren Wärmeversorgung zu bewerten und eine strategische Vorgehensweise zum Aufbau von zukunftsfähigen und klimafreundlichen Versorgungsstrukturen zu entwickeln. Neben dem ordnungsrechtlichen Rahmen gilt es, dabei die Sozialverträglichkeit zu berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeit der Dekarbonisierung bestehender und die Errichtung potenzieller Wärmenetze wird deshalb anhand der aktuell anzunehmenden Datengrundlage kritisch geprüft. Ein wesentliches Ergebnis des kommunalen Wärmeplans ist es auch, mögliche Eignungsgebiete für zentrale Wärmenetzstrukturen genauso zu identifizieren wie Gebiete, in denen die Wärmeversorgung über eine dezentrale Einzelversorgung aufgebaut sein wird.

Mit der Wärmeplanung hat die Stadt Weimar auch die Chance, Klarheit für Hauseigentümer, Industrie und Gewerbe sowie für ihre eigenen Gebäudebestände und potenzielle Neubaugebiete hinsichtlich zukünftiger Wärmeversorgungsstrategien zu schaffen. Gerade die immer wieder aufflammende politische Diskussion um eine Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zeigt die dringende Notwendigkeit auf, systematisch Fragen nach den zukünftigen Wärmeversorgungsoptionen vor Ort zu beantworten. Denn die Wärmewende als zentrale Säule der kommunalen Klimaschutzarbeit erfordert Akzeptanz und einen breiten gesellschaftlichen Konsens.

Die Ergebnisse der Wärmeplanung sind rechtlich nicht verbindlich. Aus der Wärmeplanung selbst entsteht keine direkte Pflicht zum Aufbau von Wärmenetzen. Ebenso lässt sich aus der Wärmeplanung kein Anspruch auf Umsetzung einer bestimmten Wärmeversorgung ableiten. Die Wärmeplanung ist vielmehr als Handlungsempfehlung zu verstehen und dient einer Orientierung für den nachhaltigen Umbau der Wärmeversorgung. Für Gebäudeeigentümer soll die Wärmeplanung als wichtige Informationsquelle dienen, um auf dieser Grundlage solide Entscheidungen für die zukünftige Wärmeversorgung ihrer Gebäude treffen zu können.

2 Regulatorik

Energiepolitische Rahmenbedingungen

Bei der zukünftigen Entwicklung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung sind verschiedene energiepolitische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die von der EU, dem Bund und den Ländern vorgegeben werden. Für den Freistaat Thüringen bilden insbesondere das Thüringer Klimagesetz und das Thüringer Gesetz zur landesrechtlichen Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes (inkl. Wärmeplanungskostenerstattungsverordnung) zentrale landesrechtliche Leitplanken für die Transformation der Wärmeversorgung. Das Thüringer Klimagesetz formuliert langfristige Treibhausgas-Minderungsziele und den nahezu vollständigen Ausbau erneuerbarer Energien, während das Thüringer Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz die Kommunen konkret zur Erstellung kommunaler Wärmepläne verpflichtet und Regelungen zur Aufgabenübertragung sowie zur finanziellen Unterstützung durch das Land enthält.

Bundes-Klimaschutzgesetz

Mit Beschluss des Klimaschutzplans im November 2016 wurde das bundespolitische Ziel gesetzt, in Deutschland bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Als Reaktion auf die Herausforderung des Klimawandels hat der Deutsche Bundestag diese Zielvorgabe verschärft und am 24. Juni 2021 ein neues Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) beschlossen. Mit dem novellierten Gesetz wird das deutsche Treibhausgasminderungsziel für das Jahr 2030 auf minus 65 % gegenüber 1990 angehoben (bislang galt ein Minderungsziel von minus 55 %). Bis 2040 sollen die Treibhausgase um 88 % gemindert und bis 2045 Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) verbindlich erreicht werden. Zentrales Element auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität ist die Abkehr vom Einsatz fossiler Energieträger und somit der Ausbau der erneuerbaren Energien. Der russische Angriff auf die Ukraine hat die Energieversorgung in den Fokus gerückt und weitreichende Auswirkungen auf die Energiewende. Es sind unterschiedliche Effekte zu verzeichnen, die sich auf die Umsetzung der Energiewende auswirken werden. Neben der temporären Kostenexplosion von Strom, Gas und anderen Energieträgern sind die Gefahren für die Versorgungssicherheit aufgrund der hohen Abhängigkeit von importierten fossilen Energieträgern schlagartig deutlich geworden.

Europäischer Emissionshandel

Ab dem Jahr 2028 soll der deutsche nationale Brennstoffemissionshandel durch den europäischen Emissionshandel (EU-ETS 2) abgelöst werden. Dieser neue Mechanismus zur CO₂-Bepreisung zielt insbesondere auf die fossilen Energieträger in den Sektoren Verkehr und Gebäude ab. Die Einführung von EU-ETS 2 sollte ursprünglich bereits 2027 erfolgen, wurde aber um ein Jahr verschoben.

Während der deutsche Brennstoffemissionshandel im Jahr 2021 mit einem Einstiegspreis von 25 EUR je Tonne CO₂ gestartet ist, gibt eine Analyse der Friedrich-Ebert-Stiftung für den EU-ETS 2 eine Preisspanne von 60 bis 380 EUR ab 2027 an. Die meisten Modelle prognostizieren Preise von über 100 EUR je Tonne CO₂. Eine Berechnung des Mercator Research Institutes kommt auf einen CO₂-Preis von 220 EUR/t. Das Umweltbundesamt rechnet mit einem Anstieg auf 224 EUR/t bis zum Jahr 2045. Es wird erwartet, dass die zukünftig deutlich steigende Bepreisung von CO₂ zu einem signifikanten Impuls für die Umstellung auf erneuerbare Energieträger bei der Gebäudebeheizung beitragen wird. Die soziale Abfederung des EU-ETS 2 soll mit dem europäischen Klima-Sozialfonds erfolgen, der aus den Erträgen

des Emissionshandels gespeist und über die Nationalstaaten in konkrete Maßnahmen umgesetzt werden muss.

Wärmeplanungsgesetz

Um die Klimaschutzziele zu erreichen und Abhängigkeiten zu reduzieren, sind strategische und wirkungsvolle Instrumente zu schaffen. Die Entwicklung und Umsetzung der KWP rückt damit in den Fokus. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung das Wärmeplanungsgesetz (WPG) verabschiedet, um eine rechtliche Grundlage für die verbindliche und systematische Einführung einer flächendeckenden nachhaltigen Wärmeplanung zu schaffen. Das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ ist gemeinsam mit der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes am 1. Januar 2024 in Kraft getreten. Beides bildet eine wichtige Grundlage für den Ausstieg aus den fossilen Energieträgern in der Wärmeerzeugung und die Reduktion des Energiebedarfs in Gebäuden.

Das Thüringer Klimagesetz

Mit Beschluss des Landtags verfügt Thüringen seit dem 14.12.2018 als erstes der neuen Bundesländer über ein eigenständiges Klimagesetz (ThürKlimaG). Es integriert Klimaschutz und Klimaanpassung und legt als Leitlinie fest, die Treibhausgasemissionen bis 2050 schrittweise, um bis zu 95 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Das Gesetz schafft erstmals einen verbindlichen Rahmen für klimafreundliches Handeln, die Minderung der Emissionen, Anforderungen an die zukünftige Energieversorgung und das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 im Freistaat. Mit dem Klimagesetz wird zudem die Rolle Thüringens im internationalen Netzwerk für mehr Klimaschutz konkretisiert: Der Freistaat ist bereits seit 2015 Mitglied der „Under2 MOU“-Initiative, zu der unter anderem Baden-Württemberg, Bayern und Kalifornien zählen. Bislang haben sich die Bundesländer Niedersachsen, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Bremen, Hamburg, Berlin und Thüringen selbst ein Klimagesetz gegeben. Thüringen war dabei jedoch Vorreiter unter den ostdeutschen Ländern.

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Wärmeplanung liefert einen übergeordneten strategischen Rahmen zur Reduktion der THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung. Dieser ist jedoch nicht ausreichend, um das langfristige Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erreichen. Das Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz (GEG)) stellt aufgrund seiner Verbindlichkeit eine wichtige Ergänzung zur Wärmeplanung dar. Durch die Vorgabe von energetischen Anforderungen bei Sanierung und Neubau und damit die Festlegung eines regulatorischen Rahmens auf Gebäudeebene wird eine Reduktion des THG-Ausstoßes und eine Steigerung der Energieeffizienz angestrebt. Dabei sind die Inhalte des GEG in Bezug auf die Anforderungen zur Heizungstechnik eng mit der kommunalen Wärmeplanung verzahnt.

So richten sich die Anforderungen an eine Heizungsanlage (vgl. § 71 GEG) zukünftig u. a. auch an das Vorliegen eines kommunalen Wärmeplans. Für Weimar mit weniger als 100.000 Einwohnern gilt, dass bis spätestens zum 30.06.2028 ein Wärmeplan vorliegen muss. Trifft der Stadtrat keine weiterreichenden Festlegungen (Ausweisung von Wärmenetzgebieten), dann greifen ab dem 01.07.2028 beim Einbau einer neuen Heizungsanlage die gesetzlichen Vorgaben zum Einsatz von erneuerbaren Energien.

[2] Wichtig ist also: Die im vorliegenden Bericht dargestellten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete stellen keine solche Ausweisung dar und lösen keine vorfristigen Verpflichtungen nach § 71 GEG aus.

Die 65%-EE-Pflicht beim Austausch von Heizungsanlagen würde nur dann vorfristig in Kraft treten, wenn der Stadtrat bereits vor dem 30.06.2028 konkrete Wärmenetzgebiete ausweisen sollte. Die gesetzlichen Regelungen würden sich allerdings auch in diesem Fall ausschließlich auf den Einbau von Neuanlagen beziehen. Für bestehende Heizungen gilt keine Verpflichtung zum Austausch, solange die Heizungsanlagen nicht älter als 30 Jahre sind (vgl. § 72 GEG). Reparaturen sind ebenfalls möglich. Auch beim Heizungstausch gibt es zudem verschiedene Übergangsfristen. Der Betrieb von Heizkesseln mit fossilen Brennstoffen ist – nach derzeitiger Rechtslage – bis spätestens 31. Dezember 2044 möglich.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird derzeit auf Grundlage von Eckpunkten der Bundesregierung umfassend novelliert und soll im Zuge dieser Reform in Gebäudemodernisierungsgesetz (GMG) umbenannt werden, das vorbehaltlich des parlamentarischen Verfahrens voraussichtlich bis Sommer 2026 und nach aktueller Planung spätestens zum 1. Juli 2026 in Kraft treten soll. Auf die kommunale Wärmeplanung für Weimar ergeben sich dadurch keine Auswirkungen.

3 Bedeutung und Zielsetzung der Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt als strategisches Planungsinstrument die folgenden Ziele:

- Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung
- Schaffung einer Orientierung für Gebäudeeigentümer
- Identifikation kommunaler Handlungsfelder

Nach § 7 ThürKlimaG sollten Kommunen eine Vorbildfunktion in der Wärmewende ausüben. Dazu gehört der energieeffiziente Betrieb der eigenen Gebäude, der durch energetische Sanierungen und Heizungsoptimierungen sichergestellt werden sollte. Dabei spielt die Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, z. B. die bauliche Situation oder eingesetzte Energieträger, eine entscheidende Rolle. Auch die Verzahnung der Wärmeplanung mit anderen planerischen, konzeptionellen und strategischen Instrumenten (z. B. Flächennutzungsplan, Bebauungspläne, Klimaschutzkonzept, Quartierskonzepte etc.) ist essenziell, um Synergien zu identifizieren, Maßnahmen abzustimmen und nachgelagerte Prozesse wirkungsvoll umzusetzen. Denn letztlich wird mit dem Wärmeplan vor allem ein Grundstein gelegt. Daran schließen sich die Erstellung von Machbarkeitsstudien, die Vertiefung von Umsetzungsplanungen und weitere Potenzialanalysen für einzelne Projekte und Gebiete an, um letztlich in die Umsetzung zu gelangen.

Ein wesentliches Ergebnis des kommunalen Wärmeplans ist es auch, mögliche Eignungsgebiete für zentrale Wärmenetzstrukturen genauso zu identifizieren wie Gebiete, in denen die Wärmeversorgung wahrscheinlich über eine dezentrale Einzelversorgung aufgebaut sein wird.

Den Gebäudeeigentümern gegenüber liefert die KWP durch transparente Informationen eine solide Orientierungsgrundlage für die zukünftige Wärmeversorgung ihrer Gebäude. Konkret bedeutet das, dass anhand des kommunalen Wärmeplans deutlich wird, ob das jeweilige Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze liegt und so je nach Planungsstand der lokalen Wärmeversorgungsunternehmen der Anschluss an ein Wärmenetz grundsätzlich möglich erscheint. Ist dem nicht so, dann kann davon ausgegangen werden, dass ein Anschluss an ein Wärmenetz perspektivisch auszuschließen ist. In dem Fall werden unter Berücksichtigung von technischer und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit dezentrale Alternativen zur künftigen Wärmeversorgung empfohlen, wie bspw. der Einbau einer Wärmepumpe.

Wichtig ist: Eine Verpflichtung zur Umsetzung genau dieser Empfehlungen ergibt sich durch den Wärmeplan nicht. Die Wärmeplanung mit ihren abgeleiteten Maßnahmen entfaltet für sich genommen keine Verpflichtungen, weder für die Kommune noch für die Gebäudeeigentümer. Sie dient dazu, Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, sinnvolle Investitionsentscheidungen auszulösen und Orientierung für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu geben.

Projekttablauf

Mit der Erarbeitung der KWP wurde die Bietergemeinschaft target GmbH, energcity AG und ENEKA GmbH beauftragt. Die Bearbeitung erfolgte entsprechend den gesetzlichen Vorgaben bzw. der Anforderungen des Fördermittelgebers. Dabei kann zwischen den vier in Abbildung 2 abgebildeten Hauptphasen unterschieden werden:

- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Zielszenario
- Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Die Inhalte und Ergebnisse der einzelnen Arbeitsphasen werden in den folgenden Teilen des Berichts detailliert erörtert. Die dem zu Grunde liegende Methodik ist den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen. Begleitet wurde die Bearbeitung durch eine intensive Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit. In enger und kontinuierlicher Abstimmung mit der Stadt Weimar und unter Einbindung der zentralen Akteure wurden die lokalen Strukturen berücksichtigt. Um die gemeinsame Aufgabe der Wärmewende mit der KWP anzustoßen, kam neben der Akteursbeteiligung (Kapitel 4) auch der transparenten Kommunikation nach außen eine wichtige Rolle zu.

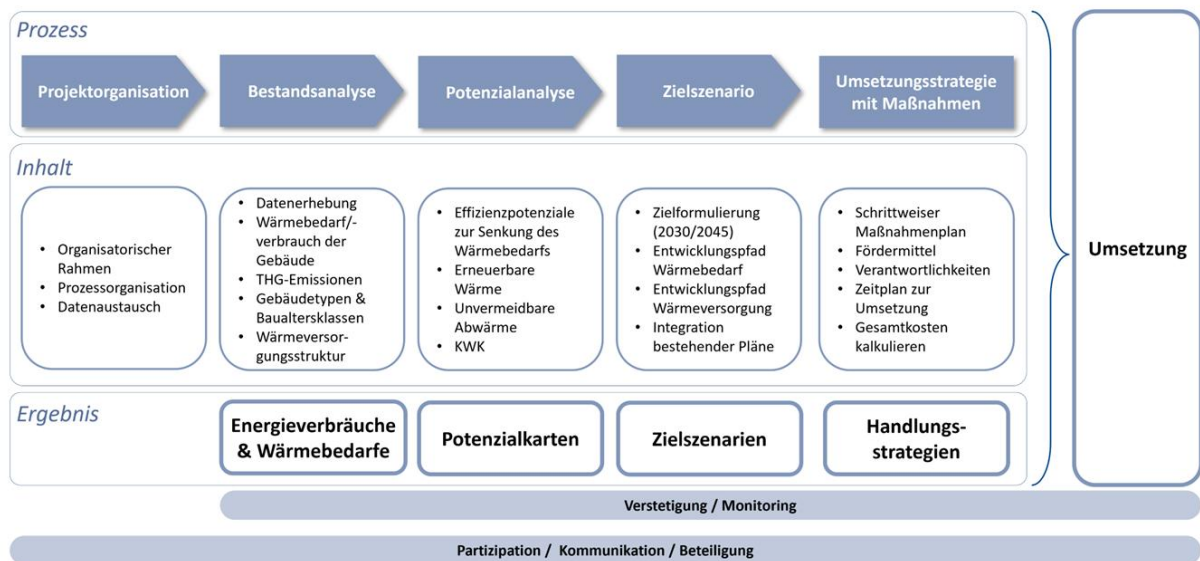


Abbildung 2: Überblick der Arbeitspakete der kommunalen Wärmeplanung

4 Kommunikation und Beteiligung

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Weimar dient als strategische Grundlage, um die bisher fossil geprägte Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 treibhausgasneutral umzustellen. Dabei wurden Zwischenziele für 2030, 2035 und 2040 definiert, um kurz- bis mittelfristige Maßnahmen bewerten und anstoßen zu können. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung der Wärmeplanung sind die Akzeptanz in der Bevölkerung sowie die umfassende Einbindung relevanter Akteure und Institutionen. Die Wärmewende ist dabei explizit als eine Gemeinschaftsaufgabe zu verstehen, an der viele Beteiligte gemeinsam arbeiten müssen, um das Ziel einer klimaneutralen Versorgung erreichen zu können.

Die Kommunikation und Beteiligung erfolgten dementsprechend breit und an verschiedene Zielgruppen adressiert. Die Stadt Weimar war als Auftraggeberin eng in den Prozess eingebunden und erhielt ein regelmäßiges Reporting. Verwaltung und Politik wurden fortlaufend über den Projektfortschritt informiert. Die Stadt Weimar und die Auftragnehmer überwachten und steuerten gemeinsam den Prozess durch einen vierzehntägigen Jour fixe. Diese regelmäßigen Abstimmungen ermöglichten eine enge Koordination sowie rechtzeitige Anpassungen der kommunalen Wärmeplanung, um konkrete Maßnahmen zu entwickeln.

Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber sind für die kommunale Wärmeplanung besonders wichtige Akteure. Sie werden zum einen als Datenlieferanten gebraucht, zum anderen erfüllen sie für die Wärmewende eine Funktion als Umsetzende. Daher wurden die Stadtwerke Weimar sowie die ENWG als lokal verantwortliche Akteure für Strom-, Gas- und Fernwärmeversorgung sowie den Betrieb der entsprechenden Netze intensiv und dauerhaft in die Erarbeitung der KWP eingebunden. Sie nahmen am regelmäßigen Jour fixe sowie an weiteren Beteiligungsformaten teil und waren Partner bei der Durchführung der öffentlichen Auftakt- und Abschlussveranstaltung. Zudem flossen die Planungen von Stadtwerken und ENWG zur Transformation und zum Ausbau der Energieversorgungsinfrastruktur in die Wärmeplanung ein, damit konkrete Vorhaben und getroffene Annahmen im Zielszenario berücksichtigt werden konnten.

Zentrale Akteure wie die Stadtverwaltung selbst, Stadtwerke Weimar und ENWG, Wohnungswirtschaft, Unternehmen und Wissenschaft wirkten darüber hinaus über Themenwerkstätten, persönliche Gespräche und digitale Formate aktiv an der Planung mit. Nach dem Grundsatz „Klasse statt Masse“ lag der Schwerpunkt auf fachlich fokussierten Beteiligungsformaten. Ergänzend wurde für die Öffentlichkeit eine Auftakt- und Abschlussveranstaltung durchgeführt. Kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, unterstützt durch regionale Medien sowie digitale Informationsangebote (z. B. städtische Internetseite und Ideenkarte) trugen zur Transparenz, Akzeptanz und Mitgestaltung bei. In Abstimmung mit der Stadt Weimar wurde im Auftaktgespräch ein Kommunikations- und Beteiligungskonzept vorgestellt, daraufhin anhand der lokalen Rahmenbedingungen sowie einer Akteursanalyse weiterentwickelt und anschließend umgesetzt. Ziel war es, alle relevanten Akteure von Beginn an und entsprechend ihren Interessen, Rollen und Perspektiven einzubeziehen. Dabei wurde im Groben zunächst zwischen zentralen Akteuren (Kapitel 4.1) und Öffentlichkeit (Kapitel 4.2) unterschieden.

Auf dieser Struktur fußend wurden einzelne Zielgruppen herausgearbeitet und durch passende Formate wirksam in Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse integriert. Je nach Zielgruppe variierte die Form der Beteiligung, wie im Folgenden dargestellt wird.

4.1 Beteiligung zentraler Akteure

Der Einfluss der Stadt auf die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist begrenzt, da viele konkrete Maßnahmen wie Dekarbonisierung und Heizungstausch in Verantwortung von Energieversorgern und Gebäudeeigentümern liegen. Um dennoch auch zukünftig umsetzungsorientiert die Reduktion der THG-Emissionen vorantreiben zu können ist es essenziell, die zentralen Akteure als Entscheidungsträger aus allen relevanten Bereichen und als wichtige Quellen für lokales Wissen mit einzubeziehen.

4.1.1 Beratungsgremium

Als Schlüsselinstrument zur Einbindung der zentralen Akteure für die Wärmeplanung in Weimar wurde ein Beratungsgremium eingerichtet, das in jeden wichtigen Schritt im Ablauf der Wärmeplanung eingebunden war. Die Zusammenarbeit mit den zentralen Akteuren gewährleistete eine umfassende fachliche und ortskundige Begleitung der kommunalen Wärmeplanung in Weimar. Das Beratungsgremium stellte einen zentralen Hebel der Wärmeplanung dar und hatte das Ziel, die unterschiedlichen Interessenlagen zusammenzuführen und die Akteure als Ideengeber und Mitgestalter in den Planungsprozess einzubinden.

Das Beratungsgremium setzte sich wie folgt zusammen: Stadtspitze und relevante Ämter der Stadtverwaltung (Finanzen und Beteiligungen, Gebäudewirtschaft, Stadtentwicklung, Tiefbau, Umwelt, Wirtschaft und Märkte, Eigenbetrieb Kommunalservice Weimar), Stadtwerke Weimar, ENWG, Weimarer Wohnstätte, GWG Weimar, Klassik Stiftung Weimar, Freistaat Thüringen, Bauhaus-Universität Weimar, Studierendenwerk Thüringen, Sanitär-, Heizungs- und Klima-Innung, Sophien- und Hufeland-Klinikum Weimar.

Bereits am 23.01.2025 fand eine verwaltungsinterne Auftaktveranstaltung mit den Verantwortlichen aus der Stadtverwaltung und den Mitgliedern des Beratungsgremiums statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde seitens der Stadt Weimar und der Auftragnehmer über die aktuellen Rahmenbedingungen, die geplante Vorgehensweise, das Kommunikationskonzept sowie die konkreten Zielsetzungen informiert. Gleichzeitig entstanden frühzeitig Möglichkeiten, um Schnittstellen zwischen den einzelnen Verwaltungsbereichen zu identifizieren und Erwartungen zu formulieren.



Abbildung 3: Auftaktveranstaltung und erste Sitzung des Beratungsgremiums (23.01.2025)

Die zweite Sitzung fand am 24.06.2025 vormittags im Rathaus statt; am Abend schloss sich in der Aula der Parkschule am Rathenauplatz eine öffentliche Auftaktveranstaltung an (siehe Kapitel 4.2). In der dritten Sitzung am 18.09.2025 im Festsaal des Rathauses stellten die Auftragnehmer den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung vor und präsentierten nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse die Szenarien für den Wärmenetzausbau. Eine weitere Sitzung des Beratungsgremiums fand vor der öffentlichen Veranstaltung am 12.02.2026 statt (siehe Kapitel 4.2).

4.1.2 Themenwerkstätten

Als Plattform zum gezielten Austausch dienten neben Fragebögen und Fachgesprächen mit einzelnen Akteuren zu spezifischen Fragestellungen insbesondere die durchgeführten Themenwerkstätten. Diese ein- bis zweistündigen Fachveranstaltungen fokussierten sich jeweils auf einen Themenschwerpunkt und gaben zugleich Einblicke durch die Auftragnehmer in den aktuellen Stand der KWP. Zu den in Tabelle 1 genannten Themenwerkstätten wurde von der Stadt Weimar eingeladen, die inhaltliche Durchführung erfolgte durch die Auftragnehmer.

Tabelle 1: Themenwerkstätten

Datum	Thema
09.01.2025	Schornsteinfeger & Handwerk
14.02.2025	Stadtwerke Weimar und ENWG: Zusammenarbeit und Datengrundlage
14.02.2025	Wohnungsunternehmen: Datenaustausch und Zusammenarbeit
10.04.2025	Datenaustausch Kanalnetz sowie der Abwärmenutzung aus Abwasser
29.04.2025	Kommunale Liegenschaften und Begehung vor Ort in Weimar
29.04.2025	Begehung mit den Stadtwerken Weimar: Erzeugerstandorte, mögliche Wärmenetzgebiete
26.08.2025	Wärmenetzausbau mit relevanten Abnehmern
26.08.2025	Gemeinschaftliche Wärmeversorgung (öffentlich)
27.08.2025	Transformation der Gasversorgung

In allen Werkstätten wurden zunächst die Ziele und der aktuelle Stand der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt, bevor spezifische Fragestellungen zu den jeweiligen Themenschwerpunkten vertieft diskutiert wurden.

Die Veranstaltung zur Abstimmung mit den **Schornsteinfegern und Handwerksbetrieben** Anfang Januar 2025 diente dem Austausch über die Zurverfügungstellung von Daten seitens des Gewerks, praktische Erfahrungen sowie Erwartungen aus dem Handwerk an die kommunale Wärmeplanung.

Eine Themenwerkstatt in Zusammenarbeit mit den **Stadtwerken Weimar und der ENWG** zur gemeinsamen Abstimmung der Datengrundlage und Vertiefung der Zusammenarbeit in der kommunalen Wärmeplanung wurde am 14.02.2025 durchgeführt. Noch am selben Tag erfolgten die Vorstellung des Arbeitsstands der kommunalen Wärmeplanung und Abstimmungen zur Datenlage mit den **Wohnungsunternehmen** aus Weimar.

Mit dem Kommunalservice der Stadt Weimar wurde am 10.04.2025 eine Themenwerkstatt zu den Themen Datengrundlage des Kanalnetzes sowie **Abwärmenutzung aus Abwasser** realisiert.

Am 29.04.2025 folgte die Themenwerkstatt **kommunale Liegenschaften** mit dem Energiemanagement der Stadt Weimar. Ergänzt wurde der Termin durch eine anschließende **Begehung in Weimar**, bei der Erzeugerstandorte, Gebiete mit besonderen baulichen Voraussetzungen und mögliche Wärmenetzgebiete zusammen mit den Stadtwerken Weimar besichtigt wurden.

Im August wurden am 26.08.2025 zwei Themenwerkstätten veranstaltet. Zum einen ging es in der Themenwerkstatt **Wärmenetzausbau** im Festsaal des Rathauses Weimar um den Austausch über die Wärmenetzstrategie mit Schlüsselakteuren und Ankerkunden aus Weimar; zum anderen wurden neben dem aktuellen Stand der Wärmeplanung die Szenarien der ENWG zur Entwicklung der Strom- und Gasnetze in der Stadt Weimar präsentiert.

Die zweite Themenwerkstatt am 26.08.2025 mit dem Fokus **Gemeinschaftliche Wärmeversorgung** fand in der Alten Remise im Ortsteil Tiefurt statt. Um jetzige und geplante Projekte im Bereich gemeinschaftlicher Wärmeversorgung in Weimar zu identifizieren und deren Potenzial zu bewerten, wurde diese Themenwerkstatt als öffentliche Veranstaltung durchgeführt (Kapitel 4.2).

Am 27.08.2025 trafen sich schließlich ENWG, Stadtwerke Weimar und Stadtverwaltung zu der Themenwerkstatt **Transformation der Gasnetze**. Neben der Strategie der ENWG zur Gas- und Stromnetztransformation wurde über die Themen Wasserstoff und Zukunft der Gasnetze diskutiert. Abschließend wurden mögliche Fokusgebiete der kommunalen Wärmeplanung angesprochen (siehe Kapitel 7.8).

4.1.3 Politische Gremien

Auch die Politik als Entscheidungsgremium war in den Erarbeitungsprozess der Wärmeplanung eingebunden und wurde fortlaufend von der Stadtverwaltung Weimar und den Auftragnehmern informiert. Neben der Einladung zu den öffentlichen Veranstaltungen stellten die Auftragnehmer einen zwischenzeitlichen Fortschritt bei der kommunalen Wärmeplanung gegenüber der Politik sowie in zwei Ausschüssen des Stadtrates vor. Am 18.11.2025 wurde der Arbeitsstand der KWP im Bau- und Umweltausschuss vorgestellt, am 25.11.2025 folgte der Finanz- und Immobilienausschuss. Zudem wurde der Beirat für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung über aktuelle Arbeitsstände informiert. Zu nennen ist hier insbesondere der Termin am 05.02.2026, in dem der Entwurf der KWP diskutiert wurde.

4.2 Beteiligung der Öffentlichkeit

Die Information und Einbindung der Öffentlichkeit ist eine grundlegende Voraussetzung und eine zentrale Aufgabe für eine erfolgreiche Wärmeplanung. So können eine nachhaltige Entscheidungsgrundlage vorbereitet, ein Bewusstsein für die derzeitige und zukünftige Wärmeversorgung geschaffen und lokale Initiativen unterstützt werden. Vorausgegangene und aktuelle Diskussionen über die Wärmewende und die richtigen Instrumente auf dem Weg hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zeigen überdies die Notwendigkeit, die Hintergründe, den Erarbeitungsprozess und die Ergebnisse der KWP gegenüber der Öffentlichkeit transparent darzustellen.

Die Öffentlichkeit wurde von Beginn an fortlaufend durch eine Internetseite zur kommunalen Wärmeplanung auf der städtischen Website sowie durch Mitteilungen im Rathauskurier und die sozialen Medien über den Planungsprozess informiert. [3] Am 24.06.2025 fand in der Aula der Parkschule eine öffentliche Auftaktveranstaltung zur Präsentation der Zwischenergebnisse (Abbildung 4) statt. Ziel war es, den rechtlichen Rahmen, die Vorgehensweise bei der Erarbeitung der KWP sowie erste Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse vorzustellen. Neben dem Informationsblock lag ein besonderer Schwerpunkt auf der Beantwortung von Fragen sowie dem Sammeln von Ideen und Anregungen aus der Öffentlichkeit. An Thementischen der Stadtwerke, der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur und der Verbraucherzentrale konnten sich Interessierte im Nachgang zu konkreten Fragen beraten lassen.



Abbildung 4: Öffentliche Auftaktveranstaltung in Weimar (24.06.2025)

Im Rahmen der Veranstaltung wurde zudem die Online-Ideenkarte zur Bürgerbeteiligung vorgestellt. Über diese Ideenkarte konnten die Einwohner im Zeitraum vom 23.06. bis zum 23.10.2025 ihre Ideen zu den Themen Bauen und Sanieren, erneuerbare Energiequellen, Abwärmepotenziale in Unternehmen sowie Beteiligung und Kommunikation einbringen (Kapitel 4.2.1).

Die Themenwerkstatt **Gemeinschaftliche Wärmeversorgung** wurde am 26.08.2025 im Rahmen einer weiteren öffentlichen Veranstaltung in der Alten Remise im Ortsteil Tiefurt durchgeführt. Die Bürgerenergiegenossenschaft Mellingen eG sowie die Stiftung wohnen plus... stellten sich und ihre Projekte vor. Anschließend diskutierten die Teilnehmenden über die Herausforderungen der Transformation der Wärmeversorgung in den Quartieren der Akteure, wobei der Fokus auf der Rolle privaten Engagements und dem Wärmenetzausbau lag. Die wesentlichen Diskussionsbeiträge (siehe Abbildung 5) wurden auf einer Stellwand festgehalten und in die Umsetzungsmaßnahmen einbezogen (beispielsweise die Maßnahme zur Einrichtung einer Koordinationsstelle oder die Vorstellung von Best-Practice-Beispielen in Kapitel 8.2).

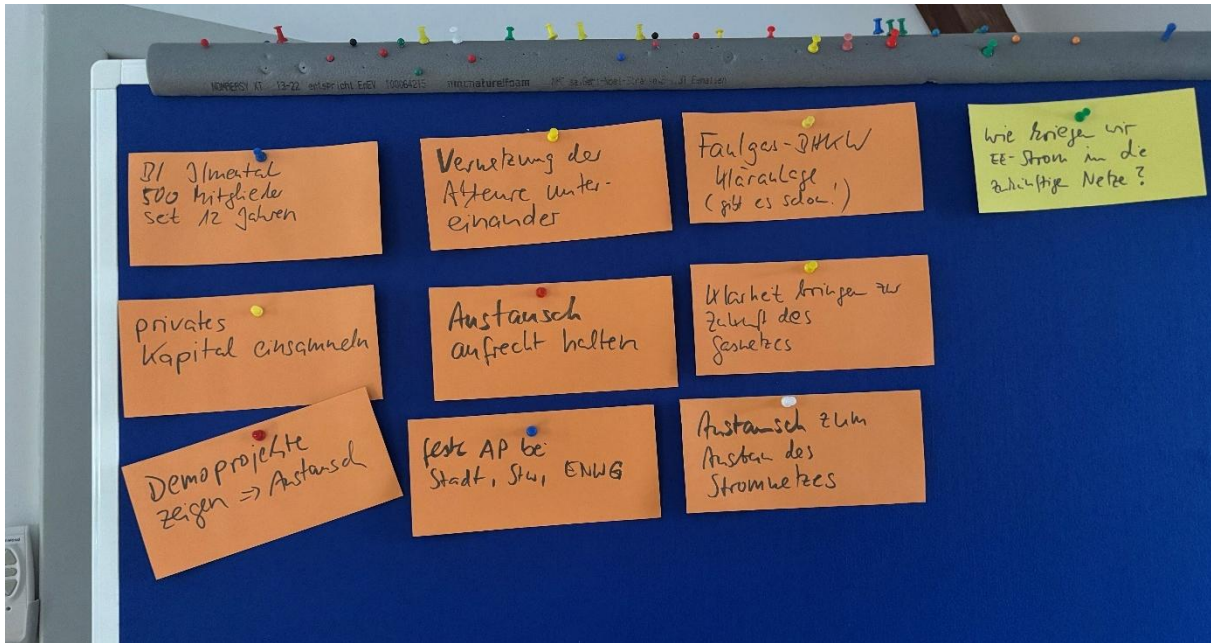


Abbildung 5: Beiträge zur öffentlichen Themenwerkstatt am 26.08.2025

Die öffentliche Abschlusspräsentation der kommunalen Wärmeplanung fand am 12. Februar 2026 in der Aula der Parkschule statt. Hierbei wurden die Ergebnisse der KWP vorgestellt und ein Ausblick auf die nächsten Schritte nach Abschluss der Planung gegeben. Die Veranstaltung markierte den Abschluss der Öffentlichkeitsbeteiligung während des Planungsprozesses.

4.2.1 Online-Ideenkarte

Als kontinuierliches Instrument der Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung wurde mit der „Ideenkarte zur Wärmeplanung in Weimar“ ein Instrument zur Online-Beteiligung eingesetzt. Der Öffentlichkeit wurde damit die Möglichkeit gegeben, sich in den Erstellungsprozess der Wärmeplanung einzubringen und Vorschläge zu äußern, aber auch Fragen zu stellen. Über die Ideenkarte wurden zudem Potenziale aufgezeigt, die in die Potenzialanalyse mit eingeflossen sind.

Die Auswertung der Ideenkarte ist im Anhang I zur kommunalen Wärmeplanung zu finden.

4.2.2 Öffentliche Auslegung der kommunalen Wärmeplanung

Die Stadt Weimar legte den Entwurf der kommunalen Wärmeplanung öffentlich aus. Während der Auslegungsfrist hatten Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, den Entwurf einzusehen und Stellungnahmen oder Anmerkungen über ein E-Mail-Postfach einzureichen. [4] Ziel dieser Beteiligung war es, die Transparenz des Planungsprozesses zu gewährleisten und Hinweise aus der Bürgerschaft in die abschließende Fassung des Wärmeplans einfließen zu lassen. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden geprüft und sind in die Überarbeitung des vorliegenden Berichts eingeflossen.

Die eingegangenen Stellungnahmen sind im Anhang II zur kommunalen Wärmeplanung zu finden.

5 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung. Sie erfasst in einem digitalen Gebäudemodell die Gebäude in Weimar u. a. hinsichtlich Lage, Funktion, Baujahr, Wärmeverbrauch sowie des überwiegend genutzten Energieträgers. Darüber hinaus wird die bestehende Wärmeinfrastruktur mit den Fernwärme- und Gasnetzen erfasst und beschrieben. Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die spätere Potenzialanalyse und das Zielszenario. Das digitale Gebäudemodell wird nachfolgend kurz beschrieben. Anschließend werden die Vorgehensweise für die Verarbeitung und räumliche Verortung von Verbrauchsdaten und Energieträgern dargelegt.

5.1 Digitales Gebäudemodell

Zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung und zur Visualisierung der Ergebnisse wurde ein digitales Gebäudemodell auf Basis eines Geografischen Informationssystems (GIS) verwendet. Als zentrale Arbeitsplattform zum Sammeln, Verarbeiten und Bewerten von Daten diente das digitale Tool ENEKA.Energieplanung. Das digitale Gebäudemodell des Tools erlaubte dabei eine detaillierte Betrachtung bis hin zur Bauteilebene. Auf Grundlage dieses Detaillierungsgrades konnten sämtliche Gebäudedaten individuell und auch auf höheren Aggregationsebenen analysiert werden. Dies ermöglicht differenzierte Aussagen über Einzelgebäude, Teilgebiete sowie das gesamte Stadtgebiet (siehe Abbildung 6).

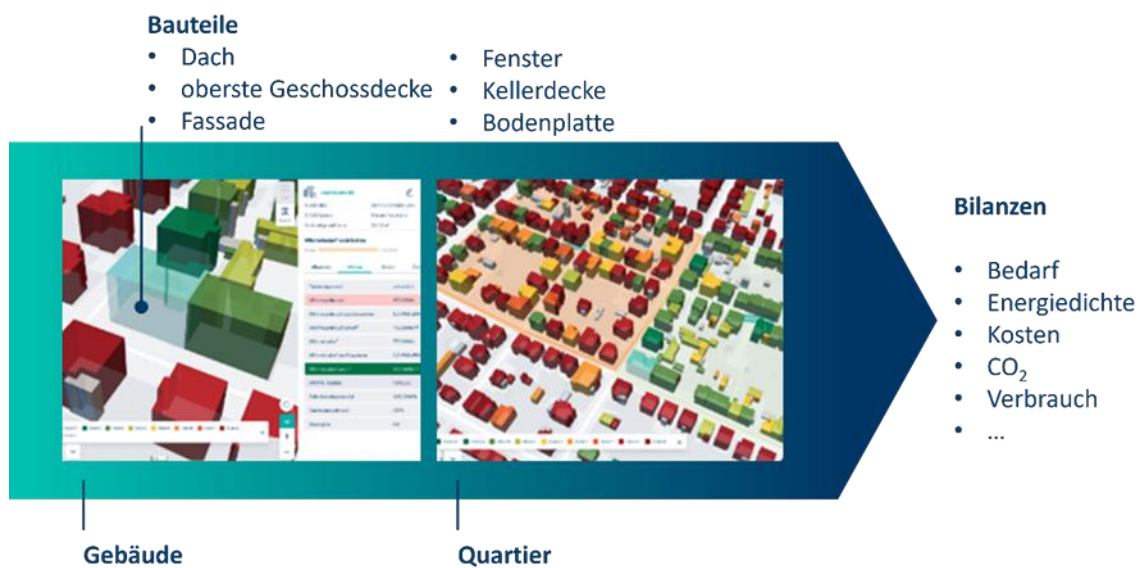


Abbildung 6: Schematische Darstellung des digitalen Gebäudemodells (ENEKA)

Für das digitale Gebäudemodell wurden, unter Einhaltung der datenschutzrechtlichen Vorgaben der DSGVO, Daten aus verschiedenen Quellen genutzt. Dazu zählen insbesondere öffentlich verfügbare Informationen zu den Gebäuden aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS), Informationen zu den eingesetzten Wärmeerzeugern, den genutzten Energieträgern, reale Verbrauchsdaten aber auch empirische Daten zu den relevanten Gebäuden und Quartieren. Die verwendeten Datenquellen werden jeweils an den entsprechenden Stellen im Bericht kenntlich gemacht. Der ALKIS-Datensatz ist nicht tagesaktuell. Daher können kürzlich neu errichtete bzw. abgerissene Gebäude nicht im Gebäudemodell enthalten sein.

Die gesamte Analyse erfolgte nach dem „Bottom-up“-Prinzip, wobei jedes einzelne Gebäude im betrachteten Projektgebiet als digitales Gebäudemodell abgebildet wird. Innerhalb der Wärmeplanung wurde der Gebäudebestand energetisch bilanziert. Die Gebäude wurden in einem vereinfachten 3D-Modell durch ihre energetisch relevanten Bauteile dargestellt. Hierzu zählen unter anderem Dachflächen, oberste Geschossdecken, Fassaden- und Fensterflächen sowie der untere Gebäudeabschluss. Diese Bauteile weisen häufig regionaltypische Eigenschaften auf, die sich aus dem Umfeld, der Baualtersklasse sowie dem Sanierungsstand ergeben. Diese Merkmale wurden in der Modellierung berücksichtigt, um eine möglichst genaue und realitätsnahe Abbildung des Gebäudebestands zu gewährleisten.

5.2 Daten der Energieversorger, Netzbetreiber und Schornsteinfeger

Auf Basis des digitalen Gebäudemodells wurden der Raumwärmebedarf für jedes erfasste Gebäude in Anlehnung an die DIN V 18599 berechnet und Hinweise zur vorhandenen Heizungsanlage verknüpft. Um diese Parameter zu validieren, erfolgte ein Abgleich mit realen Verbrauchsdaten. Dabei handelt es sich insbesondere um Gas- und Fernwärmeverbrauchsdaten sowie um Daten zur vorhandenen Heizungsanlage und zum genutzten primären Energieträger.

Daten für Wärmenetze

Die Stadtwerke Weimar (SWW) stellten die Daten für die Fernwärmenetze im Stadtgebiet bereit. Hierzu zählen angeschlossene Gebäude, die Lage der Netze sowie die erzeugte, eingespeiste und bezogene Wärme. Verwendet wurden die Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2023.

Gasverbrauchsdaten

Die Gasverbräuche wurden von der ENWG Energienetze Weimar GmbH & Co. KG (ENWG) als Gasnetzbetreiber bereitgestellt. Die verwendeten Gasverbrauchsdaten stammen aus dem Jahr 2024.

Schornsteinfegerdaten

Aus den Kkehrbüchern der zuständigen bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger (Stand Mai 2025) lagen Informationen zu den in den Gebäuden installierten Feuerstätten vor. Dabei handelt es sich um Angaben zu:

- Art und Adresse der Feuerstätte
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Nutzung von Brenn- oder Heizwerttechnik
- Zentralheizung oder Einzelraumheizung.

Das Jahr der Inbetriebnahme wurde von den Datenlieferanten nicht bereitgestellt, da die Thüringer Gesetzeslage dafür keinen rechtlichen Rahmen bietet.

Daten für Strom zu Wärmezwecken

Die Stromverbrauchsdaten wurden ebenfalls von der ENWG bereitgestellt. Diese Daten lassen jedoch keine Rückschlüsse auf den Stromverbrauch zu Wärmezwecken zu, da Wärmepumpen und Stromdirektheizungen nicht dezidiert ausgewiesen werden können. Die Stromverbrauchsdaten fanden daher

keinen Eingang in das digitale Gebäudemodell. Stromdirektheizungen und Wärmepumpen sind deshalb mit Ausnahme von vier Gebäuden aus dem Datensatz der Bauhaus-Universität nicht im digitalen Gebäudemodell enthalten.

Daten für Biogasanlagen

Im Stadtgebiet Weimar befinden sich laut Marktstammdatenregister keine Biogasanlagen und damit auch keine angeschlossenen Wärmenetze.

5.3 Systematik des Datenimports

Die oben dargestellten Verbrauchsdaten wurden in das digitale Gebäudemodell unter der Annahme importiert, dass ein primärer Wärmeerzeuger pro Gebäude installiert ist. Sofern ein primärer Erzeuger vorlag, wurden Kleinfeuerungsanlagen wie vor allem im Wohnraum installierte Kamine, vernachlässigt.

Jedem Gebäude wurden über die Adresse jeweils genau ein Energieträger und ein Verbrauchswert zugeordnet. Der Import dieser Daten unterlag dabei folgender Hierarchie:

1. Wärmepumpen

Um Überschneidungen zwischen Feuerungsanlagen und Wärmepumpen zu vermeiden, wurden zunächst alle Wärmepumpen importiert. Sollten eine Wärmepumpe und ein anderer Energieträger derselben Adresse zugeordnet werden können, konnte davon ausgegangen werden, dass der andere Energieträger, wenn überhaupt, für die Spitzenlast genutzt wird. In diesem Fall war der primäre Wärmeerzeuger im Gebäudemodell somit die Wärmepumpe. Angaben zu Wärmepumpen konnten jedoch nur für insgesamt vier Gebäude der Bauhaus-Universität gemacht werden.

2. Fernwärme

Die SWW betreiben im Stadtgebiet acht Wärmenetze. Für diese Bereiche wurden die gebäudeindividuellen Verbrauchsdaten in das digitale Gebäudemodell importiert. Die Verluste bei der Erzeugung wurden bei der Treibhausgasbilanz in Kapitel 7.6 berücksichtigt.

3. Gasverbrauch

Den verbleibenden Objekten wurden die Gasverbrauchsdaten zugeordnet.

4. Schornsteinfegerdaten

Die Gasverbrauchsdaten decken zusammen mit Fernwärme und Wärmepumpen in der Regel die Mehrheit der Gebäude ab. Bei den verbleibenden Adressen konnte davon ausgegangen werden, dass kein leitungsgebundener Energieträger zur Wärmeversorgung vorhanden ist. Diese Gebäude wurden mit den Schornsteinfegerdaten verschnitten. Gaskessel wurden dabei nicht erneut betrachtet, da diese bereits über die Gasverbrauchsdaten berücksichtigt wurden. Für die übrigen Energieträger, vor allem Heizöl, Flüssiggas und Biomasse, wurde die voraussichtlich bereitgestellte Wärme aus installierter Leistung und zugehörigen Vollbenutzungsstunden ermittelt.

Bei der Dimensionierung konventioneller Feuerungsanlagen wurden in der Regel 1.800 bis 2.000 Vollbenutzungsstunden angenommen. Der theoretische Wärmeverbrauch ist das Produkt aus Vollbenutzungsstunden und installierter thermischer Leistung. In der Praxis zeigt sich, dass Feuerungsanlagen tendenziell überdimensioniert sind und folglich der theoretische Wärmeverbrauch zu hoch ausfallen würde. Um die tatsächlichen Vollbenutzungsstunden im Betrieb zu ermitteln, wurden deshalb die vor-

handenen Gasverbrauchsdaten den Nennwärmeleistungen der zugehörigen Feuerungsanlagen gegenübergestellt. Weiterhin wurden die hieraus ermittelten Vollbenutzungsstunden nach dem vorliegenden Gebäudetyp gruppiert. Für die Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH) und Nichtwohngebäude (NWG) resultieren die untenstehenden Werte für den Median der spezifischen Vollbenutzungsstunden, die für die Berechnung der Verbrauchsdaten angesetzt wurden:

- EFH 1.010 h
- MFH 1.403 h
- NWG 1.397 h.

Um die erfassten Verbrauchswerte des Basisjahres über verschiedene Jahre und mit anderen Städten vergleichbar zu machen, wurden diese einer Witterungsbereinigung unterzogen.

Bei der Bereinigung wird der tatsächliche Verbrauch mithilfe eines Klimafaktors auf Standard-Wetterbedingungen umgerechnet. Der Klimafaktor ergibt sich aus:

$$\text{Klimafaktor} = \frac{\text{Gradtage (Referenzklima)}}{\text{Gradtage (Basisjahr)}}$$

Das bundesweite Referenzklima wurde für Potsdam angesetzt. Gradtage sind die Summe aus der Differenz aus einer definierten Raumtemperatur von 20 °C und dem Tagesmittel der Außentemperatur während der Heizperiode. Die gemessenen Verbräuche wurden mit dem resultierenden Klimafaktor multipliziert und im Gebäudemodell hinterlegt. Die Bereinigung richtete sich nach dem Jahr der Verbrauchsdaten (Fernwärme 2023, Gas 2024). Die hochgerechneten Verbräuche aus den Schornsteinfegerdaten wurden für das Jahr 2024 klimabereinigt. Alle Untersuchungen der Wärmeplanungen beziehen sich auf den klimabereinigten Wärmeverbrauch.

Der Import der Verbrauchsdaten sowie der primären Energieträger erfolgte wie beschrieben in das digitale Gebäudemodell inkl. der Witterungsbereinigung. Grundsätzlich konnten in allen Stadt- und Ortsteilen die wärmeversorgten Gebäude identifiziert werden. Vereinzelt Adressen in den gelieferten Datensätzen konnten nicht eindeutig den ALKIS-Daten zugewiesen werden. Dies betraf vor allem die Schornsteinfegerdaten. Mit den importierten und jetzt räumlich verortbaren Informationen zu Energieverbrauch, Energieträger und den ALKIS-Daten werden in den folgenden Kapiteln die Gebäudestruktur und die vorhandene Energieinfrastruktur beschrieben sowie eine Energie- und THG-Bilanz aufgestellt.

5.4 Gebäude- und Versorgungsstruktur

Dieses Kapitel beschreibt den erfassten Gebäudebestand sowie die lokale Wärmeversorgungsstruktur in Weimar. Um im weiteren Verlauf ein realistisches Zielszenario aufzustellen, erfolgt die Einordnung des Gebäudebestands anhand von ausgewählten Kategorisierungen. Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Überblick zur Stadt Weimar gegeben.

5.4.1 Weimar im Überblick

Die kreisfreie Stadt Weimar ist ein Mittelzentrum mit Teilfunktionen eines Oberzentrums in Thüringen, zwischen Erfurt im Westen und Jena im Osten gelegen [5]. Die Stadt gliedert sich in einen verdichteten Stadtkern und ländlich geprägte Ortsteile. Das Stadtgebiet wird in 21 statistische Bezirke eingeteilt:

Altstadt, Gaberndorf, Gelmeroda, Industriegebiet Nord, Industriegebiet West, Legefild Holzdorf, Niedergrunstedt, Nordvorstadt, Oberweimar/Ehringsdorf, Parkvorstadt, Possendorf, Schönblick, Schöndorf, Südstadt, Taubach, Tiefurt/Dürrenbacher Hütte, Tröbsdorf, Weimar-Nord, Weimar-West, Westvorstadt. In den Zeitraum der KWP fiel die Entscheidung, beim Freistaat den Antrag auf Eingemeindung des südöstlich angrenzenden Dorfes Vollersroda zu stellen. Weimar würde damit um ca. 200 Einwohner und 259 ha wachsen.

Mit Stand vom 30.06.2025 zählt die Stadt Weimar 65.650 Einwohner [6] bei einer Fläche von 84,47 km². [7] Daraus ergibt sich eine Einwohnerdichte von 777 Einwohner/km², was deutlich über dem bundesdeutschen Durchschnitt von 236 Einwohner/km² liegt. Damit weist Weimar eine städtisch geprägte Siedlungsstruktur auf. Diese wird nachfolgend detailliert dargestellt.

5.4.2 Vorliegende Gebäudestruktur

Die Erfassung und Beschreibung der vorliegenden Gebäudestruktur ist ein wesentliches Merkmal des digitalen Gebäudemodells. Sie bildet den Ausgangspunkt für alle weiteren Betrachtungen. Die dabei untersuchten Merkmale der Gebäudestruktur werden im Folgenden aufgeführt und erläutert.

Gebäudenutzung

Die individuelle Gebäudenutzung wird anhand des jeweiligen BSKO-Sektors aus den ALKIS-Daten erhoben. Abbildung 7 stellt die Aufteilung nach der überwiegenden Gebäudenutzung aggregiert dar. Im gesamten Stadtgebiet befinden sich insgesamt 10.020 wärmeversorgte Gebäude. Davon sind 92,2 % dem BSKO-Sektor Private Haushalte zugehörig. Die restlichen Gebäude verteilen sich auf die Sektoren GHD, Industrie und Kommunale Einrichtungen (siehe Abbildung 7).

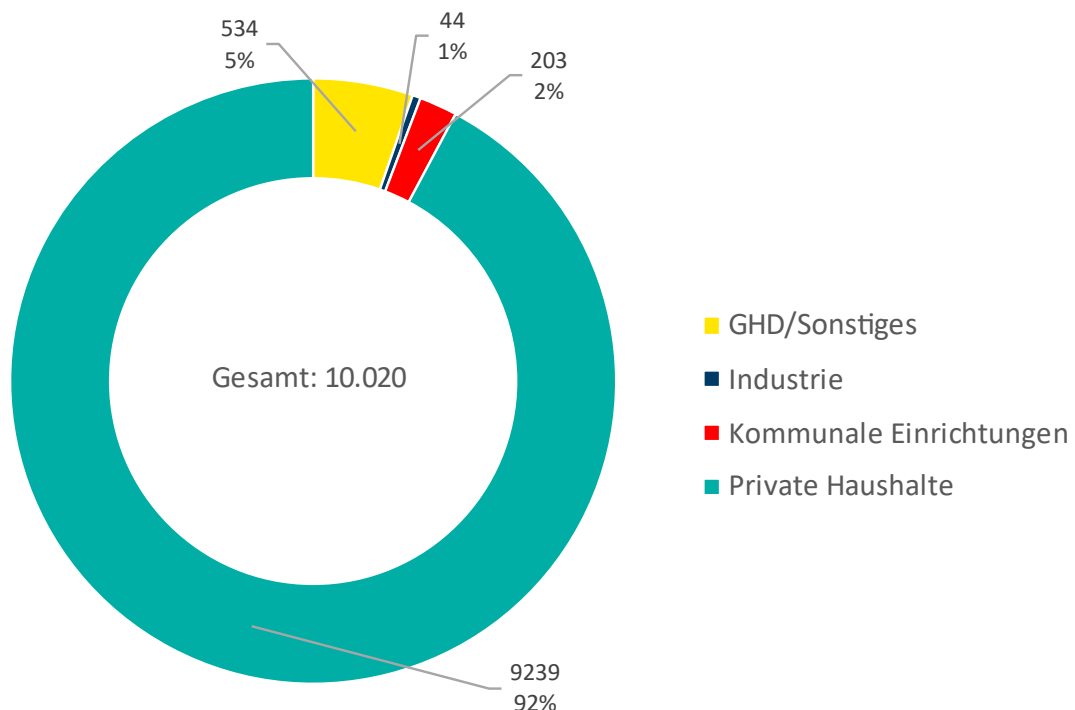


Abbildung 7: Zusammensetzung der Gebäudenutzung - Anzahl der Gebäude in Weimar je BSKO-Sektor

Die Nutzungsstruktur in Weimar ist dennoch heterogen geprägt. Während der überwiegende Teil Wohngebäude sind, gibt es besonders in der Innenstadt Bereiche, in denen sich vorwiegend kommunale bzw. öffentliche Gebäude befinden. Industrie und großflächige Gewerbe befinden sich u.a. im Industriegebiet Nord, an der Kromsdorfer Straße, der westlichen Schwanseestraße, in Legefeld oder Süßenborn. Der überwiegende BSKO-Sektor auf Baublockebene ist in Abbildung 8 dargestellt.

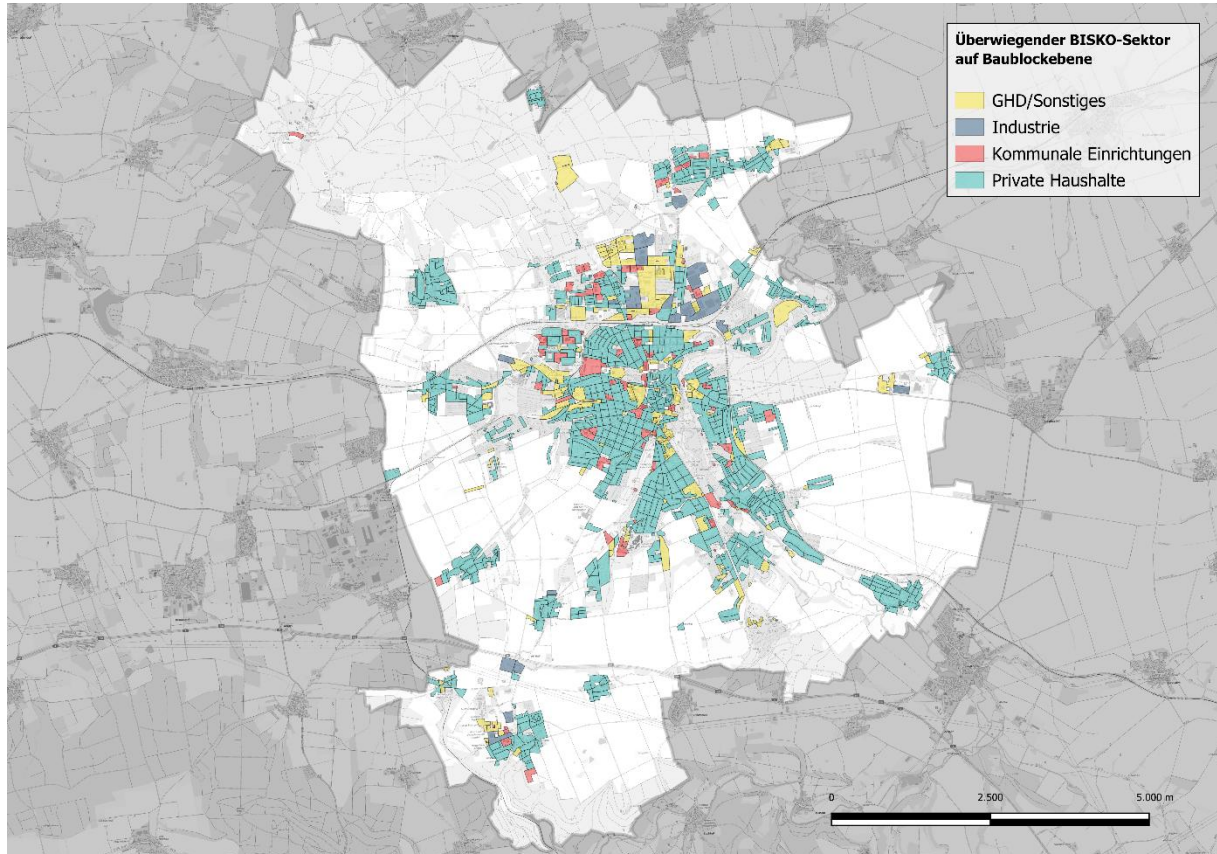


Abbildung 8: Überwiegender BSKO-Sektor auf Baublockebene

Darüber hinaus ist in Abbildung 9 der überwiegende Gebäudetyp auf Baublockebene dargestellt. Die hierfür verwendeten Informationen entstammen ebenfalls den ALKIS-Daten. In einigen Fällen kommt es innerhalb dieser Daten zur vermehrten Ausweisung von Mehrfamilienhäusern, die nicht die tatsächliche bauliche Struktur in Weimar widerspiegeln. Um das zu korrigieren, wurde angenommen, dass Gebäude mit einer beheizten Wohnfläche kleiner als 260 m² als Einfamilienhäuser zu betrachten sind. Dieser Grenzwert hat sich als geeignet erwiesen, um die lokale Gebäudetypologie mit ihren baulichen Eigenschaften genauer abbilden zu können. Einfamilienhäuser machen in Weimar einen Anteil von 64,3 % an den wärmeversorgten Wohngebäuden aus. Diese befinden sich vorrangig an den Kernstadträndern und in den ländlich geprägten Ortsteilen. Die Innenstadt hingegen ist überwiegend von Mehrfamilienhäusern geprägt.

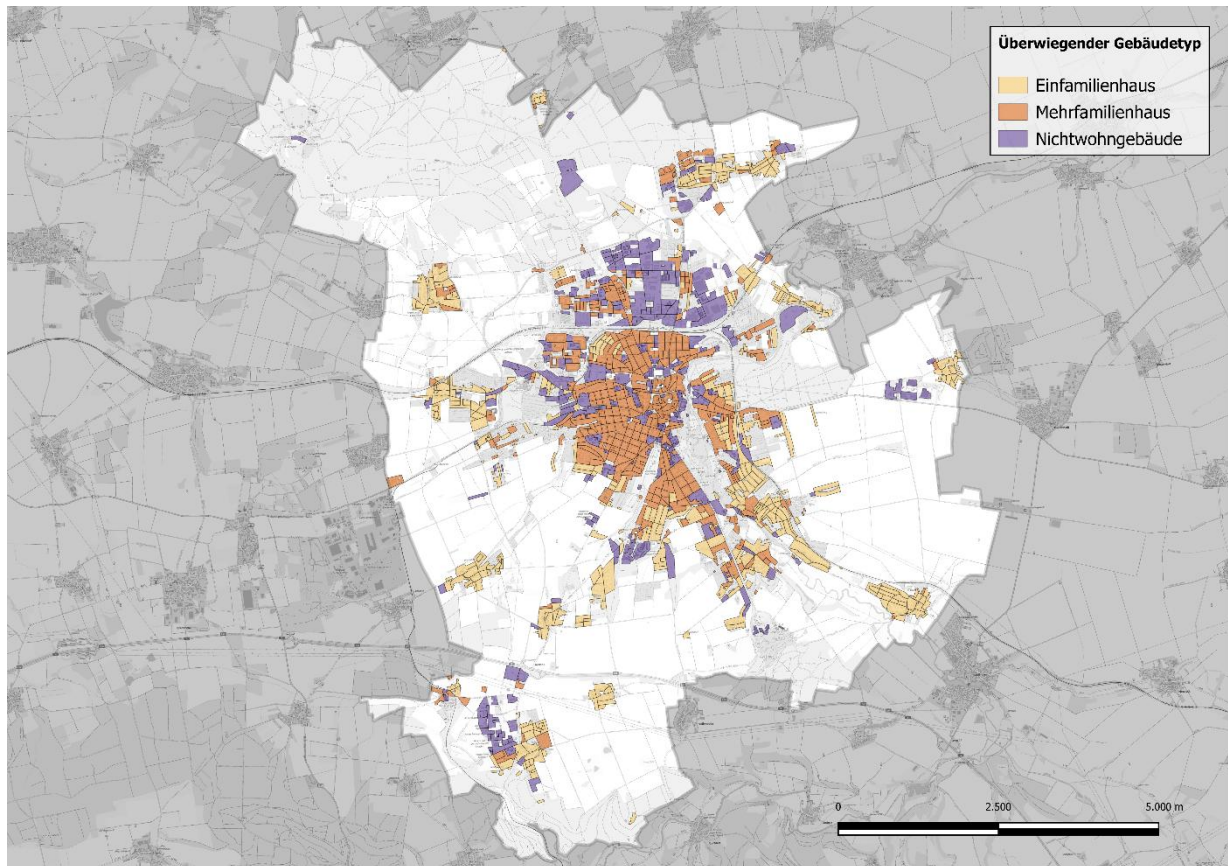


Abbildung 9: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene in Weimar

Baualter

„Das Baualter bildet ein wichtiges Merkmal, weil sich in jeder Bauepoche allgemein übliche Konstruktionsweisen, aber auch typische Bauteilflächen (z. B. Fenstergrößen) finden lassen, die den Heizwärmebedarf deutlich beeinflussen. Die Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, den Zeitpunkten statistischer Erhebungen und den Veränderungen der wärmetechnisch relevanten Bauvorschriften“ [8]. Das Baualter ist daher eine zentrale Größe, um mögliche Reduktionen des Wärmeverbrauchs zu prognostizieren (siehe Kapitel 6). Die in der Wärmeplanung verwendeten Baualtersklassen lehnen sich an die bundesweit etablierte Einteilung des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) an. Die neuesten Baualtersklassen nach 2009 werden zusammengefasst.

Die Stadt Weimar stellte Angaben zu den gebäudeindividuellen Baujahren bereit. Diese wurden in das Gebäudemodell soweit möglich importiert. Für Gebäude, zu denen keine Aussage möglich ist, wurde auf statistische Daten zurückgegriffen, um das Baualter näherungsweise zu bestimmen. In Einzelfällen kann es dadurch auch zu Abweichungen vom realen Baualter kommen. Abbildung 10 zeigt die Baualtersklassen der wärmeversorgten Gebäude in Abhängigkeit des BSKO-Sektors. Angaben zur Anzahl der Wohneinheiten pro Gebäude liegen nicht vor. Die Anzahl der Wohneinheiten liegt daher deutlich höher als die Gebäudeanzahl. Konkret wird das bspw. in Weimar West, wo wenige große Gebäude sehr viele Wohneinheiten aufweisen.

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass mit 60 % die Mehrheit der wärmeversorgten Gebäude vor 1949 errichtet wurde. In den Jahren danach bis 1995 bewegt sich der Neubau im Durchschnitt um 300 Ge-

bäude pro Baualtersklasse. Zwischen 1995 und 2001 kommt es zu einem Anstieg des Neubaus. Es werden mehr als 10 % der wärmeversorgten Gebäude errichtet. Danach sinkt der Zuwachs des Gebäudebestands und liegt etwa auf dem Niveau von 1984-1994.

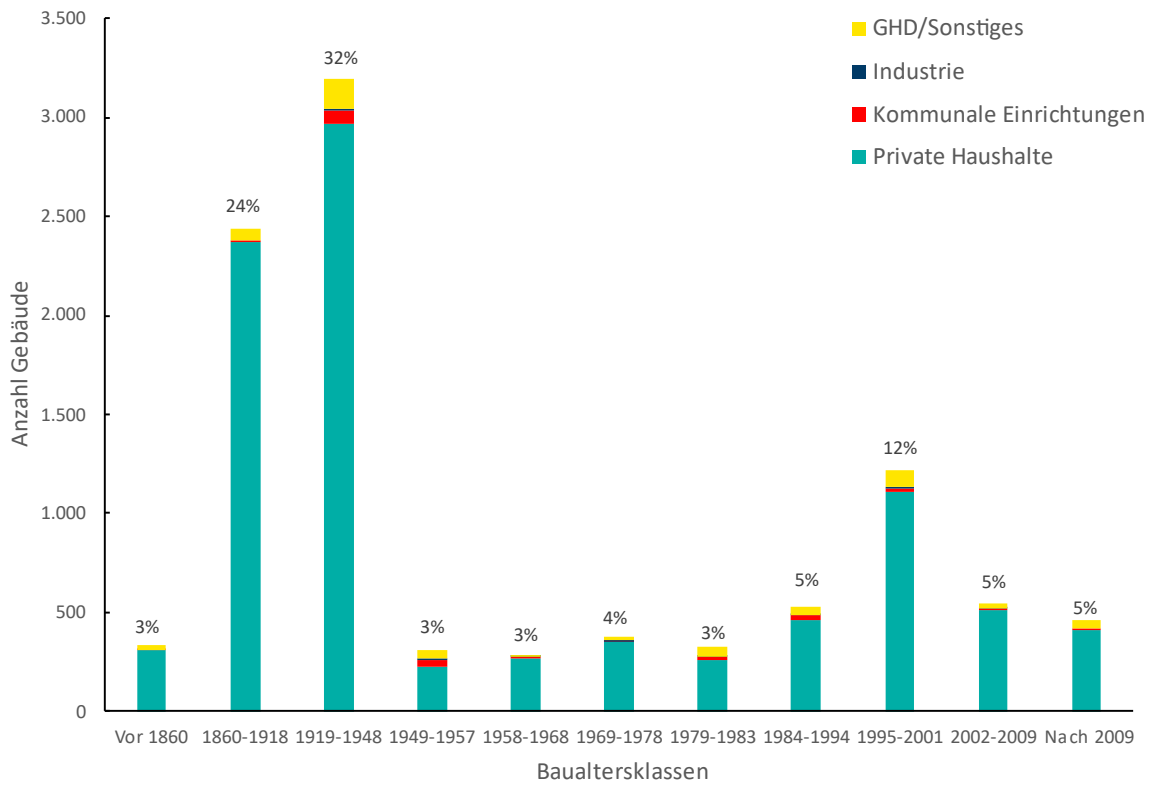


Abbildung 10: Häufigkeit wärmeversorgter Gebäude nach Baualtersklasse und BISCO-Sektor

Der hohe Anteil an alten Gebäuden ist auch in der räumlichen Verteilung der überwiegenden Baualtersklassen im Baublock sichtbar (siehe Abbildung 11). Während die Baublöcke der Innenstadt fast überall die überwiegende Baualtersklasse vor 1949 aufweisen, ist u. a. in Weimar Nord und Weimar West, in der Südstadt sowie in den ländlichen Ortsteilen der spätere Zubau ersichtlich.

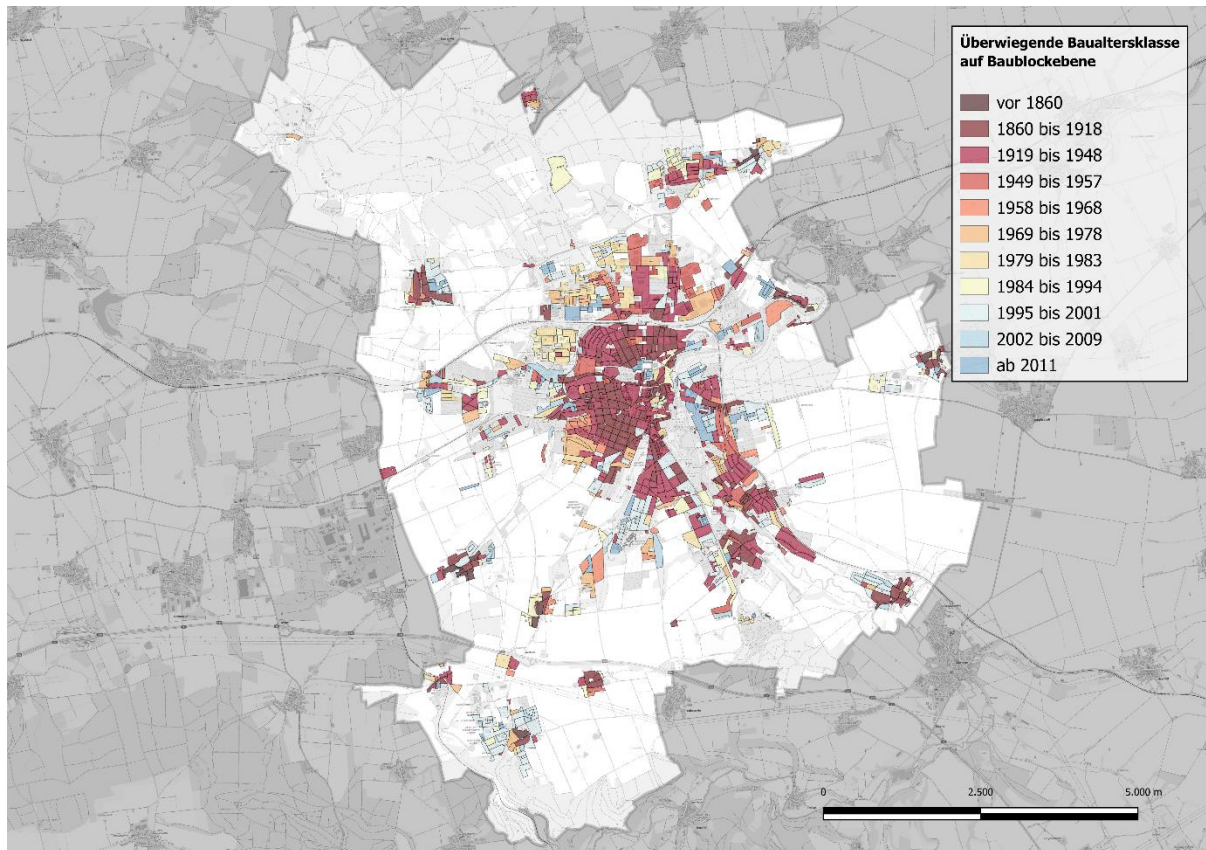


Abbildung 11: Überwiegende Baualterklasse auf Baublockebene

Um die mögliche Wärmeverbrauchsreduktion durch energetische Sanierung zu bestimmen, wurde neben der Baualterklasse auch versucht, den Sanierungsstand in Weimar zu quantifizieren.

Sanierungsstand

Der gebäudeindividuelle Sanierungsstand, in Form bereits durchgeführter Sanierungsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf die energetische Qualität eines Gebäudes, ist nicht bekannt. Als Maß zur Ermittlung der energetischen Anforderungen eines Gebäudes wurde daher der gebäudeindividuelle Wärmeverbrauch genutzt. Das Verhältnis von tatsächlichem Wärmeverbrauch und beheizter Wohnfläche ermöglicht zudem eine Einteilung in die Energieeffizienzklassen des GEG. Diese sind in Abbildung 12 für den gesamten Weimarer Wohngebäudebestand nach ihrer Häufigkeit dargestellt.

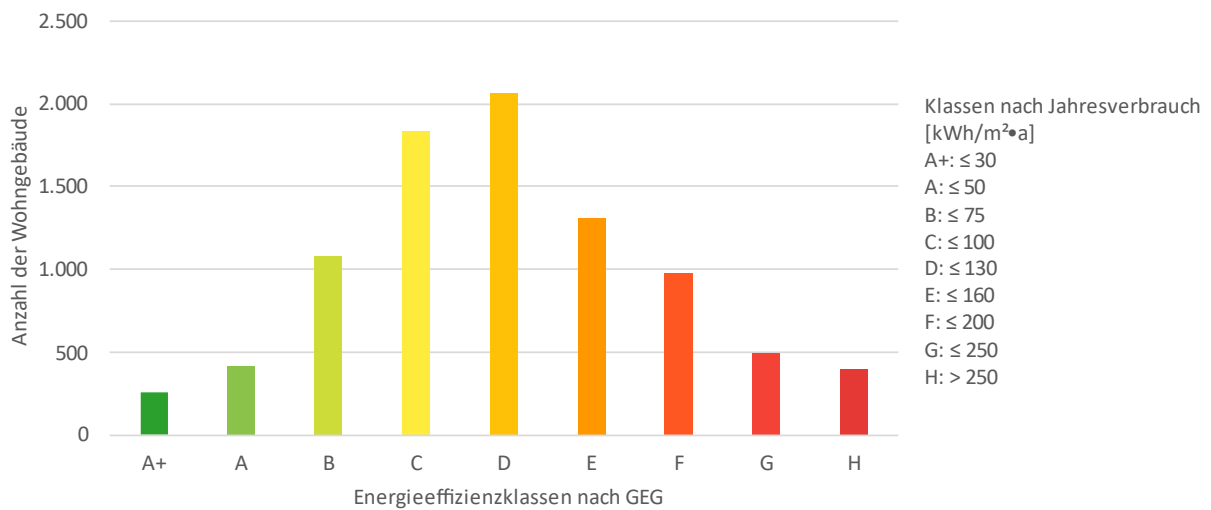


Abbildung 12: Anzahl der Wohngebäude nach Energieeffizienzklasse laut Gebäudeenergiegesetz

Die Auswertung der Abbildung 12 zeigt, dass der Wohngebäudebestand in der Stadt Weimar trotz der vielen alten Gebäude im Vergleich zum Bundesdurchschnitt einen ca. 30 % geringeren flächenspezifischen Wärmeverbrauch aufweist. Dabei liegt der bundesweite Durchschnitt bei etwa 158,4 kWh/m²•a, während der durchschnittliche spezifische Wärmeverbrauch in Weimar 111 kWh/m²•a beträgt. Die Mehrheit der Wohngebäude fällt dennoch in die Klassen C bis E, die einen spezifischen Wärmeverbrauch von 75 bis 129 kWh/m²•a aufweisen.

Energieeffiziente Gebäude der Klassen A+ bis B sind nur in geringer Zahl vorhanden. Der Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften hat sich dagegen seit 2008 halbiert. Die Stadt Weimar hat hier bereits umfangreiche energetische Sanierungen durchgeführt. Auf öffentliche, aber nicht kommunale Gebäude hat die Stadt selbst jedoch nur wenig Einfluss.

Baudenkmäler

In das digitale Gebäudemodell wurden auch die Baudenkmäler in Weimar aufgenommen. Ziel hierbei war es, für die spätere Umsetzung die Information zum Denkmalschutz bereits mit anderen Daten der Wärmeplanung zu verschneiden.

Hierbei wurden allerdings keine Denkmalensembles wie die Altstadt erfasst, sondern nur Einzeldenkmäler und Sachgesamtheiten. Im Gebäudemodell sind insgesamt 1.059 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen. Die überwiegende Mehrheit befindet sich in der Altstadt (siehe Abbildung 13).

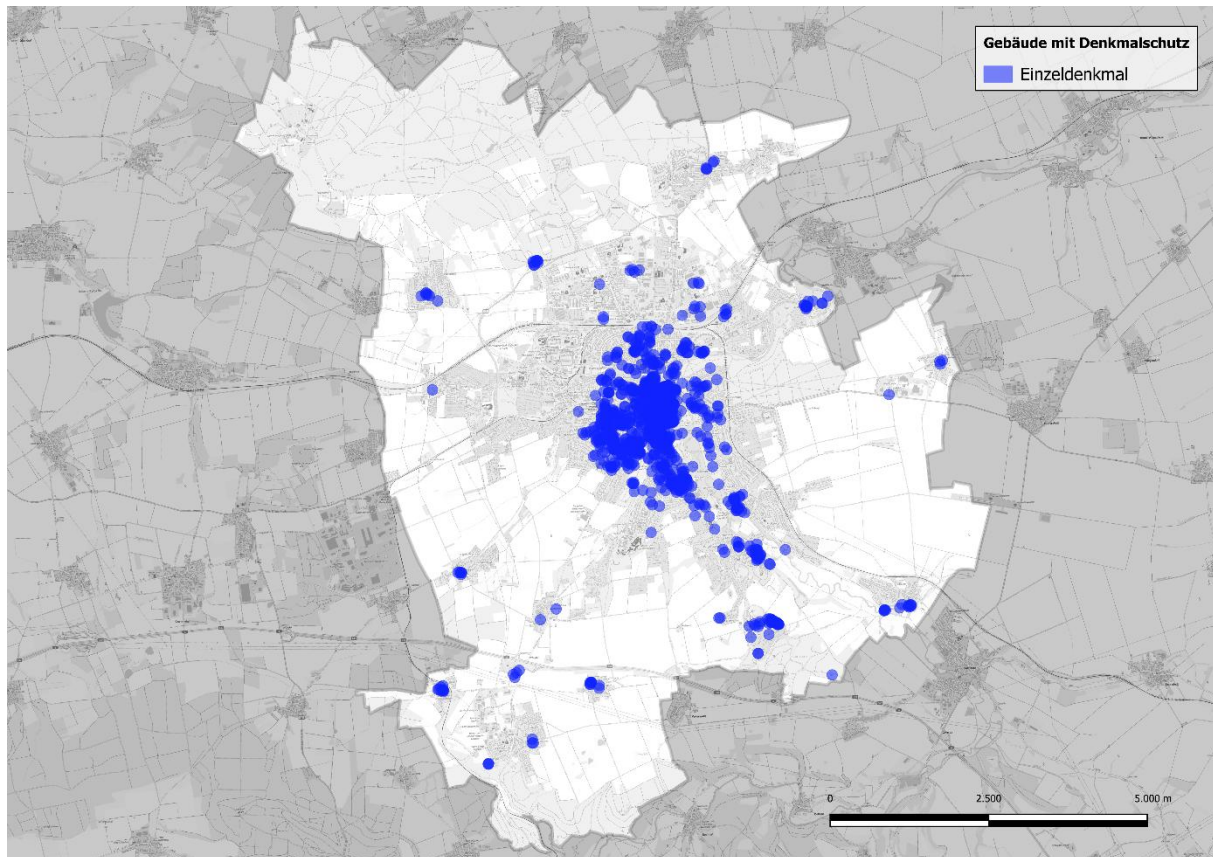


Abbildung 13: Gebäude als Einzeldenkmäler und Sachgesamtheiten in Weimar

5.4.3 Wärmeversorgungsstruktur

Um die Transformation der bestehenden Wärmeversorgung erfolgreich umzusetzen und den Fortschritt nachverfolgen zu können, erfolgt die detaillierte Beschreibung der bestehenden Wärmeversorgungsstruktur in Weimar.

Insgesamt wurden in der Stadt Weimar 10.020 beheizte Gebäude erfasst. Gebäude mit Wärmenetzanschluss machen zwar nur 3,1 % der wärmeversorgten Gebäude aus, umfassen jedoch 25 % der Wohneinheiten in Weimar. Die Wärmeversorgung in Weimar basiert nahezu vollständig auf Erdgas. Auch die Fernwärmeversorgung nutzt noch den Energieträger Erdgas. Lediglich 5 % der Gebäude werden mit Heizöl bzw. Biomasse beheizt.

Die räumliche Verortung der Wärmepumpen im Stadtgebiet ist mit Ausnahme von vier Gebäuden der Bauhaus-Universität unbekannt (siehe Kapitel 5.3). Ebenfalls gibt es keine geolokalisierten Daten zu Gebäuden mit Solarthermie bzw. Stromdirektheizungen wie Nachtspeicheröfen oder Infrarotheizungen. Zur Einordnung wurde daher auf den Energieatlas Thüringen als Sekundärquelle zurückgegriffen. Der Energieatlas gibt für das Stadtgebiet bis zum Jahr 2020 103 Wärmepumpen sowie 326 Solarthermieanlagen (mit 2.897 m² Kollektorfläche) aus [9]. Insbesondere die Anzahl der Wärmepumpen wird 2026 deutlich höher, aber immer noch im einstelligen Prozentbereich liegen.

Über eine mögliche Eingemeindung des Ortes Vollersroda ist zum Zeitpunkt der Fertigstellung der KWP nicht endgültig entschieden. Daher liegen keine Daten dazu vor. Eine grobe Betrachtung der Gebäude lässt auf ähnliche bauliche Strukturen wie in den bestehenden ländlich geprägten Ortsteilen Weimars schließen. Abfragen bei Energieversorgern zeigen, dass Vollersroda nicht an ein Gasnetz angebunden

ist. Folglich ist davon auszugehen, dass ausschließlich nicht-leitungsgebundene Varianten zur Wärmeversorgung im Ort vorhanden sind. Ob dezentrale Wärmenetze in Betrieb sind, ist nicht bekannt, aber aufgrund eines fehlenden BHKW als zentralem Wärmeerzeuger unwahrscheinlich. Es ist zu erwarten, dass vor Ort vorwiegend dezentrale, fossile Heizungen sowie vereinzelte Wärmepumpen installiert sind.

Für das gesamte Stadtgebiet wurde in jedem Baublock der Energieträger bestimmt, mit dem die größte Wärmemenge erzeugt wird. Dieser sog. überwiegender Energieträger wurde dann für jeden Bereich im Stadtgebiet in Abbildung 14 dargestellt. Innerhalb eines Baublocks können auch andere Energieträger als der jeweils überwiegender genutzt werden.

Für große Bereiche Weimars ist Erdgas der überwiegender Energieträger im Baublock (siehe gelb eingefärbte Baublöcke in Abbildung 14). Die orange gefärbten Bereiche stellen die Wärmenetze im Stadtgebiet dar. Vereinzelt werden Baublöcke überwiegend mit Heizöl (grau) oder Flüssiggas (blau) versorgt. Baublöcke mit weniger als fünf wärmeversorgten Gebäuden oder mindestens einem Mehrfamilienhaus können aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden.

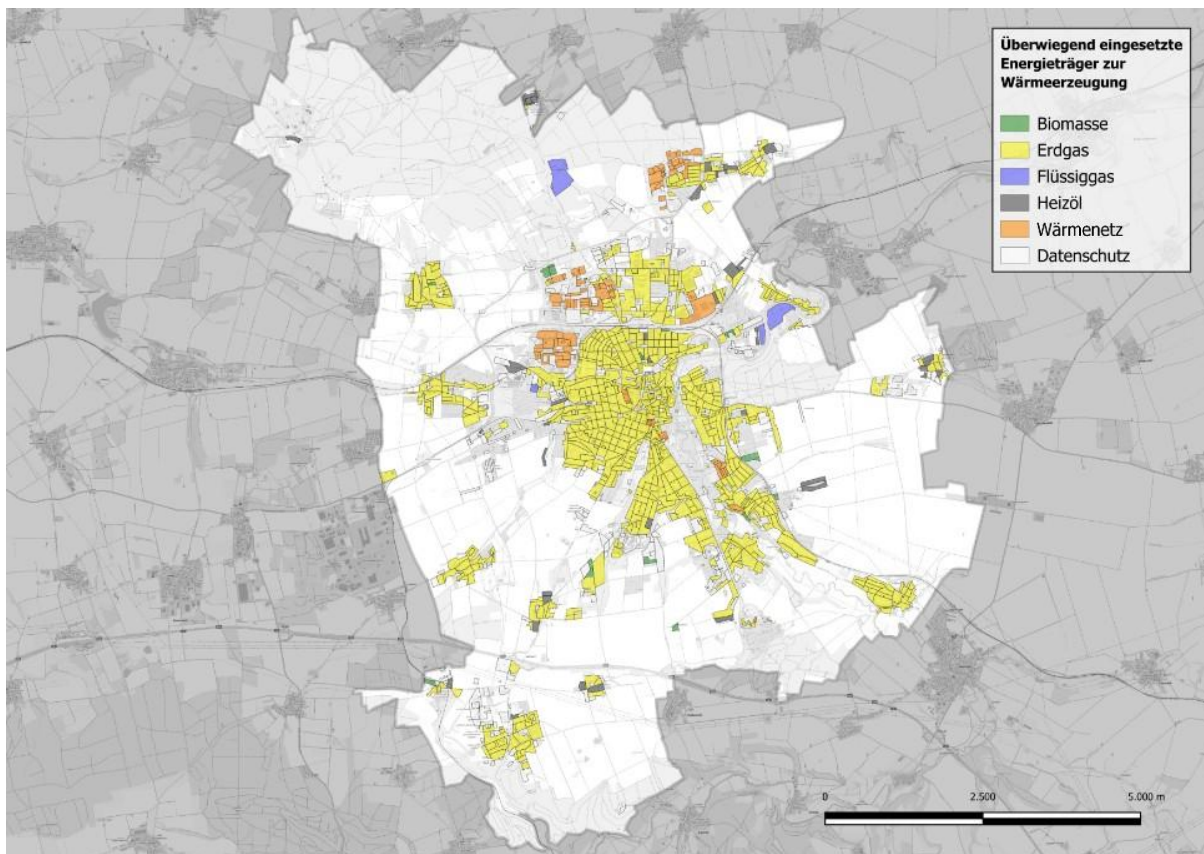


Abbildung 14: Überwiegend eingesetzte Energieträger zur Wärmeerzeugung auf Baublockebene (Verbrauchsdaten von 2023/2024)

In der vorangegangenen Abbildung 14 wird lediglich der überwiegender Energieträger im Baublock zur Wärmeversorgung dargestellt. Ein differenzierteres Bild zeigt sich, wenn die Zusammensetzung der erfassten wärmeversorgten Gebäude nach ihrem Energieträger im Baublock aufgelöst wird.

Um diese Zusammensetzung zu betrachten, erfolgt eine exemplarische Darstellung des Wärmemixes in der Kernstadt. Die Kernstadt mit dem nachfolgenden Kartenausschnitt wurde gewählt, da so die charakteristische Wärmeversorgungsstruktur repräsentativ abgebildet werden kann. Die Wärme wird

überwiegend über dezentrale Erdgaskessel erzeugt, in vereinzelt Baublöcken werden bspw. auch Fernwärme oder Biomasse genutzt. Oftmals, aber nicht immer, ist Erdgas der einzige genutzte Energieträger im Baublock. Die Anteile der wärmeversorgten Gebäude nach ihrem Energieträger werden durch ein Tortendiagramm für jeden Baublock dargestellt. Baublöcke, die nicht datenschutzkonform dargestellt werden können, sind ausgeblendet (siehe Abbildung 15).

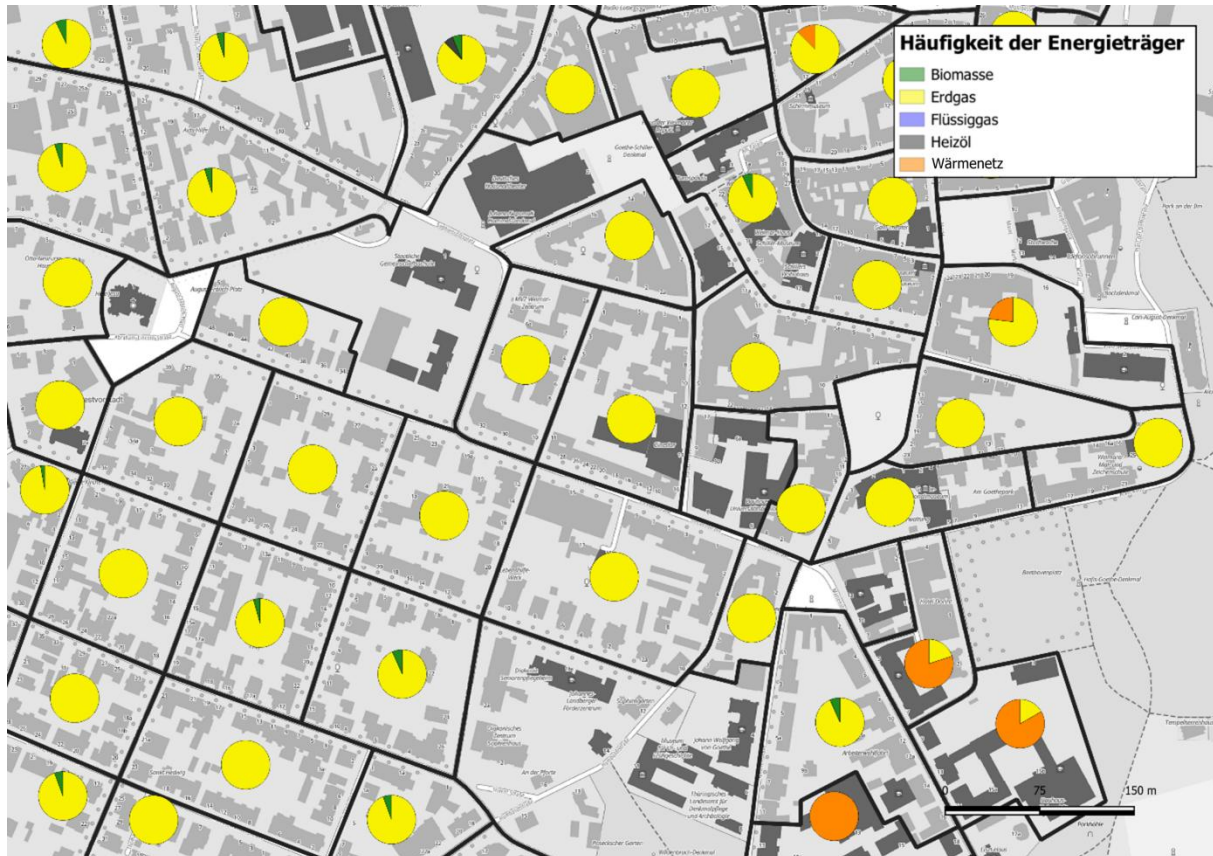


Abbildung 15: Häufigkeit der versorgten Gebäude nach Energieträger, exemplarischer Ausschnitt für die Kernstadt (Verbrauchsdaten von 2023/2024)

Für den Bereich der Bauhaus-Universität ist hier klar ersichtlich, dass die meisten Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen sind, aber auch einige Gebäude Erdgas bzw. Umweltwärme nutzen.

Abbildung 15 zeigt die Anteile der Gebäude nach der Anzahl der genutzten Energieträger, unabhängig vom Wärmeverbrauch. Wird der Wärmeverbrauch je Energieträger mit einbezogen, verändern sich die Anteile. Die Baublöcke im Bereich der Universität weisen jetzt in Abbildung 16 klar Wärmenetze als primäre Versorgung aus.

Diese Verschiebung bei der Wichtung des Wärmeverbrauchs je Energieträger anstatt nach der Anzahl der Gebäude je Baublock tritt sowohl in der Kernstadt als auch den ländlich geprägten Ortsteilen auf.

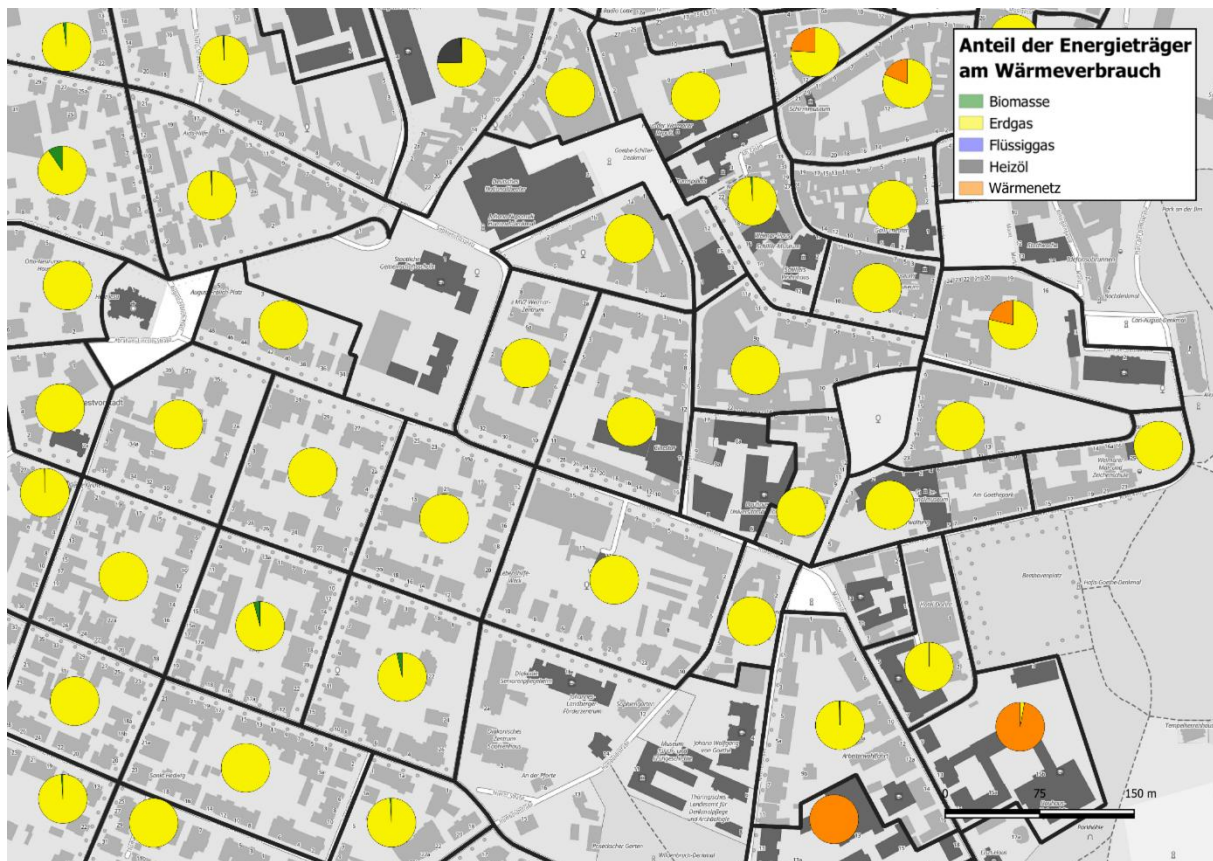


Abbildung 16: Anteile der versorgten Gebäude nach Energieträger und jeweiligem Wärmeverbrauch im Bau-block, exemplarischer Ausschnitt für die Kernstadt (Verbrauchsdaten von 2023/2024)

Nachfolgend wird im Detail auf die zentrale und die dezentrale Wärmeversorgungsstruktur in der Stadt Weimar eingegangen.

Zentrale Wärmeversorgung

Die Stadtwerke Weimar betreiben im Stadtgebiet acht (Fern-)Wärmenetze. Diese sind in Abbildung 17 dargestellt. Neben den gezeigten Fernwärmenetzen gibt es noch weitere Wärme- bzw. Gebäudenetze, die von anderen Unternehmen betrieben werden. Beispiele sind das Kirschbergquartier oder die Nahwärmenetze der Bauhaus-Universität. Die Verbrauchsdaten liegen hier oftmals nur aggregiert und nicht detailliert für jedes angeschlossene Gebäude vor.

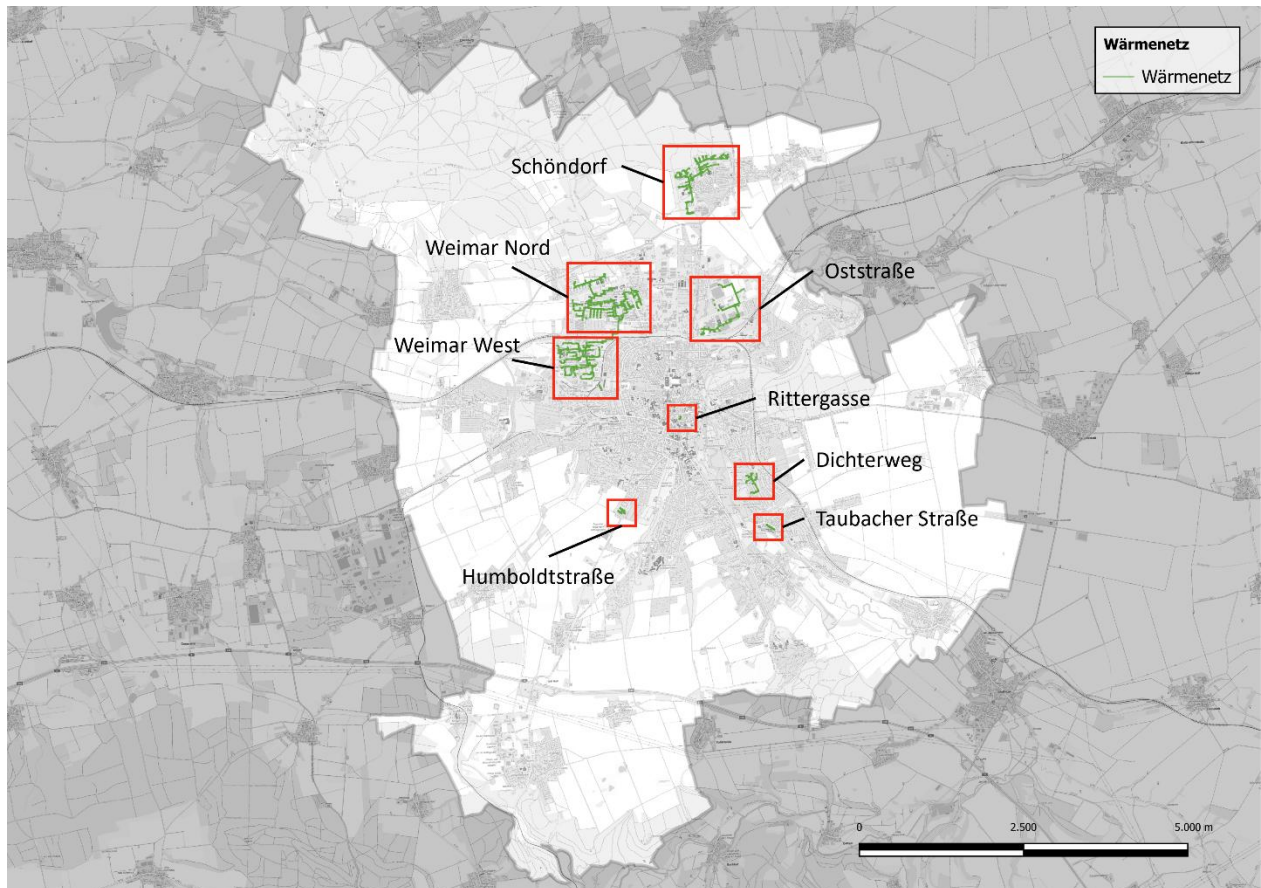


Abbildung 17: Bestehende Wärmenetze der Stadtwerke Weimar im Jahr 2025

In allen acht Netzen der Stadtwerke Weimar wird Wasser als Heizmedium genutzt, Dampfnetze gibt es nicht. In Tabelle 2 sind Kennwerte für die einzelnen Wärmenetze zusammengestellt.

Tabelle 2: Übersicht der acht Wärmenetze der Stadtwerke Weimar

Netz	Inbetriebnahme	Trassenlänge [m]	Angeschlossene Wohneinheiten [-]	Verlegeart
Weimar-Nord	1970	8.680	ca. 3.400	Erde, Gebäude
Weimar-West	1978	6.440	ca. 3.200	Erde, Gebäude, Kanal
Schöndorf	1986	5.150	ca. 1.800	Erde, Gebäude, Kanal
Dichterweg	1974	870	ca. 550	Erde, Gebäude, Kanal
Oststraße	1993	2.460	nur 20 Gewerbeanschlüsse	Erde, Gebäude
Humboldtstraße	1986	290	ca. 140	Kanal
Taubacher Straße	1992	200	50	Erde
Rittergasse	1998	60	ca. 90	Erde, Gebäude

Die acht Netze unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Längen, der Anzahl der Hausanschlüsse und ihrer Baujahre sowie des Modernisierungsstands. Das Durchschnittsalter aller Wärmenetztrassen liegt bei 32 Jahren. In allen Netzen außer in der Humboldtstraße und der Taubacher Straße sind die Leitungen auch im Gebäude bspw. als Kellerleitungen verlegt.

Die ältesten Teile der Wärmenetze stammen aus Anfang/Mitte der 1970er Jahre und bestehen aus einer gebäudeinternen Verteilung in Weimar Nord bzw. im Netzgebiet Dichterweg. Das Netz Weimar West ist nur einige Jahre jünger und weist daher ebenfalls Trassenstücke auf, die Ende der 1970er Jahre verlegt wurden.

Die Netze wurden seit ihrer Errichtung immer weiterentwickelt. Umfassende Modernisierungs- und Ausbaumaßnahmen fanden statt:

- 1994-97 in Weimar-Nord
- 1994 in Schöndorf
- 1999/2000, 2003 an der Oststraße
- 2001 im Dichterweg

Zentral ist die im Jahr 2008 geschaffene Verbindung von Weimar-Nord und West.

Die Netze werden durch individuelle Erzeuger mit Wärme versorgt und sind mit Ausnahme von Weimar-West und Weimar-Nord aktuell nicht miteinander verbunden. In Weimar-West und -Nord, Schöndorf sowie im Netz Dichterweg erzeugen Blockheizkraftwerke (BHKW) über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gleichzeitig Strom und Wärme. Brennstoff für die BHKW ist Erdgas. In Tabelle 3 sind die vier BHKW der Fernwärmenetze mit Nettonennleistung Wärmeleistung und Datum der Inbetriebnahme zusammengestellt.

Tabelle 3: Kennzahlen der BHKW der Wärmenetze der Stadtwerke Weimar [10] [11]

BHKW	Elektrische Nettonennleistung [kW]	Wärmeleistung [kW]	in Betrieb seit
KWK-Modul Weimar-Nord	1.999	12.440	10.7.2019
KWK-Modul Weimar-West	1.999	20.330	10.7.2019
KWK-Modul Schöndorf	999	12.850	19.12.2019
KWK-Modul Weimar Dichterweg	239	3.000	10.7.2019

Zentrale Kälteversorgung

Die Stadtwerke Weimar betreiben derzeit nur eine Anlage zur zentralen Kälteversorgung. Angeschlossen ist das Bauhaus-Museum Weimar. Die Kälte wird im nahegelegenen Technikurm erzeugt. Verlegt wurden die Leitungen 2018. Das congress centrum weimarahalle als Nachbargebäude nutzt zwar auch Kälte, hat aber separate Kühlanlagen. Zu eventuellen weiteren zentralen Kältenetzen im Stadtgebiet liegen keine Informationen vor.

Das Erdgasnetz

Der Großteil des Stadtgebietes inkl. der ländlich geprägten Ortsteile ist mit dem Erdgasnetz erschlossen (siehe Abbildung 18). Vereinzelte Bereiche, insbesondere in den Randlagen, weisen keinen Anschluss an das Erdgasnetz auf.



Abbildung 18: Erdgasnetz in der Stadt Weimar im Jahr 2025

Erste Leitungen für Stadtgas wurden bereits vor über 100 Jahren verlegt. Die Versorgung mit Erdgas erfolgt in Weimar seit 1942 und wurde seitdem ständig ausgebaut. In den Fernwärmegebieten ist das Gasverteilnetz heterogen ausgeprägt. Während in Weimar-West, Dichterweg, Humboldtstraße und Schöndorf keine Hausanschlüsse vorliegen, gibt es in den anderen Fernwärmegebieten zumindest partiell die Möglichkeit zum Erdgasbezug. Planungen, das Gasnetz weiter auszubauen, bestehen seitens der ENWG nicht. In Tabelle 4 sind zwei Kennzahlen zum Gasnetz zusammengestellt.

Tabelle 4: Kennzahlen zum Gasverteilnetz in Weimar [12]

Gesamte Trassenlänge der bereits bestehenden Leitungen [km]	mehr als 250
Anzahl Hausanschlüsse [-]	ca. 9.200

5.4.4 Abwassernetz

Abwasser stellt aufgrund der auch im Winter hohen Temperaturen von 10-15 °C eine Wärmequelle dar. In Weimar ist der Kommunalservice Weimar für ein Entsorgungsgebiet von 85 km² mit 101.500 Einwohnerwerten zuständig. Die gesamte Trassenlänge des Entwässerungssystems beträgt 333 km. Da

der Wärmeentzug aus dem Kanalsystem vor einer Kläranlage den Klärprozess stören kann, stehen Kläranlagen selbst im Fokus der Wärmeengewinnung. Die Kläranlage an der Ilm in Tiefurt ist mit 99.600 Einwohnerwerten die größte im Stadtgebiet und wird in Kapitel 6.11 hinsichtlich ihres Potenzials zur Nutzung von Wärme aus Abwasser untersucht [13].

5.5 Erneuerbare Energien Anlagen

Im Weimarer Stadtgebiet sind bereits diverse Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Betrieb. In diesem Kapitel wird ein Überblick über die installierten und in Betrieb befindlichen Anlagen gegeben. Die Kenntnis dieser Anlagen ist entscheidend, um weitere Potenziale zu identifizieren und diese gezielt in zukünftige Wärmeplanungskonzepte einzubinden. Hierbei wird auf das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur zugegriffen. Stand 2.12.2025 sind 3.272 aktive Anlagen registriert. 72 davon sind Anlagen, die mit Erdgas und Mineralöl betrieben und daher hier nicht weiter beschrieben werden.

Die verbleibenden 3.200 Anlagen sind den folgenden Anlagenarten zu zuordnen.

Photovoltaik

Im Stadtgebiet Weimar sind 2.263 PV-Anlagen installiert und in Betrieb. Die kumulierte installierte Leistung beträgt 31,4 MWp. Sogenannte Balkonkraftwerke mit einer Nettoleistung bis einschließlich 2 kWp machen 31 % der Anlagen (insgesamt 697) aus. Es gibt 25 PV-Anlagen mit einer Leistung von größer 100 kWp. Diese machen aber mehr als 44,6 % der installierten Leistung aus. Für Weimar ergibt sich eine über typische Volllaststunden hergeleitete Energiemenge von 23,8 GWh/a.

Stromspeicher

Stromspeicher ermöglichen die zeitversetzte Nutzung von erzeugtem Strom und können ein zukünftiger Baustein für die Flexibilität und Stabilität elektrischer Energiesysteme sein. In Weimar sind laut Marktstammdatenregister insgesamt 930 Batteriespeicher mit einer kumulierten Leistung von 4,4 MW installiert.

Wasserkraft

In Weimar gibt es drei Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von insgesamt 61,8 kW.

Biogas und Biomasse

Biogasanlagen befinden sich nicht im Stadtgebiet. Das BHKW der EE Naturenergie GmbH in der Oststraße ist nicht in Betrieb und wurde im Januar 2026 zurückgebaut. Am Standort der Kläranlage Weimar sind drei BHKW des Kommunalservice mit einer kumulierten Nettoleistung von 432 kW elektrisch und 496 kW thermisch in Betrieb, die das anfallende Klärgas verbrennen.

Windenergie

Ebenfalls sind im Stadtgebiet keine raumbedeutsamen Windenergieanlagen installiert.

Abbildung 19 zeigt die Standorte der im Marktstammdatenregister registrierten EE-Anlagen ab einer Leistung größer 30 kW. Anlagen bis einschließlich 30 kW müssen nicht mit Koordinaten registriert werden und sind daher nicht genau verortbar.

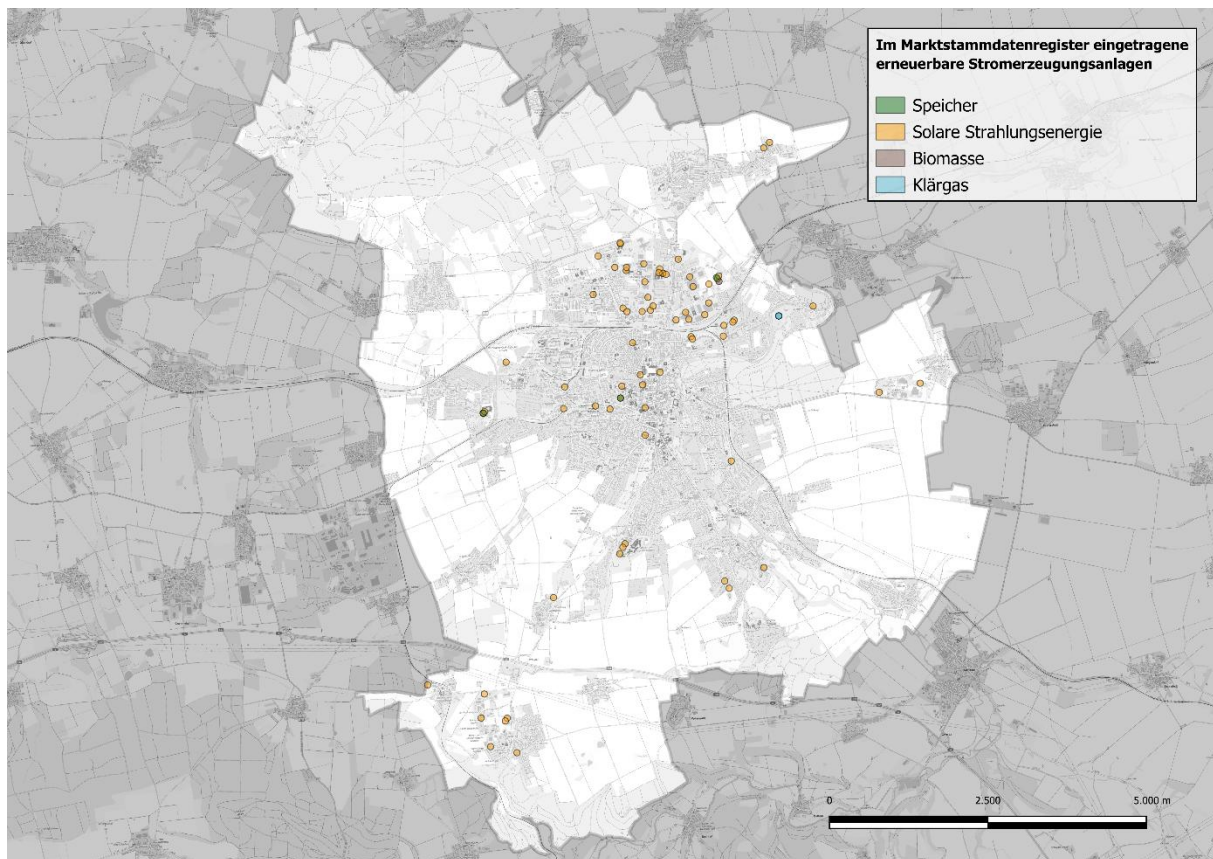


Abbildung 19: Im Marktstammdatenregister eingetragene erneuerbare Stromerzeugungs- und Speicheranlagen mit einer Leistung größer 30 kW (Stand 2.12.2025) [10]

Somit beschränken sich die Erneuerbaren-Energie-Anlagen in Weimar auf PV-Anlagen, Batteriespeicher und Kleinwasserkraftanlagen. Anlagen, die mit Biogas oder Wind Strom erzeugen, sind im Stadtgebiet nicht vorhanden. Am Standort der Kläranlage in Tiefurt erfolgt jedoch die Verstromung des anfallenden Klärgases. In Kapitel 6 werden neben Potenzialen zur Wärmeerzeugung auch die Möglichkeiten für neue Stromerzeugungsanlagen beleuchtet.

5.6 Energie- und THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs

Die Informationen zu den Energieverbräuchen und genutzten Energieträgern werden nachfolgend für Weimar bilanziert. Des Weiteren werden diese Daten aggregiert, räumlich dargestellt und ausgewählte Kennzahlen zum Wärmeverbrauch berechnet.

5.6.1 Wärmeverbrauch nach BSKO-Sektor und Energieträgern

Abbildung 20 zeigt die Endenergieverbräuche nach ihrem Verbrauchssektor. Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch liegt bei insgesamt 518,4 GWh pro Jahr. Den größten Anteil nehmen dabei private Haushalte mit einem Anteil von 65 % ein. Der Sektor GHD ist für knapp ein Fünftel des Wärmeverbrauchs verantwortlich, während kommunale Einrichtungen und Industrie jeweils 8 % einnehmen. Das größte Potenzial zur Reduktion des Wärmeverbrauchs und der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung befindet sich somit im Sektor der Privaten Haushalte, gefolgt vom Sektor GHD.

Die Stadt Weimar trägt mit ihren kommunalen Liegenschaften nur zu einem kleinen Teil zum Wärmeverbrauch bei. Folglich ist der Einfluss auf eine Reduktion des Verbrauchs bzw. der THG-Emissionen

(siehe Kapitel 7.6) begrenzt. Die Stadt nimmt aber bereits eine wichtige Vorbildfunktion ein und konnte seit 2008 den Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften um die Hälfte senken.

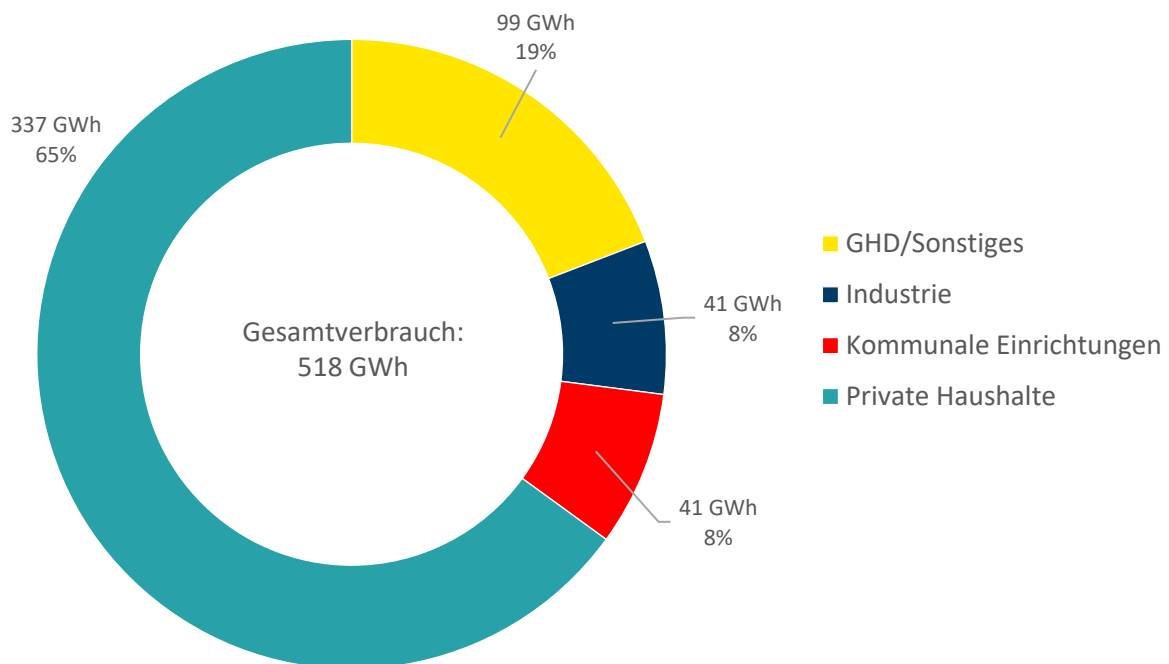


Abbildung 20: Klimabereinigter Wärmeverbrauch in Weimar aufgeschlüsselt nach BSKO-Sektoren (Verbrauchsdaten von 2023/2024)

Neben der sektoralen Zuordnung des Verbrauchs ist vor allem die Art der Wärmeerzeugung für eine Einschätzung der klimatischen Auswirkungen relevant. Abbildung 21 stellt die Aufschlüsselung der Energieverbräuche nach den eingesetzten Energieträgern bzw. den Versorgungsarten dar. Die Wärmeerzeugung in der Stadt Weimar erfolgt nahezu vollständig durch fossile Energieträger wie Erdgas (83 %) und Fernwärme (12 %) aus Erdgas. Heizöl mit 3 % bzw. Biomasse mit 2 % spielen nur eine untergeordnete Rolle. Biogas wird im Stadtgebiet nicht in BHKW verbrannt.

Da keine Daten zu Wärmepumpen, Stromdirektheizungen und Solarthermieanlagen vorliegen, wird auf die Sekundärquellen der Energie- und Klimabilanzierung der Stadt Weimar 2019 bzw. den Thüringer Energieatlas zurückgegriffen. Aufgrund eines fehlenden gebäudescharfen Bezugs finden diese Angaben allerdings keinen Eingang in das Gebäudemodell.

Die Bilanz gibt für Wärmepumpen eine Energiemenge von 7,3 GWh im Jahr 2019 aus. Es wird davon ausgegangen, dass sowohl diese Menge als auch die Anzahl an installierten Wärmepumpen bis 2026 deutlich gestiegen ist. Für Nachtspeicherheizungen werden 2,5 GWh angesetzt. Die Wärmemenge für Solarthermie gibt die Bilanz der Stadt Weimar nicht aus. Mit der kumulierten Kollektorfläche von 2.897 m² (bis 2020) ergibt sich mit 400 kWh/m² ein Jahresertrag von 1,2 GWh aus Solarthermie. [9] [14]

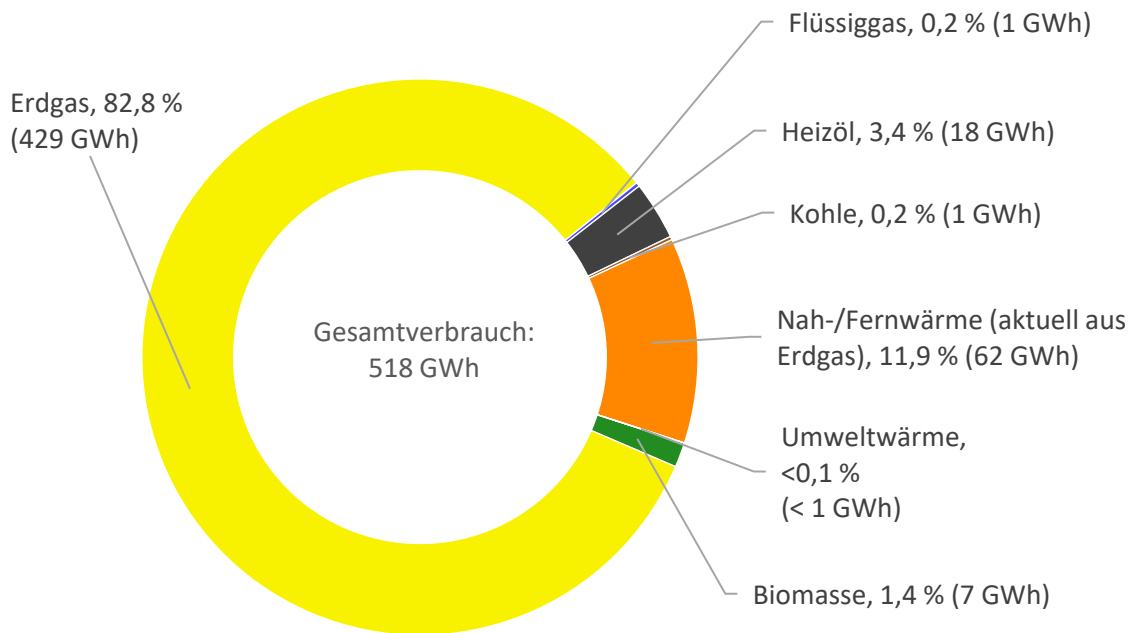


Abbildung 21: Aufteilung des klimabereinigten Wärmeverbrauchs in Weimar nach Energieträgern (Verbrauchsdaten von 2023/2024)

Die Energie- und Klimabilanz für Weimar gibt für das Jahr 2019 einen klimabereinigten Endenergieverbrauch von 672 GWh aus. Die im Rahmen der Wärmeplanung erfassten und ebenfalls klimabereinigten Wärmeverbräuche von 518 GWh liegen damit um 23 % niedriger. Der Fernwärmeabsatz bleibt etwa konstant, während der Erdgasabsatz im Vergleich zu 2019 um 20 % zurückgeht. Heizöl reduziert sich zu 2019 um 39 %. Die Wärmeplanung nutzt nicht die identische Datengrundlage und teilweise eine andere Methodik als die Bilanz 2019. Die Reduktion wird daher in Realität geringer ausfallen. Speziell für Fernwärme und Erdgas sind die tatsächlich gemessenen Verbrauchswerte belastbarer. Während es für Fernwärme zu keinem nennenswerten Rückgang kommt, ist der Rückgang des Erdgasverbrauchs erheblich, was auf energetische Sanierungen, verändertes Nutzerverhalten oder auch eine veränderte wirtschaftliche Lage schließen lässt.

5.6.2 Aggregationen und Kennzahlen des Wärmeverbrauchs

Um die erfassten Wärmeverbräuche in die nachfolgenden Betrachtungen, insbesondere in das Zielszenario einfließen zu lassen, wurden die Daten auf verschiedenen Ebenen aggregiert. Neben der Erstellung dieser kommunalen Wärmeplanung wird somit der Fortschritt der Wärmewende bis 2045 messbar.

Wird der Wärmeverbrauch eines jeden Gebäudes in einem Baublock summiert und durch die Fläche des Baublocks geteilt, ergibt sich die Wärmeflächendichte als flächenspezifischer Wert in MWh/ha·a (Abbildung 22).

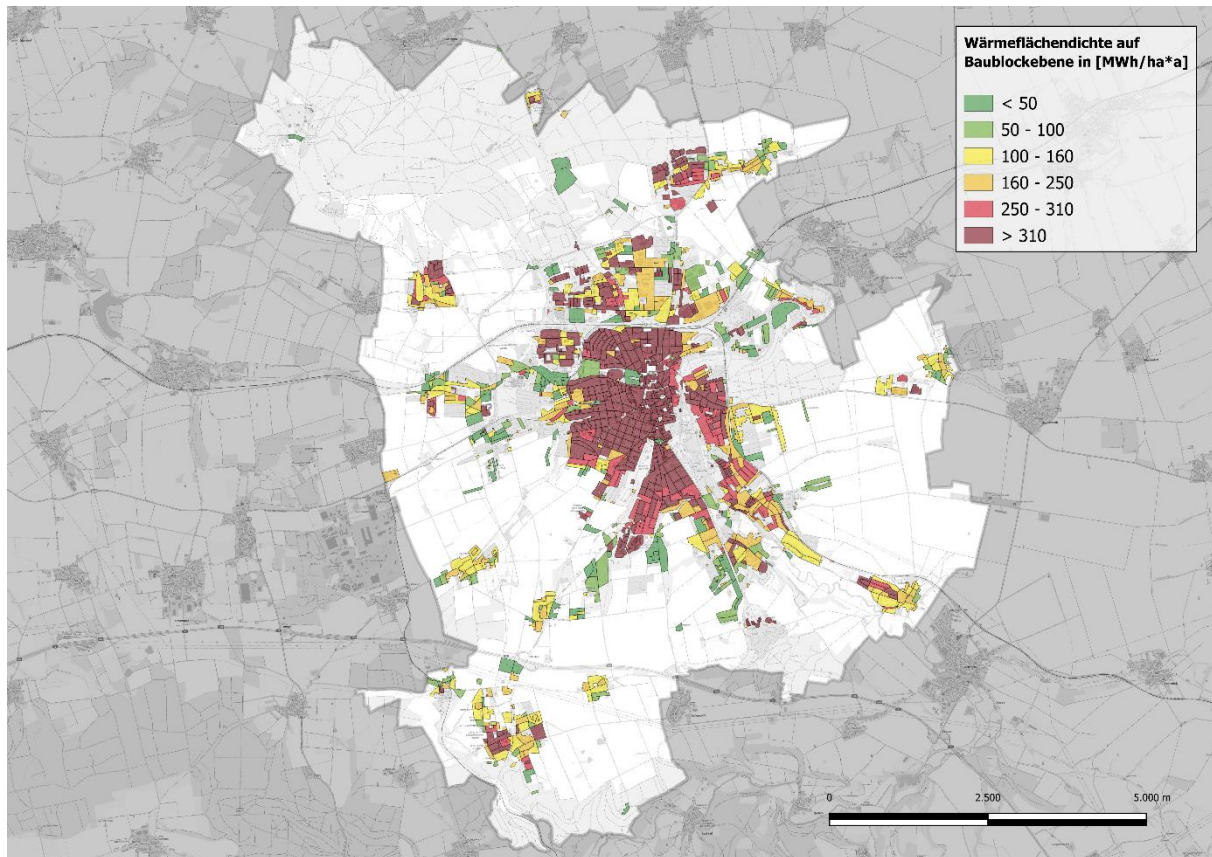


Abbildung 22: Wärmeflächendichte in MWh/ha•a im Bestand auf Baublockebene, auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024

Besonders die Bezirke Altstadt, Nord- und Westvorstadt sowie Teile der Südstadt und der Parkvorstadt weisen aufgrund ihrer dichten Bebauung sehr hohe Wärmeflächendichte von mehr als 310 MWh/ha•a auf, während in den ländlich geprägten Ortsteilen tendenziell niedrigere Werte vorliegen. Da die Baublöcke außerhalb des Zentrums tendenziell größer werden und lockerer bebaut sind, wird zusätzlich die Wärmeliniedichte in MWh/m•a auf Basis der Straßenzüge herangezogen. Während bei Baublöcken die Straßen das trennende Element sind, sieht die Wärmeliniedichte Straßen als verbindendes Element, da potenzielle Wärmenetze in der Regel dort verlegt werden.

Abbildung 23 zeigt die Wärmeliniedichten auf Basis der verfügbaren Jahre 2023/2024. In den Ortschaften weisen nur einzelne Straßenzüge Liniendichten größer als 1.500 kWh/m•a auf, welche als zentrales Kriterium für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen gelten. Besonders in der Innenstadt, West- bzw. Nordvorstadt sowie Teilen der Südstadt liegen deutlich größere spezifische Wärmeverbräuche vor. Aufgrund des hohen Verbrauchs auf wenigen Straßenmetern eignen sich diese Gebiete grundsätzlich gut für Wärmenetze. Die Eignungsprüfung für Wärmenetze wird in Kapitel 7.3 detailliert beschrieben.

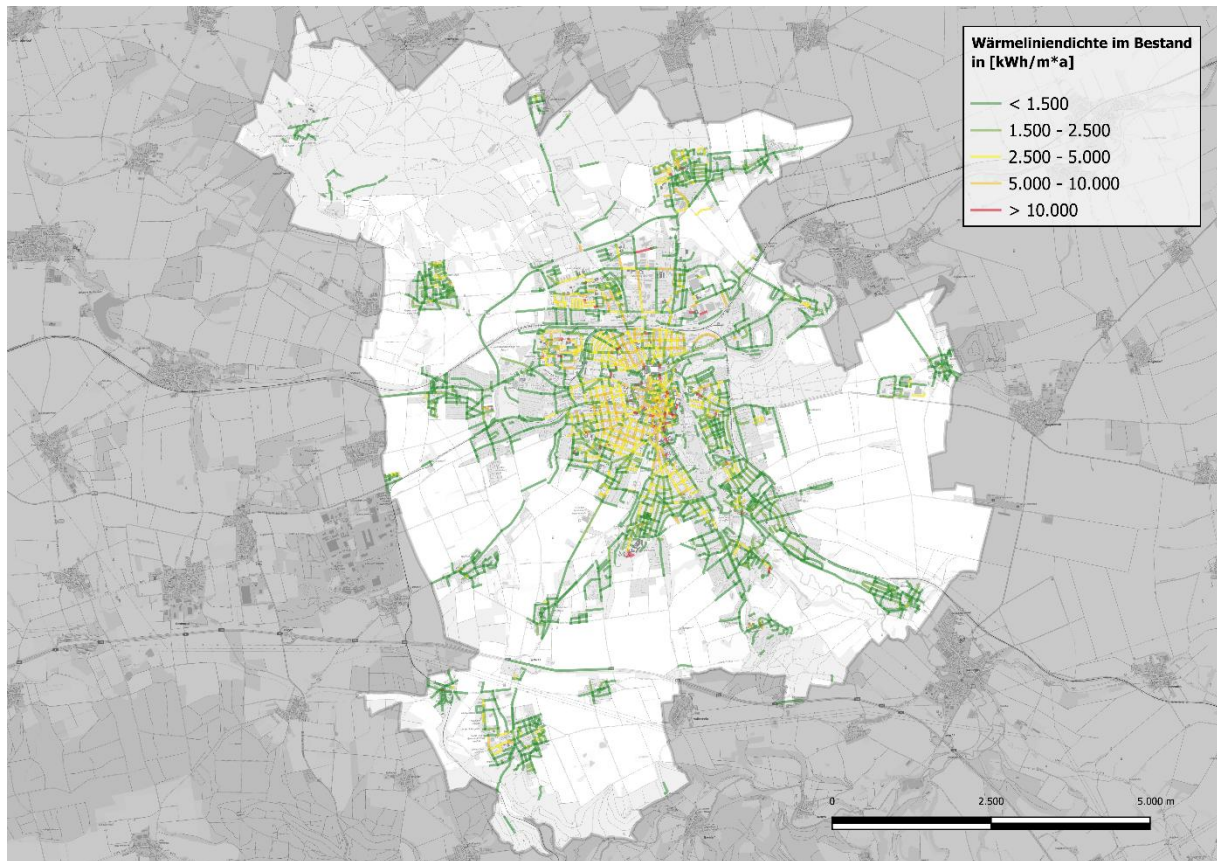


Abbildung 23: Wärmeliniendichten in kWh/m²a auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024

Der Wärmeverbrauch wird in Tabelle 5 mit ausgewählten Kennzahlen ausgedrückt. Da die Datengrundlage keine Wärmepumpen und Stromdirektheizungen enthielt, ist ein Vergleich der Kennzahlen mit nationalen Durchschnittswerten nicht belastbar und erfolgt an dieser Stelle nicht.

Tabelle 5: Kennzahlen zum Wärmeverbrauch in Weimar auf Basis der verfügbaren Verbrauchsjahre 2023/2024

Endenergie Wärme pro Kopf [kWh/Einwohner]	7.895
Endenergie Wärme Wohngebäude pro Wohnfläche [kWh/m²]	111
Endenergie Wärme gewerbliche, industrielle oder sonstige Unternehmen Gebäude pro Nutzfläche [kWh/m²]	183
Endenergie Wärme der öffentlichen Gebäude pro Nutzfläche [kWh/m²]	124

5.6.3 THG-Bilanz

Die emittierten Treibhausgase der Wärmeversorgung werden im Wesentlichen durch die eingesetzten Energieträger und deren Emissionsfaktoren beeinflusst. Fossile Energieträger wie Erdgas oder Heizöl verursachen dabei je Kilowattstunde deutlich höhere Emissionen als etwa der Einsatz von Biomasse oder Wärmepumpen zur Wärmeversorgung.

Die in Weimar verursachten THG-Emissionen sind in Abbildung 24 gemäß dem Verursacherprinzip nach dem zugrunde liegenden Energieträger aufgetragen. Insgesamt entstehen durch die Wärmeversorgung etwa 124.238 t_{CO₂-äqui.} pro Jahr. Davon entfallen 94,8 % der Emissionen auf den Einsatz von Erdgas (inkl. der Fernwärme) und 4,4 % auf Heizöl. Biomasse spielt praktisch keine Rolle und liegt noch

hinter Flüssiggas mit 0,28 %. Wärmepumpen (mit Ausnahme von vier Gebäuden), Stromdirektheizungen und Solarthermie im Stadtgebiet sind dabei nicht erfasst. Die jährlichen THG-Emissionen aus dem Wärmeverbrauch belaufen sich in Weimar pro Kopf auf 1,89 t_{CO₂-äqui.} Für Deutschland ergeben sich für das Jahr 2024 pro Kopf Emissionen von 3,6 t_{CO₂-äqui.} [15] [16] [17]. Die Pro-Kopf-Emissionen liegen in Weimar also 47 % niedriger als im Bundesschnitt. Vor dem Hintergrund, dass keine Daten zu einzelnen Versorgungsarten vorlagen, werden die Emissionen in der Realität allerdings etwas höher ausfallen.

Für die Fernwärme wird der Erdgaseinsatz in den Heiz- und Blockheizkraftwerken bilanziert. Die Verluste aus der Fernwärme-Erzeugung belaufen sich auf 1.910 t_{CO₂-äqui.} und sind nicht im Diagramm dargestellt.

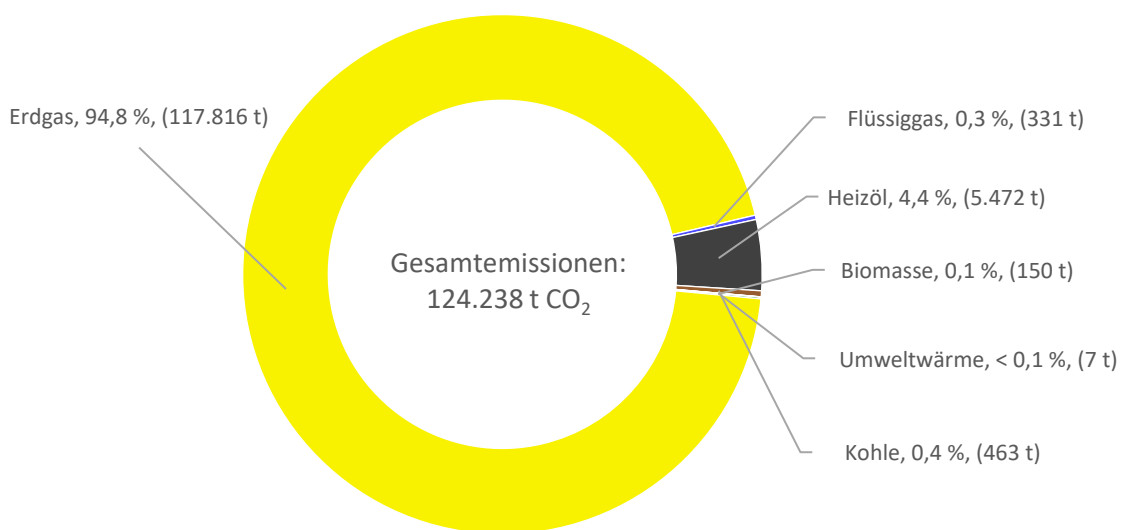


Abbildung 24: Treibhausgasbilanzierung (Sektor Wärme) für Weimar nach Energieträgern auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024

5.7 Analyse bestehender Strategien, Konzepte und Planungen

Abschließend werden bestehende Analysen, Planungen und Konzepte für Weimar aus den letzten Jahren in den Kontext der Wärmeplanung eingeordnet. Neben der Energie- und Treibhausgasbilanz, auf welche bereits im vorangegangenen Kapitel 5.6 eingegangen wurde, liegen folgende Konzepte und Pläne vor:

Integriertes Standortentwicklungskonzept (ISEK)

Das ISEK aus dem Jahr 2011 beschreibt neben einer Vielzahl von anderen Themenbereichen wie „Wohnen“ oder „Lernen, Freizeit und Gemeinschaft in Weimar“ auch qualitativ Maßnahmen für den Klimaschutz in Weimar. Hierfür nennt das ISEK drei Ansätze zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Diese Ansätze sind der Umbau der Energieerzeugung, Steigerung der Energieeffizienz und ein verändertes Verbraucherverhalten. Bereits im ISEK wird auch die Eignung für Wärmenetze in verdichteten Bereichen umrissen. Klimaschutz wird als umfassende und integrative Aufgabe beschrieben, die durch verschiedene Bereiche der Stadtentwicklung umgesetzt werden muss. Das ISEK verweist auch auf das damals etwa zeitgleich erstellte Klimaschutzkonzept.

Integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK)

Das ebenfalls 2011 erstellte IKSK untersucht Weimar hinsichtlich des Energieverbrauchs, möglichen Einsparungen sowie Wegen, um die Energieversorgung klimaneutral sicherzustellen. Das IKSK beschreibt auf Basis einer zur Wärmeplanung abweichenden Methodik den Gebäudebestand sowie die Versorgungsinfrastruktur und stellt eine Energie- und Treibhausgasbilanz auf. Das Klimaschutzkonzept zeichnete bereits 2011 einen Weg zu einem energieeffizienten, klimaneutralen Weimar durch die konsequente Nutzung von erneuerbaren Energien und dem Ausstieg aus fossilen Brennstoffen. Die im Jahr 2011 erstellten Maßnahmen wurden bereits teilweise, wie z.B. durch die Halbierung des Energieverbrauchs kommunale Liegenschaften (siehe Kapitel 5.4.2), umgesetzt. Weitere Maßnahmen beschreiben u.a. den Fernwärmeausbau und die Erschließung von lokalen Wärmepotenzialen, wie dem Abwasser.

Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan für Weimar ist seit dem 02.02.2003 wirksam und spiegelt folglich vor allem die aktuellen Planungen der Stadtwerke Weimar noch nicht wider. Im nachfolgenden Kapitel 6, besonders in 6.11, werden die Planungen der Stadtwerke zur Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung beschrieben. Diese und weitere Planungen könnten sich zukünftig u. a. auch in einem aktualisierten Flächennutzungsplan wiederfinden.

Bebauungspläne

Für das Stadtgebiet liegen 65 rechtskräftige Bebauungspläne vor. Die meisten Bereiche sind bereits vollständig entwickelt und bebaut. Noch nicht vollständig erschlossene Gebiete, wie das Gewerbe- und Industriegebiet Kromsdorfer Straße oder das Neubaugebiet Lützendorfer Straße, werden mit Errichtung von neuen Gebäuden zusätzlichen Wärmebedarf schaffen. In Neubaugebieten kann dies nur durch GEG-konforme Wärmeerzeuger erfolgen. Die Wärme muss aus mindestens 65 % erneuerbaren Energiequellen stammen. Wie groß der Wärmebedarf dieser Bereiche ist, richtet sich nach der zu errichtenden Gebäudestruktur.

Die in der Vergangenheit erstellten strategischen Konzepte, wie das Stadtentwicklungs- bzw. Klimaschutzkonzept, haben bereits vor 15 Jahren die Maßnahmen beschrieben, welche auf dem Weg zur Klimaneutralität erforderlich sind. Wenngleich der Einfluss der Stadt begrenzt ist, kann die Umsetzung der Wärmewende durch langfristige Planungen gezielt unterstützt werden. Mit dem Wärmeplanungs- und besonders dem Gebäudeenergiegesetz gibt es jetzt regulatorische Vorgaben, deren Umsetzung die Stadt Weimar gezielt unterstützen kann. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 8 beschrieben.

5.8 Zusammenfassung der Bestandsanalyse

Die Wärmeversorgung in Weimar basiert aktuell zu 95 % auf Erdgas bzw. auf Fernwärme aus Erdgas. Um die daraus resultierenden CO₂-Emissionen dauerhaft zu senken, muss neben der Reduktion des Wärmeverbrauchs vor allem der schrittweise Ausstieg aus der Erdgasnutzung erfolgen. Das Zieljahr für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ist 2045. Folglich bleiben noch etwa 20 Jahre für die Umstellung auf erneuerbare Energieträger. Neben dezentralen Versorgungslösungen werden die Fernwärmenetze in Weimar besonders in dicht bebauten Gebieten eine zentrale Rolle bei der klimafreundlichen Wärmeversorgung spielen können. Entscheidend sind dabei die Wohngebäude, die zwei Drittel des aktuellen Verbrauchs ausmachen.

Mit welchen vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energieträgern die aktuell fossil geprägte Wärmeversorgung ersetzt werden kann und wie sich der zu deckende Wärmebedarf entwickeln kann, wird innerhalb der Potenzialanalyse im folgenden Kapitel dargestellt.

6 Potenzialanalyse

Aufgabe der Potenzialanalyse ist es, Energieeinsparpotenziale für Raumwärme, Trinkwarmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie und in den öffentlichen Liegenschaften zu bestimmen sowie Nutzungs- und Ausbaupotenziale für Abwärme und erneuerbare Wärmequellen in der Stadt Weimar zu ermitteln.

6.1 Methodik

Zielsetzung der Wärmeplanung ist es, ein Szenario zu entwickeln, das die zukünftig klimaneutrale Deckung des Wärmebedarfs in der Stadt Weimar beschreibt. Dazu muss im ersten Schritt ermittelt werden, wie sich der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2045 entwickeln wird und welche Menge an erneuerbaren Energien benötigt wird, um diesen Bedarf zu decken. Die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs kann – neben Wohnbauprojekten und Gewerbeansiedlungen – in hohem Maße von Gebäudesanierungen und daraus resultierenden Einspareffekten beeinflusst werden. Zur Berechnung dieser Einsparpotenziale wird anhand von realistisch einzuschätzenden Sanierungsraten und -tiefen ein Szenario zur Reduktion des Wärmebedarfs bis 2045 berechnet.

In einem zweiten Schritt werden die vor Ort nutzbaren erneuerbare Potenziale zur Deckung des Wärmebedarfs untersucht. Lokale erneuerbare Wärmequellen werden in Zukunft eine immer größere Rolle in der Wärmeversorgung der Stadt Weimar spielen. Daher ist die Analyse dieser Quellen ein zentraler Bestandteil der Wärmeplanung. Ziel ist es deshalb, die vorhandenen Potenziale möglichst genau abzuschätzen. Die Potenzialanalyse liefert erste Hinweise darauf, welche Energieträger besonders wichtig für die zukünftige Wärmeversorgung sein könnten und wie sich die entsprechenden Potenziale im Stadtgebiet räumlich verteilen. Diese Ergebnisse sind entscheidend für die spätere Erstellung des Zielszenarios und die Einteilung des Stadtgebiets in Eignungsgebiete, einschließlich der Identifikation von Teilgebieten mit hohem Energieeinsparpotenzial.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden die technisch nutzbaren Erzeugungspotenziale aufgezeigt. Hierbei handelt es sich um die Mengen, die unter Berücksichtigung der gegebenen technischen, strukturellen und rechtlichen Rahmenbedingungen grundsätzlich genutzt werden können. Einen kurzen Überblick über die Definition der Potenzialbegriffe liefert die Potenzial-Pyramide in Abbildung 25.

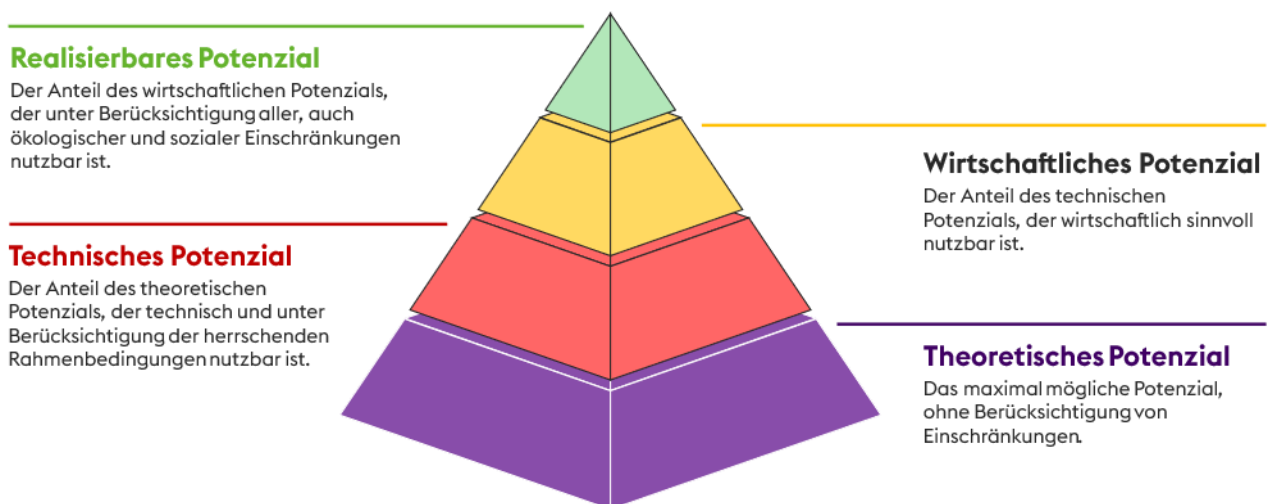


Abbildung 25: Schematische Definition des Potenzialbegriffs

Die Frage, inwiefern das technisch ermittelte Potenzial auch wirtschaftlich genutzt und tatsächlich realisiert werden kann, muss im Nachgang zur kommunalen Wärmeplanung im Rahmen vertiefender Untersuchungen betrachtet werden. Für Wärmenetze geschieht dies bspw. im Rahmen von Machbarkeitsstudien. Bei einer dezentralen Versorgung sind Energieberatung und Beratung durch Experten aus dem Handwerk sinnvolle nächste Schritte.

Zur Ermittlung der erneuerbaren Wärmepotenziale in der Stadt Weimar wurden zunächst für jede Technologie alle relevanten Gebiete identifiziert, die diese einschränken oder ausschließen (z.B. Naturschutzgebiete). Danach wurden relevante Informationsquellen für jede mögliche Technologie zusammengestellt und entsprechende Daten erhoben. Daraus konnten räumlich differenzierte Energiepotenziale und Potenziale für Großwärmespeicher abgeleitet werden, wobei auch die zeitlich schwankenden Verfügbarkeiten der Wärmequellen berücksichtigt wurden. Für die Potenzialermittlung von unvermeidbarer Abwärme fand im Zuge der Potenzialanalyse ein Abgleich relevanter Unternehmen in Weimar statt.

Die gesammelten Daten wurden im Wärmeplan textlich, tabellarisch, grafisch und kartografisch dargestellt. Dies umfasst neben dem jährlichen Gesamtpotenzial an Energie zur Wärmeerzeugung (kategorisiert nach Energieträger und Technologie) auch die kartografische Darstellung von Gebieten, die bestimmte Technologien ausschließen (z.B. Natur- oder Wasserschutzgebiete). Zudem wurden je Erzeugungstechnologie die Potenzialflächen und Standorte kartografisch ausgewiesen und mit jährlichen Energiepotenzialen versehen. Die Potenziale der Wärmeeinsparung wurden räumlich differenziert auf Baublockebene dargestellt.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Betrachtungen zur Potenzialanalyse grundsätzlich vorgestellt sowie die Gegebenheiten vor Ort beschrieben. Neben den Erzeugungspotenzialen aus erneuerbaren Energien werden auch Potenziale aus unvermeidbarer Abwärme betrachtet. Darüber hinaus erfolgt neben dem Wärmesektor auch ein Blick auf die Strompotenziale. Diese spielen in der Wärmenetze ebenfalls eine bedeutende Rolle, da in der Zukunft die Wärmeversorgung stetig stärker durch Strom erfolgen wird.

6.2 Wärmebedarfsreduktion in Wohngebäuden

Ein zentraler Baustein auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist die Senkung des Wärmebedarfs. Die Umsetzung von Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen an den Gebäuden zählt zu den wichtigsten Maßnahmen, um den Wärmebedarf zu reduzieren. Es gibt eine Vielzahl an Sanierungsmaßnahmen, die zu diesem Effekt führen. Dazu gehören u.a.:

- Optimierungen der Gebäudehülle bspw. durch Fenstertausch, Außendämmung der Dach- und Fassadenflächen, Innenwanddämmung bei Gebäudeeignung oder
- Optimierungen der inneren Dämmung bspw. durch (Einblas-)Dämmungen in Zwischengeschosse bzw. zu Kaltgeschossen wie Dach oder Keller.

Die möglichen Einsparungen unterscheiden sich je nach Gebäudetyp, Baujahr und aktuellem Zustand. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren lassen sich Zielwerte ableiten, die durch die entsprechenden Sanierungsmaßnahmen realisiert werden können.

Um eine möglichst realistische Sanierungsrate bis 2045 abzubilden, wurden im Rahmen eines engen Austauschs mit den zentralen Akteuren in Weimar Annahmen zur künftigen Wärmebedarfsentwicklung definiert. Neben der Entwicklung im Gebäudebestand wurden auch weitere Einflussfaktoren wie beispielsweise Neubautätigkeiten einbezogen.

Im Zusammenhang mit der Gebäudesanierung muss zwischen Sanierungsrate und Sanierungstiefe unterschieden werden. Die Sanierungsrate beschreibt den prozentualen Anteil der Bestandsgebäude, der pro Jahr innerhalb der Stadt Weimar saniert wird. Die Sanierungstiefe zeigt dagegen, wie umfangreich eine energetische Sanierung ausfällt und wie stark der Wärmebedarf eines Gebäudes anschließend sinkt. Beide Größen sind für die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung entscheidend. So kann eine Kommune beispielsweise zwar eine hohe Sanierungsrate aufweisen, gleichzeitig aber nur geringe Sanierungstiefen erreichen, mit dem Ergebnis, dass trotz vieler Sanierungen der Wärmebedarf nur begrenzt reduziert wird.

Im Rahmen der KWP für die Stadt Weimar wird angenommen, dass ältere Gebäude mit besonders hohem Wärmebedarf zuerst saniert werden. Bei diesen Gebäuden ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Sanierung in der Regel am größten, so dass geringere Investitionen zu höheren Heizkosteneinsparungen führen können. Für die Berechnung wurde der Gebäudebestand in Weimar daher nach dem jeweiligen Baualter und Wärmebedarf absteigend sortiert. Ausgehend von der Sanierungsrate wurde in der Berechnung jedes Jahr eine entsprechende Anzahl an Gebäuden als energetisch ertüchtigt angenommen. Die Sanierungstiefe orientiert sich dabei am Technikkatalog des BMWK, der differenziert nach Baualter und Gebäudetyp Zielwerte für den Wärmebedarf vorgibt. Daraus resultiert je nach Sanierungsrate eine Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs.

Zu erwähnen ist, dass in Weimar die Sanierungstiefe außerdem von der hohen Anzahl an denkmalgeschützten Gebäuden beeinflusst wird (siehe Kapitel 5.4.2). Der Denkmalschutz hat durch bestehende Auflagen einen Einfluss auf Sanierungsmöglichkeiten, so dass dies in die Betrachtung der Sanierung mit einbezogen werden muss. In welchem Maße dies vor allem für die Berechnung des Zielszenarios eine Bedeutung hatte, wird folgend erläutert.

Im Zuge der Potenzialanalyse wurden verschiedene Sanierungsraten mit ihren Auswirkungen auf die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs betrachtet. Im weiteren Verlauf der Potenzialanalyse fokussierten sich die Betrachtungen auf jährliche Sanierungsraten von 0,5 %, 1 % und 2 %. Die zugehörigen Abbildungen, die in diesem Kapitel beschrieben werden, finden sich im Anhang wieder.

In der Summe beträgt der aktuelle Wärmeverbrauch im Bestand für die Stadt Weimar rund 518 GWh pro Jahr. Die absoluten Wärmeverbräuche der einzelnen Baublöcke sind im Vergleich zu Bundesdurchschnittswerten grundsätzlich als niedrig anzusehen. Dies kann einen Hinweis auf den guten Sanierungsstand geben, der in der Stadt vorliegt. Lediglich im Kernbereich der Stadt gibt es Baublöcke mit einem vergleichsweise hohen absoluten Wärmebedarf, was in den meisten Fällen neben dem energetisch bedingten Ausgangszustand auch den in Summe großen Nutzflächen der dort befindlichen Gebäude und der engen Bebauung in dem Bereich zuzuschreiben ist.

Grundsätzlich ist jedoch wichtig zu erwähnen, dass der absolute Wärmeverbrauch bzw. -bedarf eines Baublocks eher wenig aussagekräftig ist. Baublöcke können unterschiedliche Anteile an Nutzflächen aufweisen, wodurch eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Hierfür sind relative Werte deutlich besser geeignet. Ein Überblick über die Wärmebedarfsentwicklung anhand der Sanierungsrate wird jedoch auch mit den absoluten Werten über das gesamte Stadtgebiet im Folgenden weiter veranschaulicht werden.

Die sukzessive Sanierung bis zum Zieljahr 2045 wirkt sich wie folgt auf den gesamten zukünftigen Wärmebedarf aus:

- In einem Szenario mit einer Sanierungsrate von 0,5 %/a reduziert sich der Wärmebedarf über die verbleibenden knapp 20 Jahre um 6,5 % auf etwa 484 GWh/a.
- Bei einer Sanierungsrate von 1 %/a sinkt der Wärmebedarf in diesem Szenario um rund 7,7 % auf circa 478 GWh/a.
- Bei einer Sanierungsrate von 2 %/a reduziert sich der Wärmebedarf auf einen Wert von rund 458 GWh/a, was einer Senkung von etwa 11,6 % entspricht.

Im Zuge des Beteiligungsprozesses mit Akteuren vor Ort wurde für das in Kapitel 7 dargestellte Zielszenario der Wärmewende in Weimar eine eher konservative Sanierungsrate von 1 %/a festgelegt. Dieser Wert spiegelt die Sanierungstätigkeit der letzten Jahre gut wider (z.B. Ariadne Wärmereport: 1,1 %/a) und berücksichtigt auch den Einfluss der Baudenkmäler in der Stadt Weimar. Zum Vergleich liegt die angestrebte Zielsanierungsrate der Europäischen Kommission bei 2 %, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Für die Stadt Weimar wird dieser Wert aufgrund des zum jetzigen Zeitpunkt bereits guten Sanierungsstands als wenig realistisch angesehen (siehe Abbildung 12).

Wie bereits beschrieben, ist der Wärmebedarf ein wichtiger Faktor für die Ermittlung von Wärmelinendichten, die den Wärmebedarf auf den jeweiligen Straßenzug (pro Meter) beziehen. Dieser Wert ist am besten für die Bewertung für potenzielle Wärmenetze geeignet. Mit den eingangs dargestellten Sanierungsraten verändert sich nicht nur der Wärmebedarf in den einzelnen Baublöcken in Weimar. Auch die Eignung für eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz oder für eine dezentrale Versorgung, beispielsweise durch Wärmepumpen, wird beeinflusst. Wie sich die Energieträgereignung über die Sanierungsraten hinweg verändern würde, zeigen die drei zugehörigen Abbildungen im Anhang. Hier wurde auf Basis des Technikkatalogs des BMWK für jedes Gebäude in jedem Szenario berechnet, welches die wirtschaftlichste Form der Wärmeherzeugung im Zieljahr 2045 wäre. In der Baublockdarstellung wird darauf aufbauend erneut die dominierende Eignung dargestellt. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird im Folgenden nur zwischen zentraler und dezentraler Wärmeversorgung unterschieden.

Wichtig: in der Betrachtung der Potenzialanalyse wurden bestehende Netze und Planungen zur Erweiterung vorerst nicht mit einbezogen. Die Berechnung, ob eine zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung die perspektivisch wirtschaftlichere ist, erfolgt demnach unabhängig von vorliegenden Technologien oder Ausbauplänen. Der Einbezug erfolgt im späteren Verlauf bei der Definition des Zielszenarios und der Ausgestaltung der zu benennenden Fokusgebiete.

Bei einer geringen Sanierungsrate von 0,5 %/a zeigt sich der größte Anteil an geeigneten zentralen Versorgungsgebieten (entspricht 265 GWh/a). Vor allem der Bereich der Kernstadt ist als mögliches Gebiet für Wärmenetze klar erkennbar, da an dieser Stelle auch im Zieljahr die Wärmelinendichten auf eine mögliche Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hinweisen.

Mit einer Erhöhung der Sanierungsrate auf 1 % existieren einzelne Baublöcke, bei denen sich die Wärmenetzeignung infolge des durch die Sanierung geringeren Wärmebedarfs ändert. Die Wärmemenge, die durch Wärmenetze bereitgestellt wird, verringert sich auf 257 GWh/a. Allerdings ist eine großflächige Änderung nicht erkennbar. Die veränderte Sanierungsrate hat also lediglich einen geringen Einfluss.

Auch bei einer Sanierungsrate von 2 %/a reduzieren sich die Bereiche mit einer Wärmenetztaugung auf Baublockebene nur geringfügig und eher in Randbereichen des Stadtgebiets. Der gedeckte Wärmebedarf durch Wärmenetze beläuft sich auf 231 GWh/a. Insbesondere die Eignung für Wärmenetze im Innenstadtbereich bleibt weiterhin auffällig.

In der folgenden Tabelle sind die zuvor erläuterten Werte noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 6: Wärmebedarfe je nach Sanierungsraten

Sanierungsrate	Wärmebedarf im Zieljahr	Reduktion um	Wärmebedarf zentrale Versorgung	Anteil Wärme Zentrale Versorgung	Nutzfläche zentrale Versorgung	Nutzfläche dezentrale Versorgung
0,5%/a	484 GWh	6,5%	265 GWh	54,8%	2.774.714 m ²	1.966.996 m ²
1%/a	478 GWh	7,7 %	257 GWh	53,8%	2.733.972 m ²	2.007.738 m ²
2%/a	458 GWh	11,6 %	231 GWh	50,4%	2.598.902 m ²	2.142.808 m ²

Aus den Zahlenwerten folgend, lässt sich abschließend feststellen, dass die Sanierungsrate in der Stadt Weimar nur einen geringen Einfluss auf die Einteilung von potenziellen Wärmenetzgebieten und den Gesamtwärmebedarf als solches hat. Dies ist eine Folgerung, die sich in der jüngeren Vergangenheit auch in anderen Städten und Kommunen gezeigt hat. Die Sanierung von Gebäuden kann den Weg der Wärmewende punktuell erleichtern und voranbringen. Der weitaus größere Beitrag wird jedoch von dem jeweiligen Wechsel der Heizungstechnologie geleistet.

Nach den Betrachtungen der Potenziale im Bereich der Wärmebedarfsreduktion und deren Auswirkungen auf eine Unterteilung in Eignungsgebiete folgen in den nächsten Unterkapiteln zunächst die Ausführungen zu den in Weimar betrachteten Wärmeerzeugungspotenzialen.

6.3 Effizienzsteigerung in industriellen und gewerblichen Prozessen

Ein erheblicher Anteil des Einsparpotenzials liegt im Gewerbe- und Industriesektor, da hier nicht nur Wärme zur Raumbeheizung, sondern auch Prozesswärme für die Herstellung von Produkten benötigt wird. Die physikalischen, chemischen und biologischen Anforderungen der jeweiligen Produktionsprozesse begrenzen jedoch die Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs. Dadurch entsteht ein technologischer Rahmen für die erreichbaren Einsparpotenziale. Dennoch lassen sich Effizienzmaßnahmen wie die Dämmung von Leitungen oder der Einsatz von Regeneratoren zur Wärmerückgewinnung realisieren. Studien zufolge könnten in Deutschland bis 2030 gegenüber 2010 etwa 33 Mrd. kWh im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie rund 20 Mrd. kWh in der Industrie eingespart werden. [18]

Die stark voneinander abweichenden Strukturen einzelner Industriesektoren machen es jedoch unmöglich, belastbare absolute Reduktionspotenziale zu definieren. Daher wurde mit großen lokalen Wärmeabnehmern der direkte Austausch über geplante Veränderungen gesucht. Dieses Vorgehen erlaubt es, den aktuellen technischen Stand der Prozessanlagen einzuschätzen und mögliche zukünftige Effizienzsteigerungen sowie Dekarbonisierungsmaßnahmen zu besprechen unter Voraussetzung, dass die Unternehmen die dafür notwendigen Informationen zur Verfügung stellen.

Für Nichtwohngebäude, für die anhand der Daten aus der Bestandsanalyse eine spezifische gewerbliche Nutzung erkennbar ist, wurden zur Abbildung der Wärmebedarfsentwicklung in der weiteren Berechnung die Vorgaben des Technikkatalogs zur Wärmeplanung des Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) herangezogen. Die darin enthaltenen Daten geben sowohl den aktuellen spezifischen Nutzwärmebedarf unterschiedlicher Branchen und Nutzungsformen als auch die erwartete mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs bis 2045 wieder. Ergänzend wurden Branchenkorrekturfaktoren berücksichtigt, die insbesondere den Warmwasser- und Prozesswärmebedarf einbeziehen. Hieraus ergibt sich für Weimar eine Entwicklung des Wärmebedarfs in der Industrie von 163 GWh/a im Ausgangszustand, hin zu 127 GWh/a im Jahr 2045. Dies entspricht einer Reduktion von 22%.

Somit wurde die Effizienzsteigerung in industriellen und gewerblichen Prozessen im Rahmen sinnvoller Annahmen in der Ausgestaltung des Zielszenarios berücksichtigt.

6.4 Nutzung Unvermeidbare Abwärme

In Industrieprozessen mit hohem Energieverbrauch und bei der thermischen Abfallbehandlung fallen große Mengen unvermeidbarer Abwärme an, die zur Wärmeversorgung genutzt werden können. „Unvermeidbare Abwärme“ ist im § 3 Absatz 1 Nummer 13 WPG definiert als Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt einer Industrieanlage, Stromerzeugungsanlage, bei Elektrolyseuren oder im tertiären Sektor anfällt und ohne einen Wärmenetzzugang ungenutzt in die Luft oder ins Wasser abgeleitet werden würde. Abwärme gilt dann als unvermeidbar, soweit sie aus mehreren Gründen (wirtschaftlich, sicherheitstechnisch, sonstige) nicht im Produktionsprozess nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann.

In Gewerbe und Industrie kommen Elektroprozesswärmeverfahren in Öfen und Trocknern sowie strombetriebene Querschnittstechnologien wie Druckluft-, Kälte- und Lüftungsanlagen zum Einsatz, die wesentliche Abwärmemengen erzeugen können. Erwähnenswerte Branchen sind bspw. Werkzeugbau, die Chemieindustrie oder auch der Einzelhandel, wenn größere Kühlanlagen vorhanden sind.

Die erzielbaren Abwärmemperaturen und -ströme variieren je nach Branche und können zwischen 20 °C und über 600 °C liegen. Die Abwärmemengen schwanken oft mit der Produktionsmenge und sind daher von der gesamtwirtschaftlichen Situation abhängig. Studien zeigen, dass ein Großteil des extern nutzbaren Abwärmepotenzials nach internen Optimierungen im Bereich von 20 bis 120 °C liegt. Je nach Temperaturniveau der Abwärme und den Anforderungen des Wärmenetzes kann eine Aufwertung der Abwärme, beispielsweise durch Wärmepumpen, notwendig sein.

Bei industriellen Standorten mit hohem Energieverbrauch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass in erheblichem Umfang nutzbare Abwärme anfällt. Häufig wird diese Abwärme bereits vor Ort genutzt und steht somit außerhalb des Standorts nicht oder nur anteilig zur Verfügung. Die Möglichkeit der Nutzung hängt im Einzelfall von verschiedenen Faktoren wie z.B. dem Temperaturniveau, dem Trägermedium (z.B. Luft, Wasser, Dampf) und der zeitlichen Verfügbarkeit ab. Die Abwärmennutzung muss erfolgen, ohne den industriellen Kernprozess des Einspeisers zu stören. Daher sind nicht alle theoretischen Potenziale in der Praxis nutzbar.

Für große Einzelpotenziale in der Nähe einer bestehenden oder geplanten Wärmeleitung kommt eine Einspeisung in das Wärmenetz in Betracht. Kleinere dezentrale Potenziale können im Hinblick auf eine Nahwärmeversorgung benachbarter Objekte ausgewertet werden. Neben technischen Parametern ist bei industriellen Einspeisern auch das sogenannte „Adressrisiko“ zu berücksichtigen: Die Verfügbarkeit

der Wärmequelle hängt vom wirtschaftlichen Erfolg des Industriebetriebs ab. Gerät der einspeisende Betrieb in wirtschaftliche Schwierigkeiten, ist u. U. die Wärmeversorgung des benachbarten Quartiers gefährdet. Zudem kommt es auf die saisonale Verfügbarkeit der Abwärme an. Die Abwärme steht möglicherweise genau dann nicht zur Verfügung, wenn sie am dringendsten gebraucht wird. In diesem Fall muss eine zusätzliche Wärmeversorgungsanlage verfügbar sein, was den Wert der Abwärmelieferung erheblich mindert und die Erschließung dieses Potenzials erschwert.

Für die Stadt Weimar wurden auf Basis der erhobenen Verbrauchsdaten und ausgehend von Gesprächen mit der Stadtverwaltung Unternehmen ermittelt und kontaktiert, um mögliche Abwärmepotenziale zu identifizieren und in eine weitere Planung einbeziehen zu können. Es wurden an acht Unternehmen Fragebögen versendet, von denen fünf eine Rückmeldung gegeben haben. Hiervon waren drei positive Rückmeldungen, dass eine Abwärmelieferung zukünftig möglich sein kann. Die betreffenden Unternehmen sind größtenteils im produzierenden Gewerbe angesiedelt. Diese potenziellen Lieferanten von Abwärme können also in konkreten zukünftigen Planungen der Wärmenetztransformation in Weimar eine Rolle spielen.

Darüber hinaus wurde ebenfalls das Abwärmekataster der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) für mögliche Abwärmepotenziale herangezogen. Hier sind knapp 3 GWh/a als mögliches Wärmepotenzial ausgewiesen, das perspektivisch genutzt werden könnte.

Tabelle 7: Verwendete Daten zur Ermittlung der Abwärmepotenziale

Daten	Verwendung
Energieverbrauchsdaten sowie Einzelgespräche	Indikation von industriellen Abwärmelieferanten
Plattform für Abwärme der BfEE	Lokale Abwärmepotenziale von meldepflichtigen Unternehmen

Eine verlässliche, quantifizierte Aussage über die dauerhaft vorhandenen Abwärmepotenziale lässt sich im Rahmen der Wärmeplanung, neben den Werten aus der Plattform für Abwärme, nicht exakt treffen. Hierfür bedarf es eines tiefergehenden Blicks, der über die erhobenen bzw. vorhandenen Daten hinausgeht. Dennoch liefern die im Zuge der Potenzialanalyse erhobenen Daten eine erste Einordnung, an welchen Punkten eine Detailuntersuchung sinnvoll sein kann. Aus diesem Grund wird auf eine explizite Benennung der vorliegenden Werte verzichtet.

6.5 Potenzial von Außenluft (Luftwärmepumpen)

Die Wärmepumpe stellt aufgrund ihrer Vielfältigkeit eine der wahrscheinlichsten Möglichkeiten bei der dezentralen Wärmeversorgung dar. Mit Blick auf das Ziel eines zukünftig CO₂-neutralen Strommixes oder über den Bezug von Ökostrom lässt sich in Zukunft und auch bereits heute eine klimaneutrale Einzelversorgung mit Wärme erreichen.

Die Funktionsweise von Wärmepumpen basiert auf einem Kältemittelkreislauf. Das Kältemittel wird mithilfe von Umweltwärme verdampft. Anschließend komprimiert ein zumeist elektrisch betriebener Verdichter das Gas, sodass die Temperatur steigt. Über einen Wärmetauscher kann die Wärmeenergie abgeleitet und zum Heizen genutzt werden. Durch die Wärmeabgabe kondensiert das Kältemittel und liegt somit wieder im Ausgangszustand vor, der Kreislauf beginnt von Neuem. Die Umweltwärme, die

den maßgeblichen Anteil der Heizenergie bei einer Wärmepumpe ausmacht, kann dabei aus der Außenluft, dem Erdreich (siehe Kapitel Potenzial Oberflächennahe Geothermie - Sole-Wärmepumpen) oder aus Wasser (siehe Kapitel Potenzial der Oberflächengewässer 6.10) entnommen werden. Außenluft bietet dabei das größte theoretische Potenzial, da das Vorhandensein grundsätzlich überall gegeben ist.

Für den Betrieb von Wärmepumpen wird Energie, zumeist Strom benötigt, die den beschriebenen Prozess antreibt. Ein zentraler Faktor für den Einsatz von Wärmepumpen ist dabei die Jahresarbeitszahl (JAZ). Sie ist eine Kennzahl, die die Effizienz einer Wärmepumpe über ein ganzes Jahr hinweg beschreibt. Die JAZ gibt das Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme und der dafür eingesetzten elektrischen Energie an. Eine höhere JAZ bedeutet, dass die Wärmepumpe effizienter arbeitet, da sie mehr Wärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom erzeugt. Beispielsweise bedeutet eine JAZ von 3, dass aus 1 kWh Strom 3 kWh Wärme erzeugt werden. Eine gute JAZ führt zu geringeren Energiekosten, da weniger Strom für die gleiche Menge an Wärme benötigt wird. Wärmepumpen mit hoher JAZ haben eine bessere Klimabilanz, da sie weniger Energie verbrauchen und somit weniger CO₂-Emissionen verursachen. Die JAZ unterscheidet sich je nach Typ der Wärmepumpe und den Betriebsbedingungen. Sie ist ein praxisnaher Indikator, der hilft, die tatsächliche Leistung und die Kosten einer Wärmepumpe realistisch einzuschätzen (VDI 4650 Blatt 1, 2024). In der Praxis liegt dieser Wert meist zwischen 2,5 und 3,5, in besonders sparsamen Anwendungsfällen auch darüber.

Neben den technischen Anforderungen spielen auch rechtliche und städtebauliche Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle beim Einsatz von Wärmepumpen in Weimar. Vor allem in der dicht bebauten Altstadt bestehen möglicherweise im Einzelfall besondere Aufstellrestriktionen. Diese resultieren aus landes- und bundesrechtlichen Vorgaben, etwa aus Lärmschutzanforderungen, dem Denkmal- und Ensembleschutz sowie baurechtlichen Abstandsflächen. Insbesondere in historischen Quartieren können diese Einschränkungen dazu führen, dass Außenaufstellungen von Luft-Wärmepumpen nur eingeschränkt oder gar nicht zulässig sind. Es bedarf bei der Aufstellung und Installation einer Wärmepumpe in einer denkmalgeschützten Immobilie eines Antrags bei der zuständigen Denkmalschutzbehörde. In Fällen der Ablehnung einer konventionellen Aufstellung müssen für Vorhaben dezentraler Wärmezeugung alternative Lösungen wie Innenaufstellungen, kompaktere Anlagen, besonders leise Gerätevarianten oder andere Wärmequellen innerhalb des Gebäudes geprüft werden. Eine weitere Möglichkeit stellen in solchen Fällen zentrale Wärmeversorgungsmöglichkeiten, wie z.B. Wärmenetze, dar.

Um eine Abschätzung des technischen Potenzials durch Luft-Wärmepumpen im Stadtgebiet von Weimar vorzunehmen, wurde eine Potenzialberechnung mit einschränkenden Annahmen durchgeführt. So wurde jedes erfasste Flurstück, das ein beheiztes Gebäude aufweist, im Stadtgebiet bewertet. Es musste gewährleistet sein, dass ein Aufstellort auf den Flurstücken vorhanden ist, der mindestens 2 Meter Abstand zu Straßen und Gewässern und mindestens 1,5 Meter Abstand zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen aufweist. Dadurch sollte bei Geräten aktueller Bauart sichergestellt werden, dass sowohl geltende Lärmschutzbeschränkungen eingehalten werden können als auch angrenzende Grundstücke bspw. nicht durch zufrierende Wege beeinträchtigt werden. Außerdem war für jedes Flurstück potenziell eine Wärmepumpe vorgesehen, bei der von einer durchschnittlichen Leistung von 11 kW und 1440 Volllaststunden pro Jahr ausgegangen wurde, um einen überschlägigen Wert der erzeugten Energie zu ermitteln.

Anhand dieser Rahmenbedingungen ergibt sich für Weimar ein technisches Potenzial aus dezentralen Luftwärmepumpen von mindestens 155 GWh, was in etwa 30 % des aktuellen Wärmeverbrauchs der Stadt Weimar entspricht. Eine Aufstellung ist nach den Randbedingungen auf circa 9.800 der rund 10.000 der Flurstücke mit beheizten Gebäuden in Weimar möglich. Um die Zahl einzuordnen ist es wichtig, dass das realisierbare Potenzial davon abweichen und in diesem Fall nicht zwangsläufig niedriger ausfallen wird. Es können zwar weitere technische Einschränkungen am Gebäude oder wirtschaftliche Faktoren vorhanden sein, die das Potenzial negativ beeinflussen. Jedoch wurde in der vorgenommenen Berechnung eine durchschnittliche Leistung von 11 kW für eine Wärmepumpe angenommen, was der Leistung für die Beheizung eines größeren Einfamilienhauses entspricht. In vielen Fällen lassen sich auch Wärmepumpen für Mehrfamilienhäuser oder weitere größere Abnehmer mit einer Leistung von bis zu 100 kW wirtschaftlich und technologisch sinnvoll betreiben. Bezieht man diese leistungsfähigeren Wärmepumpen in die Betrachtung mit ein, dann erhöht sich das technische Potenzial von Luftwärmepumpen noch einmal deutlich.

Neben dem Einsatz dezentraler Luftwärmepumpen bieten Wärmepumpen auch im größeren Maßstab vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Für große Erzeugungsanlagen, etwa in Wärmenetzen oder bei industriellen beziehungsweise gewerblichen Großabnehmern, können zentrale Wärmepumpensysteme einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Insbesondere in Gebieten, in denen geeignete Wärmequellen wie Abwärme, Grundwasser oder oberflächennahe Geothermie zur Verfügung stehen, lassen sich Großwärmepumpen effizient in die Wärmeinfrastruktur integrieren. Sie können entweder als Hauptwärmeerzeuger oder als ergänzende Komponente innerhalb hybrider Systemkonzepte eingesetzt werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird dieser Einsatz auch vor dem Hintergrund der langfristigen energetischen Transformationspfade geprüft und bewertet.

6.6 Potenzial Biomasse und Biogas

Unter Biomasse fallen alle Arten von Pflanzen, die auch speziell zur Energiegewinnung angebaut werden können, sowie pflanzliche und tierische Nebenprodukte und Reststoffe. Daraus lassen sich feste, flüssige und gasförmige Energieträger gewinnen.

Feste Biomasse hat einen geringen volumetrischen Heizwert im Vergleich zu fossilen Brennstoffen. Es ist daher ein höherer Raumbedarf bei Transport und Lagerung zu berücksichtigen. Biomasse und nicht lokale Ressourcen sollten effizient und ressourcenschonend sowie nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit nur dort einzuplanen und einzusetzen sein, wo vertretbare Alternativen fehlen. Die energetische Nutzung von Biomasse ist auf Abfall- und Reststoffe zu beschränken.

Die Biomasse von Straßenbegleitgrünflächen und landwirtschaftliche Biomasse kann unter anderem mittels Pyrolyse verwertet werden. Die Pyrolyse ist ein thermochemisches Verfahren, bei dem trockenes Pflanzenmaterial unter Sauerstoffabschluss stark erhitzt und somit zersetzt wird. Die dabei entstehende Pflanzenkohle kann anschließend vermarktet und zum Beispiel für die Bodenverbesserung in der Landwirtschaft oder im Garten- und Landschaftsbau verwendet werden. Während des Pyrolyse-Prozesses entsteht Abwärme, die durch ein Wärmenetz für die Beheizung von anliegenden Gebäuden genutzt werden kann.

Betrachtet man die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Prozess der Pyrolyse, sind die Kosten abhängig von den Rohstoffkosten sowie den Transport- und Lagerkosten der Biomasse. Einnahmen

entstehen sowohl durch die Vermarktung der Wärme als auch der erzeugten Kohle selbst. Eine Absicherung der Vermarktung beider Produkte bereits im Vorfeld ist wichtig für einen wirtschaftlich sinnvoll Betrieb, da es sich um einen neuen und noch dynamischen Markt handelt.

Der Energieträger Biogas wird heutzutage bereits vielerorts in Biogasanlagen hergestellt und ist gut erprobt. Hier wird durch anaeroben mikrobiellen Abbau von Biomasse, wie z.B. Stroh, Gras, Grünschnitt und Gülle, ein Roh-Biogas erzeugt. Dieses Roh-Biogas kann entweder direkt einem Verbrennungsprozess zugeführt oder im Rahmen von aufwändigen Prozessen zu Biomethan aufgewertet werden. Biomethan birgt den Vorteil, dass es auch über das bestehende Erdgasnetz verteilt werden kann, weil es ähnliche Eigenschaften wie fossiles Erdgas besitzt. Die Aufbereitung ist in der Regel aber kostenintensiv und dadurch wirtschaftlich nur darstellbar, wenn große Mengen von Biogas verarbeitet werden. Insbesondere für landwirtschaftliche Biogasanlagen ist in der Regel die direkte Verwertung vor Ort sinnvoller. Den Standard stellt derzeit eine Verbrennung in Blockheizkraftwerken dar, die über Kraft-Wärme-Kopplung neben Wärme auch Strom erzeugen.

In Weimar wird bspw. der Klärschlamm der Kläranlage Tiefurt weiterverwertet, indem das daraus gewonnene, energieintensive Faulgas in drei bereits bestehenden BHKW vor Ort als Energieträger verwendet wird, um Elektro- und Wärmeenergie zu erzeugen. Dadurch werden 85 % des Eigenstrombedarfs der Kläranlage gedeckt.

Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass Biomasse und Biogas bzw. Biomethan für die Wärmeversorgung Weimars zwar relevante, aber unterschiedlich ausgeprägte Potenziale besitzen. Die Menge an lokal verfügbarem Bioabfall ist bspw. zu gering, um eine eigene wirtschaftliche Biogasanlage zu betreiben. In einem 2019 von der Stadtverwaltung beauftragten Gutachten zur Bioabfallverwertung werden die jährlich anfallenden Bioabfallmengen auf rund 4.300 Tonnen beziffert und liegen damit weit unterhalb der für eine wirtschaftliche Vergärung notwendigen Schwellen, die erst ab mindestens 10.000 bis 15.000 Tonnen pro Jahr sinnvoll erreicht werden können. [19] [20] Auch ein interkommunaler Ansatz scheiterte bislang vor allem an fehlenden geeigneten Standorten für eine gemeinsame Anlage, was die Realisierung eigener Biogasproduktion auf absehbare Zeit verhindert. Nur in einer kommunalen Verbundstruktur könnte das notwendige Mindestvolumen erreicht werden, doch auch diese Option hängt von der künftigen Entwicklung der gesetzlichen Vorgaben zur Biotonnenpflicht und der Kooperationsbereitschaft benachbarter Kommunen ab.

Während die lokale Biogaserzeugung damit kurzfristig voraussichtlich keine tragende Rolle für die Wärmeversorgung spielen kann, könnte die Nutzung von regional produziertem Biomethan durchaus von Bedeutung sein. Im Weimarer Umland, z.B. in Nohra, befinden sich mehrere moderne Biogasanlagen. Als Substrate dienen überwiegend Gülle und Mist aus der unmittelbaren Region, was zu besonders niedrigen Treibhausgaswerten führt. Ähnliche Potenziale bestehen in weiteren Anlagen der Umgebung. Für Weimar eröffnet dies potenziell die Möglichkeit, Biomethan unabhängig von lokal erzeugten Abfallmengen als erneuerbare Gasquelle einzusetzen. Eine konkrete Bewertung hiervon muss zukünftig im Detail erfolgen.

Die Nutzung klassischer Biomasse in Form von Grüngut, holzartigem Material oder landwirtschaftlichen Resten spielt in Weimar eine untergeordnete Rolle. Obwohl am Standort Umpferstedt regelmäßig Grüngut zu Hackschnitzeln aufbereitet und thermisch verwertet wird (u.a. in Gebäuden der Stadtverwaltung), reichen diese Mengen energetisch und wirtschaftlich nicht aus, um einen signifikanten Beitrag zur gesamtstädtischen Wärmeversorgung zu leisten.

Für die kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus ein klares Bild: Die direkte energetische Nutzung lokaler Biomasse und des Weimarer Bioabfalls wird auch langfristig nur einen geringen Beitrag leisten können. Gleichzeitig kann regional erzeugtes Biomethan ein Baustein für die Transformation des Wärmesektors werden und die Elektrifizierung der Wärmeversorgung punktuell ergänzen. Die strategische Bedeutung liegt somit weniger in der Menge lokaler Biomasse, sondern in der intelligenten Einbindung regionaler erneuerbarer Gaspotenziale in die städtische Wärmeplanung.

Weitere Hinweise zu bestehenden Anlagen in Weimar finden sich in Kapitel 5.5.

6.7 Potenzial Oberflächennahe Geothermie - Sole-Wärmepumpen

Neben Luft-Wärmepumpen bergen Sole-Wärmepumpen ein weiteres großes Potenzial für die dezentrale, aber auch die zentrale Wärmeversorgung. Oberflächennahe Erdwärmesondensysteme in Tiefen von meist bis 100 m stellen die übliche Art der geothermischen Nutzung dar. In einem geschlossenen Rohrsystem zirkuliert ein Wärmeträgermedium, das dem Erdreich Wärme entzieht, wenn die Temperatur des Erdreichs die des Wärmeträgermediums übersteigt. Die Wärmeenergie wird zusätzlich mithilfe einer Wärmepumpe auf die notwendige Heiztemperatur angehoben.

Ähnlich zu den Luft-Wärmepumpen gibt es auch hier Restriktionen, die für eine überschlägige Potenzialberechnung berücksichtigt werden müssen. Neben den Abstandsregelungen, die auch für Sole-Wärmepumpen gelten (2 Meter zu Straßen und Gewässern, hier: 5 Meter Abstand möglicher Sonden zur Grundstücksgrenze), sind in diesem Fall Schutzgebiete, die eine Installation der Sonden nicht zulassen, und die Größe eines Grundstücks, auf dem die Sonden installiert werden sollen, maßgeblich. Hier beeinflusst die Grundstücksgröße die Anzahl an Sonden und somit maßgeblich die Leistungsfähigkeit der Wärmeversorgung. Die Sonden müssen in einen angemessenen Abstand voneinander installiert werden, um sich durch entstehende Kältefahnen nicht gegenseitig zu beeinträchtigen. In der durchgeführten Potenzialberechnung ist es möglich, eine Sonde auf 20 m² Grundstücksfläche zu installieren. Mit einer Entzugsleistung von 40 W/m, bei 100 m angenommener Sondentiefe, sind also 4 kW pro Sonde zu erreichen. Darüber hinaus kann für Sole-Wärmepumpen ein Ansatz von 1.800 Volllaststunden getroffen werden. Sole-Wärmepumpen können aufgrund der dauerhaft verfügbaren Umweltwärme aus dem Erdreich häufiger unter Volllast betrieben werden und laufen demnach effizienter als Luftwärmepumpen.

Ausgeschlossen ist der Einsatz von Erdwärmesonden insbesondere in Trinkwasserschutzgebieten. In den weiteren Gebieten mit Einschränkungsgründen ist ein Einsatz nicht ausgeschlossen, muss aber im Einzelfall geprüft werden. Für die kommunale Wärmeplanung werden die Bereiche mit Einschränkungsgründen entsprechend nicht aus der Betrachtung ausgeschlossen. Es ist jeweils im Einzelfall zu prüfen, ob alle Voraussetzungen gegeben sind, um eine individuelle Sole-Wasser-Wärmepumpe zu installieren.

Aus den genannten Restriktionen ergibt sich im Stadtgebiet von Weimar insgesamt ein technisches Potenzial von 2.268 GWh/a aus dezentralen Sole-Wärmepumpen. Auch an dieser Stelle ist dieses hohe Potenzial einzuordnen: Die Berechnung schließt nicht mit ein, inwieweit eine Maximalanzahl an Sonden für ein Grundstück sinnvoll sein könnte, sondern weist das (abzüglich der genannten Einschränkungen) insgesamt vorhandene Potenzial für dezentrale Sole-Wärmepumpen aus.

Neben der dezentralen Versorgung durch Sole-Wärmepumpen ist auch die Speisung eines Wärmenetzes durch größere Sondenfelder möglich. Dafür wurden im gesamten Stadtgebiet geeignete Flächen

identifiziert. Besonders geeignet sind Grünflächen/Ackerflächen, die in den Flächennutzungsdaten als solche ausgewiesen sind. Zudem sollten die identifizierten Gebiete innerhalb eines 500-Meter-Radius zu einem bestehenden oder neuen, möglichen Wärmenetz liegen, um Leitungsverluste zu minimieren. Diese steigen mit zunehmenden Leitungsmeter, über den die Wärme transportiert werden muss, entsprechend an. Am Ende wurden die entsprechenden Flurstücke sowie das zugrunde liegende Potenzial ausgewiesen. Die Berechnung der Leistung und der Wärmemenge der einzelnen Freiflächen wurde analog zu der Berechnung von dezentralen Sole-Wärmepumpen vorgenommen.

Für eine Energieerzeugung eignen sich in der Nähe der Bestandsnetze grundsätzlich die in Abbildung 26 gezeigten Flächen. Mögliche Restriktionen durch Naturschutzgebiete wurden in der Ausweisung der Gebiete mitbetrachtet. Ausgehend von den Flächen ergibt sich in Summe ein Potenzial für oberflächennahe Geothermie in der zentralen Wärmeversorgung von 4.522 GWh pro Jahr.

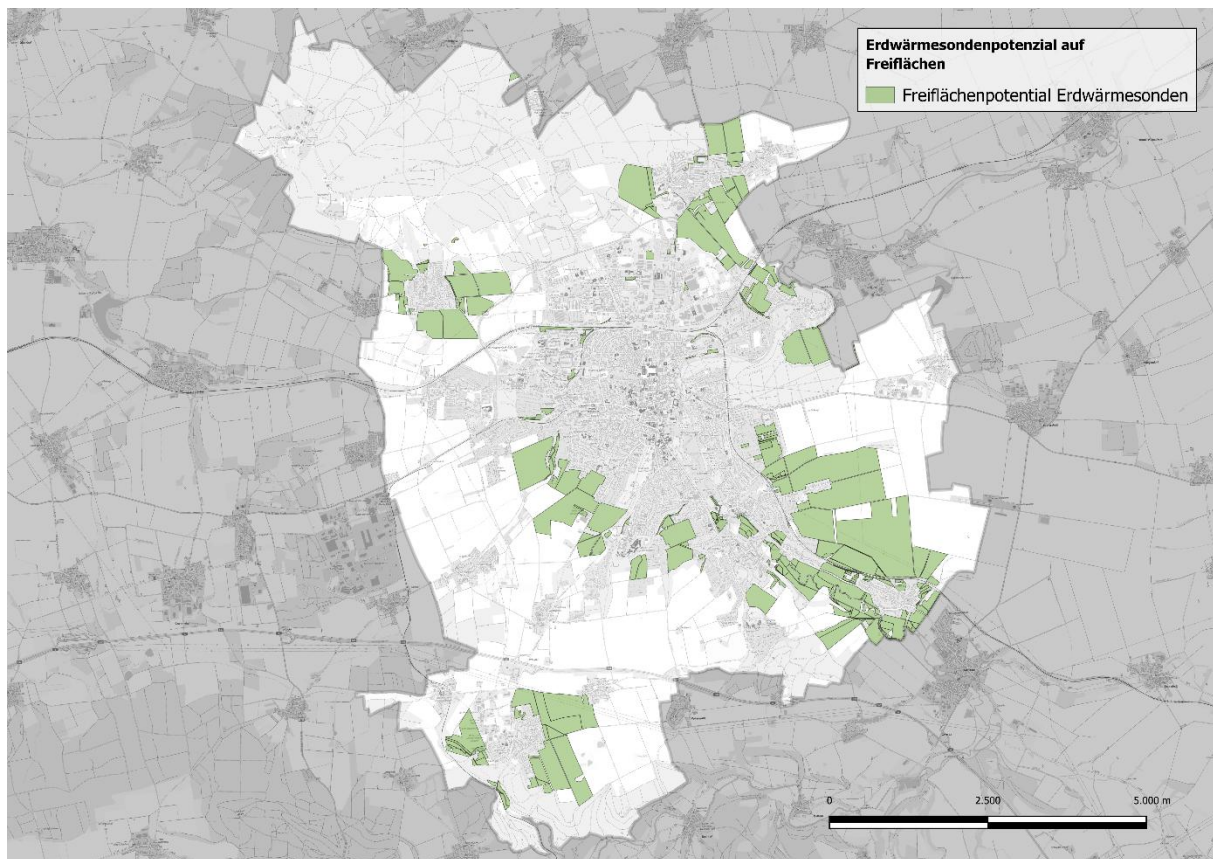


Abbildung 26: Freiflächen mit Eignung für Erdwärmesonden (Sole-Wasserwärmepumpen)

6.8 Potenzial Tiefengeothermie

Neben der oberflächennahen Geothermie kann Wärmeenergie auch aus tieferen Schichten des Erdreichs gewonnen werden. Es existieren zwei verschiedene Arten der Tiefengeothermie, die jeweils eine grundlastfähige Wärmeenergieerzeugungstechnik darstellen, da sie wenig zeitabhängigen Schwankungen unterliegen: die hydrothermale und die petrothermale Tiefengeothermie.

Die hydrothermale Tiefengeothermie erfordert Gesteinsschichten mit speziellen Eigenschaften. Die Voraussetzungen für ein hydrothermales Potenzial sind das Vorhandensein einer wasserführenden Gesteinsschicht mit hoher Durchlässigkeit und das Aufkommen von Thermalwasser mit entsprechender Temperatur. Nur dann kann eine Mindestförderrate mit technisch nutzbarer Temperatur erreicht

werden. In Deutschland sind drei wesentliche Gebiete mit hydrothermischem Potenzial bekannt: Dazu gehören das Molassebecken in Bayern, der Oberrheingraben und das Norddeutsche Becken. Abbildung 27 zeigt die Gebiete in Deutschland, in denen Potenzial für Tiefengeothermie besteht.



Abbildung 27: besonders geeignete Geothermiegebiete in Deutschland [21]

Die Bedingungen sind regional sehr unterschiedlich und sollten durch geologische Gutachten und Erkundungsbohrungen verifiziert werden. Es muss eine ausreichende Abnahme gesichert sein, beispielsweise durch ein vorhandenes Wärmenetz oder industrielle Abnehmer, damit sich die hohen Investitionen in Erkundung und Tiefbohrungen langfristig lohnen. Hinzu kommen rechtliche Anforderungen, wie die Einhaltung von Umweltauflagen und das Einholen entsprechender Genehmigungen, insbesondere in Form eines Aufsuchungsrechts.

Neben der hydrothermalen Nutzung existiert zudem das petrothermale Potenzial, das unabhängig von natürlich vorkommenden, wasserführenden Gesteinsschichten erschlossen werden kann. Petrothermale Systeme (häufig als „Enhanced Geothermal Systems“ (EGS) bezeichnet) nutzen tief liegende, heiße, jedoch trockene Gesteinsformationen, in denen kein oder nur sehr wenig Thermalwasser vorhanden ist. Um diese Wärme nutzbar zu machen, wird Wasser über Bohrungen in das heiße, meist geklüftete Gestein gepresst, wo es sich erwärmt und anschließend über eine zweite Bohrung wieder

gefördert wird. Die Voraussetzungen für ein solches System sind einerseits ausreichend hohe Temperaturen in großer Tiefe sowie geeignete geologische Strukturen, die sich durch künstliche Stimulation (z. B. hydraulische Rissbildung) erweitern lassen. Andererseits erfordern petrothermale Projekte umfangreiche Voruntersuchungen, hohe Investitionskosten und ein detailliertes Risikomanagement, da Eingriffe in tiefe geologische Schichten grundsätzlich komplexer sind als bei hydrothermalen Vorhaben. Wie bei allen Formen der Tiefengeothermie ist zudem eine gesicherte Wärmenachfrage essenziell, damit sich die hohen Erschließungskosten wirtschaftlich tragen lassen.

In Weimar hat es bereits Voruntersuchungen für Tiefengeothermie-Potenziale gegeben. Das Stadtgebiet von Weimar liegt in keinem der wesentlichen genannten hydrothermalen Geothermiegebiete. Das bedeutet, dass die Erschließung von hydrothormaler Tiefengeothermie perspektivisch von wenig Relevanz ist. Ein quantifizierbarer Potenzialwert lässt sich somit nicht benennen.

Der Aufwand mögliche, auch petrothermale, Potenziale zu bewerten wird momentan als nicht wirtschaftlich erachtet. Eine Neubewertung kann, in Abhängigkeit sich veränderter technologischer und rechtlicher Bedingungen, zukünftig im Rahmen der stetigen Bewertung von Potenzialen aus erneuerbaren Energien erfolgen. Unter den aktuellen Bedingungen existiert hingegen ein großes wirtschaftliches Risiko, was die Fündigkeit einer möglichen Erschließung betrifft. Ein zu leistender Investitionsvorschuss würde nur über hinreichende Förderkredite der KfW (Förderkredit Geothermie (572)) abgedeckt werden können.

6.9 Potenzial Solarthermie

Um Sonnenenergie dezentral zur Wärmeerzeugung nutzbar zu machen, besteht die Möglichkeit der Nutzung von Dachflächen durch Solarthermieanlagen. Anders als bei der Photovoltaiktechnologie (siehe Kapitel 6.14) wird die solare Strahlungsenergie nicht erst in Strom umgewandelt, sondern direkt zu Heizzwecken genutzt. Eine Heizungsanlage, welche ausschließlich durch Solarthermie betrieben wird, existiert nach heutigem Stand der Technik nicht. Sie kommt zumeist in hybriden Heizsystemen und zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser zum Einsatz. Eine typische Anlage zur Warmwasseraufbereitung liefert bei effizienter Nutzung in etwa 3.500 kWh/a an Wärmeenergie. Legt man als Potenzial diese Menge als Basis und betrachtet jedes der circa 9.200 Wohngebäude, liegt das überschlägig berechnete Potenzial durch Solarthermie auf Dachflächen in der Stadt Weimar bei 32 GWh/a. Zur Einordnung ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Kollektorflächen auf größeren Mehrfamilienhäusern größer sein können und der Ertrag dadurch auf einzelnen Gebäuden höher sein kann als die angenommene Menge. Jedoch ist in der Praxis nicht mit einer Umsetzung auf jedem Gebäude zu rechnen.

Neben der Nutzung von Dachflächen besteht auch die Möglichkeit, das Solarpotenzial auf Freiflächen zur Deckung des Wärmebedarfs einzusetzen. Bei der Nutzung von Freiflächen, die etwas abseits von Wohnbebauung liegen, bietet sich häufig auch der Einsatz von Photovoltaikanlagen an, da der erzeugte Strom nahezu verlustfrei transportiert werden kann. Wärmeleitungen hingegen weisen über längere Strecken hohe Verluste auf. Somit sind Heizzentralen sehr standortabhängig.

Auch die Verwendung von Solarthermieanlagen auf Freiflächen zur Speisung von Wärmenetzen ist möglich. Diese findet zumeist in Verbindung mit entsprechenden Wärmespeichern oder in direkter Nähe zu Wärmenetzen statt und ist stärker standortabhängig als die Nutzung von Photovoltaikanlagen. Für Solarthermieanlagen werden Freiflächen in unmittelbarer Nähe von Heizzentralen bevorzugt, um die Leitungskosten und Wärmeverluste möglichst gering zu halten. Die Technologie kann als Erzeugungsanlage für Wärmenetze ihre Anwendung finden.

Die potenziellen Freiflächen für Solarthermie zeigt Abbildung 28.

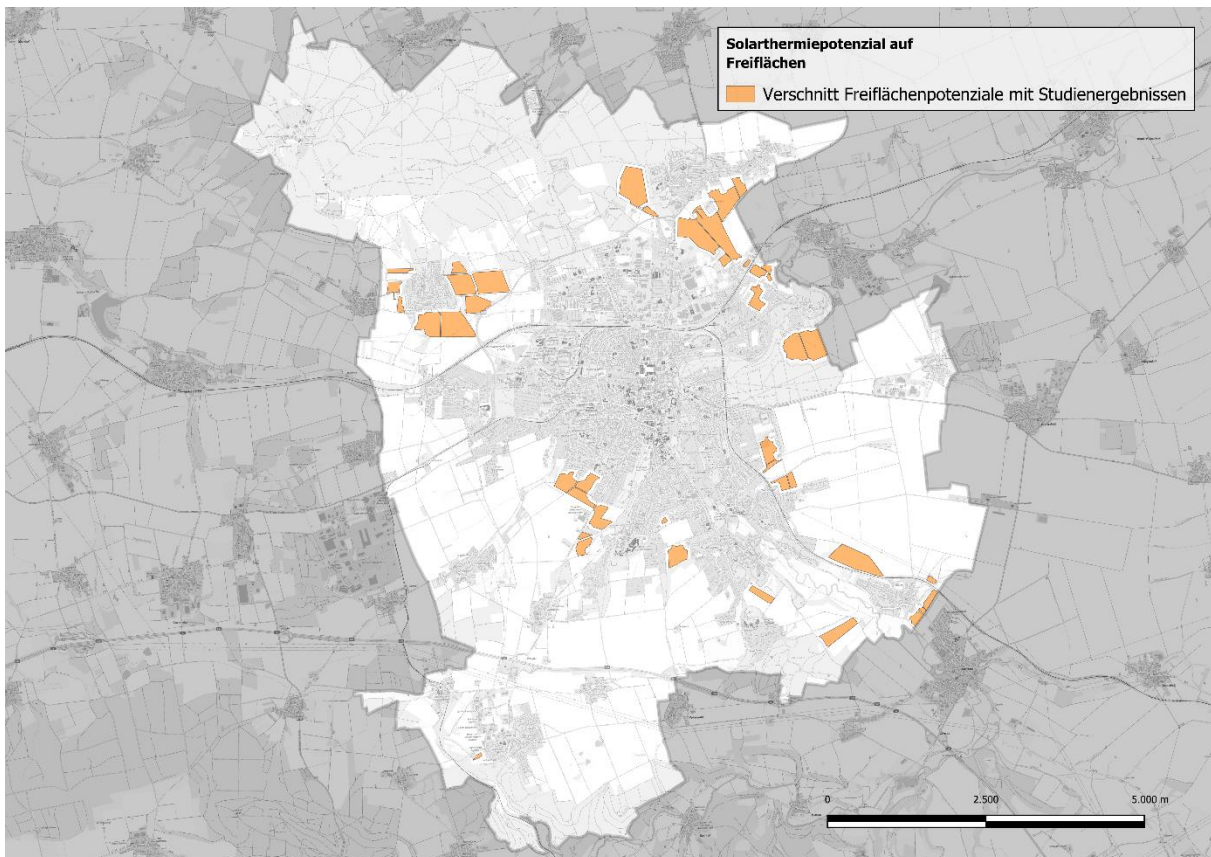


Abbildung 28: Geeignete Freiflächen für Solarthermie

Für die Ermittlung der Freiflächen wurde auf bereits vorliegende Standortuntersuchungen zurückgegriffen. Ferner wurden sämtliche naturschutzrelevanten Bereiche darunter Wasser-, Natur-, FFH- und Landschaftsschutzgebiete ebenso ausgeschlossen wie Wasserflächen, Flächen mit bestehenden baulichen Anlagen sowie Straßen- und Wegflächen. Eingeschlossen wurden dagegen unter anderem landwirtschaftlich genutzte Flächen; die Ausgabe erfolgte dabei stets als größtmöglich zusammenhängende Gebietsflächen. Diese bestehen zumeist aus mehreren Flurstücken. Um die Eignung räumlich besser zu erfassen, wurde ein Puffer von 50 Meter zu Wohnbebauung, Waldflächen und Gewässer um alle potenziellen Flächen gelegt. Zudem durften diese Flächen für die Nutzung von Solarthermie maximal 500 m von einem bestehenden oder Wärmenetzsignungsgebiet entfernt liegen. Als überschlägiger Wert des möglichen Potenzials liegen $440 \text{ kWh/a}\cdot\text{m}^2$ zu Grunde. Durch die daraus resultierenden Flächen wurde insgesamt ein technisches Potenzial von 2.337 GWh/a für Solarthermie identifiziert.

6.10 Potenzial der Oberflächengewässer

Gewässer und insbesondere Fließgewässer können ein erhebliches Potenzial für die Wärmegewinnung bieten. Mithilfe von Wärmepumpen kann dem Gewässer als Wärmequelle Energie entnommen und anschließend in Wärmenetze eingespeist werden.

Ruhende Gewässer weisen oftmals eine größere Temperaturspreizung im Jahresverlauf auf als Fließgewässer: Ein See ist im Sommer wärmer und im Winter kälter als ein Fluss. Dies ist daran erkennbar,

dass Flüsse bei Frost nur selten gefrieren, Seen demgegenüber eher eine Eisfläche bilden. In den Wintermonaten, wenn der Wärmebedarf naturgemäß am größten ist, ist das Wärmepotenzial ruhender Gewässer in der Regel gering, zudem ist das Wärmepotenzial grundsätzlich in tieferen Gewässerschichten größer als in den oberen. Im Hinblick auf die Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärmeherzeugung ist generell zu vermeiden, dass die Wärmenutzung zu erheblichen Veränderungen der Gewässertemperatur führt, die sich negativ auf den Lebensraum von Pflanzen und Tieren auswirken. Eine geringfügige Temperaturabsenkung (weniger als 3 Kelvin (K)) ist nach aktuellem Stand der Wissenschaft als unkritisch anzusehen, da sie unter anderem einer Gewässererwärmung, die durch den Klimawandel verursacht wird, entgegenwirkt. Vor dem o.g. Hintergrund sind zumindest kleinere ruhende Gewässer als Wärmequelle für größere Wärmenetze eher ungeeignet.

Im Stadtgebiet von Weimar wurde kein stehendes Gewässer identifiziert, das eine relevante und nutzbare Größe zur Wärmeherzeugung aufweist.

Flüsse stellen im Gegensatz zu kleineren ruhenden Gewässern eher eine ökologisch verträgliche Wärmequelle dar, sofern deren Durchflussmengen wirtschaftlich darstellbare Energieentnahmen ermöglichen. In Weimar ist die Ilm das größte Fließgewässer.

Die Ilm wurde im Rahmen der Transformationsplanung der Stadtwerke Weimar bereits als mögliche Umweltwärmequelle geprüft, erweist sich jedoch unter den aktuellen hydrologischen Bedingungen als nicht nutzbar. Am maßgeblichen Messpunkt Mellingen liegt der mittlere Abfluss (MQ) bei $4,19 \text{ m}^3/\text{s}$, der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) bei $0,756 \text{ m}^3/\text{s}$. Insbesondere der MNQ, der in der Regel als maßgeblicher Wert für eine Realisierbarkeit der Wärmegewinnung benannt wird, führt in Kombination mit ökologischen Mindestanforderungen und den begrenzten Temperaturspreizungen dazu, dass die gewinnbare Wärmemenge für den o.g. Zweck weder technisch noch wirtschaftlich ausreicht. Eine dauerhaft sichere Wärmeleistung einer Flusswärmepumpe muss sich am MNQ orientieren.

Die Wärmeleistung einer möglichen Wärmepumpe, die sich aus der Berechnung des Wärmedurchflusses der Ilm und einer Temperaturänderung durch die Energieentnahme von 3 K ergibt, liegt bei 9,5 MW. Geht man von 4.000 Betriebsstunden der Wärmepumpe je Heizperiode aus, liegt das Gesamtwärmepotenzial bei 38 GWh. Eine etwaige Nutzung der Ilm zur Wärmegewinnung kann im gesamtstädtischen Kontext daher als ergänzende Wärmequelle betrachtet werden. Perspektivisch können, insbesondere bei veränderten Rahmenbedingungen oder im Zuge innovativer Technologien, weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden, beispielsweise im Rahmen standortbezogener Machbarkeitsstudien, um die Potenziale der Gewässerwärme erneut zu überprüfen und zu konkretisieren. Außerdem sind Nutzungsmöglichkeiten innerhalb kleinerer Wärmenetzlösungen nicht ausgeschlossen und sollten bei Bedarf weiter untersucht werden.

6.11 Potenzial Abwasser

Die Temperatur des Abwassers in den Kanälen beträgt während der Heizperiode i.d.R. zwischen $10 \text{ }^\circ\text{C}$ und $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Mithilfe von Wärmepumpen kann dieses Abwärmepotenzial genutzt und auf ein ausreichendes Heizniveau erhöht werden.

Tabelle 8: Verwendete Daten zur Ermittlung des Potenzials der Abwärme von Abwasser

Daten	Verwendung
Infrastrukturdaten des EKS	Abschätzung der nutzbaren Wärmemengen

Eine Nutzung des Abwassernetzes als mögliche Wärmequelle in Weimar wurde in einer Themenwerkstatt mit dem Kommunalservice Weimar bearbeitet. Hier wurden geplante Projekte für das Abwassernetz ins Auge gefasst und hinsichtlich einer Wärmenutzung eingeschätzt. Bisher wurde eine Nutzung des Braunwassers im Abwassernetz so bewertet, dass sie hohe Hürden mit sich bringt und deshalb eine Nutzung des Potenzials des Abwassers an der Kläranlage prioritär zu betrachten ist. Für einzelne Projekte kann eine direkte Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen zukünftig dennoch sinnvoll sein – hierfür bedarf es jedoch vertiefender Untersuchungen.

Die Potenziale der Kläranlage zur Wärmegewinnung wurden von den Stadtwerken Weimar im Rahmen ihres Transformationsplans untersucht. Daraus entstanden ist die Planung einer Großwärmepumpe auf Basis von Abwasserwärme der Kläranlage Tiefurt, die zu einem zentralen Bestandteil der zukünftigen Fernwärmeversorgung werden soll. Das Projekt ist bereits in Planung, einschließlich des Ausbaus eines saisonalen Speichers sowie der notwendigen Netzinfrastruktur, die eine Zusammenführung der bislang getrennten Wärmenetze (West, Nord, Schöndorf, Industriegebiet Ost) vorsieht. Die Stadtwerke planen, dass ab 2030 ein großer Teil der erneuerbaren Fernwärme über die neue Großwärmepumpe aus Abwasser bereitgestellt werden soll, wodurch dann rund 45 % der Fernwärme CO₂-arm erzeugt werden können. Diese Wärmebereitstellung ist zeitlich und saisonal unabhängig, im Jahresgang kaum schwankend und damit insbesondere eine grundlastfähige Wärmequelle.

6.12 Potenzial Großwärmespeicher

Bei Wärmespeichern handelt es sich um ein sinnvolles Instrument, um das Angebot und die Nachfrage von Wärme zeitlich zu entkoppeln. Dadurch können sie helfen, die Effizienz von Heizsystemen zu steigern und Kosten zu senken.

Es wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitspeichern unterschieden. Kurzzeitspeicher, z.B. thermische Pufferspeicher, ermöglichen den Ausgleich von Schwankungen im Wärmebedarf innerhalb eines Tages. Sie speichern zu Tageszeiten geringer Nachfrage die Energie und können diese zu Zeiten hoher Nachfrage wieder abgeben. Dadurch ist es möglich, Lastspitzen zu überbrücken und das verwendete Heizsystem kleiner zu dimensionieren. So kann zum Beispiel eine Wärmepumpe einer geringeren Leistungsklasse verwendet werden, welche konstanter arbeiten und somit optimal ausgenutzt werden kann.

Langzeitspeicher verfolgen hingegen das Ziel, über längere Zeiträume Wärme zu speichern und damit insbesondere saisonale Schwankungen auszugleichen. In den Sommermonaten, in denen der Bedarf an Wärme gering ausfällt, liegt ein hohes Angebot bspw. an solarthermischer Energie vor. In den kalten Wintermonaten zeigt sich hingegen die gegenteilige Situation. Um die überschüssige Energie der Sommermonate in den Wintermonaten brauchbar zu machen, können saisonale Wärmespeicher zum Einsatz kommen.

Eine Möglichkeit hierzu liefern so genannte Erdbeckenspeicher. Dabei handelt es sich um große, in den Boden eingelassene und mit einer Kunststoffdichtung ausgekleidete Wasserbecken, die mit einer gedämmten Abdeckung versehen werden. Sie speichern im Sommer überschüssige Wärme, etwa aus Solarthermie oder Abwärme, und geben sie im Winter wieder ab. Das Wasser im Becken kann dabei auf bis zu 80-95 °C erwärmt werden, während die Dämmung Wärmeverluste geringhält. Eingelagert und entnommen wird die Wärme über eingebaute Diffusoren oder Rohrsysteme, sodass diese Speicher als robuste, kostengünstige und langfristig verlustarme saisonale Wärmespeicher für Quartiere oder Wärmenetze genutzt werden können.

Eine Alternative hierzu stellen so genannte Aquiferspeicher dar. Diese speichern Wärme über mehrere Monate hinweg in porösen, von Wasser durchzogenen Gesteinsschichten. In kalten Monaten kann das warme Wasser an die Oberfläche gepumpt und zur Deckung des Wärmebedarfs verwendet werden.

Durch die Verwendung von Wärmespeichern können die Investitionskosten einer Wärmeerzeugungsanlage geringer ausfallen. Eine genaue Berechnung muss durch die Vielfalt an Kombinationsmöglichkeiten von Anlagen und Wärmespeichern individuell ausfallen. Um eine konservative Kostenschätzung abzubilden, wurden Wärmespeicher nicht in die Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung einbezogen. Dies sollte jedoch in der tatsächlichen Projektierung von Wärmenetzen und anderen Heizsystemen geschehen, um das Optimierungspotenzial gänzlich ausschöpfen zu können und vorliegende lokale Gegebenheiten in eine Detailbetrachtung überführen zu können.

Der Einsatz von Wärmespeichern ist mit entsprechenden Flächenbedarfen verbunden. Mit dem Vorhaben der Stadtwerke Weimar, einen Langzeitspeicher zu errichten, existiert bereits ein konkretes Projekt, das sich in der Planung befindet. Hierbei handelt es sich um einen Erdbeckenspeicher, der die Wärme der geplanten Klärwerkswärmepumpe über einen längeren Zeitraum speichern und in die Wärmenetzinfrastruktur einleiten kann. Die Umsetzung ist für die erste Ausbaustufe im Gesamtkontext der Wärmenutzung aus der Kläranlage bis zum Jahr 2030 geplant. Konkrete Untersuchungen zur Verwendung von Aquiferspeichern haben in Weimar noch nicht stattgefunden.

6.13 Potenzial Wasserstoff

Wasserstoff ist im Vergleich zu Biomethan bisher nur in geringem Maße verfügbar. Es ist davon auszugehen, dass Wasserstoff auch zukünftig ein knappes und kostenintensives Gut sein wird und daher für die Gebäudebeheizung wenn überhaupt in Kraft- und Heizwerken mit eng begrenzter Betriebsstundenzahl zur Deckung der winterlichen (Strom- und) Wärmelastspitzen zum Einsatz kommen wird, nicht hingegen flächendeckend in der dezentralen Wärmeversorgung von Gebäuden.

Für die Verteilung des Wasserstoffs in den einzelnen Regionen Deutschlands soll ein Wasserstoffkernnetz errichtet werden, wie in Abbildung 29 zu sehen.



Abbildung 29: Geplantes Wasserstoff-Kernnetz, nach der Genehmigung eines Wasserstoff-Kernetzes der Bundesnetzagentur [22]

Der Verlauf des Netzes wurde angelehnt an die zukünftigen Bedarfe, die insbesondere in der Industrie gesehen werden. Industrielle Abnehmer, die als Großverbraucher auftreten, können in Weimar möglicherweise einen Abzweig des nahe gelegenen Wasserstoffkernetzes erhalten. Allerdings steht sogar bei großen Abnehmern eine Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffversorgung in Frage. Für einen Abzweig vom Kernnetz benötigt es Infrastrukturmaßnahmen, die eine entsprechende Finanzierung benötigen. Der Ausbau einer Wasserstoffinfrastruktur für den Privatanwender ist aus diesem Grund ebenfalls als nicht realistisch einzuschätzen.

Es sind keine Projekte zum Bau von Elektrolyseuren für die Wärmeerzeugung in Weimar bekannt. Auch aus diesem Grund werden für die kommunale Wärmeplanung aktuell keine lokalen Wasserstoff-Potenziale gesehen. Nichtsdestotrotz wird Wasserstoff als möglicher Energieträger, wie gesetzlich gefordert, in der Berechnung der Szenarien berücksichtigt.

6.14 Potenzial Photovoltaik

Nachdem das Kapitel zum Potenzial Solarthermie bereits die Nutzung von solarer Energie zur Wärmeerzeugung beschreibt, folgt nun die Beschreibung der Stromerzeugung durch die Nutzung von Photovoltaik. Auch für diese Technologie besteht die Möglichkeit der Nutzung von Dach- sowie von Freiflächen.

Erzeugter Strom aus PV-Anlagen kann (im Kontext der Wärmeerzeugung) sowohl für den Betrieb von Erzeugungsanlagen (Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen) als auch zur Bereitung von Warmwasser verwendet werden. Im Folgenden wird zunächst der potenzielle Stromertrag aus PV-Anlagen auf Gebäudedächern in Weimar betrachtet.

Insgesamt wurde für die Dächer ein jährliches technisches Solarstrompotenzial von rund 400 GWh ermittelt. Die Berechnung des Solarpotenzials aus PV-Dachanlagen nutzt gebäudescharfe Daten eines kommerziellen Anbieters und bewertet jedes Gebäude anhand von Dachausrichtung, Dachform und Lage. Das Ergebnis liefert einen technischen Potenzialwert pro Dachfläche, der für PV-Einschätzungen dient. Verschattungen durch Vegetation oder Dachaufbauten werden dabei nicht berücksichtigt. Auf diese Weise entsteht ein erstes Bild der technisch nutzbaren Dachflächen in Weimar.

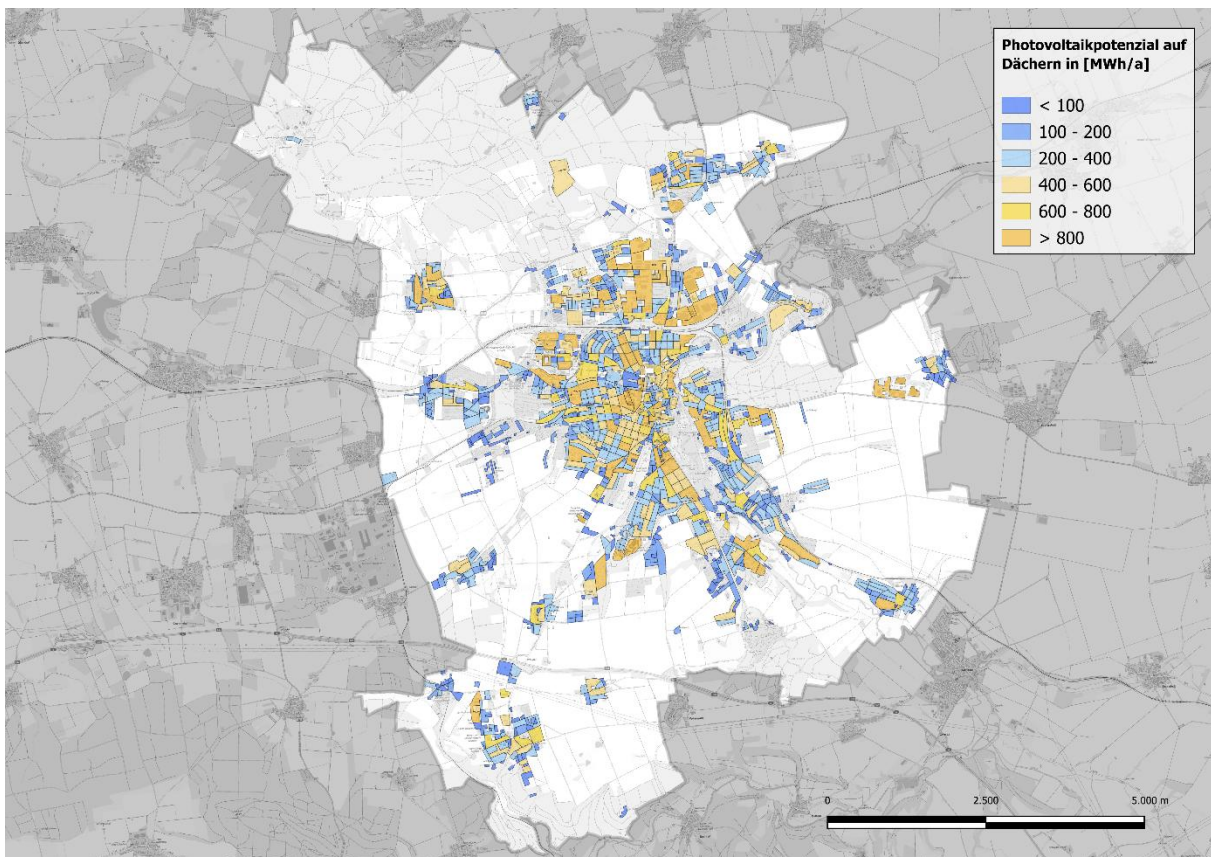


Abbildung 30: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen je Baublock

Aktuell sind laut Marktstammdatenregister (Stand Dezember 2025) insgesamt 3.058 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von rund 50 MWp im Betrieb oder in Planung. Verglichen mit dem theoretischen Dachflächenpotenzial wird deutlich, dass die bisher erschlossene Leistung erst einen kleineren Anteil des technisch möglichen Ausbaus darstellt. Daraus ergibt sich ein erhebliches Entwicklungs- und Ausbaupotenzial, das sowohl privat als auch gewerblich genutzt werden kann. Zur Orientierung für Gebäudeeigentümer und interessierte Bürger bietet der Freistaat Thüringen zudem den webbasierten Thüringer Solarrechner online an. Dieses Instrument ermöglicht eine individuelle Einschätzung der Eignung einzelner Dachflächen, zeigt potenzielle Erträge auf und dient als niedrigschwellige Informationsgrundlage für erste Investitionsüberlegungen.

Der Einsatz von Solarstrom wird in erster Priorität direkt für Stromanwendungen (IT, Haushaltsgeräte u.v.m.) und in zweiter Priorität zur Wärmeversorgung erfolgen. Anhand von projektbezogenen Planungen unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen sind die konkreten Einsatzmöglichkeiten zu ermitteln.

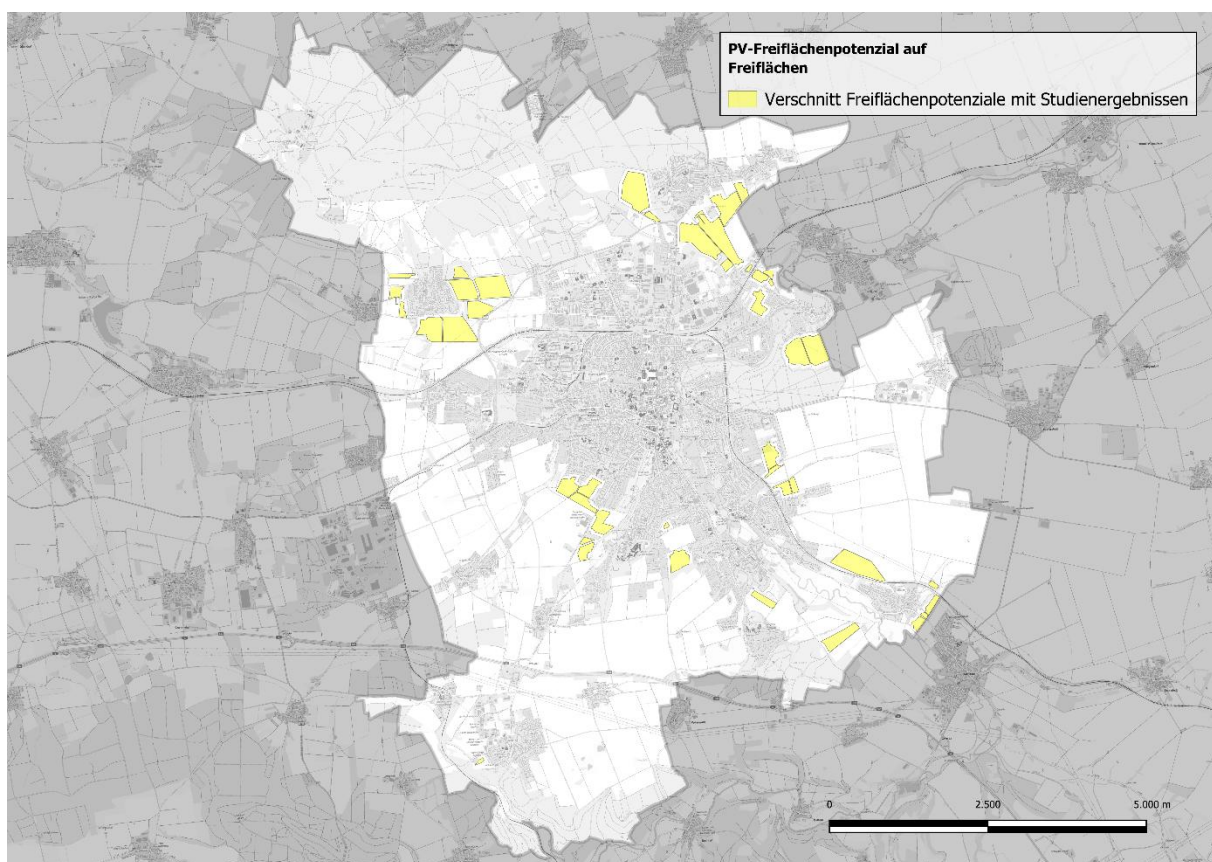


Abbildung 31: Geeignete Freiflächen für Photovoltaik

Analog zum Potenzial für Solarthermie wurde auch für den Bereich der Photovoltaik auf bestehende Standortuntersuchungen zurückgegriffen und die Flächen (wie im Kapitel Potenzial Solarthermie beschrieben) in Abbildung 31 ausgewiesen. Im Vergleich zur bereits beschriebenen Solarthermie, ist der Wirkungsgrad von PV-Modulen geringer, weswegen mit einem überschlägigen Potenzial von 80 kWh/a·m² gerechnet wurde. Das jährliche technische Solarstrompotenzial der identifizierten Flächen liegt bei insgesamt rund 432 GWh/ a. Da sich in vielen Fällen die PV-Potenzialflächen mit den Potenzialflächen für Solarthermie überschneiden, ist das jeweils nutzbare Potenzial davon abhängig, welche Technologie im Einzelfall genutzt wird.

Aus planerischer Sicht bieten diese Flächen unter Beachtung landschaftsökologischer Kriterien sowie bestehender Nutzungen die Möglichkeit eines geordneten und landschaftsverträglichen PV-Ausbaus. Im Zusammenspiel mit der Dachflächenphotovoltaik eröffnet sich somit ein breit gefächertes Spektrum an Ausbauoptionen, das sowohl zur Stromversorgung im Stadtgebiet beiträgt als auch für die strategische Wärmeversorgung durch Sektorkopplung (insbesondere Wärmepumpensysteme) relevant werden kann.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass Weimar über ein technisch nutzbares Solarstrompotenzial verfügt, dessen systematische Erschließung einen Baustein für eine klimaneutrale kommunale Energieversorgung darstellt und eine Säule für die langfristige Ausrichtung der lokalen Wärmeplanung sein kann.

6.15 Potenzial Windkraft

Windkraftanlagen wandeln die Bewegungsenergie der Luft in elektrischen Strom um. Der Strom, welcher durch Windenergie gewonnen wird, kann nachfolgend für den Betrieb von Wärmepumpen und bspw. Elektrodenkesseln bzw. Power-to-Heat-Anlagen verwendet werden und trägt so zur Wärme- und Treibhausgasneutralität bei.

Im Stadtgebiet Weimar sind laut Marktstammdatenregister (MaStR) aktuell keine großen, so genannten raumbedeutsame, Windkraftanlagen in Betrieb oder geplant. Weiterführende Planungen zur Nutzung von Windenergie im Stadtgebiet sind aktuell weniger zu erwarten, da im sachlichen Teilplan Windenergie des Regionalplans Mittelthüringen keine Windvorranggebiete im Stadtgebiet ausgewiesen sind. Grundsätzlich lassen sich jedoch außerhalb der Regionalplanung möglicherweise Windkraftanlagen, als nicht raumwirksame Kleinanlagen (max. drei Anlagen), über eine kommunales B-Plan-Verfahren realisieren.

Tabelle 9: Verwendete Daten zur Ermittlung der Windenergie

Daten	Verwendung
Marktstammdatenregister (MaStR)	Ermittlung der Windkraftanlagen im Stadtgebiet

Kleinwindkraftanlagen mit einer Gesamthöhe von unter 50 Metern spielen eine eher ergänzende Rolle, können aber dennoch wichtige Funktionen übernehmen. Aufgrund ihrer begrenzten Leistung tragen sie selten direkt zur zentralen Wärme-erzeugung bei; ihr Beitrag entsteht vielmehr über die Bereitstellung von erneuerbarem Strom, der lokal für Wärmepumpen, Power-To-Heat-Anwendungen oder Pufferspeicherbetrieb genutzt werden kann. Besonders in ländlich geprägten oder windoffenen Ortsteilen ermöglichen solche Anlagen eine dezentrale Energieversorgung, die das elektrische Netz entlasten und die Resilienz erhöhen kann. Für Kommunen sind sie zudem relevant, weil sie auf kleineren Flächen installiert werden können, geringere Genehmigungshürden haben und bei passenden Standortbedingungen eine konstante Stromproduktion liefern, die den Anteil erneuerbarer Energien im Wärmesektor indirekt steigert. In Summe stellen Kleinwindanlagen daher keinen Hauptpfeiler, aber ein strategisch sinnvolles Element einer diversifizierten und lokal verankerten Wärmeplanungsstrategie dar, wenn sie individuell sinnvoll eingesetzt werden können.

6.16 Potenzial Wasserkraft

Neben der Wärmeerzeugung, die im Kapitel 6.10 beschrieben wird, bieten Gewässer zudem das Potenzial zur Nutzung von Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung. Hier wird nicht die Wärme des Gewässers mithilfe von Wärmepumpen verwendet. Stattdessen wird die potenzielle oder kinetische Energie des Wassers genutzt, um Turbinen in Bewegung zu setzen und mithilfe eines Generators Strom zu erzeugen. Dieser Strom kann, ähnlich wie bei Photovoltaik- oder Windkraftanlagen, für den Betrieb von Wärmepumpen oder zur Bereitung von Warmwasser verwendet werden. Wasserkraftanlagen können dabei entweder an fließenden Gewässern (kinetische Energie) oder Stauseen (potenzielle/kinetische Energie) Anwendung finden.

In Weimar existieren im Bestand drei Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtbruttoleistung von 68 kW, die im Gesamtkontext der Wärmeplanung demnach vernachlässigbar sind. Darüber hinaus bestehen keine Planungen für den Bau von entsprechenden Anlagen, da u.a. aufgrund der geplanten Erhöhung der Durchlässigkeit der Ilm durch den Freistaat Thüringen die Genehmigung eines Neubaus oder der Erweiterung von Stauanlagen gegenwärtig schwierig ist.

6.17 Zusammenfassung der Potenzialanalyse

In den vorangehenden Kapiteln wurden die einzelnen Potenziale in der Stadt Weimar im Detail betrachtet. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die Potenzialerhebungen, wie eingangs im Kapitel beschrieben, stets als technische Potenziale zu verstehen sind. Sie fallen dementsprechend grundsätzlich höher als das tatsächlich realisierbare Potenzial aus, da sie zunächst die möglichen Ressourcen ohne rechtliche oder wirtschaftliche Einschränkungen abbilden. Grundsätzlich lässt sich aus den Analysen der einzelnen Potenziale ableiten, dass sich mit den in der Wärmeplanung berücksichtigten Einschränkungen der Gesamtwärmebedarf der Stadt Weimar durch die technischen Potenzialen decken ließe. Eine Aussage über aufkommende Hindernisse in der Umsetzung, bspw. wirtschaftlicher oder regulatorischer Natur, die bei weiteren Machbarkeitsuntersuchungen möglicherweise auftreten, lässt sich auf dieser Basis jedoch noch nicht treffen.

Zudem konkurrieren einzelne Potenziale untereinander (vor allem bei Flächenpotenzialen), weswegen eine Realisierung des gesamten technischen Potenzials ausgeschlossen ist. Eine Kombination einiger Technologien (bspw. Solarthermie oder Photovoltaik und Geothermie) auf der gleichen Fläche, kann im Einzelfall jedoch sogar sinnvoll sein. Welche Eigentumsverhältnisse und Flächenverfügbarkeiten vorherrschen, konnte im Zuge der Wärmeplanung nicht genauer betrachtet werden.

Die Stadtwerke Weimar haben für die Dekarbonisierung der Fernwärme in vielen Bereichen bereits detaillierte Betrachtungen zu erneuerbaren Wärmepotenzialen vorgenommen, die die in der Wärmeplanung ermittelten, theoretischen Werte durch realitätsnahe Analysen ergänzen und so eine fundiertere Einschätzung der tatsächlichen Umsetzungs- und Wirtschaftlichkeitsspielräume in ihren Transformationsplanungen ermöglichen.

Zusammen mit den Planungen der Stadtwerke bilden die in diesem Kapitel dargestellten Potenziale deshalb eine solide Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios, das die zukünftige Wärmeversorgung in der Stadt Weimar beschreibt.

7 Zielszenario

Das Zielszenario stellt einen entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung dar. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Ziel ist es, eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, die den Anforderungen der Stadt Weimar gerecht wird. Durch die Betrachtung und Bewertung unterschiedlicher Szenarien kann in einem Zielszenario die optimale Lösung identifiziert werden, welche im Folgenden näher beschrieben wird. Aus dem Zielszenario können zudem im nächsten Schritt konkrete Maßnahmen für die Umsetzung abgeleitet werden.

7.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario

Ein wichtiger Teil des Zielszenarios stellt die Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs der Stadt Weimar im Zieljahr 2045 dar. Dazu wurden in der Potenzialanalyse verschiedene Gebäudesanierungsszenarien betrachtet und bei einer jährlichen Sanierungsrate von 1% eine Reduktion des Wärmebedarfs um rund 7,7 % bis zum Zieljahr 2045 ermittelt. Die Abbildung 32 zeigt diese prognostizierte Entwicklung des Gesamt-Wärmebedarfs für die Stadt Weimar.

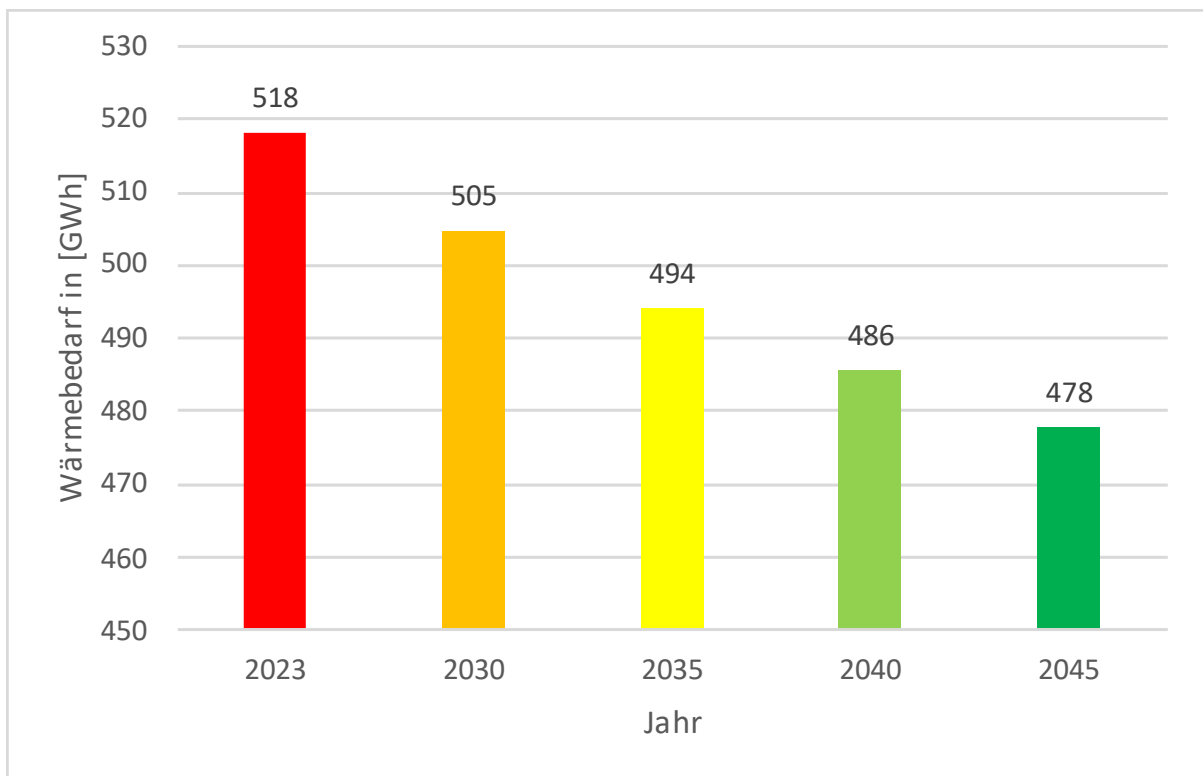


Abbildung 32: Entwicklung des Wärmebedarfs in Weimar bei Sanierungsrate 1 %/a

Bis zum Zieljahr 2045 wird ein Rückgang des Gesamt-Wärmebedarfs von 518 GWh auf jährlich etwa 478 GWh erwartet. Die Reduktion der Wärmenachfrage ist im Wesentlichen auf die Sanierung des Gebäudebestands zurückzuführen. Dazu zählen vor allem Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes. Da sich der Betrachtungszeitraum der Wärmeplanung bis in das Jahr 2045 erstreckt, werden auch langfristige Klimaeffekte berücksichtigt.

Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe im Zieljahr zeigt die folgende Abbildung 33.

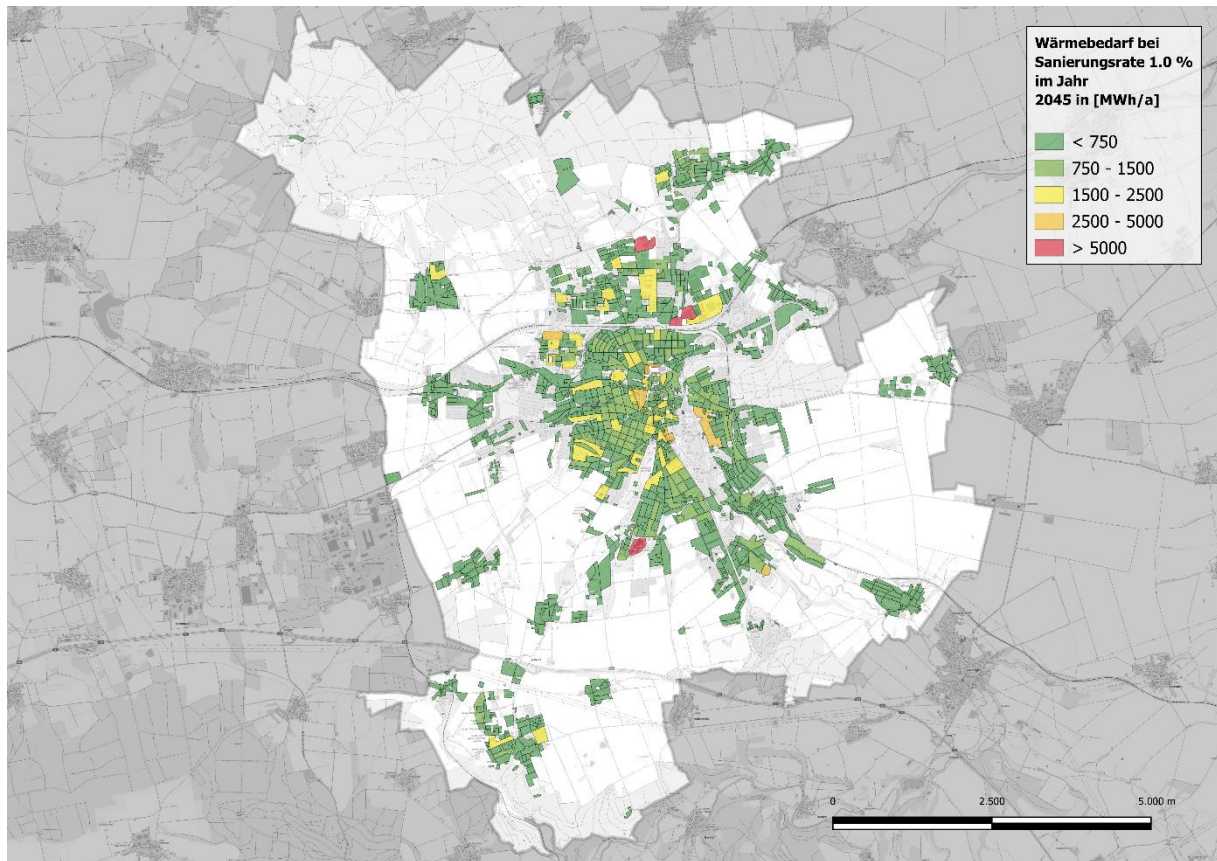


Abbildung 33: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei Sanierungsrate 1 %

Abbildung 34 stellt den prognostizierten Wärmebedarf je Hektar Baublockfläche für das Zieljahr 2045 dar. Die Entwicklung ist ebenfalls geprägt von einer Reduktion des Wärmebedarfs im gesamten Gemeindegebiet. Niedrige Wärme-Kennwerte unter 50 MWh je ha Fläche werden vor allem in Gebieten mit hohen Anteilen an Wohnnutzung erreicht. Baublöcke mit hohen Anteilen an Nichtwohngebäuden erreichen häufig mittlere Wärmebedarfe zwischen 100 und 250 MWh je ha Baublockfläche. Die Baublöcke mit einer hohen Wärmeflächendichte weisen i.d.R. mindestens einen großen Abnehmer von Wärmeenergie auf, der den Bedarf in die Höhe treibt.

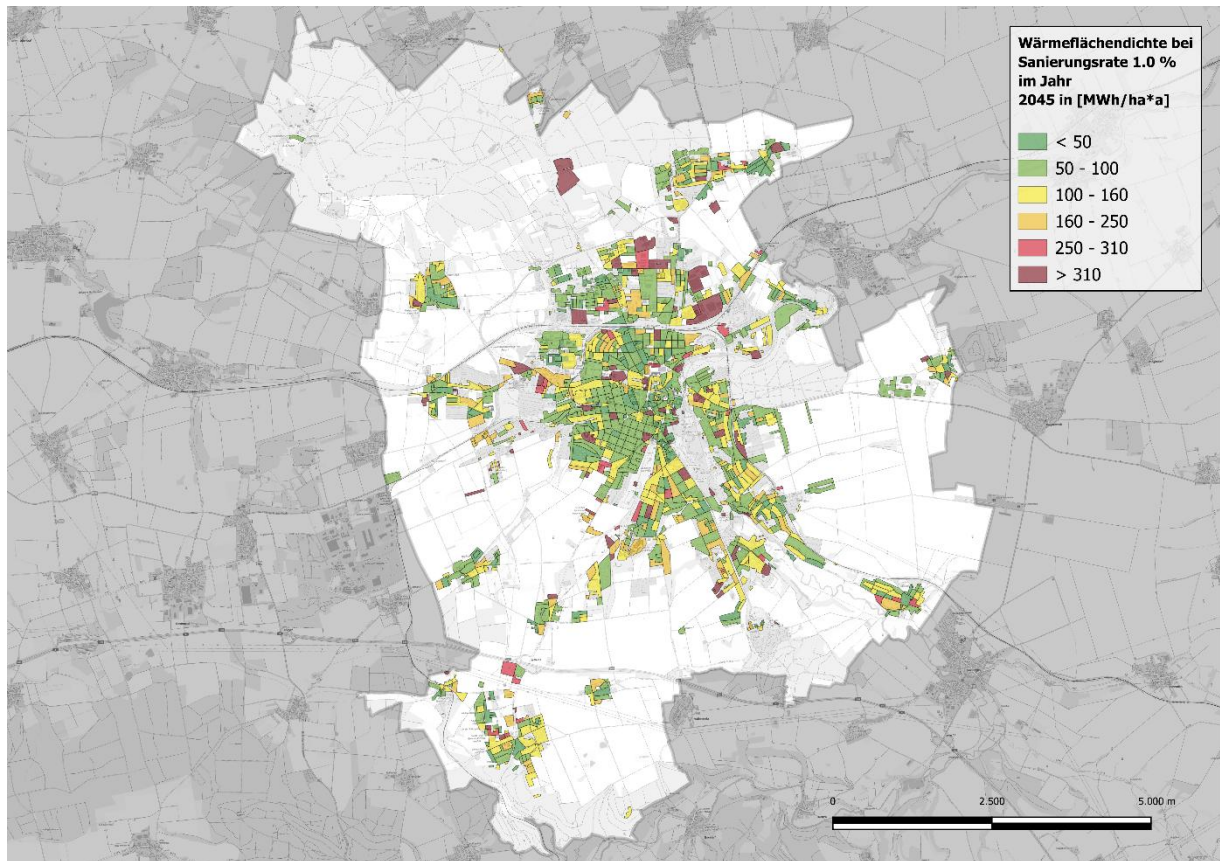


Abbildung 34: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 je ha Fläche im Baublock

7.2 Wärmeliniedichte

Auf Basis der ausgewerteten Verbrauchsdaten aus den Jahren 2023 für Erdgas bzw. 2024 für Fernwärme sowie den Schornstefegerdaten für die Feuerstätten (Stand 2025) weisen die Kernbereiche der Stadt Weimar die höchsten Wärmeliniedichten auf (siehe Abbildung 35). Diese erstrecken sich über große Flächen des Kernstadtgebiets. Bis zum Zieljahr 2045 sinkt die Wärmeabnahme pro Jahr und Meter Straßenlänge durch Gebäudesanierungen. Die zeitliche Entwicklung der Wärmeliniedichte ist für die Bestimmung von möglichen Wärmenetzgebieten entscheidend. Die Verlegung neuer Wärmenetze zur Versorgung bestehender Wohngebäude ist nur dann empfehlenswert, wenn langfristig eine auskömmliche Wärmeabnahme zu erwarten ist. Laut Berechnungen ist diese Voraussetzung auch im Zieljahr 2045 und darüber hinaus in vielen Bereichen gegeben, so dass eine großflächige Planung und Transformation von Wärmenetzen sinnvoll erscheinen.

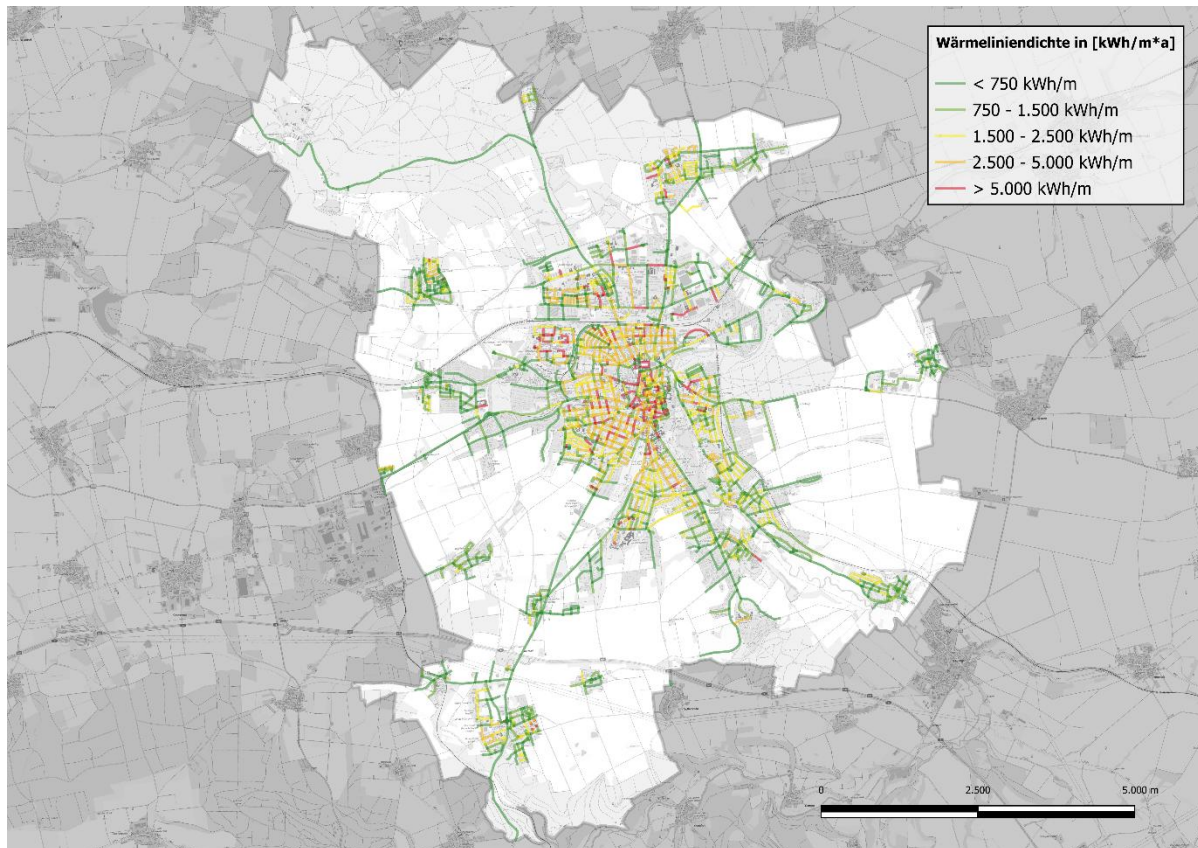


Abbildung 35: Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 bei 1,0 % Sanierungsrate

7.3 Wärmenetzeignung

Um eine Wärmenetzeignung zu bestimmen, wird auf die Graphentheorie zurückgegriffen, bei der es sich um ein Teilgebiet der Mathematik handelt. Dabei wird ein Netzwerk anhand von Knoten, die Objekte oder Orte repräsentieren, und Kanten, die Verbindungen zwischen diesen Knoten darstellen, modelliert. Häufig sind Kanten mit numerischen Werten versehen, um beispielsweise Kosten, Entfernungen oder Flusstärken zu beschreiben. Bei der Nutzung dieses Ansatzes zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen werden zunächst alle relevanten Gebäude dem jeweils nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Jedes Gebäude erhält dadurch einen eindeutigen Referenzpunkt auf der Straße, der im anschließenden Graphen als Gebäudeknoten angelegt wird. Zusätzlich werden sämtliche Kreuzungen und Endpunkte der betreffenden Straßenabschnitte als Straßenknoten in das Netzwerk aufgenommen.

Die Verbindungen zwischen Gebäude- und Straßenknoten sowie zwischen benachbarten Straßenknoten bilden die Kanten des Graphen. Jede dieser Kanten trägt als Gewicht die zuvor berechnete Wärmelinienichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr. Je höher die Wärmelinienichte in einem Straßenabschnitt, desto eher ist der entsprechende Abschnitt geeignet, Wärme kosteneffizient über ein Wärmenetz zu beziehen; Abschnitte mit einer Dichte von weniger als 1.500 kWh/m²·a gelten in der Praxis als unwirtschaftlich und werden direkt aus dem weiteren Wärmenetzalgorithmus ausgeschlossen. [23]

Parallel zur Bewertung der Straßenabschnitte wird die Anschlusswirtschaftlichkeit der einzelnen Gebäude geprüft: Fällt die Anschluss-Wärmelinienichte eines Gebäudes unter 500 kWh/m²·a, so ist sein Anschluss aufgrund zu geringer Auslastung nicht rentabel. Da zudem längere Anschlussleitungen mit

höheren Kosten verbunden sind, werden weiter entfernt gelegene Gebäude gegebenenfalls ebenfalls ausgeschlossen.

Die so bereinigte Graphenstruktur, aus der unwirtschaftliche Kanten und Knoten entfernt wurden, bildet das technisch und ökonomisch optimierte Teilnetz ab.

Damit ein Wärmenetz realisiert werden kann, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Eine wichtige Grundlage ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). In der Umsetzung ist dieses Förderinstrument elementar, um die Wirtschaftlichkeit eines Netzneu- oder -ausbaus zu gewährleisten, da große Anteile (bis zu 40 %) der Investitions- und Betriebskosten förderfähig sind. Diese Förderung wird allerdings nur gewährt, wenn das geplante Netz bzw. die geplante Netzerweiterung mindestens 17 Gebäude oder alternativ 101 Wohneinheiten anschließt. Diese Grenze wurde zur Berechnung festgelegt, um sicherzustellen, dass sich der Bau auch wirtschaftlich lohnt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass sich bei einer Umsetzung eines Netzes nur etwa 70 % der Gebäude in einem Gebiet tatsächlich an das Netz anschließen lassen. Demnach müssen mindestens 25 Gebäude ($17 \text{ Gebäude} / 0,7 = 24,3 \text{ Gebäude}$ bzw. gerundet 25) in einem Gebiet grundsätzlich für eine Versorgung mittels Wärmenetz infrage kommen, damit am Ende voraussichtlich mindestens 17 davon angeschlossen werden können. Entsprechend werden im Zielszenario nur Gebiete berücksichtigt, die diese Anforderungen erfüllen. Beheizte Nichtwohngebäude werden in dieser Betrachtung ebenfalls miteingeschlossen.

Innerhalb dieser Gebiete lässt sich dann auf Basis des Graphenmodells fundiert entscheiden, welche Straßenabschnitte für die Wärmeversorgung genutzt und welche Gebäude realistisch angeschlossen werden können. Eine abschließende Machbarkeitsprüfung muss jedoch stets im Rahmen einer projektbezogenen Detailuntersuchung erfolgen. Die verwendeten Daten für die Durchführung der Wärmenetzeignung finden sich in Tabelle 10 wieder.

Tabelle 10: Verwendete Daten zur Ermittlung der Wärmenetzeignung

Daten	Verwendung
Wärmebedarfe	Siehe Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario
Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)	Enthält Straßenabschnitte als Linien von Kreuzung zu Kreuzung mit Angabe des Straßentyps

7.4 Entwicklung der Wärmeversorgung/Heizsysteme

Die zukünftige Entwicklung der Heizsysteme wurde anhand eines Zielszenarios mit einer Sanierungsrate von 1 %/a prognostiziert.

Folgende Annahmen liegen dem Zielszenario zugrunde:

Tabelle 11: Annahmen für das Zielszenario der Wärmeversorgung [24]

Merkmal	Annahme
Wärmenetzausbau	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Wärmepumpen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Biomasseheizungen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Ausbau Wasserstoffheizungen	Abhängig von Wärmegestehungskosten
Strompreis (2040)	Strom Haushalte 27,9 Ct/kWh Strom GHD 18,7 Ct/kWh Strom Industrie 8 Ct/kWh
Preis Biomasse (2040)	Biomasse Stroh 30,4 Ct/kWh Biomasse Hackschnitzel 33,71 Ct/kWh Biomasse Pellets 40,74 Ct/kWh
Preis Wasserstoff (2040)	120 Ct/kWh
Preis Biogas (2040)	69 Ct/kWh

Die Preisprognosen aus Tabelle 11 basieren auf dem Technikkatalog des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW) und liegen lediglich bis zum Jahr 2040 vor. [25] Als vereinfachte Annahme wurde angenommen, dass sich die Entwicklung der einzelnen Energieträger bis zum Jahr 2045 gleichmäßig fortsetzt und die Preise untereinander im Zeitraum von 2040-2045 keine größeren Diskrepanzen entwickeln werden.

Folgende Heizsystemvarianten sind als dezentrale Wärmelösungen berücksichtigt:

- Biomassekessel
- Wasserstoffkessel
- Stromdirektheizung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe
- Blockheizkraftwerk Biogas
- Großwärmepumpe Luft

In den Wärmenetzen sind folgende Erzeugungsvarianten angesetzt:

- Großwärmepumpe Luft
- Blockheizkraftwerk Wasserstoff
- Biomasse Heizkraftwerk
- Blockheizkraftwerk Biogas

Die Wärmenetze werden in folgenden Varianten berechnet:

- Wärmenetze konventionell – Verteilungsnetze
- Wärmenetze Niedertemperatur
- Wärmenetze kalte Nahwärme

Ein Niedertemperatur-Wärmenetz wird mit einer Betriebstemperatur von unter 70 °C betrieben. Dadurch können auch erneuerbare Wärmequellen mit geringeren Temperaturen in das Wärmenetz eingebunden und somit nutzbar gemacht werden. Zudem lassen sich Verluste durch die geringere Temperatur reduzieren.

Kalte Nahwärmenetze hingegen werden mit Netztemperaturen von 15-25 °C betrieben, wodurch weitere Energiequellen wie Abwärme aus Klimaanlagen direkt genutzt werden können. Auf der Abnehmerseite ist in einem kalten Nahwärmenetz jedoch eine Wärmepumpe oder ein elektrischer Durchlauferhitzer erforderlich, um höhere Temperaturen bereitzustellen.

Die Wärmegegestehungskosten (WGK) der Heizsystemvarianten sind für jedes Einzelgebäude im Stadtgebiet für unterschiedliche Jahre ermittelt. Je niedriger der Wert, desto günstiger lässt sich eine Kilowattstunde mit dem jeweiligen Heizsystem erzeugen und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Technologiewechsel stattfindet. Die Wärmegegestehungskosten sind die Kosten, die entstehen, um Wärme zu erzeugen und zu liefern. In der kommunalen Wärmeplanung werden diese Kosten berechnet, um verschiedene Heiztechnologien miteinander zu vergleichen und die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

Die Berechnung der Wärmegegestehungskosten erfolgt auf Basis der folgenden, vereinfacht dargestellten Formel:

$$\text{Wärmegegestehungskosten} = \frac{\text{Investitionskosten} + \text{Betriebskosten} + \text{Finanzierungskosten}}{\text{erzeugte Wärmemenge}}$$

Die gezeigten Begriffe werden im Folgenden kurz erläutert:

Investitionskosten:

Investitionskosten sind die Kosten für den Bau und die Installation der Heizungsanlage, wie z.B. eine Wärmepumpe.

Betriebskosten:

Die Betriebskosten umfassen die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlage, wie z.B. Brennstoffkosten, Wartung und Reparaturen.

Finanzierungskosten:

Für die Finanzierung der Erzeugungsanlage wird angenommen, dass sie über Kredite finanziert wird. Entsprechend müssen auch die Zinsen und Tilgungen berücksichtigt werden.

Erzeugte Wärmemenge:

Die insgesamt erzeugte Wärmemenge wird verwendet, um die Kosten pro erzeugte Wärmeinheit (z.B. pro Kilowattstunde) zu ermitteln.

Ebenfalls relevant für die Berechnung der Wärmegestehungskosten ist die Nutzungsdauer der Anlage. Die Annahmen für die Lebensdauer einer Anlage fließen in die Betriebskosten und Finanzierungskosten ein.

Neben den Wärmegestehungskosten ist auch das Alter der bestehenden Heizung relevant. Hier ist die Wahrscheinlichkeit eines Technologiewechsels höher, wenn die Heizung ein hohes Alter erreicht hat. Da in der Stadt Weimar aufgrund von Datenschutzrichtlinien keine konkreten Daten zum Alter einzelner Heizungsanlagen erhoben werden konnten, wurde eine Näherung in der Berechnung vorgenommen: in älteren Gebäuden liegen i.d.R. ältere Heizungsanlagen vor. Es wurde also angenommen, dass die Heizungsanlagen der ältesten Gebäude zuerst getauscht werden. Die weiteren Tausche folgen der Verjüngung des Baujahrs entsprechend.

Ein möglicher Ablauf der Umstellung der Heizsysteme in Weimar weg von fossiler und hin zu regenerativer Erzeugung ist bis zum Zieljahr 2045 in Abbildung 36 dargestellt.

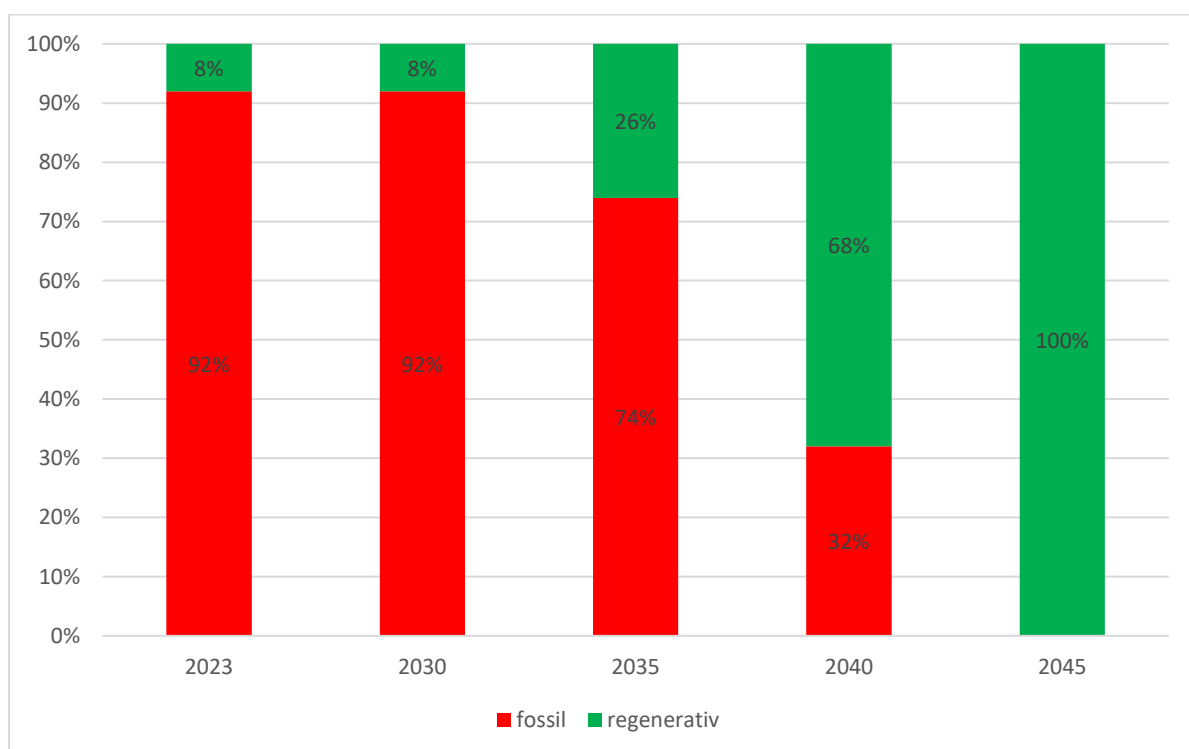


Abbildung 36: Prognostizierte Entwicklung der Wärmeversorgungssysteme bis zum Zieljahr 2045

Bis zum Jahr 2030 müssen auf Basis der Prognosen für die Erreichung der Emissionseinsparziele nicht zwingend Heizungsanlagen gewechselt werden. Dies liegt darin begründet, dass die CO₂-Emissionen in Weimar von bereits rund 470.000 t im Jahr 1990 auf etwa 124.000 t im Jahr 2023 reduziert wurden. Durch die sanierungsbedingte weitere Absenkung des Wärmebedarfes bis zum Jahr 2030 sind die Einsparziele damit erreicht. Dies soll aber nicht bedeuten, dass bis zum Jahr 2030 keine Heizungen getauscht werden sollen und müssen. Insbesondere abgängige fossile Heizungen sollten auch bis 2030 durch regenerative Wärmeversorgungssysteme ersetzt werden. Zudem wird bis zum Jahr 2035 ein Anteil der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung voraussichtlich von rund 26 % prognostiziert. Auf dieses Ziel zahlen auch Heizungsanlagen ein, die bis zum Jahr 2030 getauscht werden. Bis zum Jahr 2040 sind es bereits 68 % der Heizungen, die auf Basis des Berechnungsmodells mit regenerativen Energien betrieben werden. Im Jahr 2045 werden im Zielszenario ausschließlich regenerative Heizungen betrieben, um das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen.

7.5 Entwicklung des Gasnetzes

Die zukünftige Entwicklung der Gasnetzinfrastruktur steht bundesweit wie auch lokal in Weimar vor einem grundlegenden Wandel. Die steigenden Anforderungen an Klimaschutz, Effizienz und Versorgungssicherheit führen dazu, dass die Rolle leitungsgebundener gasförmiger Energieträger neu bewertet wird. Zahlreiche Studien und strategische Vorgaben deuten darauf hin, dass der Gasverbrauch im Gebäudesektor aufgrund durchgeführter Sanierungen, des zunehmenden Einsatzes dezentraler, elektrischer oder anderer zentraler Wärmeerzeuger sowie der politischen Zielsetzung zur Emissionsminderung deutlich zurückgehen wird. Gleichzeitig nimmt die Unsicherheit über die Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit klimaneutraler Gase wie grünem Wasserstoff oder synthetischem Methan zu. Vor diesem Hintergrund stehen Netzbetreiber und Kommunen vor der Aufgabe, die künftige Struktur, Auslastung und Wirtschaftlichkeit der bestehenden Gasnetzinfrastruktur kritisch zu betrachten. Das folgende Kapitel beleuchtet diese Entwicklung, stellt mögliche Transformationspfade dar und zeigt auf, welche Konsequenzen sich daraus für die regionale Energie- und Wärmeversorgung ergeben.

Die ENWG hat hierfür zwei verschiedene Szenarien erstellt, die eine mögliche zukünftige Entwicklung des Gasnetzes in Weimar in Aussicht stellen. Im sog. „Elektronen-Szenario“, das von einer vorrangig strombasierten Wärmeherzeugung ausgeht, würde bis 2045 ein nahezu vollständiger Rückzug aus der flächigen Gasversorgung erfolgen. Das Gasnetz würde durch Fernwärmeausbau, Elektrifizierung und den großflächigen Einsatz von Wärmepumpen so stark an Bedeutung verlieren, dass nur noch einzelne hochdruckführende Abschnitte weiterbetrieben werden müssen, etwa zur Versorgung weniger zentraler Erzeugungsanlagen bzw. Fernwärmestandorte zur Spitzenlastabdeckung. Wasserstoff spielt in diesem Szenario praktisch keine Rolle, da die Wärmeversorgung weit überwiegend auf Strom und Fernwärme umgestellt wird. Die ENWG würde das bestehende Gasnetz in diesem Szenario größtenteils stilllegen, wobei nur minimale Restinfrastruktur betriebsbereit bleiben muss.

Das zweite, sog. „Molekül-Szenario“, geht von einer vorrangig gasbasierten Wärmeversorgung aus. In diesem Szenario würde das Gasnetz in großen Teilen des zentralen Stadtgebiets (insbesondere in der Altstadt, der Westvorstadt, der Nordvorstadt, der Parkvorstadt und der Südstadt) verbleiben, weil dort weiterhin ein signifikanter Bedarf an leitungsgebundenen Energieträgern bestünde. Das „Molekül-Szenario“ geht von einer langfristigen Nutzung grüner und synthetischer Gase aus, wozu auch Wasserstoff zählt. Die ENWG würde das bestehende Erdgasnetz in diesem Fall perspektivisch für wasserstofftaugliche Anwendungen ertüchtigen oder abschnittsweise umwidmen. Dies betrifft insbesondere Großverbraucher, industrielle Abnehmer oder Erzeugungsanlagen, die auch künftig mit molekularen Energieträgern versorgt werden sollen. Anders als im Elektronen-Szenario besteht hier also ein „Verbleibsbild“: Das Netz würde gezielt auf Wasserstoff-Kompatibilität geprüft, teilweise weitergeführt und technisch weiterentwickelt, um bei Bedarf an die entstehende Wasserstoffwirtschaft anschlussfähig zu bleiben. Gleichzeitig würde, je nach Gebiet, differenziert geprüft, ob wirtschaftliche oder technische Gründe eher für den Erhalt oder eine Stilllegung sprechen.

Die Betrachtung der beiden möglichen Entwicklungspfade verdeutlicht, dass langfristig erhebliche strukturelle Veränderungen im Gasnetz zu erwarten sind. Während das „Molekül-Szenario“ voraussetzt, dass klimaneutrale Gase in relevanten Mengen, zu vertretbaren Kosten und in geeigneter Infrastruktur bereitgestellt werden können, zeigt die Analyse der energetischen, wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen, dass dies mit erheblichen Unsicherheiten verbunden ist. Im Gegen-

satz dazu stützt sich das „Elektronen-Szenario“ auf etablierte und bereits stark wachsende Technologien wie Wärmepumpen, erneuerbare Stromerzeugung und Speichersysteme, deren Kosten und Verfügbarkeit deutlich planbarer sind.

Vor diesem Hintergrund erscheint das Elektronen-Szenario mittelfristig und langfristig als das wahrscheinlichere und robustere Entwicklungsszenario. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das bestehende Gasnetz perspektivisch anzupassen bzw. gezielt zu dekarbonisieren und parallel den Ausbau elektrischer Infrastrukturen konsequent voranzutreiben, um Weimars Wärmeversorgung zukunftssicher, klimaneutral und wirtschaftlich tragfähig zu gestalten.

7.6 Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG)

Die mit der Wärmeversorgung der Gebäude verbundenen Treibhausgasemissionen berechnen sich durch Multiplikation der Endenergiemenge des jeweiligen Energieträgers mit dem zugehörigen Treibhausgasemissionsfaktor, die ebenfalls dem bereits erwähnten Technikatalog des KWW entnommen sind.

Durch die prognostizierten Veränderungen in den Bereichen Wärmebedarf, Heizsysteme und verwendete Energieträger verändern sich auch die Emissionen von Treibhausgasen.

Nicht nur sinken die Wärmebedarfe, auch die Heizsysteme werden effizienter und vor allem in Zukunft immer mehr auf klimaneutralen Energieträgern basieren, bis ausschließlich solche eingesetzt werden. Durch diese Kombination an Entwicklungen sinkt der Ausstoß von Treibhausgasen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser entsprechend der gesetzlichen Vorgaben bis zum Zieljahr 2045 auf null Tonnen CO₂-Äquivalent. Diese zeitliche Entwicklung ist in Abbildung 37 grafisch dargestellt.

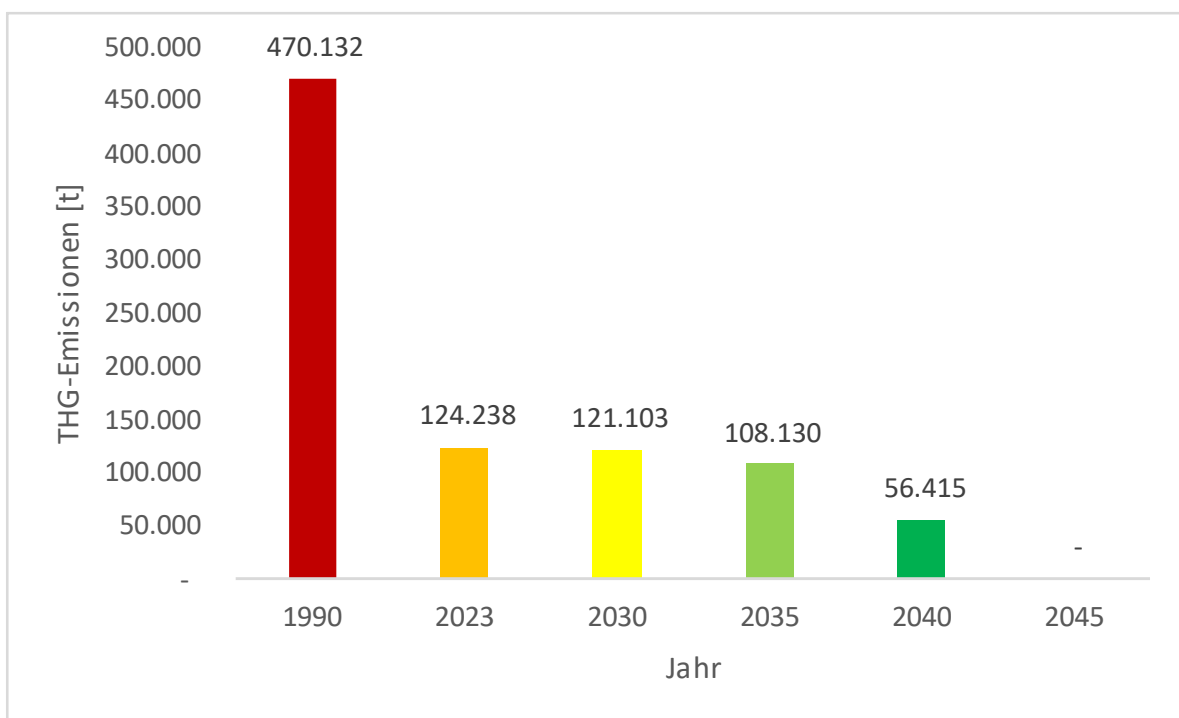


Abbildung 37: Entwicklung der THG-Emissionen im Wärmesektor in Weimar bis zum Zieljahr 2045

In Zahlen reduzieren sich die THG-Emissionen auf Basis der Prognosen von rund 124.000 t im Jahr 2023 auf 0 t im Zieljahr 2045. Bis zum Jahr 2035 sinken die Emissionen, sowohl durch den Austausch von Heizungen (siehe Abbildung 36) als auch durch die vorgenommenen Sanierungsmaßnahmen, um rund 13 % auf ca. 108.000 t. Bis zum Jahr 2040 verringern sich die Emissionen dann um insgesamt 55 % auf rund 56.000 t.

7.7 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Das Stadtgebiet ist im Rahmen der Ergebniserarbeitung in sogenannte Baublöcke eingeteilt. Die Baublockeinteilung berücksichtigt den Verlauf von Infrastruktur wie Straßen, Bahntrassen und Fließgewässern. Die Karte der Wärmeversorgungssysteme für das Zieljahr 2045 stellt die auf Basis der erläuterten Eignungskriterien wahrscheinlich überwiegende Versorgungstechnologie in den einzelnen Baublöcken dar (siehe Abbildung 38). Eine Unterteilung erfolgt in zentrale Gebiete, die mehrheitlich für eine Versorgung über Wärmenetze geeignet sind, und dezentrale Gebiete für eine Einzelversorgung, beispielsweise über Wärmepumpen. Die Eignung eines Baublocks für eine zentrale Versorgung sagt nicht aus, dass zwingend alle Gebäude in diesem Bereich an ein Wärmenetz angeschlossen werden bzw. ein Anschluss sinnvoll ist. Ein Wärmenetz ist im betreffenden Fall aber für die Mehrheit der Gebäude auf Basis der durchgeführten Berechnungen im Zieljahr 2045 die wirtschaftlichste Lösung. Sobald in einem Baublock mehrheitlich (> 50 %) eine zentrale Versorgung ausgewiesen wird, kommt der Baublock für eine zentrale Wärmeversorgung in Frage und wird als solcher ausgewiesen. Auch in Baublöcken, die für eine dezentrale Versorgung empfohlen werden, können anteilig Gebäude für eine zentrale Versorgung in Frage kommen, hier dann aber zu einem Anteil von weniger als 50 %. Diese Heterogenität in der Gebietsausweisung basiert auf den vorliegenden Datenschutzgrundlagen. Die Gebiete stellen keine Festlegung, sondern eine Empfehlung für die zukünftig jeweils geeignetste, klimafreundliche Versorgungsart dar.

Mit den ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebieten ist ausdrücklich keine Verpflichtung für Gebäudeeigentümer verbunden, ein bestimmtes Heizsystem zu errichten und zu nutzen. Die Karte zeigt stattdessen, wie die meisten Gebäude in einem Bereich zukünftig am wirtschaftlichsten mit Wärme aus erneuerbaren Quellen und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden können. Eine individuelle, projektbezogene Planung ersetzt die Darstellung nicht.

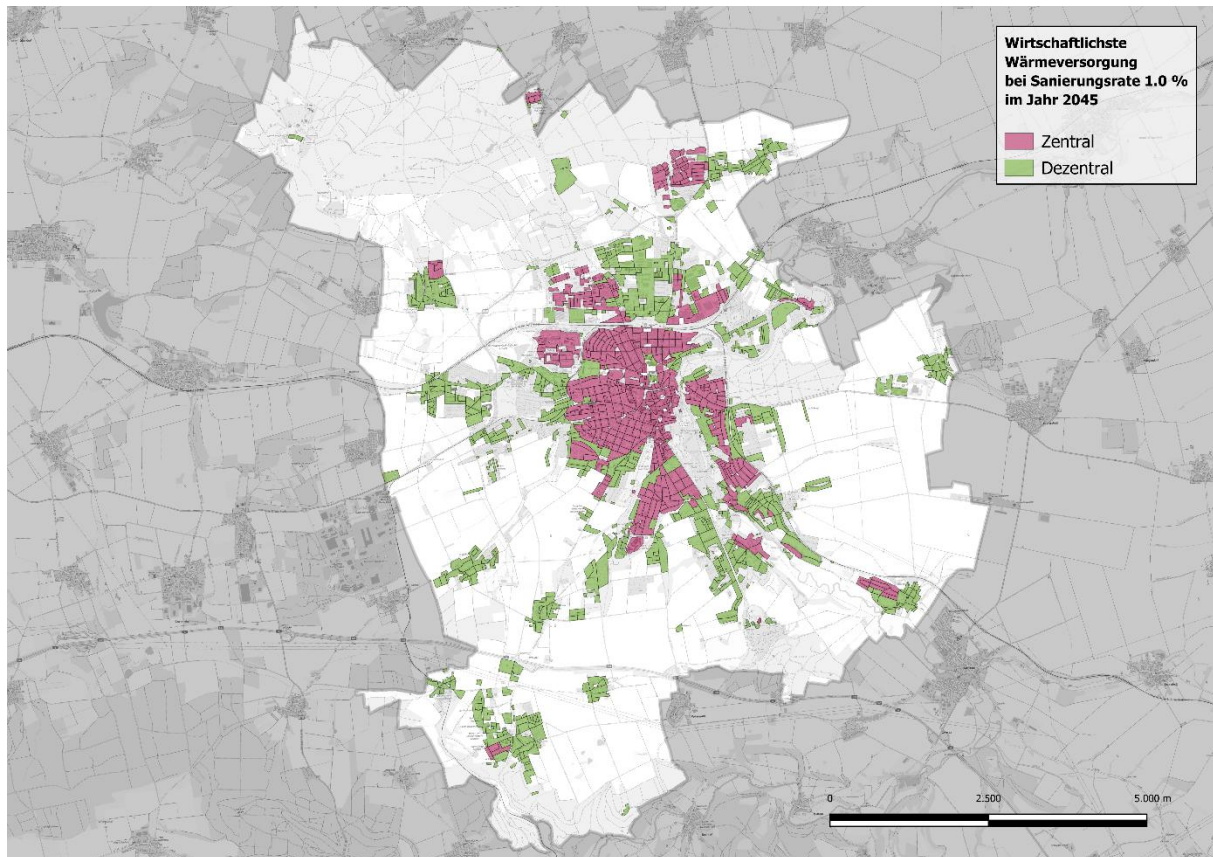


Abbildung 38: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 bei 1 % Sanierungsrate

Im Zielszenario sind mögliche Wärmenetzgebiete über viele Stadtbezirke der Weimarer Kernstadt verteilt zu erkennen. In diesen Bereichen ergibt die Kostensimulation, dass eine Versorgung über ein Wärmenetz im Vergleich zu dezentralen Lösungen niedrigere oder vergleichbare Wärmegestehungskosten verursacht.

Abbildung 39 zeigt ergänzend die Einteilung der Baublöcke hinsichtlich der Eignungswahrscheinlichkeit für eine Versorgung mit Wärmenetzen im Jahr 2045. Diese Berechnungen resultieren aus dem Anteil der Gebäude innerhalb eines Baublocks, für die eine zentrale Versorgung mittels Wärmenetz die wirtschaftlichste Variante darstellt. Als ergänzende Information ermöglicht diese Darstellung eine Einschätzung, wie umfangreich bzw. auch, wie wahrscheinlich sich ein Baublock für einen Aus- oder Neubau von Wärmenetzen eignet. Bei einer „sehr wahrscheinlichen“ Eignung sind die Wahrscheinlichkeit eines Anschlusses und die Anschlussquote innerhalb eines Baublocks sehr hoch. Die Berechnungen weisen aus, dass sich mehr als 75 % der Objekte in diesem Baublock dafür eignen, zukünftig am wirtschaftlichsten über ein Wärmenetz versorgt zu werden. Die Wahrscheinlichkeit und die Anschlussquote sinken in Baublöcken mit einer „wahrscheinlichen“ Eignung. In diesen Baublöcken ist es so, dass mindestens 50 % der Gebäude perspektivisch als wirtschaftlichste Wärmeversorgung ein Wärmenetz ausgewiesen bekommen. Analog dazu verhält es sich mit einer nicht vorhandenen Eignung. Je geringer die Eignung ist, umso unwahrscheinlicher ist der Anschluss an ein Wärmenetz und eine dezentrale Versorgung sollte angestrebt werden.

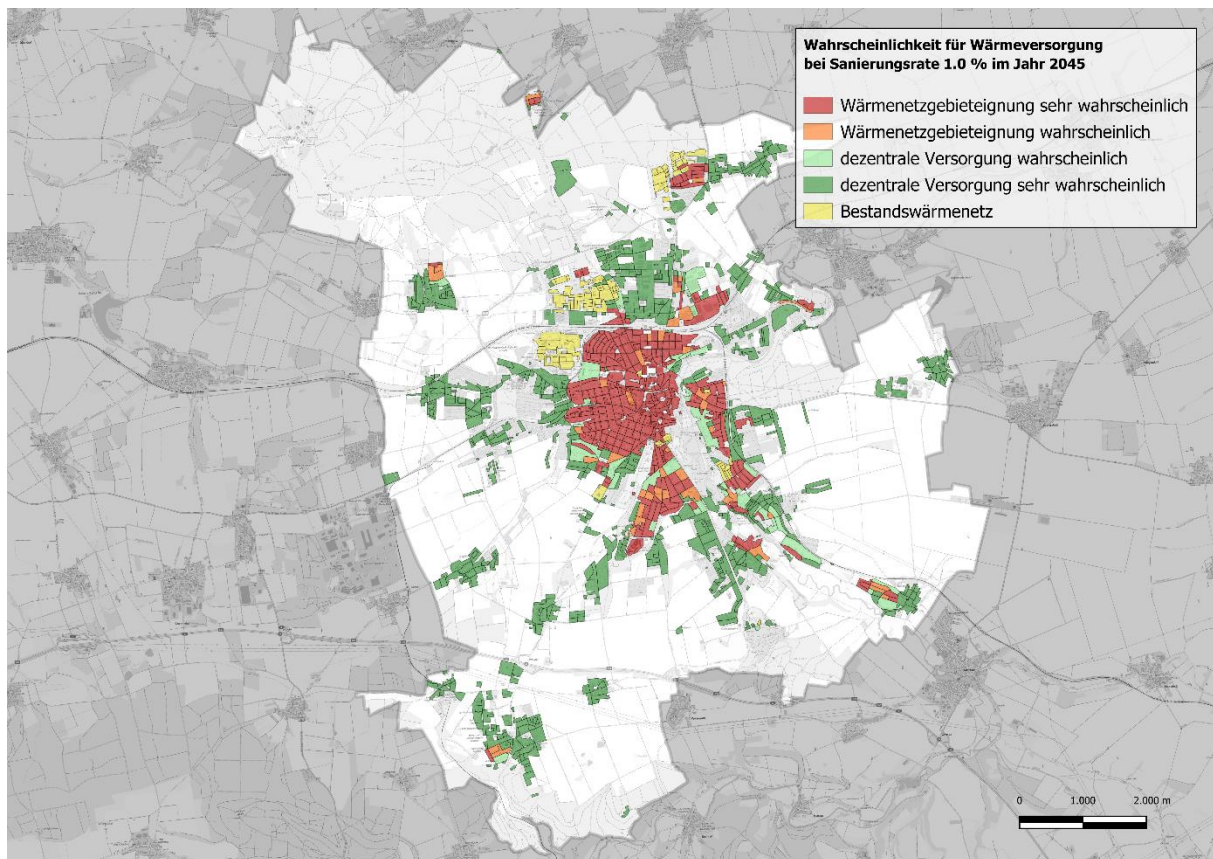


Abbildung 39: Wahrscheinlichkeiten für Wärmeversorgungsgebiete 2045 bei einer Sanierungsrate von 1 %

Die Gebiete mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für eine dezentrale Versorgung sind ebenfalls in Abbildung 39 zu sehen. Hier wurde analog zu den Darstellungen bei der zentralen Versorgung betrachtet, wie viele Gebäude innerhalb eines Baublocks eine dezentrale Wärmeversorgung als wirtschaftlichste Variante aufweisen. In der Regel handelt es sich dabei um Gebiete mit aufgelockerter Siedlungsstruktur und niedrigem bis mittlerem Wärmebedarf. Daraus resultieren niedrige Wärmelinien-dichten. Dennoch sind für die Gebiete kleinere bestehende oder neue Nahwärmenetze nicht auszuschließen.

Für einzelne Gebäude kann auch bei einer ausgewiesenen „Wahrscheinlichkeit für eine zentrale Versorgung“ auf Baublockebene eine individuelle, dezentrale Lösung wirtschaftlich und technisch sinnvoll sein. Ähnlich wie bei der Visualisierung der zentralen Eignungsgebiete ist diese Darstellung lediglich eine Empfehlung und keine Verpflichtung.

Ebenfalls hinsichtlich einer Wahrscheinlichkeit wurde Wasserstoff als möglicher Energieträger betrachtet. Da Wasserstoff aufgrund der geringen Verfügbarkeit und der hohen zu erwartenden Preise in den wenigsten Fällen der wirtschaftlichste Energieträger für eine Wärmeversorgung sein wird, gibt es in Weimar jedoch ausschließlich Bereiche, die „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ sind.

Grundsätzlich wurde bei der Betrachtung möglicher zentraler Wärmeversorgungsgebiete eng mit den Stadtwerken Weimar zusammengearbeitet, um bestehende Planungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit bewerten zu können. Die Stadtwerke Weimar verfolgen eine umfassende Strategie zur Transformation und zum Ausbau ihres Fernwärmenetzes, um die Versorgung bis spätestens 2040 nahezu klimaneutral zu gestalten. Grundlage hierfür ist die 2022 eingereichte Wärmenetzstrategie 2040, die derzeit durch einen detaillierten Transformations- und Wärmenetzausbauplan nach BEW überarbeitet wird. Dieser neue Plan soll alle erneuerbaren Wärmequellen systematisch betrachten,

stufenweise Ausbauziele definieren und sowohl Potenziale als auch technische Standortvoraussetzungen bewerten. Ziel ist die schrittweise Ablösung des heute dominierenden Energieträgers Erdgas durch erneuerbare Wärmequellen.

Für den Ausbaupfad sind mehrere konkrete Technologien und Maßnahmen vorgesehen. Im Mittelpunkt, neben dem Ausbau und der Erweiterung der Fernwärmenetzgebiete, steht der Aufbau einer Großwärmepumpe zur Wärmegewinnung aus dem Abwasser an der Kläranlage Tiefurt mit saisonalem Wärmespeicher, deren Umsetzung die erste wichtige Transformationsstufe bildet. Diese Technologie soll ab etwa 2030 einen Großteil der erneuerbaren Fernwärme bereitstellen. Zudem planen die Stadtwerke die Nutzung großflächiger Solarthermie, die Einbindung von grünem Wasserstoff, den Ausbau von Wärmespeichern sowie die Optimierung und Verdichtung bestehender Wärmenetze. Die bislang getrennten Netze West, Nord und Schöndorf sowie das Netz im Industriegebiet Oststraße sollen im Zuge der Transformation miteinander verbunden werden, um ein integriertes, zentral gesteuertes erneuerbares Wärmenetz zu schaffen. Durch die Verbindungsstrassen der Wärmenetze ergeben sich möglicherweise weitere Möglichkeiten im Norden der Stadt und insbesondere im Gewerbe- und Industriegebiet Weimar Nord, Anschlüsse an ein Wärmenetz herzustellen.

Die insgesamt bislang geplanten Maßnahmen zu Solarthermie, Abwasserwärme, Wärmespeicher, digitale Netzoptimierung und erneuerbare Ergänzungstechnologien bilden gemeinsam den zentralen Transformationspfad der Stadtwerke Weimar. In der kommunalen Wärmeplanung wurde dieser Transformationspfad in die Potenzialanalyse einbezogen, welche die langfristig verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen für das Fernwärmesystem bewertet und deren technische und räumliche Eignung bestätigt. Darüber hinaus erfolgte ein regelmäßiger Austausch mit den Stadtwerken Weimar zu den bestehenden und geplanten Netzgebieten, um die Ergebnisse der Wärmeplanung mit den tatsächlichen Ausbauperspektiven des Fernwärmenetzes abzugleichen und eine konsistente räumliche Entwicklungsstrategie sicherzustellen.

Info-Box: Rechtswirkung der Gebietseinteilung

Grundsätzlich ist die kommunale Wärmeplanung ein informelles, strategisches Instrument ohne rechtliche Außenwirkung. Für Wärmenetzgebiete besteht die Möglichkeit der verbindlichen Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffgebieten per Satzungsbeschluss; siehe §26 Wärmeplanungsgesetz. Dies bedarf eines gesonderten Satzungsbeschlusses durch den Stadtrat. Die Gebietseinteilung, die im Rahmen der Wärmeplanung vorgenommen wird, ist als solches nicht verbindlich. Sie garantiert dementsprechend auch kein Angebot einer ausgewiesenen Versorgungslösung.

Im Fall eines beschlossenen Satzungsgebiets greifen in den jeweiligen Satzungsgebieten die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) einen Monat nach Bekanntgabe der Satzungsentscheidung, spätestens aber am 01.07.2028. Gebäudeeigentümer könnten in Satzungsgebieten von einer zusätzlichen Versorgungsoption mittels Wärmenetzanschluss profitieren.

7.8 Untersuchung der Fokusgebiete

In der Kernstadt von Weimar wurden die folgenden Untersuchungsgebiete als potenzielle Erweiterungsgebiete bzw. Fokusgebiete für das Fernwärmenetz identifiziert. Aus den Untersuchungen zu Baualtersklassen, Gebäudecharakteristika und Wärmebedarfsstrukturen geht hervor, dass Weimar mit seiner engen Bebauung eine hohe Wärmeliniendichte aufweist und somit ein hohes Potenzial hinsichtlich einer zentralen Wärmeversorgungslösung über Wärmenetze besitzt. Dies ist, neben weiteren Rahmenbedingungen, insbesondere in den benannten Gebieten der Fall. Hierzu zählt bspw. eine besondere Struktur möglicher Wärmeabnehmer: das Vorhandensein mehrerer großer Abnehmer liefert Hinweise auf eine mögliche sinnvolle Wärmenetzinfrastruktur. Aus diesem Grund wurden die folgenden Gebiete in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Weimar und der Stadtverwaltung Weimar für eine prioritäre Betrachtung einer möglichen Versorgung durch Fernwärmenetze definiert. Dies spiegelt sich außerdem in der Auswahl einer jeweiligen Maßnahme aus den definierten Umsetzungsmaßnahmen wider. So ist für jedes Fokusgebiet eine Machbarkeitsstudie für eine mögliche Wärmenetzversorgung vorgesehen.

Abbildung 40 gibt eine Übersicht der Fokusgebiete.

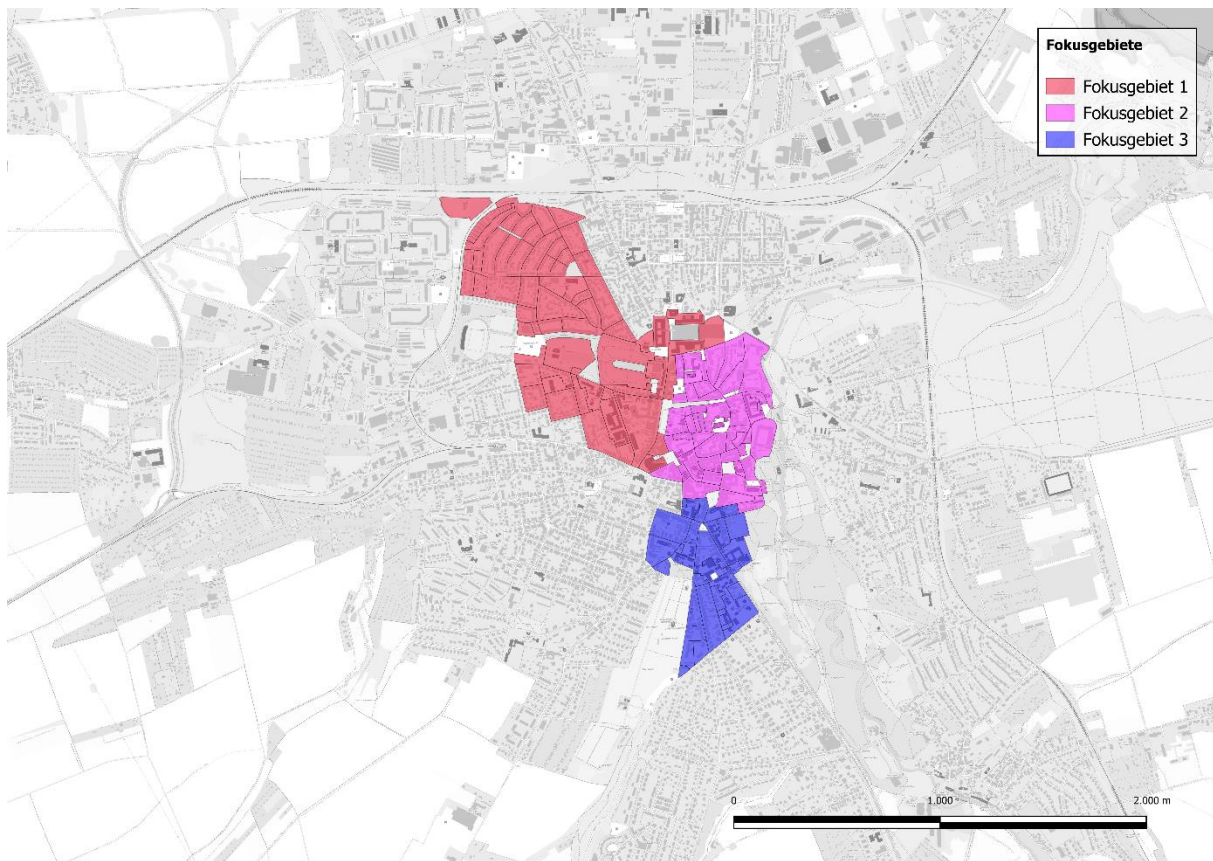


Abbildung 40: Übersicht der Fokusgebiete

7.8.1 Fokusgebiet 1: Quartier Westliche Nordvorstadt / Schwanseestraße / Coudraystraße / Quartier der Moderne

Das Betrachtungsgebiet des Fokusgebiets 1 ist in Abbildung 41 dargestellt.

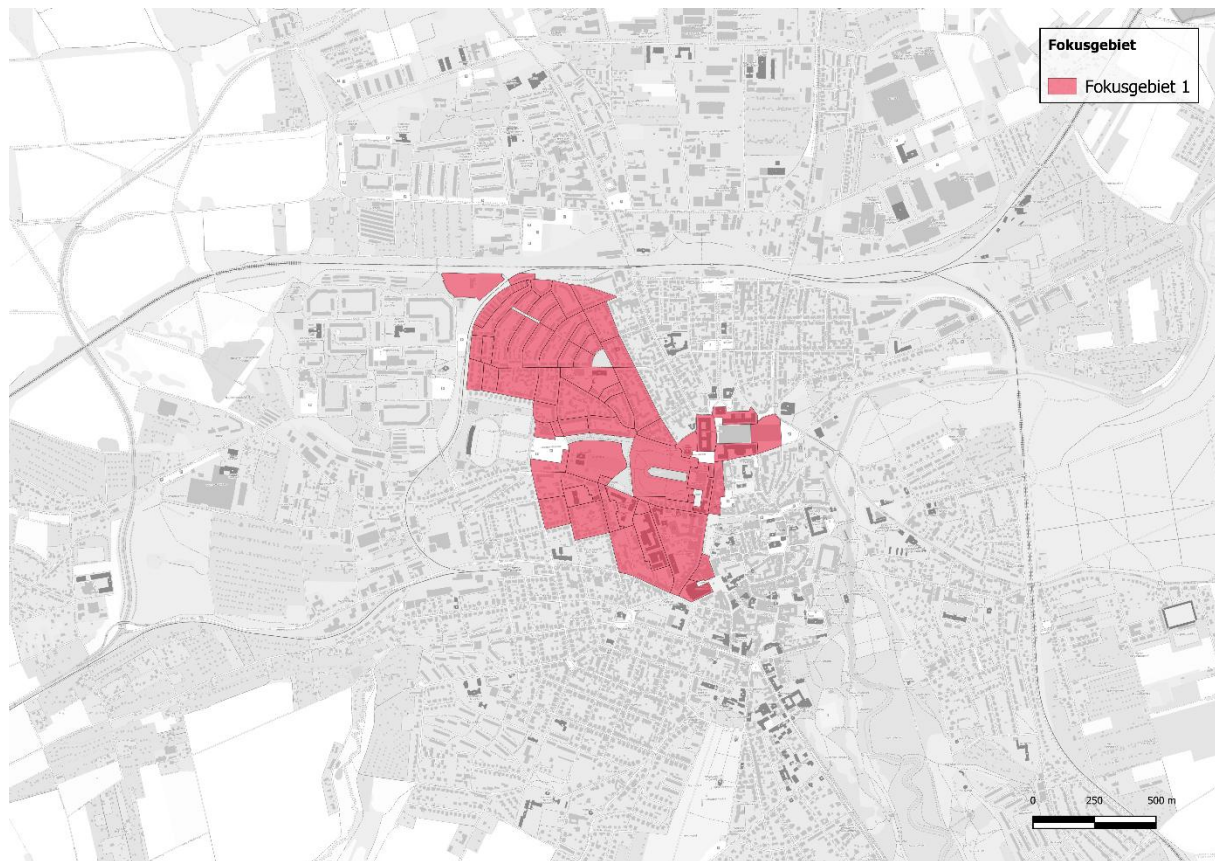


Abbildung 41: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 1

Fokusgebiet 1 erstreckt sich vom Zentrum Weimars in Richtung Nordwesten. Es reicht vom Nationaltheater im Südosten bis an die Bahntrasse westlich des Weimarer Hauptbahnhofs. Das Betrachtungsgebiet umfasst Bestandswohngebäude, einige Gewerbegebäude und einige öffentliche Gebäude. Insgesamt sind 1.556 beheizte Gebäude erfasst. Der jährliche Wärmeverbrauch im Bestand beläuft sich auf ca. 52 GWh (ca. 29 GWh fallen hiervon für Wohngebäude an). Damit stellt Fokusgebiet 1 das größte und jenes mit dem höchsten Wärmeverbrauch der drei ausgewiesenen Gebiete dar. Bei den in den Bestandsdaten erfassten Gebäudetypen im Betrachtungsgebiet handelt es sich mehrwiegend um die für Weimar typische innerstädtische Wohnbebauung mit Reihen- und Mehrfamilienhäusern. Etwa zwei Drittel der Gebäude wurde vor 1960 erbaut, etwa 85 % aller Gebäude sind vor 1970 errichtet worden. Anhand der vorliegenden Gebäudeeffizienzklassen ist davon auszugehen, dass der Sanierungsstand der Gebäude im Allgemeinen auf einem guten Stand sein sollte. Dies sollte in der weiteren Betrachtung verifiziert und mit in weitere Überlegungen, bspw. zu möglichen Sanierungsstrategien, einbezogen werden.

Im Fokusgebiet 1 finden sich eine Vielzahl an zentralen und für die Wärmeversorgung der Stadt wichtigen Akteuren wieder. Diese sind für eine strategische Betrachtung hinsichtlich der zukünftigen Wärmeversorgung von hoher Relevanz, da sie i.d.R einen hohen Wärmebedarf aufweisen und auch für eine gemeinschaftliche Betrachtung mit einbezogen werden können.

Hierbei handelt es sich um:

- Liegenschaften der Weimarer Wohnstätte
- Eigentümer in der Nordvorstadt
- das städtische Schwanseebad
- den Uni-Campus Coudraystraße
- die Stadtverwaltung in der Schwanseestraße
- das Deutsche Nationaltheater
- die Weimarahalle
- die Klassik Stiftung mit Bauhaus-Museum
- das Landesverwaltungsamt

Die in der Bestandsanalyse erhobenen Daten zum Fokusgebiet finden sich in Tabelle 13 im Anhang wieder.

7.8.2 Fokusgebiet 2: Quartier Innenstadt Ost mit Stadtschloss

Das Betrachtungsgebiet des Fokusgebiet 2 ist in Abbildung 42 dargestellt.

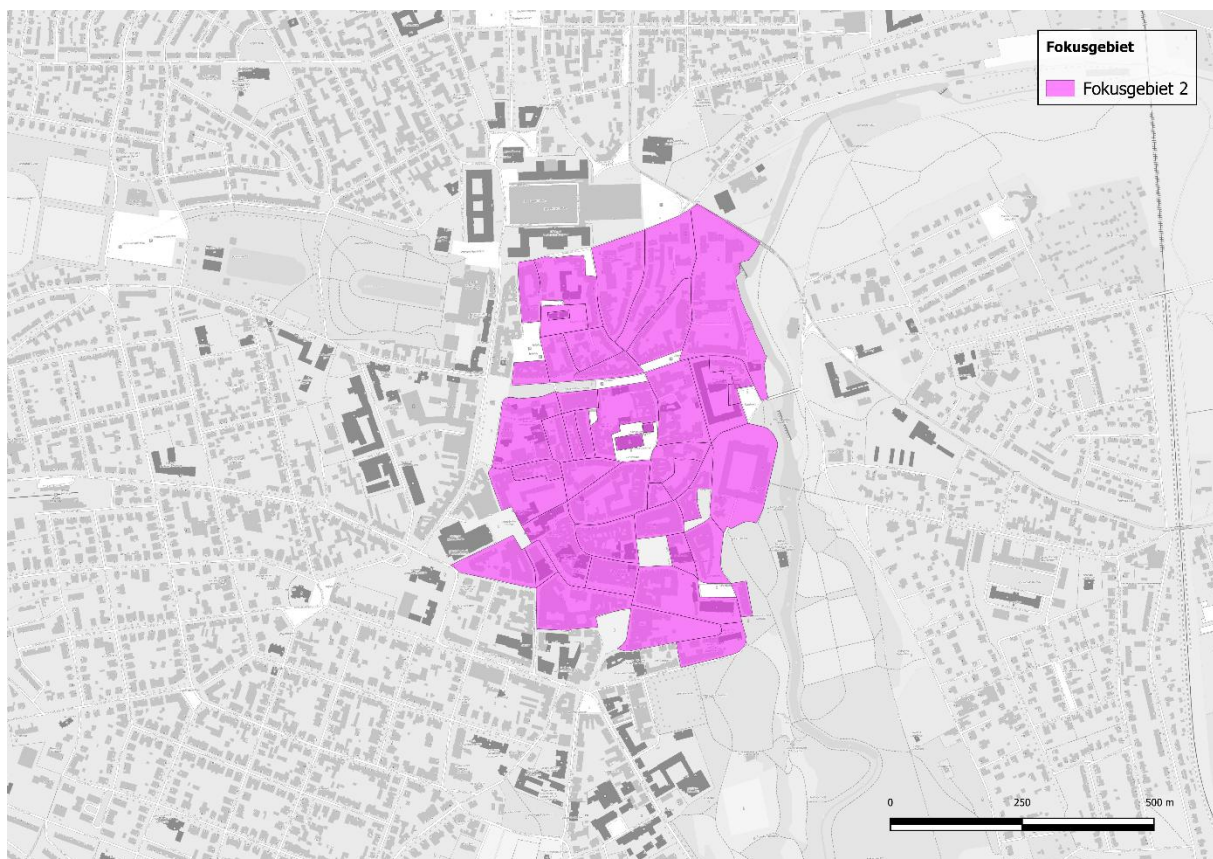


Abbildung 42: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 2

Fokusgebiet 2 erstreckt sich aus dem Zentrum Weimars in Richtung Norden. So liegt das Nationaltheater hier im Südwesten knapp außerhalb des Fokusgebietes, das E-Werk im Nordosten ebenfalls. Über das Nationaltheater, bis hin zum Weimar Atrium grenzt das Gebiet über die westliche Grenze an das

Fokusgebiet 1 an. Im Gebiet ist ein Gesamtwärmeverbrauch von ca. 33 GWh (ca. 22 GWh aus dem Wohnsektor) vorhanden. Die Gebäudestruktur besteht abermals aus Bestandswohngebäuden, gemischt genutzten Gebäuden, Gewerbegebäuden und einigen öffentlichen Gebäuden. In diesem Fokusgebiet sind vor allem Mehrfamilienhäuser (ca. 300) und Nichtwohngebäude (ca. 200) dominant. Von den 752 Gebäuden sind insgesamt rund 70 % Wohngebäude. Bezüglich des Baualters findet sich eine sehr ähnliche Struktur zum Fokusgebiet 1 wieder: etwa zwei Drittel der Gebäude wurden vor 1960 erbaut.

Die große angrenzende Fläche an das Fokusgebiet 1 eröffnet die Möglichkeit für eine zukünftige Betrachtung eines Zusammenschlusses geplanter Wärmenetze.

Auch im Fokusgebiet 2 finden sich ebenso bedeutende Akteure für die Weimarer Wärmewende wieder. Dies sind u.a.:

- Eigentümer in der historischen Altstadt
- die Klassik Stiftung mit dem Stadtschloss und weiteren Gebäuden
- kommunale Liegenschaften in der Altstadt

Die in der Bestandsanalyse erhobenen Daten zum Fokusgebiet finden sich im Anhang in Tabelle 14 wieder.

7.8.3 Fokusgebiet 3: Quartier Campus Marienstraße

Das Betrachtungsgebiet des Fokusgebiet 3 ist in Abbildung 43 dargestellt.



Abbildung 43: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 3

Das Betrachtungsgebiet von Fokusgebiet 3 schließt an der nördlichen Grenze an das Fokusgebiet 2 an. Es erstreckt sich somit von nördlich des Wielandplatzes bis zur Berkaer Straße als südliche Grenze des Gebiets. Mit 341 beheizten Gebäuden (knapp 50 % Wohngebäude) und einem Wärmeverbrauch von ca. 26 GWh (hiervon 10 GWh für Wohngebäude) ist das Betrachtungsgebiet das kleinste der vorliegenden. Bei den Wohngebäuden handelt es sich erneut größtenteils um Mehrfamilienhäuser. Da in diesem Fokusgebiet ein noch höherer Anteil der Gebäude vor 1960 errichtet wurde (mehr als 80 %) und der relative Wärmebedarf entsprechend hoch ist, ist das Gebiet trotz des geringeren absoluten Wärmeverbrauchs nicht minder interessant für eine Betrachtung möglicher Fernwärmenetze.

Auch im Fokusgebiet 3 liegen wichtige Akteure für die Weimarer Wärmewende. Dies sind u.a.:

- Campus Marienstraße der Bauhaus-Universität
- umliegende Gebäudeeigentümer

Die in der Bestandsanalyse erhobenen Daten zum Fokusgebiet finden sich im Anhang in Tabelle 15 wieder.

8 Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse und im Einklang mit dem Zielszenario wurde gemeinsam mit der Stadt Weimar eine Umsetzungsstrategie mit unmittelbar zu realisierenden Maßnahmen, mit denen das Ziel der Versorgung ausschließlich aus erneuerbaren Energien bis zum Zieljahr erreicht werden kann, entwickelt. Die Umsetzungsstrategie bildet das Kernelement der kommunalen Wärmeplanung und dient als Handlungsempfehlung für die anschließende Umsetzung und Priorisierung einzelner Handlungsschritte. Die Maßnahmen sollen die Umsetzung der im Zielszenario beschriebenen Transformation anschieben. Ergänzend fließen Beiträge aus dem umfangreichen Beteiligungsprozess ein. Mit der Zusammenführung dieser Handlungsansätze ergibt sich ein umfassendes Maßnahmenpaket, das alle für die Umsetzung notwendigen Schritte enthält. Für jede Maßnahme wurde ein detaillierter Steckbrief erstellt, der u.a. die einzelnen Handlungsschritte beschreibt und Zuständigkeiten benennt.

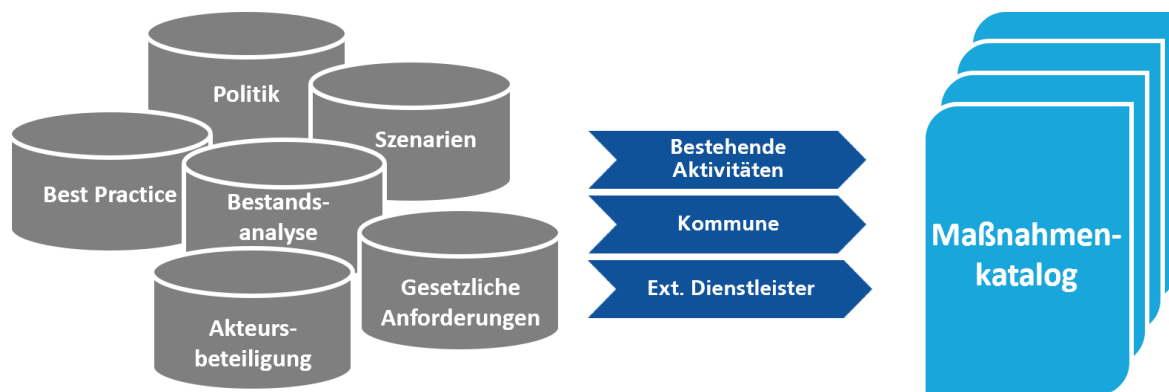


Abbildung 44: Grundlagen für die Ableitung der Umsetzungsmaßnahmen

Im Hinblick auf die Umsetzung der Wärmeplanung übernimmt die Stadt Weimar als planungsverantwortliche Stelle eine zentrale Rolle. Gleichwohl ist ihr Einfluss auf das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung begrenzt. Einerseits bestehen Abhängigkeiten von politischen Zielsetzungen und gesetzlichen Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene. Andererseits hängt die praktische Umsetzung wesentlich von der Investitionsbereitschaft der Bürgerinnen und Bürger sowie lokaler Akteure ab. Die Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadtentwicklung und Bauleitplanung sowie Sensibilisierung von Genehmigungsbehörden für Herausforderungen der lokalen Wärmewende sind Bestandteil des Maßnahmenkataloges.

Bereits das Integrierte Klimaschutzkonzept der Stadt Weimar von 2011 verankert Maßnahmen zur Emissionsminderung in mehreren Handlungsfeldern mit organisatorischen und investiven Schritten. Im Fokus standen Energieeffizienzsteigerungen, Verbrauchssenkungen sowie der Ausbau erneuerbarer Energien in kommunalen Liegenschaften, Verkehr und Stadtplanung ergänzt durch Querschnittsmaßnahmen wie Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Monitoring/Controlling und Aufbau dauerhafter Klimaschutzstrukturen. [26]

Zudem bestehen für wichtige Akteure in der Umsetzung, in Weimar insbesondere die Stadtwerke Weimar sowie die ENWG, separate gesetzliche Vorgaben, die die Transformation der netzbasierten Strom-, Gas- und Wärmeversorgung regeln. Der folgende Maßnahmenkatalog beinhaltet grundsätzlich keine Maßnahmen, die die Erfüllung dieser Vorgaben betreffen.

8.1 Förderinstrumente für die Umsetzungsmaßnahmen

Um die in der Wärmeplanung identifizierten Maßnahmen effektiv umsetzen zu können, sind finanzielle Unterstützungsinstrumente von zentraler Bedeutung. Es steht eine Vielzahl an Förderprogrammen zur Verfügung, die Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen bei der Umsetzung der Wärmewende unterstützen. Nachfolgend sind ausgewählte Programme des Bundes beschrieben.

Bundesförderung für effiziente Gebäude

Ein wichtiges unterstützendes Instrument für die Umsetzung der Vorgaben aus dem GEG ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), womit die energetische Sanierung und der vorzeitige Austausch von Heizungsanlagen in Einzelgebäuden finanziell unterstützt werden. Damit ist die BEG in der Praxis eine wichtige Schnittstelle zwischen GEG und kommunaler Wärmeplanung. Sie motiviert Gebäudeeigentümer dazu, die Anforderungen des GEG zu übertreffen und damit die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung anzuschieben. Kommunen können im Rahmen ihrer bauleitplanerischen Aufgaben (Bebauungsplanung, städtebauliche Verträge) die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung unterstützen.

Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft

Um weitere Effizienzpotenziale zu erschließen, ist im Zusammenhang mit der kommunalen Wärmeplanung auch die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) zu nennen, die darauf abzielt, Effizienzmaßnahmen in Industrie und Gewerbe umzusetzen sowie die Abwärmennutzung zu forcieren.

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Neben der BEG und EEW ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ein wichtiges und zentrales Instrument, um die kommunale Wärmewende anzuschieben. Die investive Förderung zielt darauf ab, Bestandsnetze zu dekarbonisieren und den weiteren Ausbau von Wärmenetzen mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien zu forcieren.

Energetische Stadtsanierung – 432

Das Programm 432 der KfW fördert die Erstellung integrierter Quartierskonzepte sowie das Sanierungsmanagement. Hierbei wird ein Zuschuss von 75 bis 90 % der förderfähigen Kosten gewährt. Dazu gehören Sach- und Personalausgaben der Kommunen, jedoch nicht explizite Planungsleistungen (dafür BEW-Studie). Aufgabe des Sanierungsmanagements ist es explizit, die beschleunigte Umsetzung der Wärmeplanung zu unterstützen und Machbarkeitsuntersuchungen durchzuführen.

8.2 Umsetzungsmaßnahmen

Die für die Stadt Weimar entwickelten Maßnahmen wurden in drei Cluster eingeordnet und sind innerhalb der Cluster absteigend nach ihrem zeitlichen Umsetzungshorizont sortiert:

- Technik
- Organisation
- Kommunikation

Das Cluster Technik umfasst Maßnahmen für die Erarbeitung von Machbarkeitsstudien zum Wärmenetzausbau in den drei Fokusgebieten sowie die Überprüfung, an welcher Stelle weitere vertiefende Untersuchungen sinnvoll sein können. Neben dem Ausbau des Fernwärmenetzes zielen die weiteren Maßnahmen auf die Dekarbonisierung der Bestandsnetze in Weimar sowie einer detaillierten Potenzialanalyse für erneuerbare Energien und die Entwicklung von Contracting-Lösungen ab.

Maßnahmen aus dem Bereich Organisation bündeln die notwendigen Aktivitäten für Verstetigung und Controlling der Wärmeplanung sowie deren Fortschreibung. Dazu wird die Schaffung einer Koordinationsstelle empfohlen. Neben der Begleitung der Umsetzung soll diese ferner u.a. die Wärmeplanung in die Stadtentwicklung und Bauleitplanung integrieren und die zuständigen Genehmigungsbehörden für die Herausforderungen der Wärmewende sensibilisieren. Um die Finanzierung der Wärmewende zu unterstützen und damit zu beschleunigen soll geprüft werden, inwieweit alternative Finanzierungsmodelle, wie Contracting oder Public-Private-Partnerships mögliche Optionen darstellen können.

Durch die Maßnahmen im Cluster Kommunikation soll über die Umsetzung der Wärmeplanung und den fortschreitenden Transformationsprozess umfassend informiert werden. Neben verschiedenen Kommunikationsformaten und der Vorstellung von Best-Practice-Beispielen sollen Quartiersinitiativen und Energiegenossenschaften gefördert und begleitet werden.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst und in den weiter unten folgenden Maßnahmensteckbriefen detaillierter beschrieben.

Tabelle 12: Umsetzungsmaßnahmen aus der Wärmeplanung für die Stadt Weimar

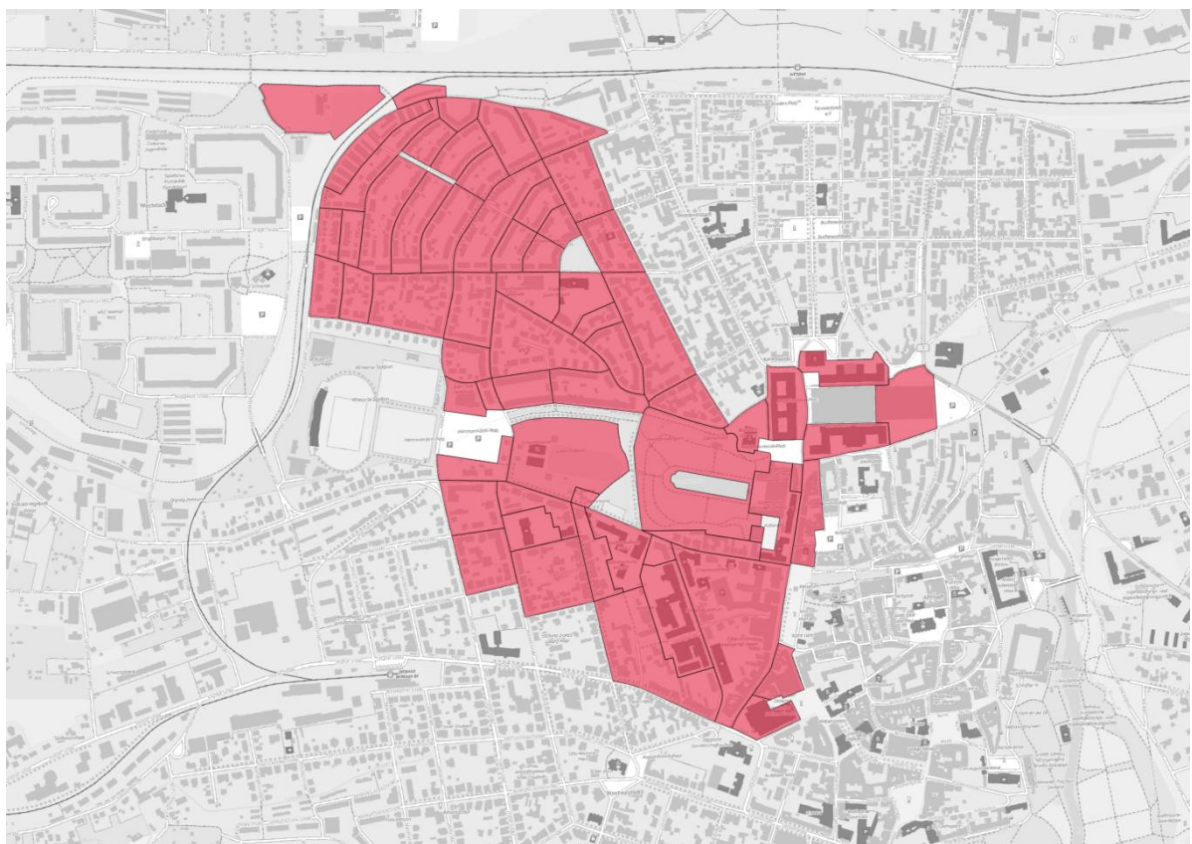
#	Kategorie	Maßnahmentitel
T1	Technik	Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 1
T2	Technik	Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 2
T3	Technik	Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 3
T4	Technik	Kontinuierliche Prüfung der Erarbeitung von Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepten für weitere Gebiete
T5	Technik	Kontinuierliche Prüfung weitergehender Untersuchungen zu Potenzialen erneuerbarer Energien
T6	Technik	Kontinuierliche Dekarbonisierung der Wärmeversorgung des kommunalen Gebäudebestandes
T7	Technik	Kontinuierliche Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung
T8	Technik	Angebot von Contracting-Lösungen zur Wärmeversorgung
O1	Organisation	Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Begleitung der lokalen Wärmewende
O2	Organisation	Prüfung der Übertragbarkeit alternativer Finanzierungsmodelle für die Umsetzung der lokalen Wärmewende
O3	Organisation	Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadtentwicklung und Bauleitplanung sowie Sensibilisierung von Genehmigungsbehörden für Herausforderungen der lokalen Wärmewende
K1	Kommunikation	Entwicklung und Durchführung von Kommunikationsformaten zur Umsetzung der Wärmewende
K2	Kommunikation	Vorstellen von Best-Practice-Beispielen für Wärmelösungen
K3	Kommunikation	Begleitung von Quartiersinitiativen zur Wärmeversorgung
K4	Kommunikation	Austausch mit und Begleitung von Energiegenossenschaften

T1 Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 1

Federführender Akteur	Stadtwerke Weimar
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer im Wärmenetzgebiet, Planungsverantwortliche der Stadtwerke Weimar

Beschreibung:

Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für die Errichtung bzw. Erweiterung von Wärmenetzen, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Ausweitung der Wärmenetzinfrastruktur in Weimar zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung solcher Studien sollten durch die Stadtwerke Weimar in enger Abstimmung mit der Stadt Weimar erfolgen. Verortet wird die Studie in dieser Maßnahme im identifizierten Fokusgebiet 1 aus der Wärmeplanung, das insbesondere für Wärmenetze geeignet ist (siehe Kartenausschnitt, ausführliche Darstellung und Beschreibung in Kapitel 7.8.1).



Da Machbarkeitsstudien zum Förderrahmen für Wärmenetze gehören, wird die Maßnahme die Wirtschaftlichkeit des Baus von treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzen stärken und somit im Falle des Ausbaus zur Treibhausgasreduktion Weimars beitragen. Ergänzend können die Studien dazu dienen, innovative technische Lösungen zu identifizieren, die Akzeptanz bei Eigentümern zu erhöhen und die Integration erneuerbarer Energien sowie sektorübergreifende Ansätze (z. B. Strom-Wärme-Kopplung) zu prüfen. Die Ergebnisse der Studien bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung und Umsetzung der Wärmewende im Fokusgebiet.

Inhalte der Maßnahme:

in Verantwortung der Stadtwerke

- Ausschreibung oder Direktbeauftragung zur Durchführung von Machbarkeitsstudien im Fokusgebiet 1, das in der Wärmeplanung benannt wurde

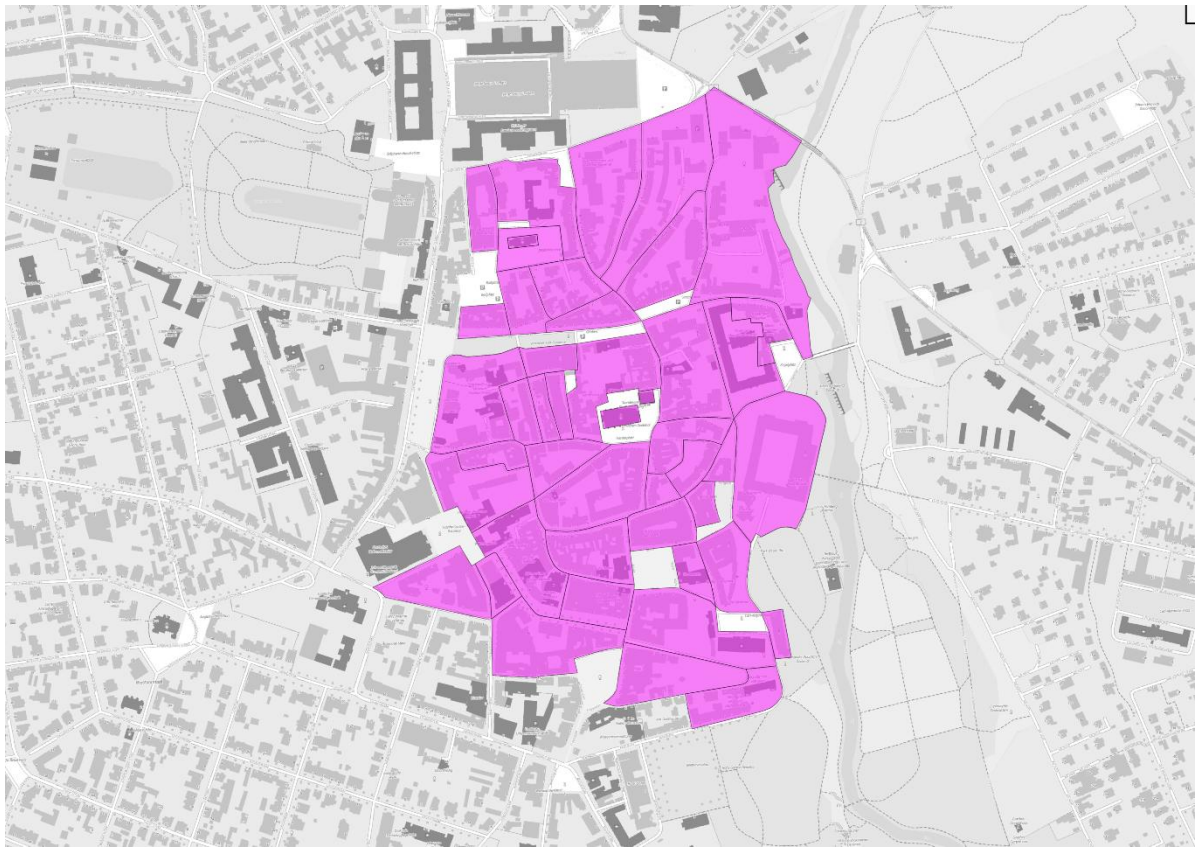
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für verschiedene Wärmenetzlösungen • Bewertung von Potenzialen für den Einsatz erneuerbarer Energien und innovativer Technologien (z. B. Großwärmepumpen, Solarthermie, Geothermie) • Entwicklung von Kommunikationsstrategien zur Steigerung der Akzeptanz bei Eigentümern und weiteren Stakeholdern • Identifikation von Fördermöglichkeiten und Finanzierungsmodellen (siehe Maßnahme O2) • Vorgespräche mit Eigentümern aus den Fokusgebieten auf Grundlage der vorangestellten Analyseergebnisse, um Bereitschaft zum Anschluss an ein Netz zu bewerten <p>in Verantwortung der Stadt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung und Unterstützung der Durchführung der Machbarkeitsstudien durch die Stadt Weimar (siehe Maßnahme T4) • Prüfung von Synergien mit anderen Tiefbau- und Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Stromnetzausbau, Mobilität, Neubauvorhaben) • Erstellung von Entscheidungsgrundlagen für die Stadt und die Stadtwerke zur weiteren Umsetzung 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Kosten für die Durchführung der Machbarkeitsstudie, Eigenanteil voraussichtlich < 100.000 € (je nach Einteilung des Gebiets)
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadtwerke Weimar
Fördermittel	50 % Förderung über BEW-Modul 1 durch das BAFA
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Beantragung der Förderung beim BAFA - Erhalt des Förderbescheids - ggf. Beauftragung eines Dienstleisters - Datenerhebung und Analysephase - Erstellung des Machbarkeitsberichts - Präsentation der Ergebnisse an Stadt und relevante Stakeholder - Ableitung von Handlungsempfehlungen und Entscheidung über Umsetzungsschritte

T2 Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 2

Federführender Akteur	Stadwerke Weimar
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer in dem Wärmenetzgebiet, Planungsverantwortliche der Stadwerke Weimar

Beschreibung:

Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für die Errichtung bzw. Erweiterung von Wärmenetzen, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Ausweitung der Wärmenetzinfrastruktur in Weimar zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung solcher Studien sollte durch die Stadwerke Weimar in enger Abstimmung mit der Stadt Weimar erfolgen. Verortet wird die Studie in dieser Maßnahme im identifizierten Fokusgebiet 2 aus der Wärmeplanung, das insbesondere für Wärmenetze geeignet ist (Darstellung in Kapitel 7.8.2)



Da Machbarkeitsstudien zum Förderrahmen für Wärmenetze gehören, wird die Maßnahme die Wirtschaftlichkeit des Baus von treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzen stärken und somit im Falle des Ausbaus zur Treibhausgasreduktion Weimars beitragen. Ergänzend können die Studien dazu dienen, innovative technische Lösungen zu identifizieren, die Akzeptanz bei Eigentümern zu erhöhen und die Integration erneuerbarer Energien sowie sektorübergreifende Ansätze (z. B. Strom-Wärme-Kopplung) zu prüfen. Die Ergebnisse der Studien bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung und Umsetzung der Wärmewende im Fokusgebiet.

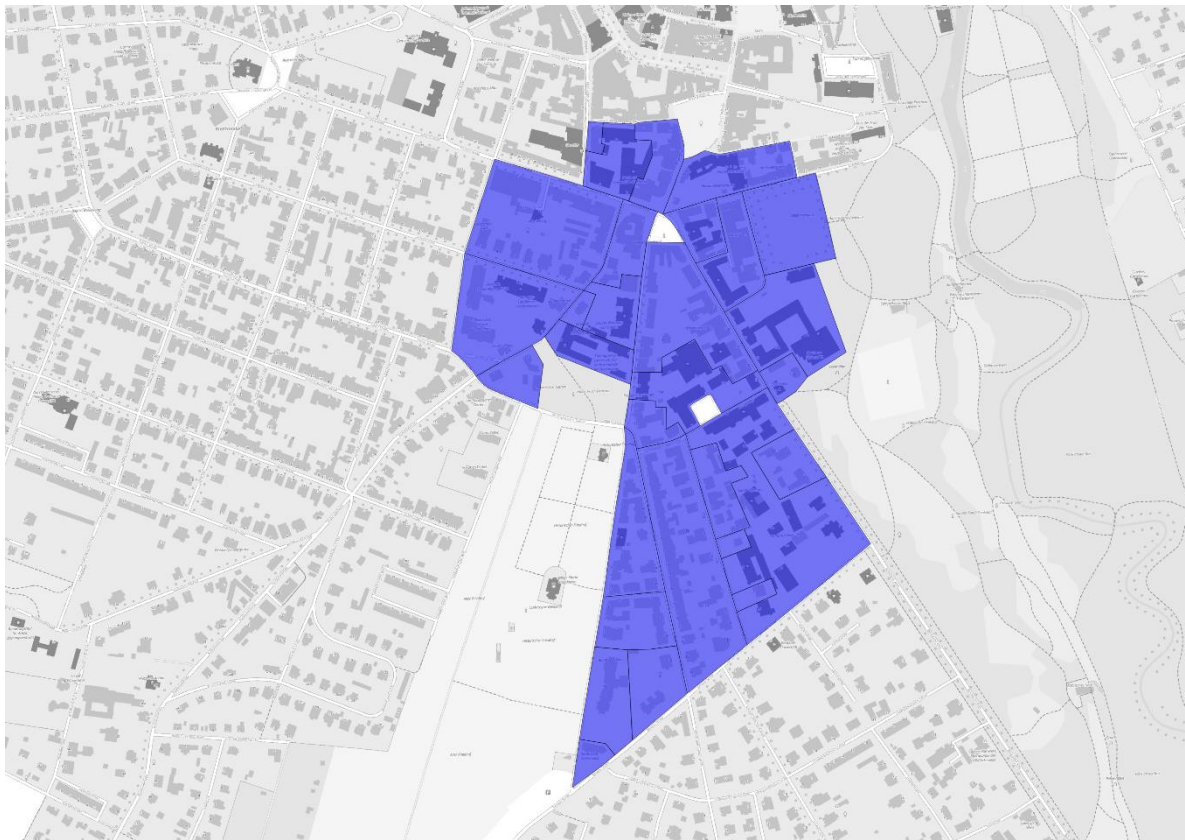
<p>Inhalte der Maßnahme: in Verantwortung der Stadtwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausschreibung oder Direktbeauftragung zur Durchführung von Machbarkeitsstudien im Fokusgebiet 2, das in der Wärmeplanung benannt wurde • Analyse technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für verschiedene Wärmenetzlösungen • Bewertung von Potenzialen für den Einsatz erneuerbarer Energien und innovativer Technologien (z. B. Großwärmepumpen, Solarthermie, Geothermie) • Entwicklung von Kommunikationsstrategien zur Steigerung der Akzeptanz bei Eigentümern und weiteren Stakeholdern • Identifikation von Fördermöglichkeiten und Finanzierungsmodellen (siehe Maßnahme O2) • Vorgespräche mit Eigentümern aus den Fokusgebieten auf Grundlage der vorangestellten Analyseergebnisse, um Bereitschaft zum Anschluss an ein Netz zu bewerten <p>in Verantwortung der Stadt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung und Unterstützung der Durchführung der Machbarkeitsstudien durch die Stadt Weimar (siehe Maßnahme T4) • Prüfung von Synergien mit anderen Tiefbau- und Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Stromnetzausbau, Mobilität, Neubauvorhaben) • Erstellung von Entscheidungsgrundlagen für die Stadt und die Stadtwerke zur weiteren Umsetzung 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Kosten für die Durchführung der Machbarkeitsstudie, Eigenanteil voraussichtlich < 100.000 € (je nach Einteilung des Gebiets)
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadtwerke Weimar
Fördermittel	50 % Förderung über BEW-Modul 1 durch das BAFA
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Beantragung der Förderung beim BAFA - Erhalt des Förderbescheids - ggf. Beauftragung eines Dienstleisters - Datenerhebung und Analysephase - Erstellung des Machbarkeitsberichts - Präsentation der Ergebnisse an Stadt und relevante Stakeholder - Ableitung von Handlungsempfehlungen und Entscheidung über Umsetzungsschritte

T3 Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zum Wärmenetzausbau für Fokusgebiet 3

Federführender Akteur	Stadtwerke Weimar
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer in dem Wärmenetzgebiet, Planungsverantwortliche der Stadtwerke Weimar

Beschreibung:

Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für die Errichtung bzw. Erweiterung von Wärmenetzen, um die Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Ausweitung der Wärmenetzinfrastruktur in Weimar zu überprüfen. Die Beauftragung und Durchführung solcher Studien sollte durch die Stadtwerke Weimar in enger Abstimmung mit der Stadt Weimar erfolgen. Verortet wird die Studie in dieser Maßnahme im identifizierten Fokusgebiet 3 aus der Wärmeplanung, das insbesondere für Wärmenetze geeignet ist (Darstellung in Kapitel 7.8.3).



Da Machbarkeitsstudien zum Förderrahmen für Wärmenetze gehören, wird die Maßnahme die Wirtschaftlichkeit des Baus von treibhausgasneutral versorgten Wärmenetzen stärken und somit im Falle des Ausbaus zur Treibhausgasreduktion Weimars beitragen. Ergänzend können die Studien dazu dienen, innovative technische Lösungen zu identifizieren, die Akzeptanz bei Eigentümern zu erhöhen und die Integration erneuerbarer Energien sowie sektorübergreifende Ansätze (z. B. Strom-Wärme-Kopplung) zu prüfen. Die Ergebnisse der Studien bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung und Umsetzung der Wärmewende im Fokusgebiet.

<p>Inhalte der Maßnahme: in Verantwortung der Stadtwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausschreibung oder Direktbeauftragung zur Durchführung von Machbarkeitsstudien im Fokusgebiet 3, das in der Wärmeplanung benannt wurde • Analyse technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für verschiedene Wärmenetzlösungen • Bewertung von Potenzialen für den Einsatz erneuerbarer Energien und innovativer Technologien (z. B. Großwärmepumpen, Solarthermie, Geothermie) • Entwicklung von Kommunikationsstrategien zur Steigerung der Akzeptanz bei Eigentümern und weiteren Stakeholdern • Identifikation von Fördermöglichkeiten und Finanzierungsmodellen (siehe Maßnahme O2) • Vorgespräche mit Eigentümern aus den Fokusgebieten auf Grundlage der vorangestellten Analyseergebnisse, um Bereitschaft zum Anschluss an ein Netz zu bewerten <p>in Verantwortung der Stadt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung und Unterstützung der Durchführung der Machbarkeitsstudien durch die Stadt Weimar (siehe Maßnahme T4) • Prüfung von Synergien mit anderen Tiefbau- und Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Stromnetzausbau, Mobilität, Neubauvorhaben) • Erstellung von Entscheidungsgrundlagen für die Stadt und die Stadtwerke zur weiteren Umsetzung 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Kosten für die Durchführung der Machbarkeitsstudie, Eigenanteil voraussichtlich <100.000 € (je nach Einteilung des Gebiets)
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadtwerke Weimar
Fördermittel	50 % Förderung über BEW-Modul 1 durch das BAFA
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Beantragung der Förderung beim BAFA - Erhalt des Förderbescheids - ggf. Beauftragung eines Dienstleisters - Datenerhebung und Analysephase - Erstellung des Machbarkeitsberichts - Präsentation der Ergebnisse an Stadt und relevante Stakeholder - Ableitung von Handlungsempfehlungen und Entscheidung über Umsetzungsschritte

T4 Kontinuierliche Prüfung der Erarbeitung von Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepten für weitere Gebiete	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung, gemeinsam mit dem jeweiligen Vorhabenträger
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer in den ausgewählten Gebieten, Planungsverantwortliche der Stadtwerke Weimar
<p>Beschreibung:</p> <p>Die Maßnahme verfolgt das Ziel fortlaufend zu prüfen, in welchen weiteren Gebieten die Erstellung von Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepten sinnvoll und notwendig ist. Damit soll sichergestellt werden, dass Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung frühzeitig erkannt und bewertet werden. Die Stadt Weimar, die Stadtwerke, aber auch weitere in Frage kommende Akteure als Vorhabenträger, sollten dabei eng zusammenarbeiten, um technische, wirtschaftliche und organisatorische Aspekte gemeinsam zu betrachten. In dieser Maßnahme geht es nicht nur um Gebiete, die zwar als potenzielle Wärmenetzgebiete im Rahmen der Wärmeplanung ausgewiesen wurden, jedoch noch nicht im Fokus stehen (bspw. das Gebiet Kirschbachtal/Schönblick), sondern auch um Quartiere, in denen eine dezentrale Versorgung, z. B. über Wärmepumpen vorangetrieben werden soll und dazu ein Schwerpunkt auf Information und Beratung der einzelnen Hausbesitzer gelegt werden muss.</p> <p>Die Studien und Quartierskonzepte dienen nicht nur der Wirtschaftlichkeitsanalyse, sondern auch der Identifikation innovativer Lösungen, der Integration erneuerbarer Energien und der Prüfung von Synergien mit anderen Infrastrukturen. Darüber hinaus bieten sie die für die Umsetzung notwendigen Informations- und Beratungsprozesse für Gebäudeeigentümer. Sie schaffen eine belastbare Grundlage für strategische Entscheidungen und tragen dazu bei, die Wärmewende in weiteren Quartieren gezielt voranzubringen.</p>	
<p>Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematische Analyse weiterer Gebiete auf Eignung für Wärmenetze oder Quartierslösungen • Erstellung einer Prioritätenliste für potenzielle Untersuchungsgebiete • Abstimmung mit Stadtwerken und relevanten Akteuren zur Auswahl der Gebiete • Durchführung von Vorabgesprächen mit Eigentümern zur Ermittlung der Anschlussbereitschaft • Prüfung technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit (inkl. erneuerbarer Energien und innovativer Technologien) • Identifikation von Synergien mit anderen Infrastrukturprojekten (z. B. Stromnetzausbau, Mobilität) • Entwicklung von Beratungsangeboten und Kommunikationsstrategien zur Akzeptanzsteigerung • Ermittlung und Beantragung geeigneter Förderprogramme (z. B. BEW, KfW 432) • Dokumentation und Veröffentlichung der Ergebnisse zur Transparenz und Nachvollziehbarkeit (insbesondere bei Quartierskonzepten) 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung und Energielösungen
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	mittelfristig, < 10 Jahre

Kosten	Kosten für die Durchführung der Machbarkeitsstudie bzw. des Quartierskonzeptes, Eigenanteil voraussichtlich < 100.000 € (je nach Einteilung des Gebiets)
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadtwerke Weimar, Wohnungsunternehmen (bspw. WWS und GWG), Genossenschaften, Dienstleistungs- und weitere Unternehmen als antragsberechtigte Akteure
Fördermittel	Bei Entscheidung zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie: 50 % Förderung über BEW-Modul 1 durch das BAFA Bei Entscheidung zur Erstellung eines Quartierskonzeptes: 75 % Grundförderung möglich über KfW 432
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Entscheidung über die Auswahl der nächsten Untersuchungsgebiete (Quartiere) - Abstimmung und Beauftragung der Machbarkeitsstudie oder des Quartierskonzeptes - Beantragung der Förderung beim BAFA bzw. bei der KfW - Abschluss der Datenerhebung und Analysephase - Präsentation der Ergebnisse an Stadt und relevante Stakeholder - Ableitung von Handlungsempfehlungen und Entscheidung über Umsetzungsschritte

T5 Kontinuierliche Prüfung weitergehender Untersuchungen zu Potenzialen erneuerbarer Energien	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung
Zielgruppe	Stadtwerke, politische Entscheidungsträger
<p>Beschreibung: Die Maßnahme umfasst die fortlaufende Prüfung, ob weitergehende Untersuchungen zu Potenzialen erneuerbarer Energien zielführend sind. Grundlage sind aktuelle technologische Entwicklungen, rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Erkenntnisse aus der kommunalen Wärmeplanung. Anlassbezogen erfolgt die Abstimmung mit den Stadtwerken und ggf. weiteren Akteuren, um Synergien zu nutzen und eine bedarfsgerechte Planung sicherzustellen. Ziel ist es, frühzeitig Chancen für den Einsatz innovativer Technologien wie Solarthermie, Geothermie, Flusstermie, Großwärmepumpen oder Abwärmenutzung zu erkennen und in die zukünftige Wärmeerzeugung mit einzubeziehen.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • regelmäßige Analyse neuer Technologien und gesetzlicher Vorgaben • stetige Bewertung der Potenziale • anlassbezogene Abstimmung mit den Stadtwerken zur Umsetzung von Pilotprojekten • Erstellung von Entscheidungsvorlagen für weitergehende Untersuchungen • Prüfung von Fördermöglichkeiten für vertiefende Studien (z. B. BEW, KfW) • Dokumentation und Veröffentlichung der Ergebnisse zur Transparenzsteigerung 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch Verstärkung des Wärmeplanungsprozesses
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	niedrig
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Erarbeitung, ggf. begleitende Sachmittel für vertiefende Untersuchungen
Kosten (relativ)	niedrig, da über Vollzeitstelle aus Maßnahme O1 abgedeckt
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar
Fördermittel	-
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Einrichtung eines regelmäßigen Prüfprozesses für neue Technologien und rechtliche Änderungen - Beantragung von Fördermitteln für weitergehende Studien - Veröffentlichung der Ergebnisse und Ableitung von Handlungsempfehlungen - Integration relevanter Erkenntnisse in die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung

T6 Kontinuierliche Dekarbonisierung der Wärmeversorgung des kommunalen Gebäudebestandes	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Gebäudewirtschaft
Zielgruppe	Kommunale Verwaltung, Nutzer kommunaler Gebäude
<p>Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, die Wärmeversorgung des kommunalen Gebäudebestandes neben den bereits vorgenommenen Maßnahmen schrittweise auf treibhausgasneutrale Technologien umzustellen. Dies umfasst die Reduktion fossiler Heizsysteme, die Erschließung erneuerbarer Wärmequellen z.B. über Wärmepumpen (wie beim Weimarer Rathaus) oder den Anschluss an Fernwärme. Die Stadt übernimmt die strategische Planung, priorisiert Gebäude mit hohem Energieverbrauch und sorgt für die Einbindung von Fördermitteln. Ergänzend werden Synergien mit Sanierungsmaßnahmen genutzt, um die Effizienz zu steigern und die Wärmewende im kommunalen Bereich kontinuierlich voranzutreiben. Dies ist in den vergangenen Jahren bereits in einem hohen Maße geschehen. Durch die Umsetzung der Maßnahme nimmt die Stadt eine Vorbildfunktion in der lokalen Wärmewende ein.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortsetzung der Dekarbonisierung des kommunalen Gebäudebestandes • Priorisierung von Gebäuden nach Energieverbrauch und Sanierungsbedarf • Umstellung der Wärmeerzeugungstechnologien • Beantragung passender Fördermittel (z. B. BEW, KfW-Programme) • Monitoring der CO₂-Reduktion und Fortschrittsberichte 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch Umrüstung der Heizungsanlagen des kommunalen Gebäudebestandes
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten, Umsetzung der Umbaumaßnahmen
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar
Fördermittel	möglicherweise BEW, KfW-Programme (z. B. Kommunalrichtlinie), Landesförderungen
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Beantragung von Fördermitteln für Umrüstungsmaßnahmen - Umsetzung von Projekten (z. B. Wärmenetzanschlüsse oder Wärmepumpen in kommunalen Gebäuden) - Regelmäßige Fortschreibung des Gebäudeenergieberichts - Vollständige Umstellung auf treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2045

T7 Kontinuierliche Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung	
Federführender Akteur	Stadtwerke Weimar
Zielgruppe	Wärmenetzkunden
<p>Beschreibung: Die Maßnahme verfolgt das Ziel, die Fernwärmeerzeugung schrittweise, entlang eines erstellten Transformationspfades, auf treibhausgasneutrale Technologien umzustellen. Dies umfasst die kontinuierliche Reduktion fossiler Energieträger und die Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Großwärmepumpen, Biomasse und Abwärmenutzung. Insbesondere hervorzuheben ist die bereits geplante Nutzung der Abwärme aus der Kläranlage Tiefurt. Die Stadtwerke übernehmen die technische Umsetzung, während die Stadt unterstützend begleitet. Die Dekarbonisierung erfolgt in Etappen, um Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des aktuellen Erzeugungsmixes und Festlegung von Dekarbonisierungszielen • Schrittweise Umstellung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien • Integration von Großwärmepumpen, Solarthermie und Abwärmequellen, bspw. Großwärmepumpe an der Kläranlage • Prüfung von Speicherkonzepten zur Flexibilisierung der Wärmeversorgung • Entwicklung eines Investitions- und Finanzierungsplans • Beantragung von Fördermitteln (z. B. BEW-Modul 2 für Investitionen) • Kommunikation der Maßnahmen an Kunden und Öffentlichkeit • Monitoring der CO₂-Reduktion und Fortschrittsberichte 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch Nutzung regenerativer Wärmeerzeugung im Wärmenetz
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Baukosten für Umrüstung der Erzeugungsanlagen und der Netzinfrastruktur
Kosten (relativ)	hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadtwerke Weimar, ggf. Beteiligung weiterer Akteure möglich
Fördermittel	BEW-Förderung für die gesamte Transformation des Wärmenetzes (vom Transformationsplan bis zum Betrieb)
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Analyse des aktuellen Erzeugungsmixes und Erstellung eines geförderten Transformationsplans - Beantragung von Fördermitteln für erste Umrüstungsmaßnahmen - Umsetzung erster Projekte - jährliche CO₂-Bilanzierung und Fortschrittsbericht - vollständige Umstellung auf treibhausgasneutrale Erzeugung bis 2045

T8 Angebot von Contracting-Lösungen zur Wärmeversorgung	
Federführender Akteur	Stadtwerke Weimar
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer und Gewerbetreibende
<p>Beschreibung: Contracting ist ein Modell, bei dem ein externer Dienstleister (Contractor) die Planung, Finanzierung, Installation, Wartung und Betriebsführung einer Heizung übernimmt und dafür vom Immobilieneigentümer oder Mieter eine monatliche Rate verlangt. Für den Gebäudeeigentümer/ Mieter der Anlage fallen keine oder nur geringe Investitionskosten an.</p> <p>Die Stadtwerke Weimar planen Contracting-Lösungen zur Wärmeversorgung anzubieten, um Gebäudeeigentümern auch kurzfristig eine unkomplizierte und nachhaltige Versorgung mit regenerativer Wärme zu ermöglichen. Weiterhin können solche Modelle als temporäre Lösungen in geplanten Netzausbaubereichen fungieren. Damit die Maßnahme erfolgreich ist sollte die Stadt aktiv die Rahmenbedingungen schaffen, die Akzeptanz fördern und die Zusammenarbeit zwischen Stadtwerken, Eigentümern und weiteren Akteuren unterstützen. Die Stadt kann durch das gezielte Verteilen von Informationen und Beratung als Multiplikator dazu beitragen, dass Contracting-Angebote angenommen und umgesetzt werden.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Angebot von Contracting-Modellen durch die Stadtwerke • Beratung und Information der Gebäudeeigentümer zu den Vorteilen und Abläufen • Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln • Organisation von Informationsveranstaltungen und Workshops • Monitoring der umgesetzten Projekte 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	Umsetzung: mittelfristig, < 10 Jahre
Kosten	Produktentwicklung und Personalkosten der Stadtwerke
Kosten (relativ)	mittel
Finanzierung/Kostenträger	Produktentwicklung und -angebot: Stadtwerke Weimar, Investition in Contracting-Lösungen: Gebäudeeigentümer und Gewerbetreibende
Fördermittel	Förderung der Umsetzungen mglw. über BEW-Modul 1 durch das BAFA (bei großen Erzeugungsanlagen) bzw. KfW beim Endkunden
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Contracting-Produkt ist am Markt - regelmäßige Überprüfung der Zahlen zur Umsetzung von Contracting-Lösungen

O1 Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Begleitung der lokalen Wärmewende	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung
Zielgruppe	Wesentliche Akteure der Wärmewende
<p>Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Einrichtung einer zentralen Stelle, welche als Begleitung und Koordination für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und weiterer Themen der wärmebezogenen Energieinfrastruktur fungiert. Diese Stelle soll als Bindeglied zwischen verschiedenen Akteuren dienen und die effiziente und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sicherstellen.</p>	
<p>Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung und Monitoring der Umsetzung der Wärmeplanung • Begleitung der Transformation der Netzinfrastruktur (Strom, Gas, Wärme) • Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Wärmeprojekten, bspw. bei Anfragen von Stakeholdern (z.B. Stadtwerke Weimar oder Genossenschaften) zu Genehmigungsverfahren • Informationsaustausch und Vernetzung im Bereich Wärmeversorgung • Betreuung und Weiterentwicklung des Beratungsgremiums, das im Zuge der Wärmeplanung initiiert wurde und relevante lokale Akteure der Wärmewende zusammenbringt • Organisation und Moderation von regelmäßigen Treffen und Workshops zur Förderung des (Erfahrungs-)Austauschs und der Zusammenarbeit des Gremiums • Organisation und Durchführung von Informationsterminen über technische Möglichkeiten und den Fortschritt der Wärmetransformation in Weimar • Bereitstellung von lokalem Wissen, Fachwissen und technischen Informationen zur Wärmeplanung und -versorgung • Datenbeschaffung und Koordinierung der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung gemäß ThürWPGAG 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen; stellt den kontinuierlichen Informationsfluss sicher
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	mittel
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten von mindestens einer Vollzeitstelle und begleitende Sachmittel
Kosten (relativ)	kurzfristig: mittel langfristig: hoch
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar
Fördermittel	Personalausgaben können über KfW 432 gefördert werden
Monitoring	siehe Kapitel Verstetigung (Kapitel 8, Bericht zur kommunalen Wärmeplanung)

O2 Prüfung und Vermittlung alternativer Finanzierungsmodelle für die Umsetzung der lokalen Wärmewende	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung, gemeinsam mit dem jeweiligen Vorhabenträger
Zielgruppe	jeweiliger Vorhabenträger
<p>Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, alternative Finanzierungsmodelle wie Contracting, Bürgerbeteiligung, Energiegenossenschaften oder Public-Private-Partnerships auf ihre Übertragbarkeit für die lokale Wärmewende zu prüfen. Damit soll sichergestellt werden, dass wirtschaftlich tragfähige und sozial akzeptierte Modelle identifiziert werden, die den Ausbau klimaneutraler Wärmeversorgung beschleunigen. Es soll geprüft werden, die Finanzierung nicht lediglich anhand von öffentlichen Mitteln zu realisieren.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation bestehender Finanzierungsmodelle (z.B. Contracting, Genossenschaftsmodelle, Bürgerfonds, PPP) • Bewertung der rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die lokale Anwendung • Austausch mit anderen Kommunen und zu Best-Practice-Beispielen • Workshops mit Stadtwerken, Eigentümern und Investoren zur Machbarkeit • Begleitung von Projekten zur praktischen Anwendung • Prüfung der Kombination von klassischen Förderprogrammen mit alternativen Finanzierungsansätzen 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Sicherstellen der Umsetzung von Wärmenetz- und Quartierslösungen
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	niedrig
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten
Kosten (relativ)	niedrig
Finanzierung/Kostenträger	jeweiliger Vorhabenträger
Fördermittel	explizit Alternativen zu Fördermitteln im Fokus
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Standerhebung vorhandener und nutzbarer Möglichkeiten in einem festgelegten Turnus - Monitoring eingesetzter Finanzierungsmöglichkeiten

O3 Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadtentwicklung und Bauleitplanung sowie Sensibilisierung von Genehmigungsbehörden für Herausforderungen der lokalen Wärmewende	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Stadtentwicklung
Zielgruppe	Planungsämter, Genehmigungsbehörden, Projektentwickler, Bauträger, kommunale Entscheidungsträger
<p>Beschreibung: Die Maßnahme verfolgt das Ziel, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung systematisch in die Stadtentwicklung und Bauleitplanung der Stadt Weimar zu integrieren. Wie im Bericht im Kapitel 6 beschrieben wird, bestehen zur zukünftigen, treibhausgasneutralen Wärmeversorgung Bedarfe für Flächen zur Errichtung von Wärmeerzeugungsanlagen und den Aus- und Umbau von Energieversorgungsinfrastruktur. Die Stadt Weimar berücksichtigt entsprechende Flächen bei der städtebaulichen Entwicklung, um die Bedarfsdeckung für die Erzeugung zu ermöglichen und unterstützt mit vorkehrenden Maßnahmen. Zukünftige Bauvorhaben und Quartiersentwicklungen sollen frühzeitig auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung hin ausgerichtet und aufeinander abgestimmt werden. Gleichzeitig ist es notwendig, die lokale Politik und Genehmigungsbehörden für die Herausforderungen der Wärmewende zu sensibilisieren, um eine einheitliche und beschleunigte Umsetzung zu gewährleisten. Dies umfasst die Anpassung von Planungsinstrumenten, die Berücksichtigung von Wärmenetzpotenzialen und die Förderung von Akzeptanz für innovative Lösungen.</p>	
<p>(Mögliche) Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation und Bewertung potenzieller Flächen für Wärmeerzeugungsanlagen und Energieversorgungsinfrastruktur • Abstimmung und Einbindung aller Vorhabenträger (bspw. Stadtwerke Weimar, ENWG) • Integration der Wärmeplanung in Bauleitpläne • Entwicklung von Leitlinien für die Berücksichtigung klimaneutraler Wärmeversorgung in der Stadtentwicklung und Bauleitplanung • Abstimmung mit Stadtwerken zu Wärmenetzpotenzialen und Anschlussstrategien • Erstellung von Checklisten für Bauleitplanung und Genehmigungsverfahren • Prüfung von Möglichkeiten zur aktiven Flächensicherung durch die Kommune, bspw. mittels eines Flächenfonds 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch Sicherstellen von klimaneutraler Wärmeversorgung in neuen Quartieren und Bauvorhaben und die Reduktion von Planungshemmnissen und Genehmigungszeiten
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten zur Erarbeitung
Kosten (relativ)	niedrig, da durch bereits vorhandenes Personal abgedeckt
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar
Fördermittel	-

Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none">- Erstellung von Leitlinien zur Integration der Wärmeplanung in Stadtentwicklung und Bauleitplanung- Integration der Wärmeplanung in die Erstellung oder Änderung von Bauleitplänen- Evaluation der Umsetzung
-------------------	--

K1 Entwicklung und Durchführung von Kommunikationsformaten zur Umsetzung der Wärmewende	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung, in Kooperation mit relevanten Partnern
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, KMU
Beschreibung: Informations- und Kommunikationsformate zur Umsetzung der Wärmewende sind grundsätzlich sinnvoll, um den Zugang zu dem Thema für Beteiligte zu erhöhen, Fragen zu beantworten und Akzeptanz für den Umbau der Wärmeversorgung zu fördern. Dies kann beispielsweise als Veranstaltungsreihe in Ortsteilen oder als „Messe“ zur Wärmeversorgung stattfinden. Bestehende und umfassende Kampagnen sollen genutzt, explizit für die Zielgruppen interessant dargestellt und weiterentwickelt werden. Die Kampagne sollte verschiedene Kommunikations- und Zuleitungskanäle nutzen, um möglichst viele Zielgruppen zu erreichen. Räumliche, städtebauliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen sollten bei der Entwicklung von Formaten berücksichtigt werden. Energieberatungsangebote, Leitfäden und Förderprogramme werden integriert und sichtbar gemacht.	
(Mögliche) Inhalte der Maßnahme: <ul style="list-style-type: none"> • Veranstaltungsreihe in den Ortsteilen • Zentrale Informationsmesse zur Wärmeversorgung • Integration bestehender Energieberatungsangebote (z. B. kostenfreie Beratung der Verbraucherzentrale, ThEGA für KMU) • Bereitstellung und Verbreitung bestehender Leitfäden zur Sanierung und Versorgung • Information und Vernetzung für KMU (z. B. zu Förderprogrammen wie GreenInvestRes vom Land Thüringen), insbes. über bestehende Netzwerkformate • Aufzeigen und Verstetigen vorhandener Angebote zur Informationsbeschaffung • Nutzung und Weiterentwicklung bestehender Kommunikationskanäle (Webseite, Newsletter, lokale Medien, soziale Netzwerke) • Informationsweitergabe und Austausch mit relevanten Multiplikatoren (z.B. Handwerk, Schornsteinfeger, Zivilgesellschaft) 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Steigerung der Sanierungsrate, Förderung dezentraler und regenerativer Versorgungslösungen, Erhöhung der Akzeptanz und Umsetzung klimafreundlicher Maßnahmen
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	niedrig
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig (< 5 Jahre) für erste Veranstaltungen und Informationsangebote, mittelfristig (< 10 Jahre) für Verstetigung und Weiterentwicklung
Kosten	kurzfristig (< 5 Jahre) Personalkosten und ggf. Veranstaltungskosten, mittelfristig (< 10 Jahre) Personalkosten für Verstetigung und Weiterentwicklung
Kosten (relativ)	niedrig, da Personalkosten über Maßnahme O1 abgedeckt sind
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar, in Kooperation mit Partnern und durch Fördermittel unterstützt
Fördermittel	genaue Prüfung und Nutzung bestehender Fördermöglichkeiten erforderlich

Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none">- Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen- Monitoring der Reichweite und Wirkung der Kampagne- regelmäßige Evaluation und Anpassung
-------------------	---

K2 Vorstellen von Best-Practice-Beispielen für Wärmelösungen	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung, in Kooperation mit lokalen Akteuren und Gebäudeeigentümern
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Unternehmen, Initiativen und alle Interessierten in der Stadt
<p>Beschreibung: Die Maßnahme stellt erfolgreiche Wärmelösungen aus der Stadt Weimar als Best-Practice-Beispiele vor und fördert den Austausch bewährter Ansätze. In den letzten Jahren und Jahrzehnten wurde bspw. auf kommunaler Ebene eine sehr hohe Sanierungsquote erreicht, der Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften hat sich seit 2008 halbiert (siehe Gebäudeenergiebericht der Stadt Weimar). Beispielhaft hervorzuheben ist die Versorgung des Rathauses mit einer Erdwärmepumpe. Die Stadt ruft dazu auf, solche Best-Practice-Beispiele zu teilen, um voneinander zu lernen und die Umsetzung klimaneutraler Lösungen zu beschleunigen. Möglichkeiten zur Verteilung der Beispiele sind vielfältig. Die Darstellung kann bspw. in einer Online-Datenbank, möglicherweise ergänzt durch eine Kartendarstellung, geschehen. Man kann außerdem zu Führungen vor Ort einladen oder die Inhalte in Veranstaltungen der Maßnahme K1 integrieren.</p>	
<p>Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation und Auswahl von geeigneten klimaneutralen Versorgungslösungen wie z.B. dem Einsatz von Wärmepumpen insbes. in Eignungsgebieten für dezentrale Versorgung als Best-Practice-Beispiele • Darstellung der spezifischen Einbausituationen (z.B. Neubau, Altbau, Gewerbe, Wohngebäude) • Darstellung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen • Darstellung der THG-Einsparungen und anderer Umweltvorteile durch den Einsatz von Wärmepumpen • Erstellung von anschaulichen und leicht verständlichen Informationsmaterialien (z.B. Broschüren, Online-Artikel, Videos) • Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle zur Verbreitung der Informationen (z.B. Websites, soziale Medien, Fachzeitschriften) • Darstellung erfolgreicher Sanierungsprojekte und innovativer Wärmelösungen • Aufruf an Bürger und Unternehmen, eigene Best-Practice-Beispiele einzureichen • Vernetzung der Akteure zur Förderung gemeinsamer Lösungen • Dokumentation und Analyse der erzielten Effekte (z. B. Sanierungsquote, Wärmeverbrauch) 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Förderung der Sanierungsrate und Verbreitung klimaneutraler Wärmelösungen, Reduktion von THG-Emissionen durch Nachahmung erfolgreicher Projekte
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	niedrig
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig (< 5 Jahre) für die Sammlung und Veröffentlichung erster Beispiele, mittelfristig (< 10 Jahre) für die Verstetigung des Austauschs
Kosten	Kosten für Organisation, Kommunikation und Dokumentation und ggf. externe Vergabe von Dienstleistungen
Kosten (relativ)	niedrig, da Personalkosten über Maßnahme O1 abgedeckt

Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar, ggf. in Kooperation mit lokalen Partnern
Fördermittel	Prüfung und Nutzung bestehender Förderprogramme (z. B. KfW, Landesprogramme, Klimapakt-Mittel)
Monitoring	<p>Überwachung von gesetzten Meilensteinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausarbeitung von Formaten zur Erfassung und Verbreitung von Best-Practice-Beispielen - Monitoring der eingereichten und veröffentlichten Best-Practice-Beispiele - Evaluation der Wirkung auf Sanierungsquote und Wärmeverbrauch - regelmäßige Berichterstattung

K3 Begleitung von Quartiersinitiativen zur Wärmeversorgung	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung
Zielgruppe	Initiatoren von Quartierslösungen zur Wärmeversorgung
<p>Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, lokale Initiativen zu begleiten, die gemeinschaftliche Lösungen für die Wärmeversorgung in Quartieren oder Ortsteilen selbstorganisiert entwickeln wollen. Hier kommen einerseits Quartiere in Frage, in denen eine Wärmenetzeignung festgestellt wurde und das Interesse an einer gemeinschaftlich organisierten Versorgung besteht, eine zentrale Versorgung durch ein Wärmenetz aktuell aber nicht gegeben ist. Andererseits können auch Gebiete ohne Wärmenetzeignung von gemeinsamen Lösungen profitieren. Außerdem sollte eine geeignete bauliche Struktur vorliegen, sodass die Umsetzung gemeinschaftlicher Wärmeversorgungskonzepte technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Stadt Weimar begleitet und unterstützt diese Initiativen, um innovative und nachhaltige Versorgungskonzepte zu ermöglichen. Durch Beratung, Vernetzung und organisatorische Unterstützung werden die Voraussetzungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung geschaffen. Die Maßnahme trägt dazu bei, die Akzeptanz und Umsetzung von regenerativen Wärmenetzlösungen in den Quartieren zu steigern.</p>	
<p>Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung und Beratung bei der Entwicklung von Quartierskonzepten und dem Einsatz von Sanierungsmanagements • Vernetzung von Initiatoren mit relevanten Akteuren (z. B. Stadtwerke, Genossenschaften) • Unterstützung bei Förderanträgen auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene (bspw. zu KfW 432) und Genehmigungsverfahren • Bereitstellung von Fachwissen und technischen Informationen • Begleitung bei der Umsetzung und Nachverfolgung der Projekte 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch regenerative Wärmenetzversorgung
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	mittel
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	mittel- bis langfristig (< 10 bis > 10 Jahre, je nach Quartierslösung)
Kosten	Personalkosten, ggf. begleitende Sachmittel und Eigenanteil für KfW-Quartierskonzepte
Kosten (relativ)	niedrig, da Personalkosten über Maßnahme O1 abgedeckt
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar sowie ggf. anteilig beteiligte Quartiersinitiativen
Fördermittel	Prüfung, ob KfW 432 möglicherweise als Fördergrundlage in Frage kommen kann. Zuschuss aus dem Programm 432 für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement (typischerweise 75 % der förderfähigen Sach- und Personalausgaben, je nach Kommumentyp und Förderkonditionen). Kommunaler Eigenanteil aus dem Haushalt sowie ggf. ergänzende Landesprogramme.

Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none">- jährlicher Monitoringbericht des Sanierungsmanagements an Verwaltung und Politik mit Darstellung von Fortschritt, Hemmnissen und Anpassungsbedarf- Verknüpfung des Quartiers-Monitorings mit dem Monitoring der kommunalen Wärmeplanung (Abgleich, inwieweit Quartiersmaßnahmen zur Zielerreichung 2045 beitragen).
-------------------	---

K4 Austausch mit und Begleitung von Energiegenossenschaften	
Federführender Akteur	Stadt Weimar, Bereich Wärmeplanung, in enger Zusammenarbeit mit Energiegenossenschaften
Zielgruppe	Energiegenossenschaften, Gebäudeeigentümer, insbesondere in Gebieten ohne geplanten Fernwärmeausbau
<p>Beschreibung: Energiegenossenschaften oder andere Formen von Energiegemeinschaften sind wichtige Akteure für die lokale Wärmeversorgung. Deswegen möchte die Stadt diese bei bestehender Initiative unterstützen und mit ihnen kooperieren. Die Stadt übernimmt eine koordinierende und vermittelnde Rolle, um innovative und gemeinschaftliche Lösungen zu begleiten, vor allem in Gebieten, in denen aktuell kein Ausbau der Fernwärme vorgesehen ist. Durch gezielte Netzwerke und organisatorische Unterstützung wird eine Grundlage für klimaneutrale, gemeinschaftliche Wärmeversorgungsmöglichkeiten geschaffen. Dies kann bspw. auch über Zusammenschlüsse zu Einkaufsgemeinschaften für notwendige Materialien und Gerätschaften geschehen.</p>	
<p>Mögliche Inhalte der Maßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kooperation und Vernetzung zwischen Stadt, Genossenschaften und weiteren Akteuren • Bereitstellung von Fachwissen und technischen Informationen • Beratung zu Fördermöglichkeiten und Genehmigungsverfahren • Austausch zu Nutzungskonzepten für Quartiere ohne Fernwärmeausbau • Kommunikation zur Förderung des Verständnisses für genossenschaftliche bzw. gemeinschaftliche Lösungen • Ansprache und Information in gebietsbezogenen Gremien (Ortsteilräte, Einwohnerversammlungen, Ortsteilfeste, ...) 	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von THG-Emissionen durch gemeinschaftliche und innovative Versorgungskonzepte
Einsparpotenzial in Bezug auf THG-Emissionen	hoch
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten und Kosten für die organisatorische Begleitung
Kosten (relativ)	niedrig, da Personalkosten über Maßnahme O1 abgedeckt sind
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Weimar
Fördermittel	Prüfung, ob KfW 432 oder andere Förderprogramme als Grundlage für gemeinschaftlich initiierte Quartierslösungen in Frage kommen
Monitoring	Überwachung von gesetzten Meilensteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der Nutzung des Angebots durch Genossenschaften - Dokumentation des Fortschritts der genossenschaftlichen Lösungen

9 Verstetigung

Zur Sicherstellung der langfristigen Umsetzung und fortlaufenden Anpassung der kommunalen Wärmeplanung wurden Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten festgelegt sowie eine Verstetigungsstrategie erarbeitet. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Umsetzungsprozess zur Entwicklung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in der Kommune kontinuierlich und zielführend begleitet wird. Hierbei geht es insbesondere auch um die gesetzlich in § 25 WPG verankerte Pflicht zur Fortschreibung der Wärmeplanung im Zyklus von fünf Jahren.

In den vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen (Kapitel 8.2) wird die Strategie zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung z.B. über die Maßnahmen zur Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Begleitung der lokalen Wärmewende begleitet (Maßnahme O1). In dieser flankierenden Maßnahme wird empfohlen, die Verstetigung der Wärmeplanung anhand von Monitoring- und Evaluationsprozesse innerhalb der Stadt Weimar über eine zentrale Stelle aufzubauen. Die Begleitung und Koordination für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und weiterer Themen der wärmebezogenen Energieinfrastruktur soll durch eine feste Ansprechperson in der Verwaltung umgesetzt werden. Diese Stelle soll als Bindeglied zwischen verschiedenen Akteuren dienen und die effiziente und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung und deren Verstetigung sicherstellen. Ziel ist es, die Wärmeplanung als kontinuierlich wirksames Steuerungsinstrument in der Stadt Weimar zu etablieren.

Dafür sind die vier nachfolgenden Bausteine von Bedeutung: die Einbindung relevanter Akteure, eine klare und wirksame Kommunikation, ein systematisches Controlling sowie die Bereitstellung ausreichender Ressourcen. Diese Elemente bilden gemeinsam das Fundament für eine nachhaltige und umsetzungsorientierte Verstetigung.

9.1 Baustein 1: Akteure

Um die Wärmeplanung in der Stadt Weimar langfristig zu verankern, müssen relevante Akteure fortlaufend einbezogen werden. Der regelmäßige Austausch mit den zentralen Akteuren und der Öffentlichkeit schafft Transparenz, Akzeptanz und Kooperation. Auch der interkommunale Austausch gehört dazu, um Synergieeffekte zu generieren und von den Erfahrungen anderer Kommunen zu profitieren. Hierbei sind die innerhalb der Erstellungsphase entwickelten Netzwerke, wie z.B. das Beratungsgremium, Beiräte oder das bestehende Netzwerk Kommunaler Klimaschutz der ThEGA zu berücksichtigen. Zudem sind die Vernetzung und Zusammenarbeit mit den verwaltungsinternen Akteuren der Stadt Weimar wichtig. Diese Vernetzung der Akteure kann über eine Koordinationsstelle der Stadt Weimar gesteuert werden, siehe Maßnahme O1: Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Begleitung der lokalen Wärmewende, Kapitel 8.2.

9.2 Baustein 2: Kommunikation

Zur Verankerung der kommunalen Wärmeplanung in Stadtverwaltung und Bürgerschaft ist die Kommunikation kommunaler Ziele sowie von Fortschritten, Erfolgen und Herausforderungen unerlässlich. Hierbei sollten vor allem die politischen Gremien, Beiräte, die Stadtspitze sowie die Öffentlichkeit adressiert werden, wobei auch Motivation, Information und Beratung eine zentrale Rolle spielen. Im Maßnahmenkatalog ist in einer Maßnahme die Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadtentwicklung und Bauleitplanung sowie Sensibilisierung von Genehmigungsbehörden für Her-

ausforderungen der lokalen Wärmewende aufgenommen. Die Maßnahme verfolgt das Ziel, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung systematisch in die Stadtentwicklung und Bauleitplanung der Stadt Weimar zu integrieren. Eine weitere zentrale Zielgruppe ist die Fachöffentlichkeit, die die Wärmeplanung praktisch umsetzt und als Multiplikator agieren kann. Hierzu gehören insbesondere Energieberatende, Energiegenossenschaften, Schornsteinfeger, das SHK-Handwerk und Energieversorger. Die im Maßnahmenkatalog aufgeführte Maßnahme Entwicklung und Durchführung von Kommunikationsformaten zur Umsetzung der Wärmewende beschreibt die Einführung von Informations- und Kommunikationsformaten zu diesem Zweck. Weitere wichtige Akteure sind die Energiegenossenschaften oder andere Formen von Energiegemeinschaften. Die Unterstützung dieser Initiativen ist in der Maßnahme Austausch mit und Begleitung von Energiegenossenschaften beschrieben.

9.3 Baustein 3: Controlling

Da sich die rechtlichen, finanziellen und politischen Rahmenbedingungen auf allen Ebenen stetig ändern, ist die erstmalige Aufstellung der Kommunalen Wärmeplanung vor allem eine Abbildung des Ist-Zustands und der davon ausgehenden Szenarioaufstellung und Planung bis zum Zieljahr. Um sicherzustellen, dass Ressourcen stets ziel- und wirkungsorientiert eingesetzt werden, müssen daher regelmäßige Analysen und Bewertungen innerhalb des Umsetzungsprozesses durchgeführt werden, siehe hierzu Kapitel 10. In der Stadt Weimar soll die Integration der Wärmeplanung in bestehende Planungsprozesse wie Bauleit- und Fachplanungen erfolgen.

9.4 Baustein 4: Ressourcen

Es sollte sichergestellt werden, dass ausreichende finanzielle und personelle Ressourcen für die Koordination der Kommunalen Wärmeplanung und die Umsetzung von Maßnahmen im Haushalt eingeplant werden. Mögliche Finanzierungsquellen können staatliche Förderprogramme wie z. B. die Nationale Klimaschutzinitiative oder das KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“ sein. In den vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen (Kapitel 6) ist die Einrichtung einer Stelle zur Koordination der Umsetzung aufgeführt: Einrichtung einer Koordinationsstelle für die Begleitung der lokalen Wärmewende. In dieser flankierenden Maßnahme wird empfohlen, den Umsetzungsprozess personell zu begleiten, Akteure zu vernetzen, die Öffentlichkeit zu informieren und den Erfolg des Umsetzungsprozesses kontinuierlich zu bewerten.

10 Controlling

Um die Erfolge der Wärmeplanung sichtbar zu machen, besonders wirksame Maßnahmen zu identifizieren und die Strategie bei Bedarf rechtzeitig anzupassen, ist eine kontinuierliche Erfassung, Bewertung und Steuerung unerlässlich. Auf Basis von Daten (beispielsweise über den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, die Entwicklung von Energieverbräuchen, erzielte THG-Minderungen, den Erfolg von Einzelmaßnahmen, etc.) kann die Umsetzung der Wärmeplanung in Weimar wirksam evaluiert werden. Für diesen kontinuierlichen Prozess der Erfolgskontrolle und Steuerung wird der Begriff „Controlling“ verwendet. Unter „Monitoring“ hingegen ist das Messen und Erfassen von Ist-Werten anhand vorgegebener Indikatoren zu verstehen, die wiederum die Grundlage für ein wirksames Controlling bilden. Der PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) verdeutlicht den Aspekt der kontinuierlichen Verbesserung, wobei das Monitoring als wesentlicher Bestandteil in den Controlling-Prozess eingebettet ist (vgl. Abbildung 45).

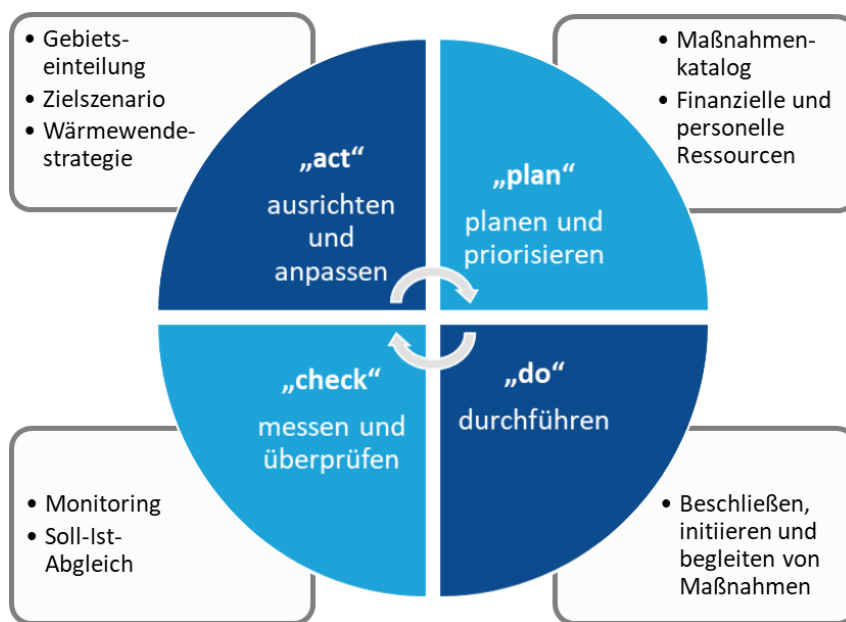


Abbildung 45: PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act)

Das Controlling besteht aus drei Elementen, die jeweils mit unterschiedlichen Methoden und Instrumenten arbeiten. Es liefert mehr als nur einen Vergleich von Ist- und Soll-Zustand, sondern dient der Positionsbestimmung und soll so die Entscheidungsfindung und zielgerichtete Steuerung unterstützen. Dazu gehören sowohl qualitative als auch quantitative Analysen, deren Ergebnisse den zuständigen Gremien und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden sollten (siehe Abbildung 46).

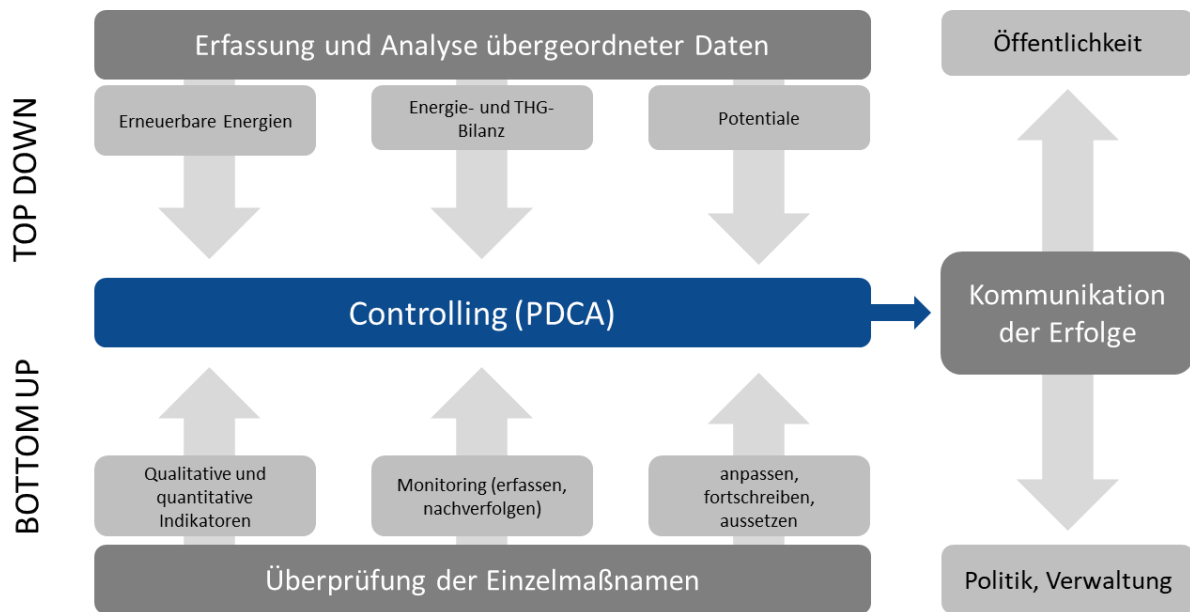


Abbildung 46: Elemente des Controllings

10.1 Controlling-Element 1: Erfassung und Analyse übergeordneter Daten

Dreh- und Angelpunkt ist die übergeordnete Erfassung und Analyse von Daten, die in eine Energie- und THG-Bilanz münden. Mit diesem sogenannten „Top-down“-Ansatz wird überprüft, ob die im Zielszenario angenommenen Werte (z. B. für Emissionsminderungen, Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch) erreicht werden. Der „Top-down“-Ansatz sollte sich dabei an möglichst quantifizierbaren Größen orientieren:

- Wie viele THG-Emissionen konnten im Vergleich zum Referenzjahr eingespart werden?
- Wie hoch ist der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung?
- Welches technische Potenzial für erneuerbare Wärmequellen ist in der Stadt Weimar vorhanden?

Diese Daten sollten in regelmäßigen Abständen erhoben werden, sofern dies nicht durch das Klimaschutzmanagement der Stadt Weimar bereits geschieht. Für die Fortschreibung der Wärmeplanung wird dabei ein Turnus von fünf Jahren vorgegeben.

10.2 Controlling-Element 2: Überprüfung der Einzelmaßnahmen

Die übergeordnete Erfassung von Daten im Rahmen des Controlling-Elements 1 kann eine Steuerung und Kontrolle einzelner Maßnahmen nicht ersetzen. Der sogenannte „Bottom-up“-Ansatz umfasst die Definition von Teilzielen sowie von quantitativen und qualitativen Indikatoren, wie sie im Maßnahmenkatalog vorgeschlagen sind. Diese sollten jährlich überprüft werden. Dabei ist anhand des Steuerungszirkels „Plan-Do-Check-Act“ vorzugehen. Das heißt, dass Maßnahmen bei Bedarf in ihren Zielsetzungen, ihrer Ausrichtung oder ihren Ansätzen modifiziert werden müssen. Die jährliche Erfolgskontrolle soll zudem ermöglichen, Maßnahmen auszusetzen, zu streichen oder bei Bedarf neue Maßnahmen zu definieren und einzuplanen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, Maßnahmen auch unterjährig zu beobachten, um beispielsweise auf neue Förderprogramme zeitnah reagieren zu können.

10.3 Controlling-Element 3: Kommunikation der Erfolge

Neben der Erfassung und der Analyse von Daten zur quantifizierbaren Einschätzung der übergeordneten Verbräuche und Emissionen (Element 1) sowie der individuellen Überprüfung von Einzelmaßnahmen (Element 2), ist die Kommunikation der Erfolge (oder Misserfolge) ein zentraler Bestandteil jedes Controllings. Das schafft Transparenz und sichert den Rückhalt für Maßnahmen und Aktivitäten. Daher sollte regelmäßig ein Statusbericht veröffentlicht werden, der die wesentlichen Erfolge und Erkenntnisse (quantitativ und qualitativ) kommuniziert. Dieser Bericht sollte

- die Entwicklung darstellen und prozessorientiert sein,
- die Aussagen zum Erreichen der quantifizierbaren Grobziele und Detailziele zusammenfassen,
- eine Bewertung des Status quo vornehmen und einen Ausblick geben.

Darüber hinaus können in dem Bericht die relevanten Aktivitäten und Akteure vorgestellt sowie der Kontext des Geschehens erklärt und bewertet werden. Als Berichtsform bietet sich eine jährliche Vorstellung vor dem entsprechenden Gremium an. Zusätzlich kann der Bericht auch für die Öffentlichkeit auf der Website der Stadt Weimar veröffentlicht werden.

11 Ausblick

Mit der kommunalen Wärmeplanung liegt der Stadt Weimar eine strategische Grundlage vor, um den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis spätestens 2045 zu gestalten. Die Wärmeplanung erzeugt dabei keinerlei Verbindlichkeit darüber, welche Energieträger und welche Heizsysteme zukünftig zum Einsatz kommen müssen. Sie macht auch keinerlei Vorgaben an den Austausch vorhandener Heizkessel. Stattdessen gibt die Wärmeplanung eine Orientierung, welche Heizsysteme zukünftig aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sinnvoll erscheinen. Dazu teilt die Wärmeplanung die Stadt in Gebiete ein, die sich gut für eine zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen bzw. in andere Gebiete, für die eine dezentrale Einzellösung sinnvoller erscheint. Die Umsetzung muss in einem nächsten Schritt erfolgen. Für mögliche Wärmenetzgebiete bedeutet dies, dass potenzielle Wärmenetzbetreiber im Zuge einer vertiefenden Planung die konkrete technische Machbarkeit überprüfen und die notwendigen Investitionskosten ermitteln müssen. Die sich daraus ergebenden Wärmepreise für die Endverbraucher werden sich an den Vergleichskosten für eine dezentrale Versorgung messen müssen. Für Gebiete, in denen der Bau eines Wärmenetzes als wenig wahrscheinlich eingestuft wird, muss individuell für die Gebäude entschieden werden, welcher Wärmeerzeuger zukünftig die beste Variante ist. Bei der Entscheidung sollten Fachleute aus der Energieberatung und dem Handwerk einbezogen werden.

Die Aufgabe der Stadt Weimar ist es, den Transformationsprozess der Wärmeversorgung zu begleiten und dazu technische Schritte anzuschieben, Akteure zu vernetzen und Eigentümer zu informieren. Im Maßnahmenkatalog werden die Handlungsoptionen der Stadt zusammengestellt und die jeweiligen Effekte deutlich gemacht. Dennoch werden diese Steckbriefe in den nächsten Jahren kein starres Gerüst sein. Änderungen der klimapolitischen Rahmenbedingungen, technologische Entwicklungen, aber auch die Ergebnisse der politischen Auseinandersetzung im Stadtrat werden dazu führen, dass es Änderungen an der Ausgestaltung der Umsetzungsstrategie geben wird.

Die Wärmeversorgung in Weimar basiert aktuell noch zu rund 95 % auf fossilem Erdgas. Daraus wird die Herausforderung deutlich, die Wärmeversorgung bis 2045 auf erneuerbare Energieträger umzustellen. Ein Ergebnis der Wärmeplanung ist es, dass eine umfassende Versorgung mit Wasserstoff dabei keine realistische Option darstellt. Umso wichtiger erscheint es, jetzt zügig mit der Umsetzung der Wärmeplanung zu beginnen. Dies ist eine gesellschaftliche Gesamtaufgabe und wird nur gelingen, wenn die Stadt Weimar die dafür notwendigen Signale aussendet und die Wärmewende als Chance für die Bürger und Akteure für eine klimaschonende, kostengünstige und sichere Wärmeversorgung kommuniziert. Mit den Stadtwerken Weimar steht der Stadt dafür ein kraftvoller Partner zu Seite.

12 Anhang

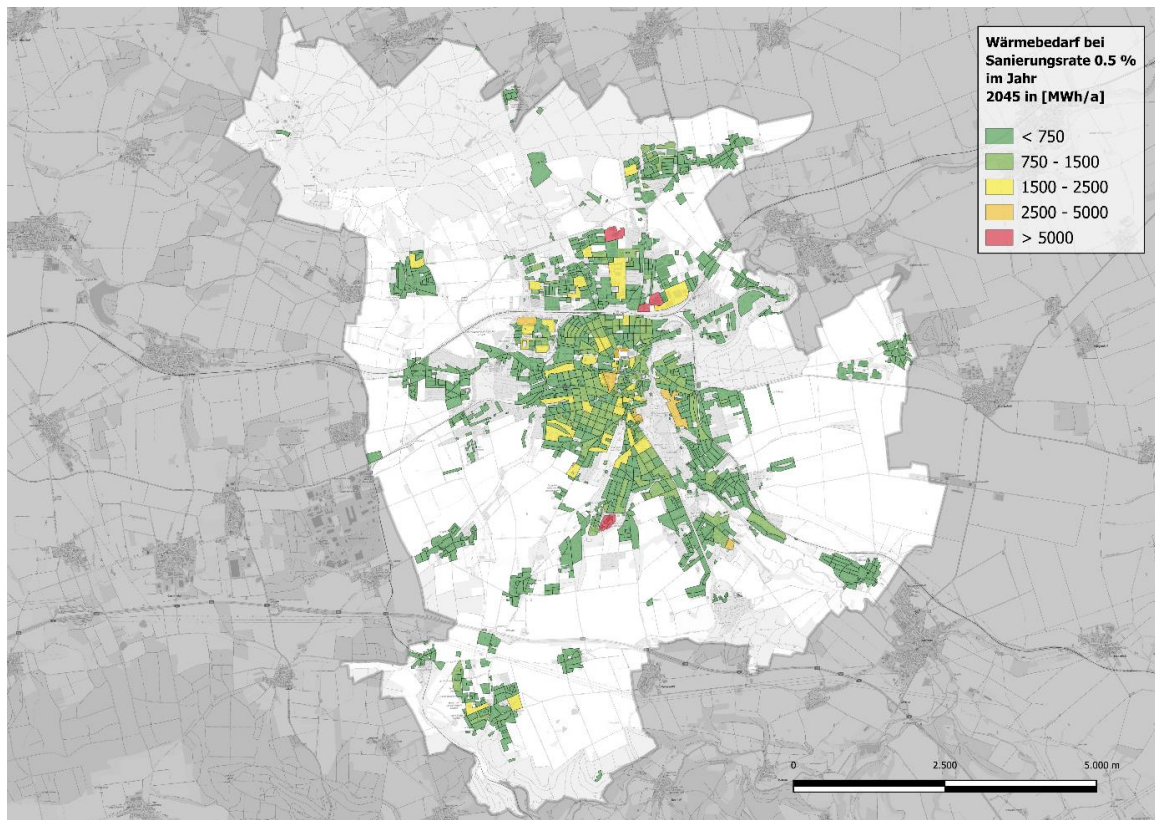


Abbildung 47: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 0,5 % Sanierungsrate

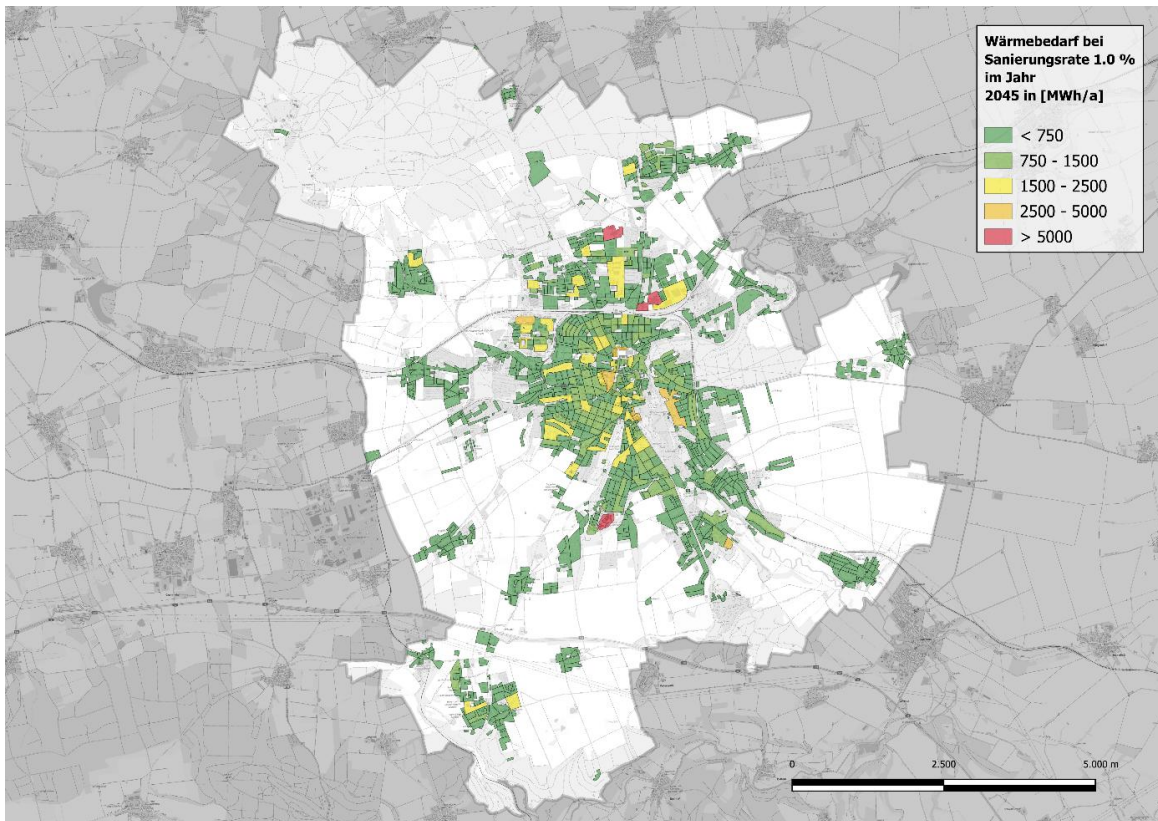


Abbildung 48: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 1 % Sanierungsrate

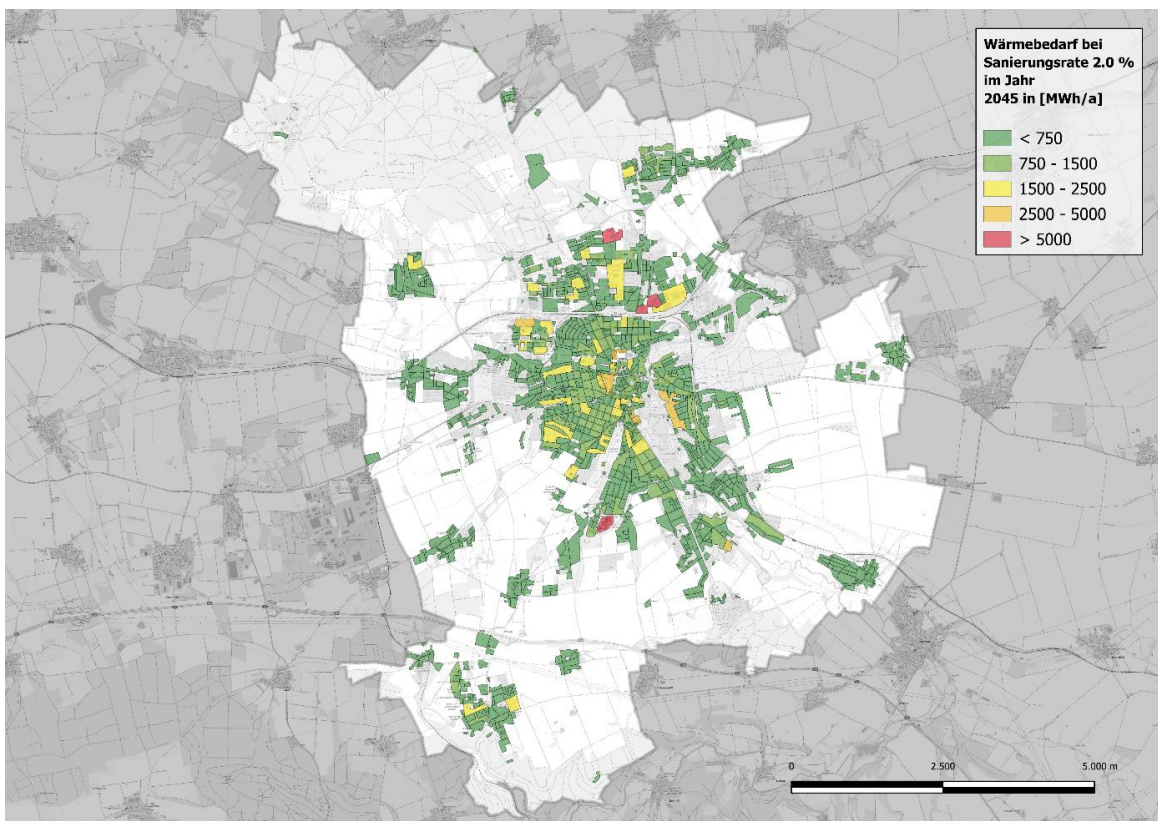


Abbildung 49: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 2 % Sanierungsrate



Abbildung 50: Jährliche kumulierte CO₂-Emissionen je Baublock im Jahr 2030



Abbildung 51: Jährliche kumulierte CO₂-Emissionen je Baublock im Jahr 2035



Abbildung 52: Jährliche kumulierte CO₂-Emissionen je Baublock im Jahr 2040

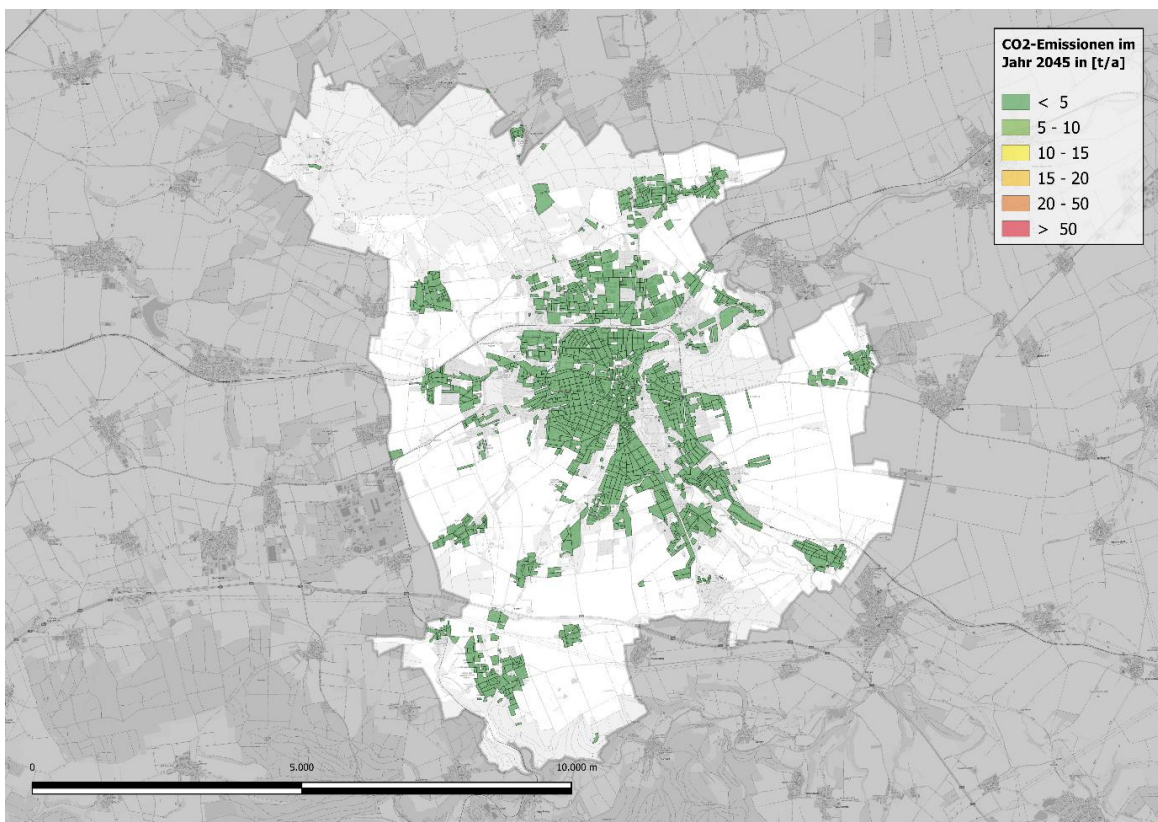


Abbildung 53: Jährliche kumulierte CO₂-Emissionen je Baublock im Jahr 2045

Tabelle 13: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 1

	Anzahl im Betrachtungsgebiet
Gebäudetyp	
Einfamilienhäuser	87
Gemischt genutzte Gebäude	29
Große Mehrfamilienhäuser	101
Hochhaus	0
Mehrfamilienhäuser	368
Nichtwohngebäude	489
Öffentliches Gebäude	36
Reihenhäuser	309
Sonstige Wohngebäude	137
Baualtersklasse	
Vor 1900	12
1900 bis 1945	280
1946 bis 1960	765
1961 bis 1970	280
1971 bis 1980	5
1981 bis 1985	3
1986 bis 1995	96
1996 bis 2000	8
2001 bis 2005	52
2006 bis 2010	30
2011 bis 2015	12
Ab 2016	2
Anzahl Gebäude gesamt:	1.556
Wärmebedarf gesamt:	51,5 GWh/a
Davon Wohnen	28,5 GWh/a
Davon Gewerbe und Industrie	21,3 GWh/a
Davon Mischnutzung	1,7 GWh/a

Tabelle 14: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 2

	Anzahl im Betrachtungsgebiet
Gebäudetyp	
Einfamilienhäuser	29
Gemischt genutzte Gebäude	23
Große Mehrfamilienhäuser	44
Hochhaus	1
Mehrfamilienhäuser	299
Nichtwohngebäude	157
Öffentliches Gebäude	28
Reihenhäuser	54
Sonstige Wohngebäude	117
Baualtersklasse	
Vor 1900	98
1900 bis 1945	157
1946 bis 1960	231
1961 bis 1970	11
1971 bis 1980	16
1981 bis 1985	5
1986 bis 1995	77
1996 bis 2000	38
2001 bis 2005	70
2006 bis 2010	14
2011 bis 2015	30
Ab 2016	5
Anzahl Gebäude gesamt:	752
Wärmebedarf gesamt:	33 GWh/a
Davon Wohnen	22,3 GWh/a
Davon Gewerbe und Industrie	9,4 GWh/a
Davon Mischnutzung	1,3 GWh/a

Tabelle 15: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 3

	Anzahl im Betrachtungsgebiet
Gebäudetyp	
Einfamilienhäuser	17
Gemischt genutzte Gebäude	9
Große Mehrfamilienhäuser	23
Hochhaus	1
Mehrfamilienhäuser	93
Nichtwohngebäude	121
Öffentliches Gebäude	34
Reihenhäuser	8
Sonstige Wohngebäude	35
Baualtersklasse	
Vor 1900	22
1900 bis 1945	99
1946 bis 1960	163
1961 bis 1970	3
1971 bis 1980	2
1981 bis 1985	2
1986 bis 1995	22
1996 bis 2000	2
2001 bis 2005	19
2006 bis 2010	1
2011 bis 2015	5
Ab 2016	1
Anzahl Gebäude gesamt:	341
Wärmebedarf gesamt:	26,4 GWh/a
Davon Wohnen	10 GWh/a
Davon Gewerbe und Industrie	16,1 GWh/a
Davon Mischnutzung	0,3 GWh/a

13 Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal
CO ₂	Kohlendioxid
DLM	Digitales Landschaftsmodell
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbaren-Energie-Gesetz
EEW	Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
EFH	Einfamilienhaus
EKSW	Eigenbetrieb Kommunalservice Weimar
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gebäude, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssysteme
GWh	Gigawattstunde
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt GmbH
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
MaStR	Marktstammdatenregister
MFH	Mehrfamilienhaus
MQ	Mittlerer Abfluss
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MWp	Megawattpeak
NWG	Nichtwohngebäude
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PV	Photovoltaik
SWW	Stadtwerke Weimar
ThINK	Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz
ThEGA	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH
THG	Treibhausgas
ThürKlimaG	Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gebietseinteilung Weimars nach wirtschaftlichster Wärmeversorgungsart im Zieljahr 2045	VI
Abbildung 2: Überblick der Arbeitspakete der kommunalen Wärmeplanung	6
Abbildung 3: Auftaktveranstaltung und erste Sitzung des Beratungsgremiums (23.01.2025)	9
Abbildung 4: Öffentliche Auftaktveranstaltung in Weimar (24.06.2025)	12
Abbildung 5: Beiträge zur öffentlichen Themenwerkstatt am 26.08.2025	13
Abbildung 6: Schematische Darstellung des digitalen Gebäudemodells	14
Abbildung 7: Zusammensetzung der Gebäudenutzung - Anzahl der Gebäude in Weimar je BSKO-Sektor.....	18
Abbildung 8: Überwiegender BSKO-Sektor auf Baublockebene	19
Abbildung 9: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene in Weimar	20
Abbildung 10: Häufigkeit wärmeversorgter Gebäude nach Baualtersklasse und BSKO-Sektor	21
Abbildung 11: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene	22
Abbildung 12: Anzahl der Wohngebäude nach Energieeffizienzklasse laut Gebäudeenergiegesetz	23
Abbildung 13: Gebäude als Einzeldenkmäler und Sachgesamtheiten in Weimar	24
Abbildung 14: Überwiegend eingesetzte Energieträger zur Wärmeerzeugung auf Baublockebene (Verbrauchsdaten von 2023/2024)	25
Abbildung 15: Häufigkeit der versorgten Gebäude nach Energieträger, exemplarischer Ausschnitt für die Kernstadt (Verbrauchsdaten von 2023/2024)	26
Abbildung 16: Anteile der versorgten Gebäude nach Energieträger und jeweiligem Wärmeverbrauch im Baublock, exemplarischer Ausschnitt für die Kernstadt (Verbrauchsdaten von 2023/2024)	27
Abbildung 17: Bestehende Wärmenetze der Stadtwerke Weimar im Jahr 2025	28
Abbildung 18: Erdgasnetz in der Stadt Weimar im Jahr 2025.....	30
Abbildung 19: Im Marktstammdatenregister eingetragene erneuerbare Stromerzeugungs- und Speicheranlagen mit einer Leistung größer 30 kW (Stand 2.12.2025)	32
Abbildung 20: Klimabereinigter Wärmeverbrauch in Weimar aufgeschlüsselt nach BSKO-Sektoren (Verbrauchsdaten von 2023/2024)	33
Abbildung 21: Aufteilung des klimabereinigten Wärmeverbrauchs in Weimar nach Energieträgern (Verbrauchsdaten von 2023/2024)	34
Abbildung 22: Wärmeflächendichte in MWh/ha•a im Bestand auf Baublockebene, auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024	35
Abbildung 23: Wärmeliniedichten in kWh/m•a auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024	36
Abbildung 24: Treibhausgasbilanzierung (Sektor Wärme) für Weimar nach Energieträgern auf Basis der verfügbaren klimabereinigten Verbrauchsjahre 2023/2024	37
Abbildung 25: Schematische Definition des Potenzialbegriffs	40
Abbildung 26: Freiflächen mit Eignung für Erdwärmesonden (Sole-Wasserwärmepumpen)	51
Abbildung 27: besonders geeignete Geothermiegebiete in Deutschland	52
Abbildung 28: Geeignete Freiflächen für Solarthermie	54
Abbildung 29: Geplantes Wasserstoff-Kernnetz, nach der Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes der Bundesnetzagentur	58
Abbildung 30: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen je Baublock	59
Abbildung 31: Geeignete Freiflächen für Photovoltaik	60
Abbildung 32: Entwicklung des Wärmebedarfs in Weimar bei Sanierungsrate 1 %/a	63
Abbildung 33: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei Sanierungsrate 1 %	64
Abbildung 34: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 je ha Fläche im Baublock	65
Abbildung 35: Wärmeliniedichte im Zieljahr 2045 bei 1,0 % Sanierungsrate	66
Abbildung 36: Prognostizierte Entwicklung der Wärmeversorgungssysteme bis zum Zieljahr 2045	70
Abbildung 37: Entwicklung der THG-Emissionen im Wärmesektor in Weimar bis zum Zieljahr 2045	72
Abbildung 38: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 bei 1 % Sanierungsrate.....	74

Abbildung 39: Wahrscheinlichkeiten für Wärmeversorgungsgebiete 2045 bei einer Sanierungsrate von 1 % ...	75
Abbildung 40: Übersicht der Fokusgebiete	77
Abbildung 41: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 1 ..	78
Abbildung 42: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 2 ..	79
Abbildung 43: Kartographische Darstellung des Betrachtungsgebietes auf Baublockebene für Fokusgebiet 3 ..	80
Abbildung 44: Grundlagen für die Ableitung der Umsetzungsmaßnahmen	82
Abbildung 45: PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act).....	111
Abbildung 46: Elemente des Controllings	112
Abbildung 47: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 0,5 % Sanierungsrate	115
Abbildung 48: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 1 % Sanierungsrate	116
Abbildung 49: Wärmebedarf im Zieljahr 2045 bei 2 % Sanierungsrate	116
Abbildung 50: Jährliche kumulierte CO ₂ -Emissionen je Baublock im Jahr 2030	117
Abbildung 51: Jährliche kumulierte CO ₂ -Emissionen je Baublock im Jahr 2035	117
Abbildung 52: Jährliche kumulierte CO ₂ -Emissionen je Baublock im Jahr 2040	118
Abbildung 53: Jährliche kumulierte CO ₂ -Emissionen je Baublock im Jahr 2045	118

15 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Themenwerkstätten	10
Tabelle 2: Übersicht der acht Wärmenetze der Stadtwerke Weimar	28
Tabelle 3: Kennzahlen der BHKW der Wärmenetze der Stadtwerke Weimar	29
Tabelle 4: Kennzahlen zum Gasverteilnetz in Weimar	30
Tabelle 5: Kennzahlen zum Wärmeverbrauch in Weimar auf Basis der verfügbaren Verbrauchsjahre 2023/2024	36
Tabelle 6: Wärmebedarfe je nach Sanierungsraten.....	44
Tabelle 7: Verwendete Daten zur Ermittlung der Abwärmepotenziale	46
Tabelle 8: Verwendete Daten zur Ermittlung des Potenzials der Abwärme von Abwasser	56
Tabelle 9: Verwendete Daten zur Ermittlung der Windenergie	61
Tabelle 10: Verwendete Daten zur Ermittlung der Wärmenetzeignung	67
Tabelle 11: Annahmen für das Zielszenario der Wärmeversorgung.....	68
Tabelle 12: Umsetzungsmaßnahmen aus der Wärmeplanung für die Stadt Weimar	85
Tabelle 13: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 1	119
Tabelle 14: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 2	120
Tabelle 15: Übersicht Bestandsdaten Fokusgebiet 3	121

16 Literaturverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt, [Online]. Abrufbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/kommunaler-klimaschutz/bisko-zentraler-standard-fuer-kommunale#Normen>. [Zugriff am 26 September 2025].
- [2] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, „Bundesamt für Justiz, Gesetze / Verordnungen,“ [Online]. Abrufbar: www.gesetze-im-internet.de/wpg. [Zugriff am 24 März 2025].
- [3] Stadt Weimar, „<https://stadt.weimar.de/de/kommunale-waermeplanung.html>,“ [Online]. [Zugriff am 12.2.2026].
- [4] Stadt Weimar, waermeplanung@stadtweimar.de.
- [5] Freistaat Thüringen, „Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025,“ 31 August 2024. [Online]. Abrufbar: https://innen.thueringen.de/fileadmin/Strat_Landesentwicklung_Demografie/Raumordnung_Landesplanung/LEP2025/Erste_Aenderung/Lesefassung_Erste_Aenderung_LEP_2025.pdf. [Zugriff am 5 Januar 2026].
- [6] Thüringer Landesamt für Statistik, „Thüringer Daten, Bevölkerung am 30.6. nach Geschlecht,“ [Online]. Abrufbar: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=55&TabelleID=kr000109>. [Zugriff am 24 November 2025].
- [7] Thüringer Landesamt für Statistik, „Thüringer Daten, Flächen nach Art der tatsächlichen Nutzung ab 2015,“ [Online]. Abrufbar: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=55&TabelleID=kr000554>. [Zugriff am 24 November 2025].
- [8] Institut Wohnen und Umwelt GmbH, „Typische Bauweisen und beispielhafte Energiesparmaßnahmen,“ 10 Februar 2015. [Online]. Abrufbar: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopes/2015_IWU_LogoEtAl_Deutsche-Wohngeb%3%A4udetypologie.pdf. [Zugriff am 5 Januar 2026].
- [9] Landesenergieagentur ThEGA, „Energieatlas Thüringen,“ 2026. [Online]. Abrufbar: <https://karte.energieatlas-thueringen.de/>. [Zugriff am 6 Januar 2026].
- [10] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister,“ 2025. [Online]. Abrufbar: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>. [Zugriff am 01 September 2025].
- [11] Stadtwerke Weimar, „Unsere Wärmeversorgungsgebiete,“ [Online]. Abrufbar: <https://sw-weimar.de/waerme/versorgungsgebiete/>. [Zugriff am 1 Januar 2026].
- [12] Energienetze Weimar GmbH & CO. KG, „Das Erdgasversorgungsnetz der ENWG KG,“ 18 Dezember 2025. [Online]. Abrufbar: <https://enwg-weimar.de/anschluss/erdgasnetz/>. [Zugriff am 18 Dezember 2025].

- [13] Kommunalservice Weimar, „Abwasserbeseitigungskonzept 2020/2021,“ 30 Juni 2021. [Online]. Abrufbar: https://ks-weimar.de/fileadmin/user_upload/ksweimar/Abwasser/Formulare/Anlage4UEPl.pdf. [Zugriff am 19 Januar 2026].
- [14] ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH, „Aufstellung einer Energie- und Klimabilanzierung für die Stadt Weimar,“ Jena, 2023.
- [15] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, „Wärmewende,“ Oktober 2025. [Online]. Abrufbar: <https://www.bdew.de/presse/pressemappen/waermewende/>. [Zugriff am 16 Januar 2026].
- [16] Statistisches Bundesamt, „Statistiken,“ 16 Januar 2026. [Online]. Abrufbar: <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistics>. [Zugriff am 19 Januar 2026].
- [17] Umweltbundesamt, „Treibhausgas-Emissionen in Deutschland,“ 26 Mai 2025. [Online]. Abrufbar: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>. [Zugriff am 19 Januar 2026].
- [18] ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, „Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative,“ 2011. [Online]. Abrufbar: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/NKI_Endbericht_2011.pdf. [Zugriff am 12 Januar 2026].
- [19] GAVIA, Gesellschaft für Beratung, Entwicklung und Management mbH Co. KG, „Entwicklungskonzept 2020 bis 2030 der Bioabfallverwertung der Stadt Weimar am Standort Umpferstedt,“ Berlin, 2019.
- [20] GAVIA, Gesellschaft für Beratung, Entwicklung und Management mbH Co. KG, „Entwicklungskonzept für die Vergärung der Bioabfälle der Stadt Weimar in einer kommunalen Verbundstruktur,“ 2019.
- [21] Rödl & Partner GmbH, 2025.
- [22] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V., „Rückblick: Von der Vision zur Mission,“ Juli 2024. [Online]. Abrufbar: <https://fnb-gas.de/wasserstofftransport/rueckblick/>. [Zugriff am 23 November 2025].
- [23] C. e.V., „Merkblatt Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen,“ https://www.energiesystemtechnik.de/images/pdf/Merkblatt_Nahwaerme_CARMEN.pdf.
- [24] L. e. al., „Technikkatalog,“ 2024.
- [25] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), „KWW-Technikkatalog Wärmeplanung & Begleitdokument,“ [Online]. Abrufbar: <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument>. [Zugriff am 12 2 2026].
- [26] Stadtverwaltung Weimar, „Integriertes Klimaschutzkonzept,“ Weimar, 2011.

