

# Kommunale Wärmeplanung

## Große Kreisstadt Löbau



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Impressum

Große Kreisstadt Löbau  
Altmarkt 1  
02708 Löbau

## **gefördert durch**

Nationale Klimaschutzinitiative

## **Auftragnehmer**

SachsenEnergie AG, Friedrich-List-Platz 2, 01069 Dresden

## **Projektpartner (Redaktion, Satz und Gestaltung)**

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig  
im Auftrag von SachsenEnergie AG, Friedrich-List-Platz 2, 01069 Dresden

## **Durchführungszeitraum**

01.06.2024 bis 30.05.2025

## **Stand bzw. Redaktionsschluss**

30.05.2025

## **Bildnachweis Titelseite**

SachsenEnergie / Oliver Killig

## **Anmerkung**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung gendergerechter Sprache verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in generisch männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für alle sozialen Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht

Die Einheit Kilowattstunden (kWh) wird aufgrund der besseren Lesbarkeit bei Bedarf in der Einheit Megawattstunden (MWh) oder Gigawattstunden (GWh) dargestellt.

## Abkürzungen und Einheiten

a .....	Jahr
ALKIS.....	Amtliches LiegenschaftsKatasterInformationsSystem
ATKIS.....	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BEG.....	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW.....	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW .....	Blockheizkraftwerk
BISKO.....	Bilanzierungssystematik Kommunal
CO <sub>2</sub> -eq .....	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
DN.....	Nenndurchmesser
EE.....	Erneuerbare Energien
EEV .....	Endenergieverbrauch
GEG.....	Gebäudeenergiegesetz
GEMIS .....	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GeotIS .....	Geothermisches Informationssystem
GTP .....	Gasnetzgebietstransformationsplan
GWh.....	Gigawattstunde
ifeu.....	Institut für Energie- und Umweltforschung
KSG .....	Klimaschutzgesetz
kWh.....	Kilowattstunde
LfULG .....	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LOD.....	Level of Detail
MWh.....	Megawattstunde
NKI.....	Nationale Klimaschutzinitiative
THG.....	Treibhausgas
TWW .....	Trinkwarmwasser
WPG .....	Wärmeplanungsgesetz

# Inhaltsverzeichnis

Impressum .....	2
Abkürzungen und Einheiten .....	3
Inhaltsverzeichnis .....	3
Kurzfassung .....	8
Bestandsanalyse .....	8
Potenzialanalyse .....	9
Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario .....	9
Umsetzungsstrategie .....	10
Grundlagen und Beteiligte der Wärmeplanung .....	12
Klimapolitische Rahmenbedingungen .....	12
Akteure der kommunalen Wärmeplanung .....	13
Dienstleister .....	14
SachsenEnergie .....	14
seecon Ingenieure .....	15
Eignungsprüfung .....	16
Gemeindestruktur .....	16
Einteilung der Teilgebiete & Baublöcke .....	18
Festlegung der Eignung .....	20
Bestandsanalyse .....	22
Gebäude- und Siedlungsstruktur .....	22
Gebäudetypen .....	23
Baualtersklasse .....	24
Energie- und Versorgungsinfrastrukturen .....	25
Gasnetze .....	25
Wärmenetze .....	26
Kältenetze .....	29
Abwassernetz .....	29
Stromnetz .....	29
Wärmeerzeugungsanlagen .....	30
Großverbraucher von Wärme .....	33

Wärmebedarf und Wärmeverbrauchsichten.....	34
Gesamtwärmebedarf .....	34
Wärmebedarfsdichten .....	36
Energie- und Treibhausgasbilanz .....	38
Ergebnisse der Bestandsanalyse.....	43
Potenzialanalyse .....	45
Wärmebedarfsreduktion .....	45
Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden .....	45
Wärmebedarfsreduktion in Prozessen .....	47
Potenziale für klimaneutrale Wärme .....	50
Unvermeidbare Abwärme .....	51
Geothermie .....	53
Dezentrale oberflächennahe Geothermie .....	53
Erdsonden-Wärmepumpen.....	54
Erdkollektoren-Wärmepumpen .....	55
Zentrale Geothermie.....	55
Oberflächennahe Geothermie.....	56
Tiefe Geothermie .....	57
Wasser .....	59
Oberflächengewässer .....	59
Grundwasser .....	60
Luft.....	61
Abwasser.....	62
Solarthermie auf Freiflächen.....	64
Solarenergie auf Dachflächen.....	65
Biomasse.....	67
Wasserstoff.....	70
Erzeugung .....	70
Nutzung .....	70
Weitere Gase.....	71
Klärgas .....	71
Deponiegas .....	71
Grubengas .....	72

Wärmespeicher .....	72
Saisonale Speicher.....	72
Kurz- und mittelfristige Speicher.....	73
Ergebnisse der Potenzialanalyse .....	74
Ermittlung eines Zielszenarios inkl. Wärmeversorgungsgebiete .....	77
Zukünftiger Wärmebedarf .....	77
Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial.....	78
Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....	79
Untersuchte Wärmeversorgungsarten.....	79
Gasnetz- bzw. Wasserstoffnetzversorgung .....	80
Wärmenetzversorgung .....	80
Dezentrale Wärmeversorgung .....	81
Bewertungskriterien der Wärmeversorgungsarten.....	81
Wärmegestehungskosten (Wirtschaftlichkeit).....	81
Kumulierte THG-Emissionen.....	82
Realisierungsrisiko .....	82
Versorgungssicherheit .....	82
Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Wärmeversorgungsarten.....	82
Bewertung der Eignung im Zieljahr .....	82
Gebietseinteilung in den Stützjahren 2030, 2035 und 2040 und im Zieljahr 2045 .....	85
Zielszenario mit Energie- und THG-Bilanz .....	88
Gesamte Wärmeversorgung .....	88
Leitungsgebundene Wärmeversorgung durch Wärme- und Gasnetze .....	91
Umsetzungsstrategie .....	95
Fokusgebiete.....	95
Fokusgebiet 1: Wärmenetzausbau in Löbauer Zentrum .....	96
Fokusgebiet 2: Aufbau von Gebäudenetzen.....	97
Maßnahmenkatalog.....	98
Beteiligung.....	105
Beteiligung im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans.....	105
Kick-off-Veranstaltung .....	107
Jour-Fixe .....	107
Ergebnispräsentation Bestands- und Potenzialanalyse gegenüber der Steuerungsgruppe .....	107

Fachworkshop zur Maßnahmenentwicklung.....	107
Bürgerinformationsveranstaltung.....	108
Beteiligung im Rahmen des Wärmeplanbeschlusses und der Umsetzung .....	108
Verstetigung.....	109
Controlling-Konzept.....	109
Kommunikationsstrategie .....	111
Abbildungsverzeichnis .....	112
Tabellenverzeichnis .....	115
Quellenverzeichnis.....	116
Anhang .....	118
I.    Datenquellen .....	118
II.   THG-Faktoren .....	121

## Kurzfassung

Abbildung 1 fasst die Arbeitsphasen einer kommunalen Wärmeplanung in einem Ablaufdiagramm zusammen:

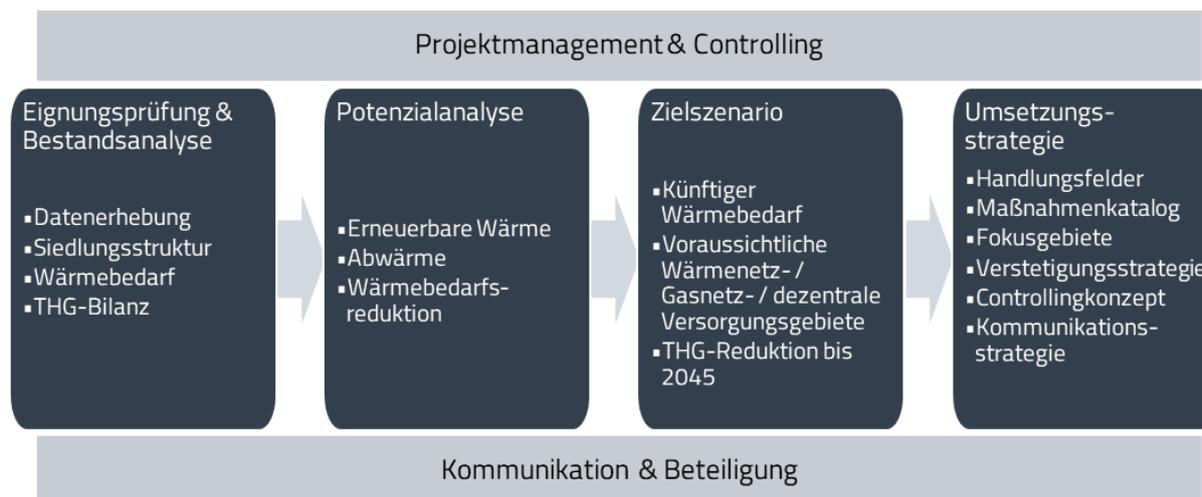


Abbildung 1 Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung

## Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des aktuellen Wärmebedarfs, des Endenergieverbrauchs für Wärme sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet. Die Datengrundlage umfasst Informationen zum Gebäudebestand, zur Energieinfrastruktur und reale Verbrauchsdaten. In der Stadt Löbau wurden innerhalb der Bestandsanalyse ca. 11.900 Gebäude untersucht, darunter ca. 4.250 unbeheizte Nebengebäude. Die Analyse umfasste Eigentumsverhältnisse, Gebäudetypen, Nutzung, Baualter, Heizenergieträger, Wärmebedarf, Endenergieverbräuche und THG-Emissionen. Löbau ist in 32 örtliche Gebiete<sup>1</sup> unterteilt, wobei 83 % der Fläche Vegetationsfläche und 11,6 % Siedlungsfläche sind. Der größte zusammenhängende Siedlungsbereich befindet sich im Stadtzentrum.

Der Gebäudebestand ist gleichmäßig auf Wohn- und Nichtwohngebäude verteilt. Der überwiegende Teil der Gebäude wurde vor dem Jahr 1949 errichtet. Zur leitungsgebundenen Infrastruktur gehören vier bestehende und weitere geplante Wärmenetze sowie ein Gasnetz, das sich auf das

<sup>1</sup> Alphabetische Reihenfolge: Altcunnewitz, Altlöbau, Bellwitz, Carlsbrunn, Dolgowitz, Ebersdorf, Eiserode, Georgewitz, Glossen, Großdehsa, Kittlitz, Kleinradmeritz, Krappe, Laucha, Lautitz, Löbau-Mitte, Löbau-Neustadt, Löbau-Nord, Löbau-Ost, Löbau-Süd, Löbau-West, Mauschwitz, Nechen, Neucunnewitz, Neukittlitz, Oelsa, Oppeln, Rosenhain, Unwürde, Wendisch-Cunnersdorf, Wendisch-Paulsdorf, Wohla

Stadtzentrum konzentriert. Kältenetze und große Abwasserkanäle fehlen. Das Mittelspannungsstromnetz verbindet die Stadtteile miteinander, wobei die Umspannstationen im Zentrum dichter angeordnet sind.

Im Wärmeerzeugungsbereich dominieren erdgasbetriebene Anlagen sowohl in der Anzahl als auch in der installierten Nennwärmeleistung. An zweiter und dritter Stelle folgen Heizöl-Anlagen sowie Fernwärmeübergabestationen. Über 50 % der Heizungsanlagen wurden vor dem Jahr 2000 installiert und bieten Modernisierungspotential. Dezentrale Anlagen sind flächendeckend vertreten, während Erdgas- und Fernwärmeanlagen im Zentrum konzentriert sind.

Es gibt 18 Großverbraucher die jeweils über 500 MWh/a beziehen. 14 dieser Verbraucher nutzen Erdgas, drei Fernwärme, ein Betrieb Biomasse. Der gesamtstädtische Nutzwärmebedarf beträgt 249,5 GWh/a, davon 25 % industrielle Prozesswärme. Der Endenergieverbrauch für Wärme beträgt 294 GWh/a. Dabei sind die hauptsächlich eingesetzten Energieträger Erdgas, Biomasse und Heizöl. Industrie und Gewerbe machen 52 % des Verbrauchs aus, Wohngebäude 43 % und öffentliche Gebäude 5 %. Die aktuellen THG-Emissionen betragen 65.400 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr.

## Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse untersucht sowohl Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs – etwa durch energetische Sanierungen in privaten Haushalten und Effizienzsteigerungen bei Prozesswärme in Unternehmen – als auch lokale Potenziale klimaneutraler Energiequellen. Betrachtet werden dabei insbesondere Umweltwärmequellen wie Außenluft, Gewässer, Abwasser, Grubenwasser sowie Geothermie (oberflächennahe und tiefe Geothermie). Ergänzend werden Potenziale aus unvermeidbarer Abwärme, Solarenergie auf Freiflächen und Dächern, lokaler Biomasse, Wasserstoff, weiteren Gasen sowie Wärmespeichern analysiert.

Die Untersuchung des energetischen Sanierungspotenzials zeigt, dass ca. 58,1 GWh/a des gegenwärtigen Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs eingespart werden könnten, falls eine umfassende Sanierung der Gebäude auf ein konventionelles Sanierungsniveau durchgeführt wird. Dies entspricht ca. 31 % des gegenwärtigen Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs.

Im Untersuchungsgebiet wurden für die folgenden Unternehmen in Rücksprache mit ihnen Reduktionspotenziale an Prozesswärme von bis zu 15 % identifiziert: Bergquell-Brauerei Löbau GmbH, Palfinger Platforms GmbH, Wiegel Feuerverzinken GmbH sowie die Leag Pellets GmbH.

Von den obengenannten Potenzialen bieten Solarthermie und oberflächennahe Geothermie die größten lokalen Potenziale zur Deckung des Wärmebedarfs, gefolgt von Luftwärme.

## Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario

Auf Grundlage der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse wurde das Zielszenario für das Untersuchungsgebiet entwickelt und im Detail beschrieben. Das Zielszenario stellt einen präferierten Pfad für die langfristige Entwicklung zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet bis zum Zieljahr 2045 dar.

In den örtlichen Gebieten Ebersdorf, Kittlitz, Unwürde sowie Georgewitz können künftig Gebiete mit einer voraussichtlichen Wasserstoff-Gasnetzversorgung ausgewiesen werden. Im Kernbereich des Untersuchungsgebiets, insbesondere in den Gebieten Löbau-Nord, Löbau-Neustadt, Löbau-Mitte, Löbau-Ost, Löbau-Süd, Altlobau sowie Löbau-West, werden voraussichtliche Wärmenetzgebiete identifiziert. Einige dieser Gebiete sind bereits durch bestehende Wärmenetze infrastrukturell erschlossen.

Darüber hinaus bestehen in den außenliegenden örtlichen Gebieten einzelne kleinere Gebäude-netzgebiete, die sich aufgrund ihrer Struktur für eine gebäudeübergreifende Versorgung eignen. Die weiteren Gebiete, insbesondere in den peripheren Bereichen des Untersuchungsgebiets, sind durch eine dezentrale Wärmeversorgung geprägt und bleiben perspektivisch außerhalb leitungs-gebundener Versorgungsinfrastruktur. Abbildung 2 veranschaulicht die voraussichtliche Zuord-nung der Gebiete zu den verschiedenen Formen der Wärmeversorgung im Jahr 2045.

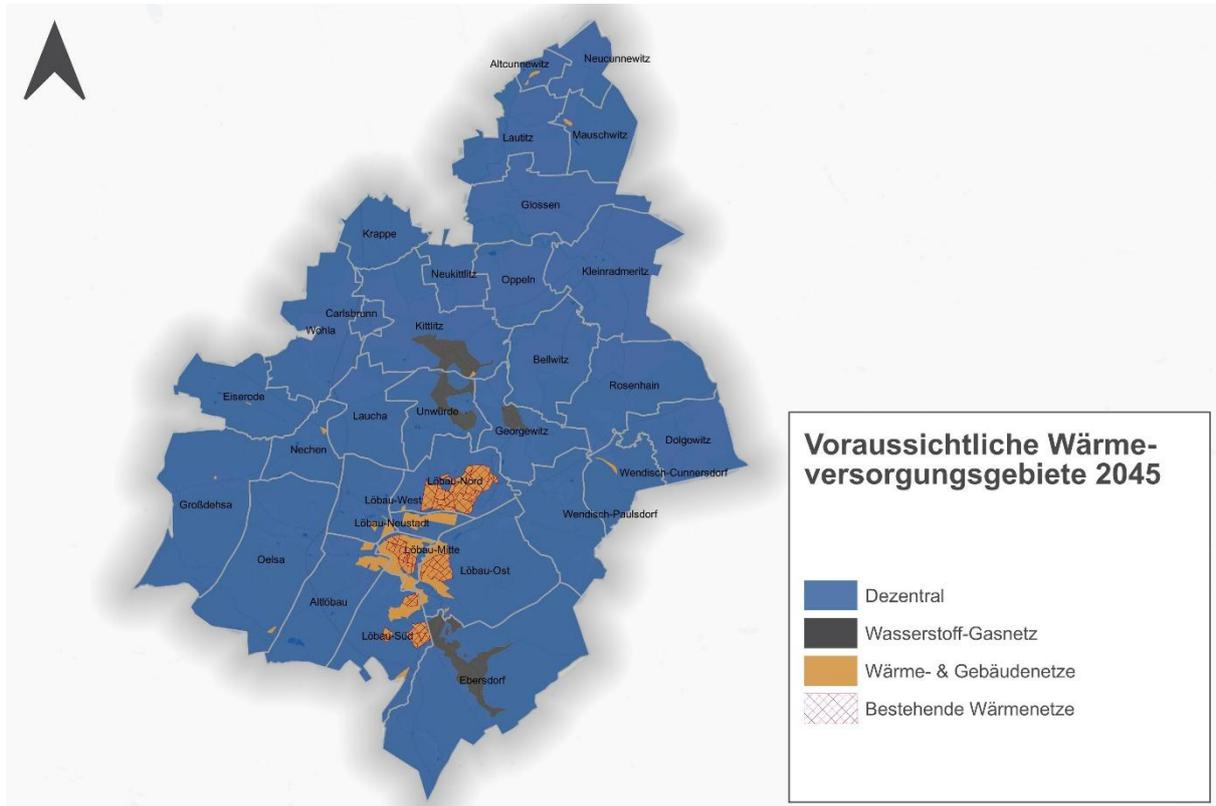


Abbildung 2 Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2045

Das gebildete Zielszenario zeigt für das Zieljahr 2045 insgesamt folgende Projektionen:

- In der Stadt Löbau beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung, der durch das Gas- bzw. Wasserstoffnetz bereitgestellt wird im Zieljahr ca. 42 GWh.
- In der Stadt Löbau sind 183 Gebäude im Zielszenario im Jahr durch Gebäudenetze versorgt. Der Endenergieverbrauch der Gebäudenetze beträgt knapp 7 GWh im Zieljahr.
- In der Stadt Löbau sind 1.576 Gebäude im Zielszenario durch Wärmenetze versorgt. Der Endenergieverbrauch der Wärmenetze beträgt im Zieljahr ca. 101 GWh.
- In der Stadt Löbau sind 6.381 Gebäude für die dezentrale Wärmeversorgung im Zielszenario vorgesehen. Der Endenergieverbrauch der dezentral versorgten Gebäude beträgt im Zieljahr ca. 131 GWh.

## Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie beschreibt den Weg von der gegenwärtigen Wärmeversorgung hin zum Zielzustand, der klimaneutralen Wärmeversorgung, mithilfe eines Maßnahmenkatalogs. Der Maßnahmenkatalog gliedert sich in drei Handlungsfelder: Organisation, Kommunikation und Technologie.

Dieser enthält Maßnahmensteckbriefe in den folgenden Strategiefeldern:

- Effizienz
  - Gebäudesanierung und die Umstellung der Gebäude auf einen Niedertemperaturstandard
  - Reduktion von Prozesswärmebedarf in Betrieben beschleunigen
- Dezentrale Versorgung
- Heizungsumstellung von einzelnen Akteuren lenken
- Quartierslösung
  - Aufbau von Quartierslösungen (Gebäudenetze)
- Wärmenetze
  - Transformation bestehender Wärmenetze
  - Auf- bzw. Ausbau von zentraler Wärmenetzinfrastruktur ermöglichen bzw. beschleunigen

Zusätzlich zum Maßnahmenkatalog werden zwei Fokusgebiete vorgeschlagen, welche in Bezug auf einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind. Dies ist der weitere Wärmenetzausbau im Löbauer Zentrum und der Aufbau von Gebäudenetzen in den potenziellen Gebäudenetzgebieten.

# Grundlagen und Beteiligte der Wärmeplanung

## Klimapolitische Rahmenbedingungen

Die kommunale Wärmeplanung spielt eine zentrale Rolle bei der Gestaltung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Wärmeversorgung auf lokaler Ebene. Angesichts des hohen Anteils an fossilen Energieträgern im Endenergieverbrauch für Wärme in Deutschland (Abbildung 3) ist es essenziell, effiziente und umweltfreundliche Lösungen zu entwickeln (Heinrich-Böll-Stiftung, 2024).

Die Hauptmotivation hinter der kommunalen Wärmeplanung ist die Schaffung einer Planungsgrundlage und die Dekarbonisierung. Durch den Umstieg auf erneuerbare Energien und die Verbesserung der Energieeffizienz sollen die Treibhausgasemissionen signifikant reduziert werden. Ein weiteres Ziel ist die Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen wie Gas und Öl, um die Energiesicherheit zu erhöhen und die Resilienz der Energiesysteme zu stärken.

Die kommunale Wärmeplanung ist somit ein entscheidender Schritt, um die Energiewende voranzutreiben und eine nachhaltige Zukunft zu sichern. Sie bietet nicht nur ökologische Vorteile, sondern stärkt auch die lokale Wirtschaft und erhöht die Lebensqualität der Bürger.

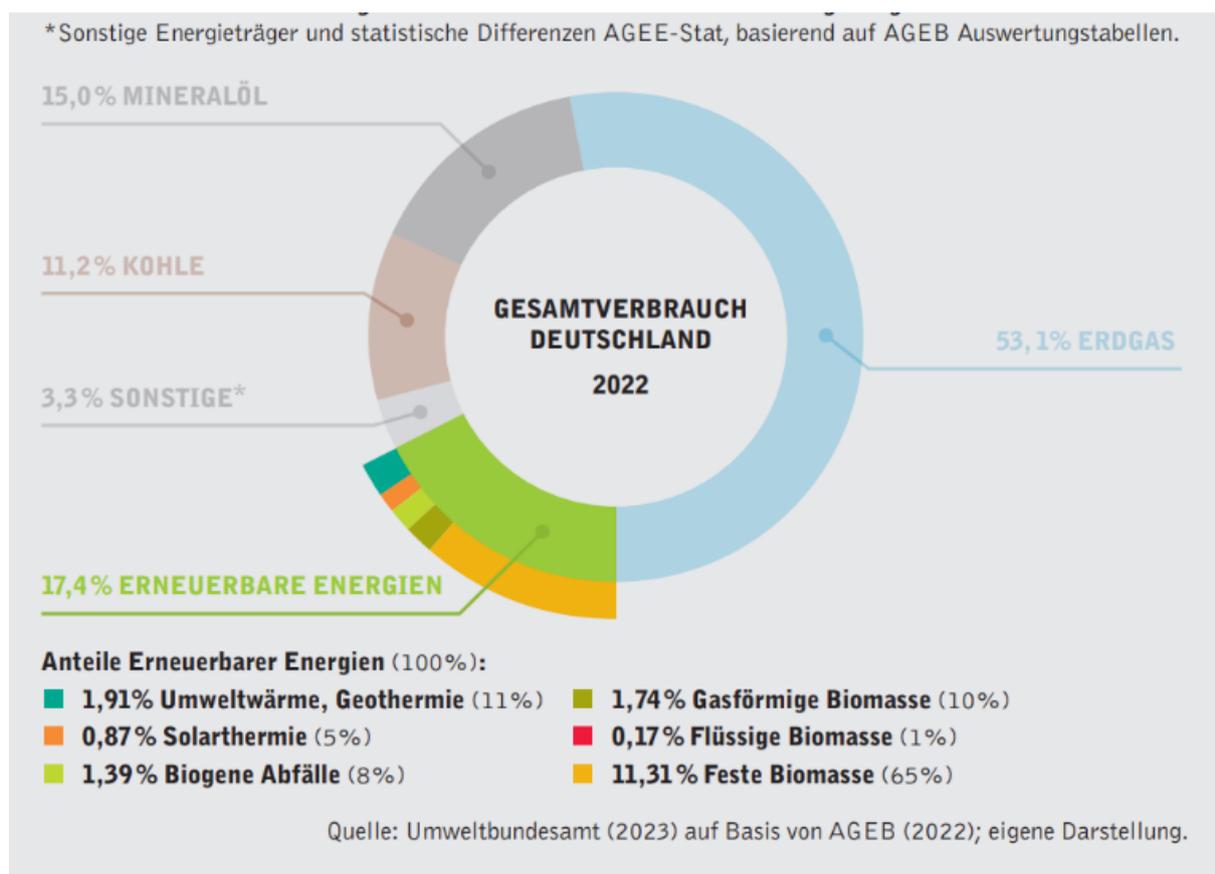


Abbildung 3 Anteile am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte nach Energieträgern in Deutschland

Umfang und Inhalt der kommunalen Wärmeplanung ist im Wärmeplanungsgesetz geregelt, das wiederum auf das Ziel der Treibhausgasneutralität der Bundesregierung ausgerichtet ist.

## Bundes-Klimaschutzgesetz

Innerhalb Deutschlands beschreibt das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) die Eckpfeiler der Klimaschutzpolitik (Bundestag, 2019). In der aktuellen Fassung enthält dieses Gesetz nationale Zielsetzungen, die ambitionierter als auf europäischer Ebene sind. Die nationalen Treibhausgasminderungsziele (THG-Minderungsziele) lauten wie folgt:

- Erreichung der Netto-THG-Neutralität bis 2045
- Schrittweise Reduktion der THG-Emissionen gegenüber 1990 um mindestens
  - – 65 % bis 2030
  - – 88 % bis 2040

## Wärmeplanungsgesetz

Im Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) wird in § 1 das Ziel definiert, bis spätestens 2045 zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beizutragen und Endenergieeinsparungen zu erbringen (Bundestag, 2023). Darüber hinaus legt das Gesetz Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien in Wärmenetzen fest:

- mind. 30 % erneuerbare Energien bis 2030
- mind. 80 % erneuerbare Energien bis 2040

Der Anteil kann aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination aus beidem gespeist werden.

## Gebäudeenergiegesetz

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) hat das Ziel, die Einsparung von Energie und die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung von Gebäuden in Deutschland zu steigern. Das Gesetz definiert energetische Standards sowohl für Neubauten als auch für bestehende Gebäude und legt fest, welche Anforderungen bei Bau, Umbau und Sanierung erfüllt werden müssen. Die dadurch erzielten Emissionseinsparungen sollen zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele beitragen (Bundestag, 2020).

## Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative

Die Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) zielt darauf ab, Gemeinden bei der Reduktion von THG-Emissionen zu unterstützen und nachhaltige Klimaschutzmaßnahmen zu fördern. Sie umfasst unter anderem die Erstellung kommunaler Wärmepläne durch externe Dienstleister (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2008).

## Akteure der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung betrifft eine Vielzahl von Akteuren, die zusammenarbeiten, um eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten. Die typischen Akteure sind:

1. **Kommunalverwaltung und Politik:**
  - **Stadt- und Gemeinderäte:** Treffen politische Entscheidungen und setzen Rahmenbedingungen.

- **Kommunale Ämter:** Planen und koordinieren die Umsetzung der Wärmeplanung.
- 2. **Energieversorgungsunternehmen (EVU):**
  - **Stadtwerke:** Lokale Energieversorger, die oft eine zentrale Rolle bei der Umsetzung spielen.
  - **Private Energieversorger:** Bieten technische Lösungen und Dienstleistungen an.
- 3. **Wirtschaft:**
  - **Industrie und Gewerbe sowie Wohnungswirtschaft:** Sind sowohl als Wärmeverbraucher als auch als potenzielle Anbieter von Abwärme beteiligt.
  - **Handwerksbetriebe:** Führen Installationen und Wartungen durch.
- 4. **Öffentlichkeit und Interessengruppen:**
  - **Bürgerinnen und Bürger:** Werden in den Planungsprozess einbezogen, um Akzeptanz und Unterstützung zu fördern.
  - **Umwelt- und Verbraucherverbände:** Vertreten die Interessen der Allgemeinheit und setzen sich für nachhaltige Lösungen ein.

## Dienstleister

Der vorliegende Wärmeplan wurde von der SachsenEnergie AG in enger Zusammenarbeit mit der seecon Ingenieure GmbH als Planungsträger für die Große Kreisstadt Löbau erstellt.

## SachsenEnergie

Die SachsenEnergie ist ein regionaler Leistungsführer in der Energiebranche. Das Unternehmen entwickelt moderne, marktgerechte Lösungen rund um die Themen Strom, Gas, Wärme, Wasser, Telekommunikation, Elektromobilität und Smart Services. Damit trägt die SachsenEnergie zu einer hohen Lebensqualität in der Heimat des Unternehmens bei. Die umfassende Daseinsvorsorge der Menschen und Betriebe in Dresden und der Region ist das tägliche Bestreben von rund 4.000 Mitarbeitenden. Als größter Kommunalversorger Ostdeutschlands versteht sich die SachsenEnergie als Gestalter einer intelligenten Energiewende und treibt das Wachstum erneuerbarer Energien kontinuierlich voran, investiert in den Ausbau regionaler Infrastruktur und garantiert mit den Netzen der Zukunft die Versorgungssicherheit von morgen.

### Kompetenzen und Hauptarbeitsgebiete:

- Breites Produktportfolio für alle Medien
- Glasfaser/Telekommunikation
- Erzeugung und Wärme
- Wasserversorgung
- Innovative (Energie-)Dienstleistungen
- Erneuerbare Energien (EE)
- Intelligente Stromnetze
- Elektromobilitätsprojekte

## **seecon Ingenieure**

Als beratendes Ingenieursunternehmen mit 30 Jahren Erfahrung in der Beratung von öffentlichen und privaten Kunden zu den Themen Natur- und Artenschutz, Stadt- und Raumplanung, Siedlungswasserwirtschaft, Verkehrsplanung sowie Energieversorgung und Klimaschutz wird Offenheit, Transformation und Nachhaltigkeit großgeschrieben. Diese Werte prägen das Denken und Handeln des Unternehmens in hohem Maße. Als mittelständisches Unternehmen mit Hauptsitz in Leipzig sowie weiteren Standorten in Dresden, Halle, Erfurt, Berlin und Nürnberg wird insbesondere in Ost- und Mitteldeutschland die Transformation zu einer nachhaltigeren Welt durch Infrastruktur-, Stadt- und Landschafts-, Umwelt- und Energieplanung unterstützt.

### **Kompetenzen und Hauptarbeitsgebiete (Im Bereich Energie und Klima):**

- Konzeption von Versorgungslösungen
- Energie- Treibhausgasbilanzen
- Kommunale Wärmepläne
- Transformationspläne, Machbarkeitsstudien und Planungsleistungen
- Quartierskonzepte und energetisches Sanierungsmanagement
- Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte
- Energie- und Mobilitätskonzepte
- Energieberatungen

## Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung dient der Prüfung, ob sich das gesamte Untersuchungsgebiet oder Teilgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffgasnetz eignen.

Im ersten Schritt werden hierfür geeignete Baublöcke und Teilgebiete identifiziert, indem das Untersuchungsgebiet anhand der örtlichen Gebiete, der Flächennutzung sowie der Straßen-, Schienen- und Wasserwege unterteilt wird.

Anschließend werden Baublöcke mit grundsätzlicher Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung sowie andererseits voraussichtliche Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung identifiziert.

## Gemeindestruktur

In der folgenden Abbildung 4, Abbildung 5 und Abbildung 6 werden die Bebauungspläne, Flächennutzung und die Straßen-, Schienen- und Wasserwege im Untersuchungsgebiet veranschaulicht. Tabelle 1 zeigt die Anteile unterschiedlicher Flächennutzungen auf Basis der Regionaldaten Sachsens (Statistisches Landesamt Sachsen, 2023).

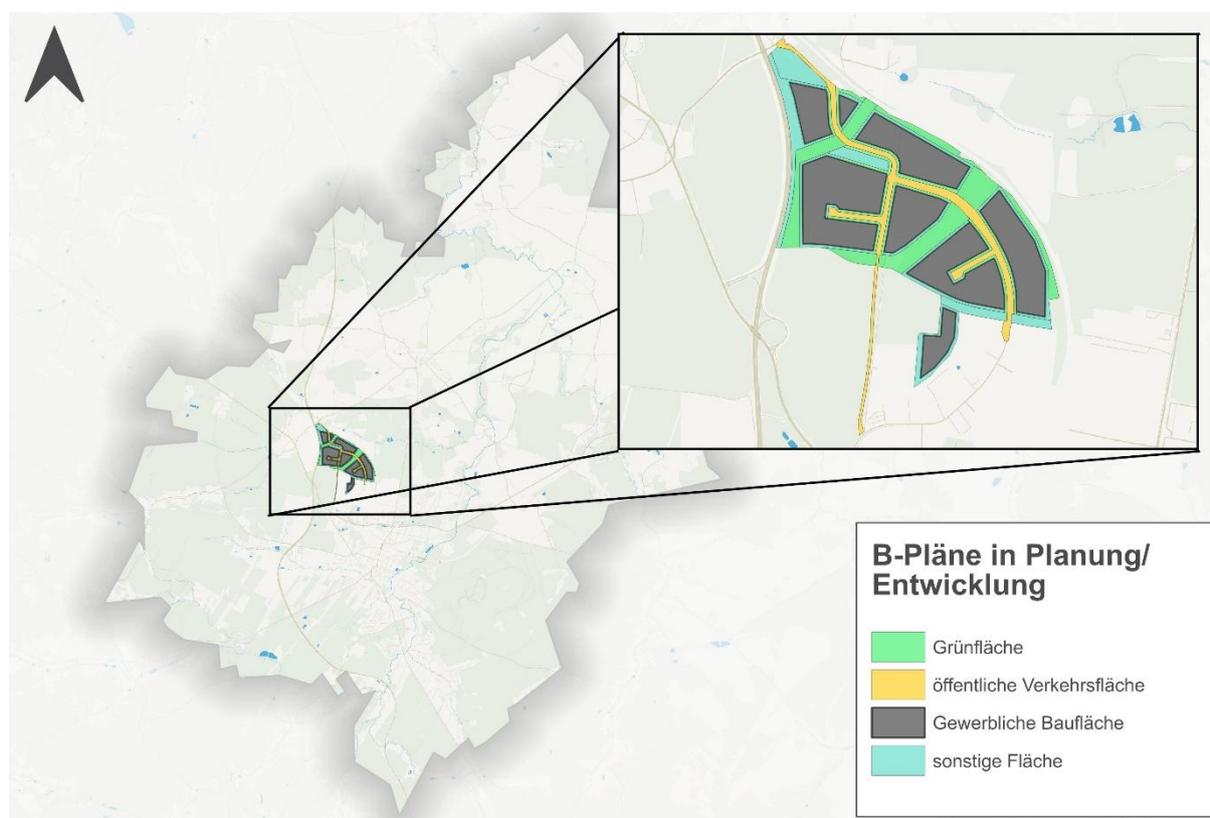


Abbildung 4 Aktuelle Bebauungspläne im Untersuchungsgebiet – Gewerbegebiet West II

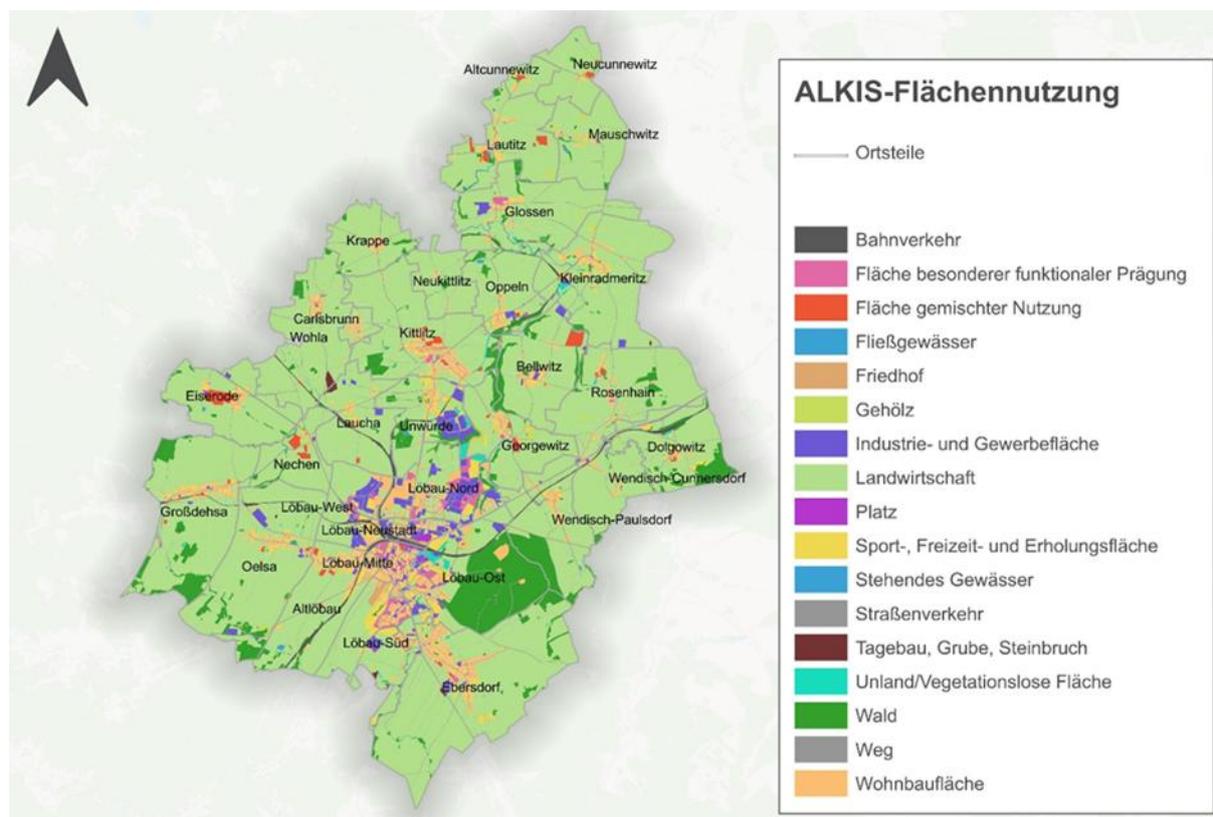


Abbildung 5 Flächennutzung im Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet, die Stadt Löbau, besteht aus 32 örtlichen Gebieten<sup>2</sup> und ist hauptsächlich landwirtschaftlich geprägt. Die Siedlungsfläche macht ca. 11,6 % der gesamten Bodenfläche der Stadt aus und ist größtenteils durch Wohnbaufläche geprägt.

Tabelle 1 Relative Anteile der Flächennutzung im Untersuchungsgebiet

Flächennutzung	Relativer Anteil in %
<u>Siedlung</u>	11,6 %
Davon <u>Wohnbaufläche</u>	5,3 %
Davon <u>Industrie- und Gewerbefläche</u>	2,1 %
Davon <u>Tagebau, Grube, Steinbruch</u>	0,1 %
Davon <u>Sport-, Freizeit und Erholungsfläche</u>	2,6 %
<u>Verkehr</u>	4,8 %

<sup>2</sup> Alphabetische Reihenfolge: Altcutnewitz, Altlobau, Bellwitz, Carlsbrunn, Dolgowitz, Ebersdorf, Eiserode, Georgewitz, Glossen, Großdehsa, Kittlitz, Kleinradmeritz, Krappe, Laucha, Lautitz, Löbau-Mitte, Löbau-Neustadt, Löbau-Nord, Löbau-Ost, Löbau-Süd, Löbau-West, Mauschwitz, Nechen, Neucunnewitz; Neukittlitz, Oelsa, Oppeln, Rosenhain, Unwürde, Wendisch-Cunnersdorf, Wendisch-Paulsdorf, Wohla

Davon Straße, Weg, Platz	3,8 %
<u>Vegetation</u>	83,0 %
Davon <u>Landwirtschaft</u>	74,1 %
Davon <u>Wald</u>	7,7 %
<u>Gewässer</u>	0,6 %

Das Gebiet wird von zwei Bundesstraßen, einem Schienennetz, vielen kleineren Fließgewässern und zahlreichen Gemeindestraßen durchzogen.

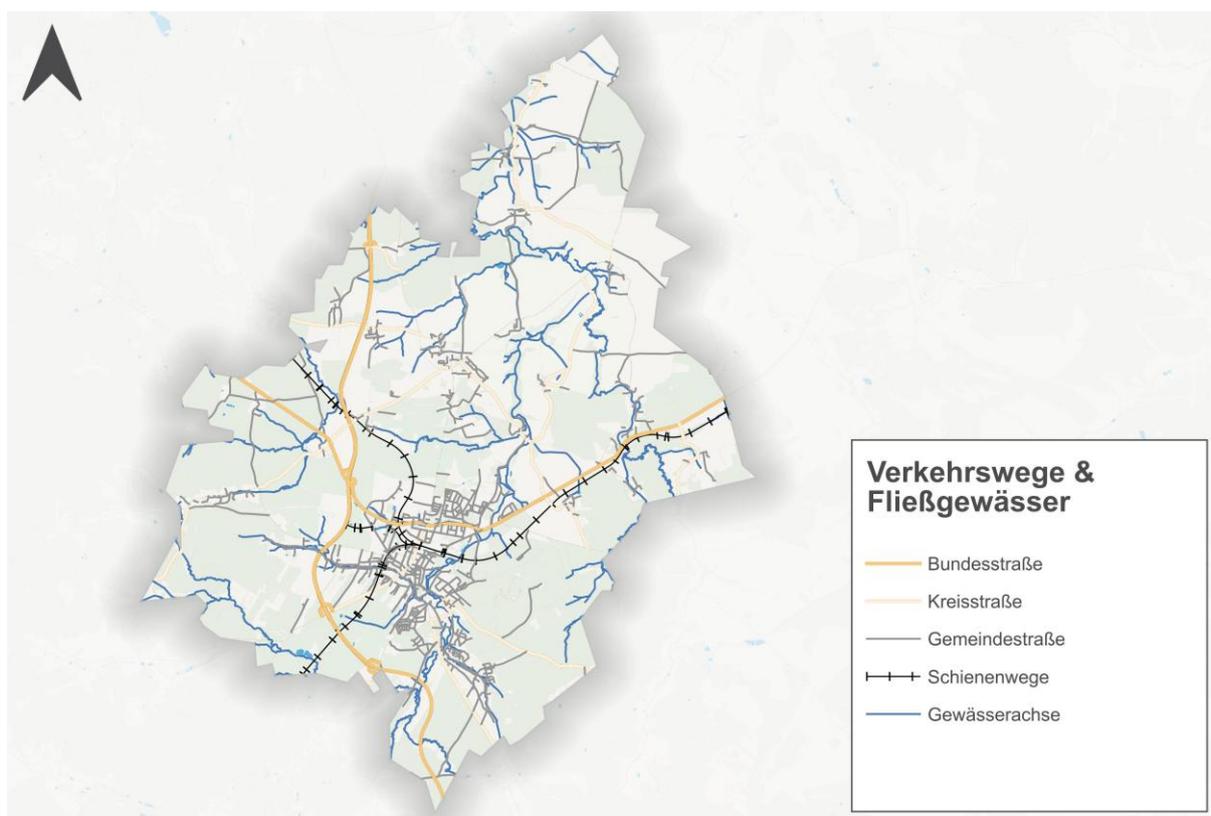


Abbildung 6 Straßen-, Wasser- und Schienenwege im Untersuchungsgebiet

## Einteilung der Teilgebiete & Baublöcke

Abbildung 7 zeigt das Untersuchungsgebiet in Teilbereiche gegliedert. Teilbereiche mit zusammenhängender Bebauung werden als Siedlungsgebiete festgelegt. Die Bestimmung dieser zusammenhängend bebauten Flächen erlaubt die Abgrenzung der Siedlungsgebiete. Außenbereiche sind jene Teilbereiche, die nicht in einem baulichen Zusammenhang mit einem bestehenden Ortsteil stehen (Abbildung 7).

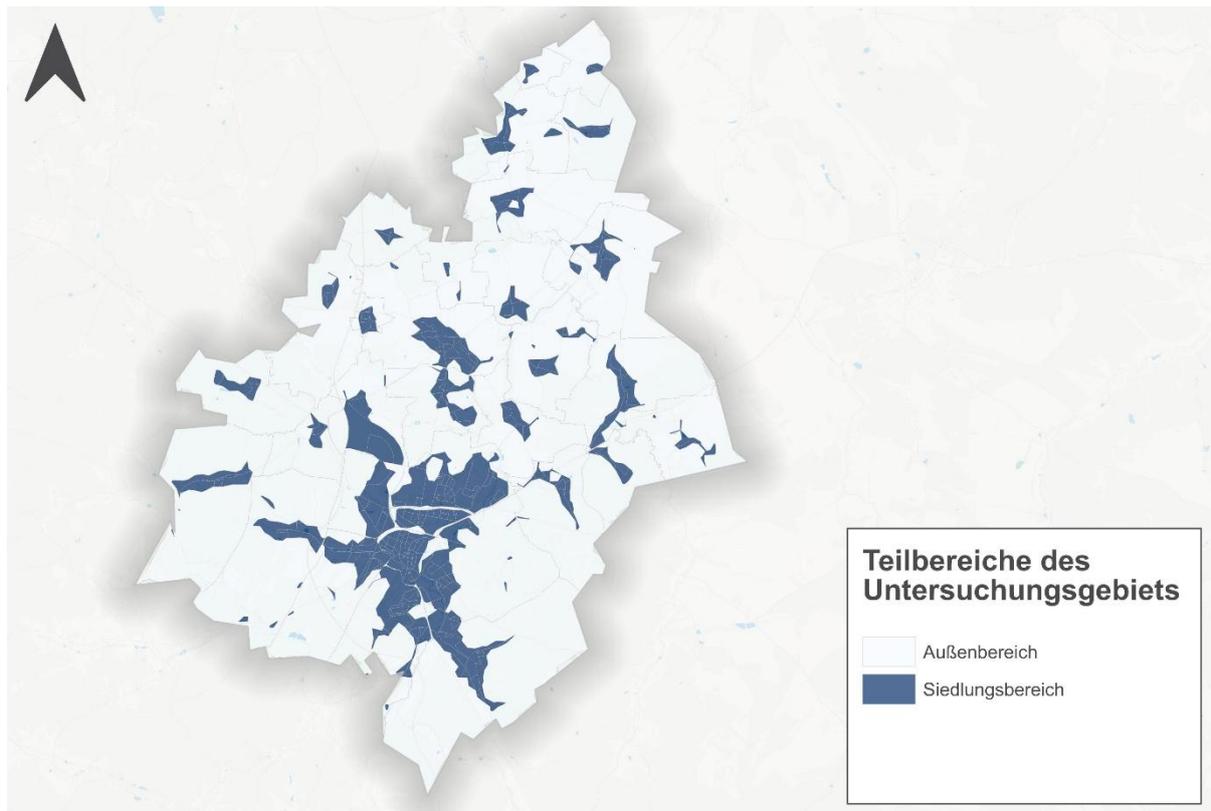


Abbildung 7 Unterteilung des Untersuchungsgebiets nach Siedlungs- und Außenbereich

Bei weiterer Unterteilung der Bereiche in einzelne Baublöcke ergeben sich mehr als 400 Baublöcke, die durch Straßen- und Schienenwege oder sonstige natürliche oder bauliche Grenzen voneinander getrennt sind. Im Kerngebiet von Löbau gibt es viele Baublöcke mit einer großen Anzahl beheizter Gebäude (Abbildung 8).

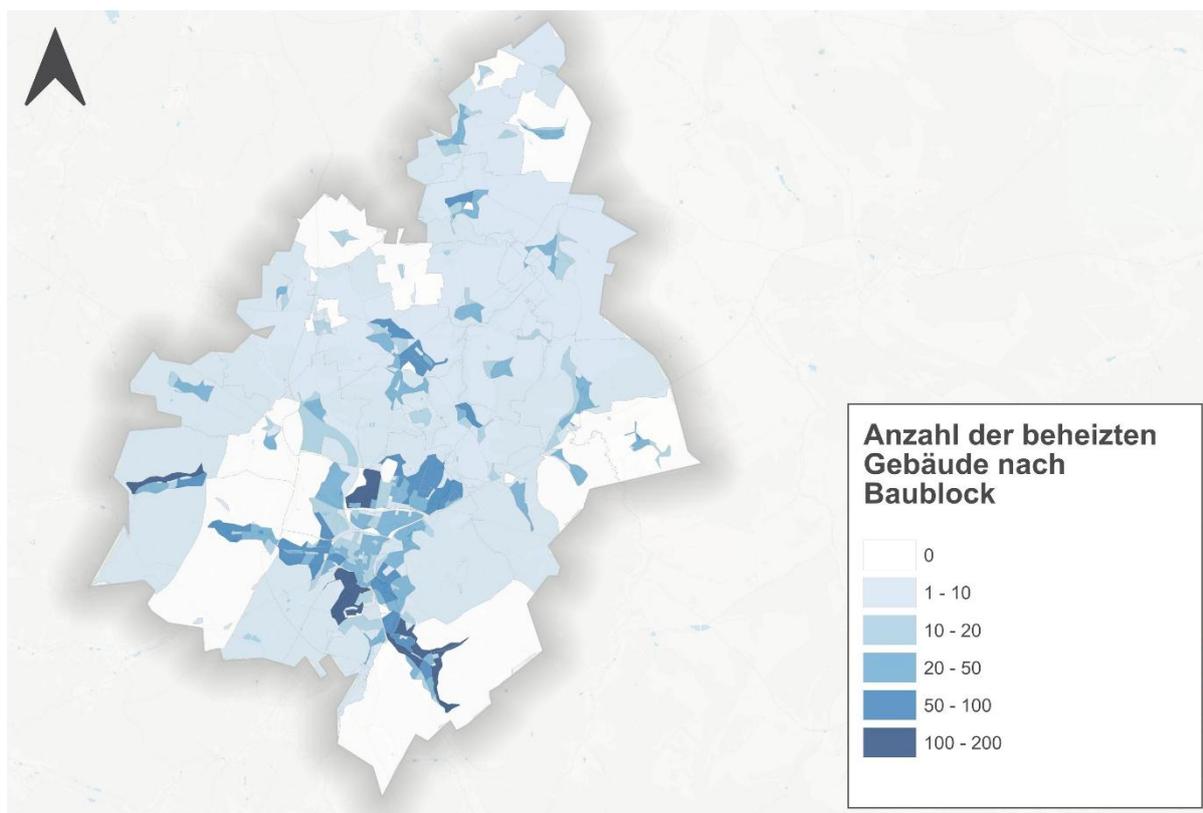


Abbildung 8 Unterteilung des Untersuchungsgebiets in Baublöcke

## Festlegung der Eignung

Für die Feststellung, ob sich ein Baublock bzw. größere Teilgebiete oder ggf. das gesamte Untersuchungsgebiet mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Wärmeversorgung durch das Gasnetz oder Wärmenetze eignen, werden die in Tabelle 2 aufgeführten Kriterien pro Baublock geprüft. Für die Feststellung der Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung ist die Erfüllung eines Kriteriums ausreichend.

Tabelle 2 Kriterien der Eignungsprüfung

Kriterium	Prüfung	Hintergrund
Bestehendes, geplantes oder genehmigtes Wärmenetz vorhanden	Findet sich innerhalb des Baublocks oder Teilgebiets ein bestehendes, geplantes oder genehmigtes Wärmenetz?	Wenn ja, dann kann eine zentrale Versorgung weiterhin wirtschaftlich sinnvoll sein.
Bestehendes, geplantes oder genehmigtes Gasnetz vorhanden	Findet sich innerhalb des Baublocks oder Teilgebiets ein bestehendes, geplantes oder genehmigtes Gasnetz?	Wenn ja, dann kann eine zentrale Versorgung weiterhin wirtschaftlich sinnvoll sein.
Geplantes Neubaugebiet für Gebäude	Stellt der Baublock ein geplantes Neubaugebiet für Gebäude dar?	Wenn ja, dann kann ggf. eine zentrale Wärmeversorgung zusammen mit der weiteren Infrastruktur geplant und realisiert werden

Wärme-flächendichte und Wärme-liniendichte	Wärme-flächendichte von mindestens 200 MWh/(ha*a) im Baublock sowie Wärme-liniendichte von mindestens 1 MWh/(m*a) in einem Straßenzug, welcher sich innerhalb des Baublocks befindet oder diesen umrandet	Sofern die Wärme-flächendichte und die Wärme-liniendichte vordefinierte Schwellwerte überschreiten, ist davon auszugehen, dass in dem jeweiligen Baublock eine zentrale Versorgung durch ein Wärmenetz sinnvoll sein kann.
--	---	--

Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich anhand der genannten Kriterien das in Abbildung 9 dargestellte Bild. Demnach ist für den Kernbereich Löbaus sowie die örtlichen Gebiete Kittlitz, Unwürde, Ebersdorf, Oelsa und das geplante Gewerbegebiet in Löbau West sowie weitere kleinere Baublöcke eine grundsätzliche Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung festzustellen.

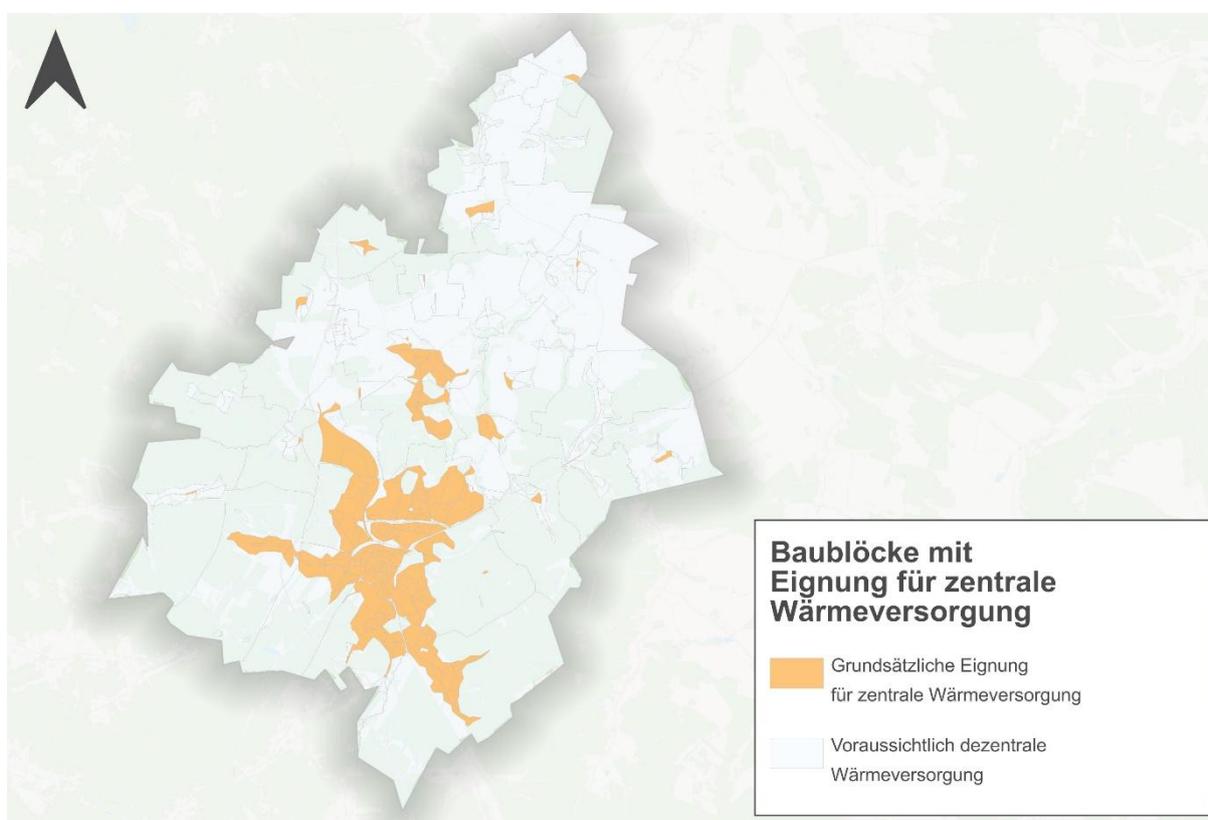


Abbildung 9 Baublöcke mit grundsätzlicher Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung und voraussichtliche Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung

Für die Baublöcke, für die keine grundsätzliche Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung festgestellt wurde, kann eine verkürzte Wärmeplanung nach § 14 WPG erfolgen. Der vorliegende Wärmeplan fokussiert sich zwar auf geeignete Baublöcke, wird aber im Sinne einer ganzheitlichen Bewertung alle Siedlungsbereiche hinsichtlich der voraussichtlich geeignetsten Wärmeversorgungsart (Gasnetz, Wärmenetz oder dezentral) untersuchen.

## Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse umfasst die Erhebung von Informationen zur Erzeugung von Wärme (Gebäude, Energieversorgungsstrukturen, Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen, Speichern und daraus resultierenden THG-Emissionen). Ziel ist die räumliche Zuordnung der Bedarfe und Umwelteinwirkungen. Hierfür werden die nötigen Daten aus verschiedenen Quellen erhoben, aufbereitet und in einem Geoinformationssystem zusammengeführt. Die genutzten Datenquellen finden sich in Anhang I.

### Gebäude- und Siedlungsstruktur

Im Bestand wurden auf Basis von ALKIS ca. 11.900 Gebäudeobjekte identifiziert (Abbildung 10). Davon sind ca. 4.250 unbeheizte Nebengebäude. Die größeren Eigentümer im Untersuchungsgebiet sind die Stadt Löbau mit 29 Liegenschaften, die Wohnungsverwaltung und Bau GmbH mit 57 Liegenschaften, die WGO Wohnungsgenossenschaft in der Oberlausitz eG mit 13 Liegenschaften und der Landkreis Görlitz mit acht Liegenschaften. Abseits dessen wurden 47 Gebäude im Eigentum größerer Industriebetriebe identifiziert. Von der Wohnungsgenossenschaft Löbau wurden trotz Anfrage keine Daten übermittelt, so dass keine Zuordnung erfolgen konnte.

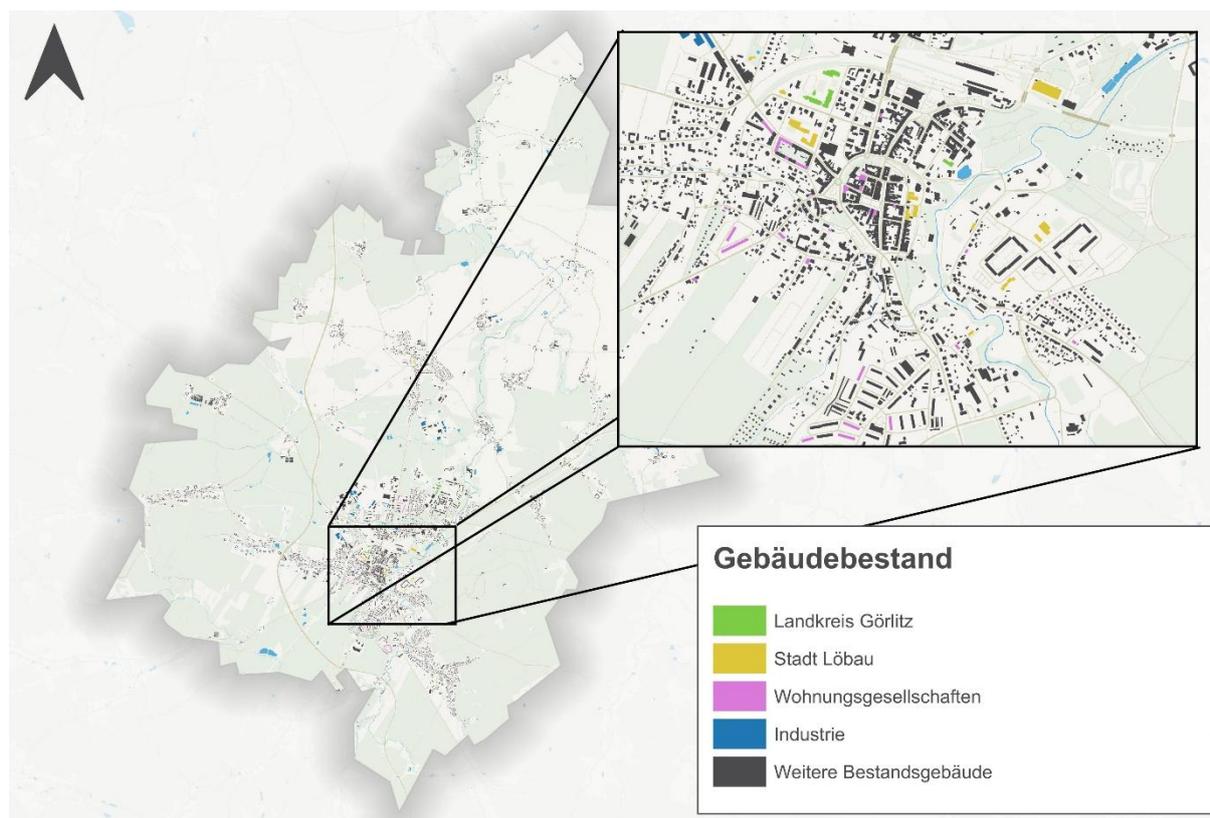


Abbildung 10 Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet

## Gebäudetypen

Im gesamten Untersuchungsgebiet gibt es laut ALKIS ungefähr gleich viele Wohn- und Nichtwohngebäude. Die Wohngebäude verteilen sich auf Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser (Abbildung 11). Nichtwohngebäude stellen in den meisten Baublöcken den größten Anteil an den darin enthaltenen Gebäuden dar (Abbildung 12).

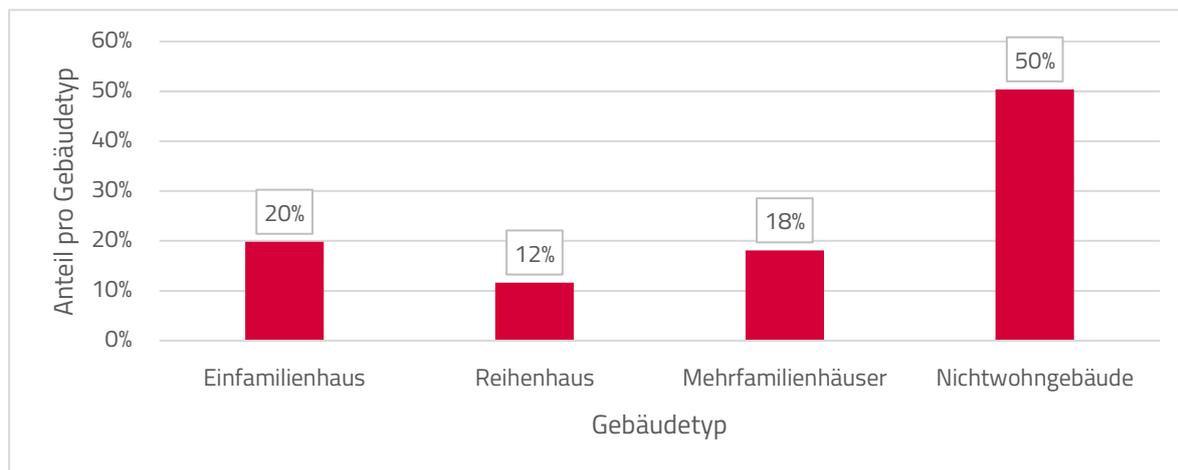


Abbildung 11 Verteilung der Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet

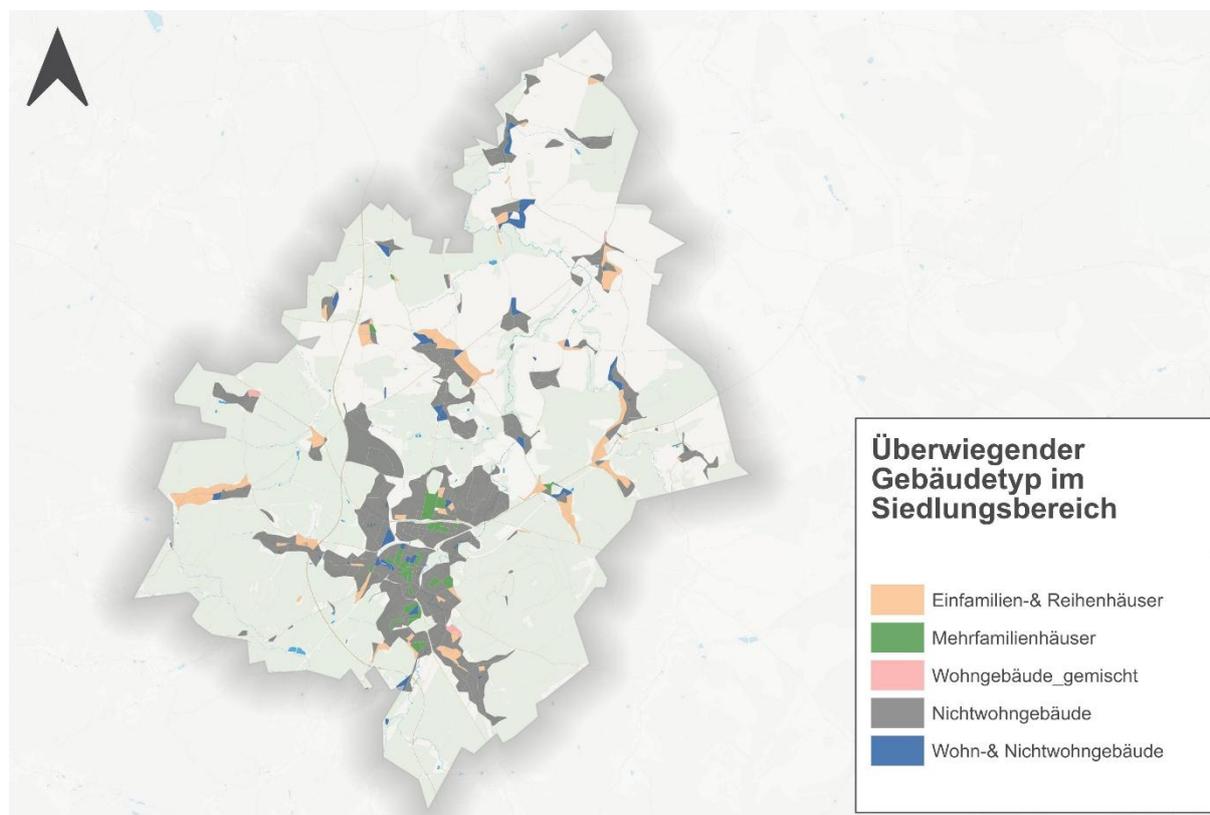


Abbildung 12 Überwiegender Gebäudetyp in Form einer baublockbezogenen Darstellung

## Baualtersklasse

Der Großteil der Gebäude, für die ein Baualter bestimmt werden konnte, wurde vor 1949 errichtet (Abbildung 13). Dies zeigt sich auch bei Betrachtung der einzelnen Baublöcke, auch wenn einige Baublöcke mit überwiegend jüngeren Baualter hervorstechen (Abbildung 14).

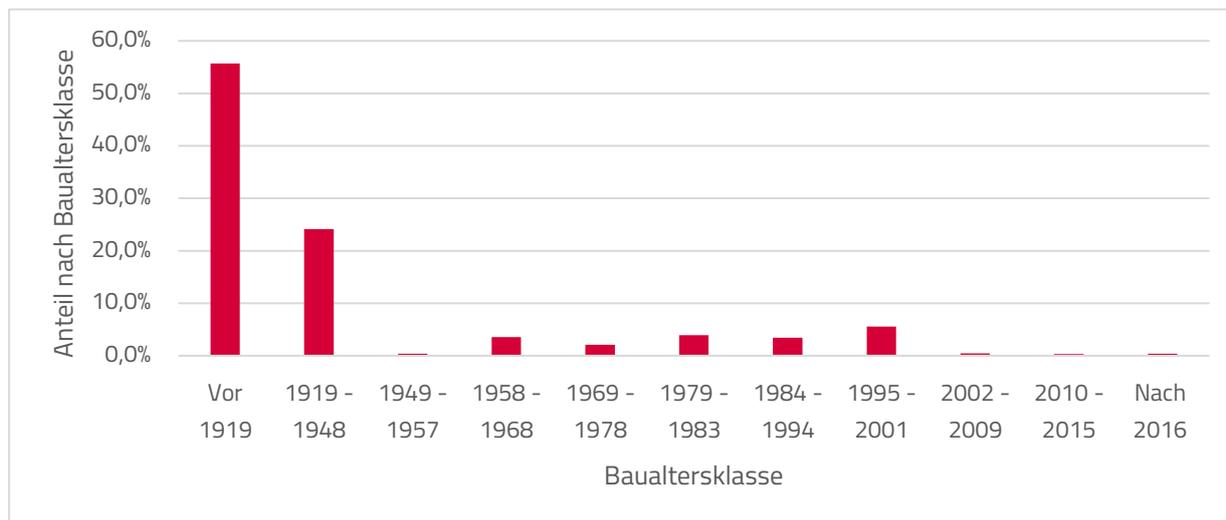


Abbildung 13 Verteilung der Baualtersklassen im Untersuchungsgebiet

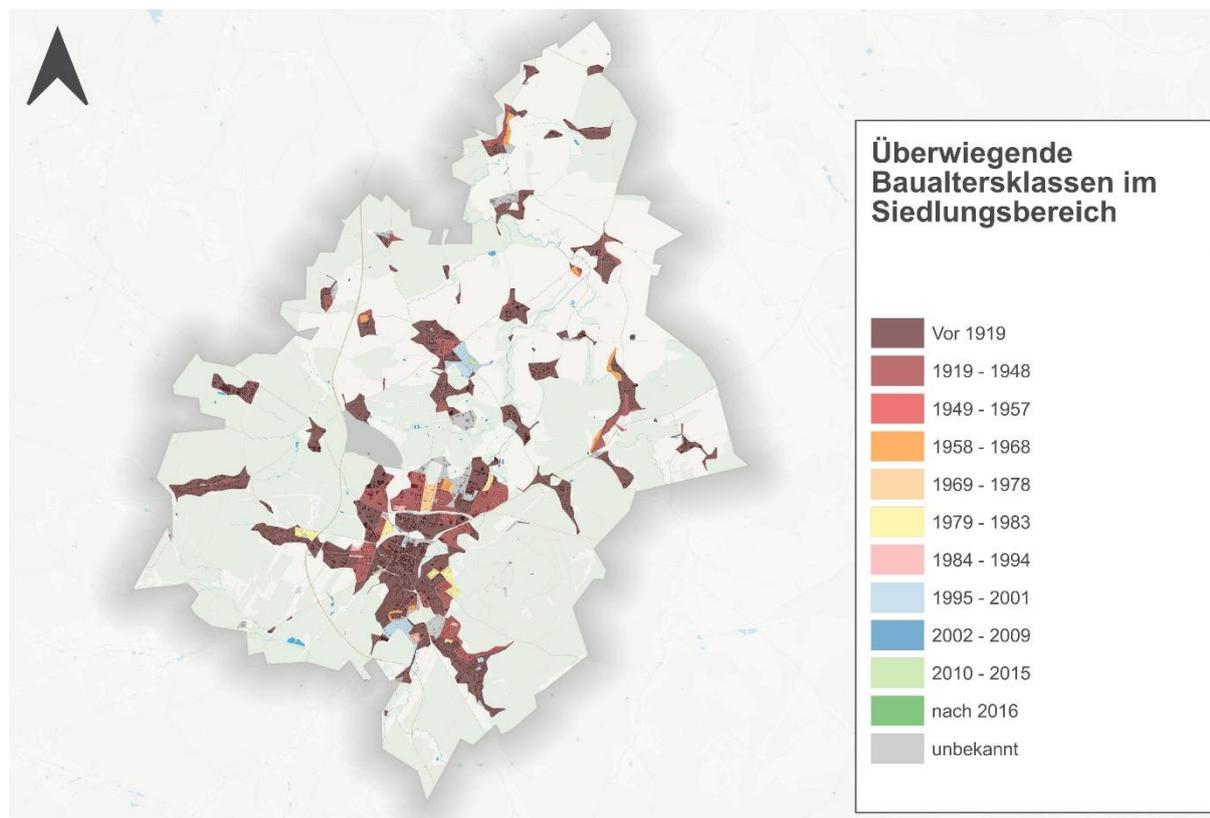


Abbildung 14 Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude in Form einer baublockbezogenen Darstellung

## Energie- und Versorgungsinfrastrukturen

Nachfolgend werden die bestehenden, bereits genehmigten sowie geplanten Energie- und Versorgungsinfrastrukturen betrachtet.

### Gasnetze

Innerhalb des Untersuchungsgebiets befindet sich ein bestehendes Gasnetz. In Abbildung 15 sind die Baublöcke, in welchen sich das bestehende Gasnetz erstreckt, entsprechend eingefärbt. Weitere geplante oder bereits genehmigte Gasnetzinfrastrukturen gibt es laut Aussage des Gasnetzbetreibers "Stadtwerke Löbau" nicht.

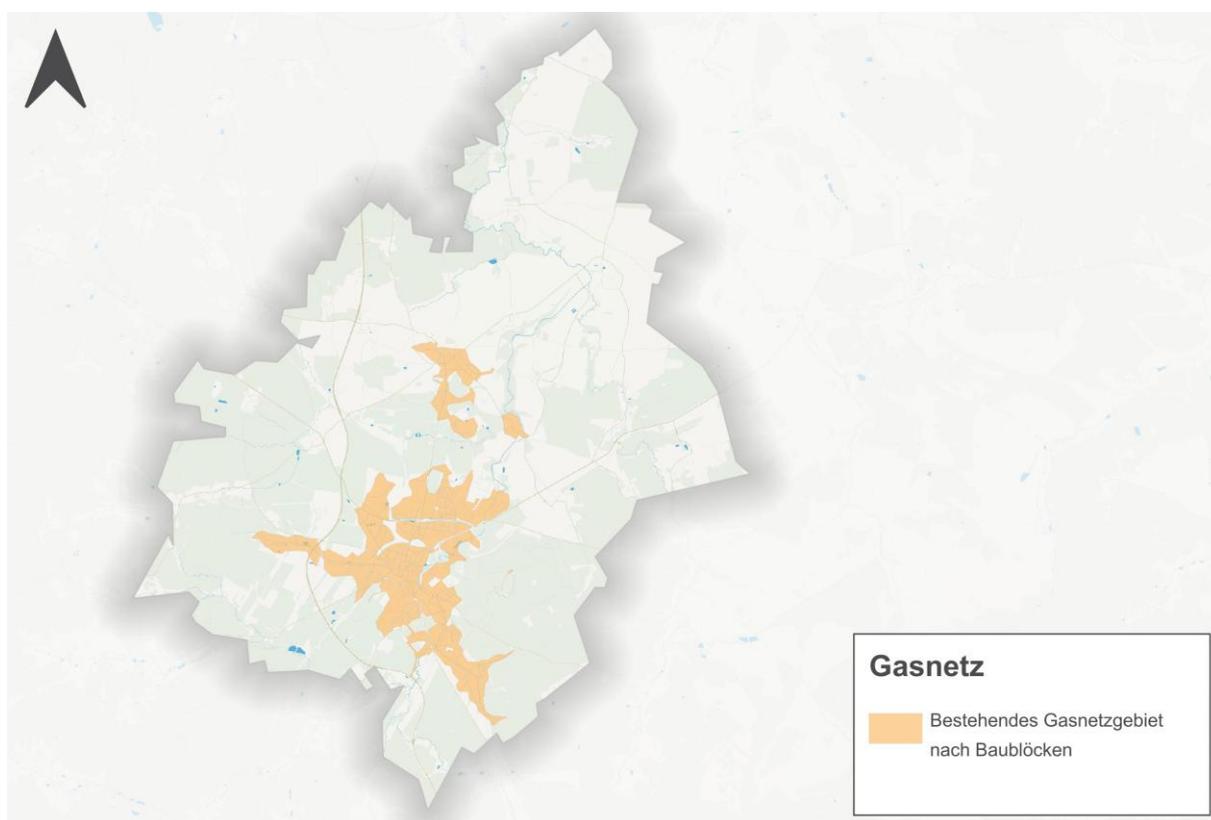


Abbildung 15 Bestehendes Gasnetzgebiet in flächenhafter Lage nach Baublöcken

Die nachfolgende Tabelle 3 fasst die relevanten Parameter des bestehenden Gasnetzes im Untersuchungsgebiet zusammen.

Tabelle 3 Relevante Gasnetzparameter

Medium	Methan
Mittleres Inbetriebnahme- bzw. letztes Modernisierungsjahr	1970 - 2000
Trassenlänge	HD: 2,47 km MD: 9,79 km

	ND: 48,17 km
Anschlüsse	1.679
Gemittelter Gasabsatz der letzten 3 Jahre im Untersuchungsgebiet	117,3 GWh/a

Im Untersuchungsgebiet gibt es keine zentralen Gasspeicher oder zentrale Erzeugungsanlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase. Auch existieren keine Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt an installierter Elektrolyseleistung.

## Wärmenetze

Innerhalb des Untersuchungsgebiets befinden sich vier bestehende Wärmenetze sowie geplante Ausbau- und Neubaugebiete. Diese Gebiete sind in Abbildung 16 dargestellt. Die bestehenden Wärmenetze werden vom Wärmenetzbetreiber "Stadtwerke Löbau" mit Nord-Ost, Ost, Süd 1 und Süd 2 bezeichnet (Tabelle 4). Die "Stadtwerke Löbau" verfolgen die Umsetzung der geplanten Wärmenetzgebiete bis zum Jahr 2030. Dies erfolgt unter anderem im Rahmen des Projekts OctOpus. Hauptziel des Projekts ist die THG-Reduktion durch mehrere Teilmaßnahmen. Diese zielen darauf ab die bestehenden Wärmenetze Ost, Süd 1 und Süd 2 zusammenzuführen, zu erweitern und zusätzliche Abnehmer anzuschließen, die derzeit über dezentrale Heizzentralen versorgt werden. Dabei wird auch der Erzeugerpark sukzessive auf erneuerbare Wärmeerzeuger umgestellt. Letzteres erfolgte bereits ebenfalls im Heizkraftwerk für das Wärmenetz Nord-Ost.

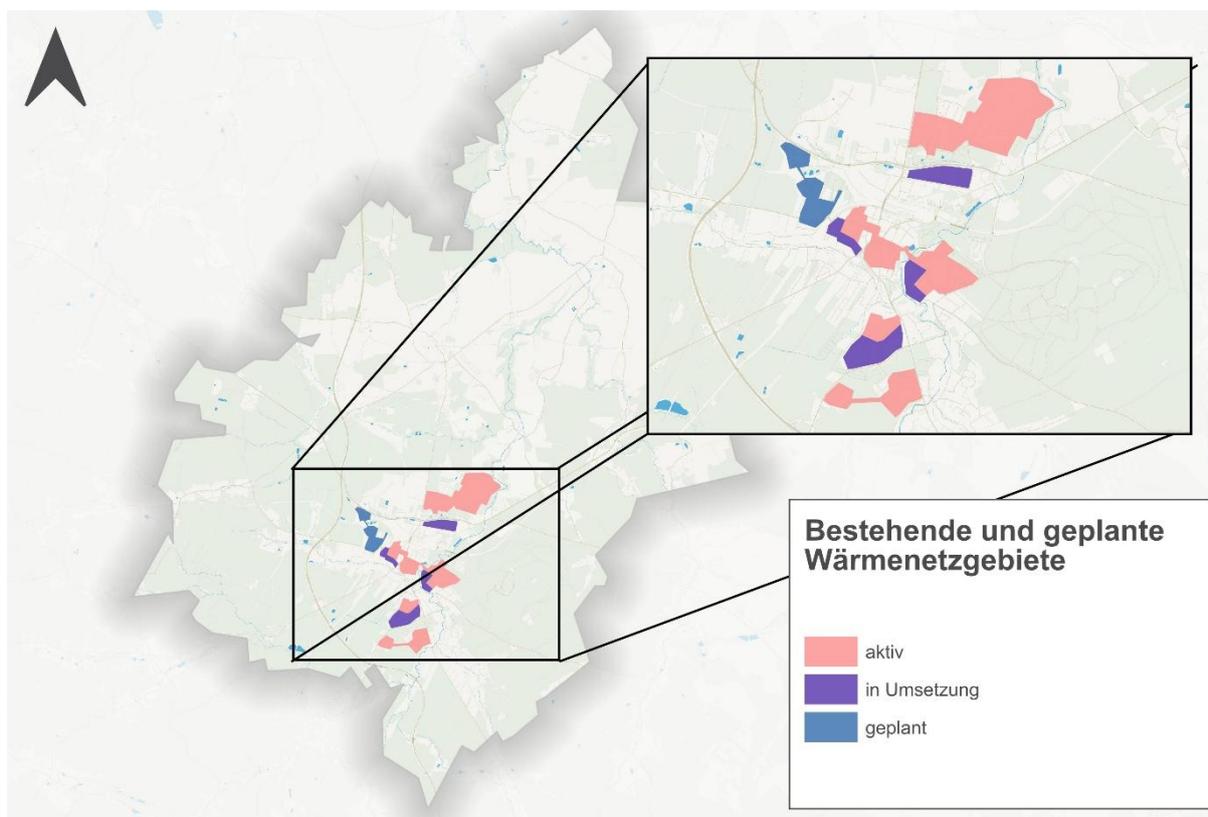


Abbildung 16 Bestehende und geplante Wärmenetzgebiete

Tabelle 4 Relevante Parameter bestehender Wärmenetze

Wärmenetzparameter	Nord-Ost	Ost	Süd 1	Süd 2
Medium	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser
Mittleres Inbetriebnahme- bzw. letztes Modernisierungsjahr	1965-2023	1982-2024	1992-1994	1989 - 2005
Trassenlänge	4,871 km	3,939 km	1,702 km	0,377 km
Temperatur	Sommer: 76 °C; Winter: 86 °C	Sommer: 80 °C; Winter: 86 °C;	Sommer: 76 °C; Winter: 86 °C	Sommer: 80 °C; Winter: 88 °C
Anschlüsse	Ca. 80	62	16	20
Netzausbau- / Transformationsplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Netzausbau in Umsetzung</li> <li>- Transformationsplan nicht vorhanden</li> </ul>	Ausbau und erste Transformation im Rahmen des Projekts „OctOpus“	Zusammenchluss mit Netz Ost geplant	Zusammenchluss mit Netz Ost geplant

Gemittelter Wärmeab- satz der letzten 3 Jahre im Untersuchungsge- biet	8.469 MWh/a	10.358 MWh/a	1.616 MWh/a	2.761 MWh/a
Bestehende Wärmeer- zeuger inklusive Inbe- triebnahme-Jahr (falls bekannt) und thermi- scher Leistung in fol- gendem Format: „Anzahl_Wärmeerzeu- ger_Inbetriebnahme- Jahr (XXX kW_th)“	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Braunkohle- Kessel (3.500 kW_th; seit 2022 außer Betrieb)</li> <li>• 2x Holzpelletkes- sel_2022 (800 kW_th),</li> <li>• 1x BHKW_2019 (630 kW_th),</li> <li>• 1x BHKW_2023 (1.150 kW_el, 1.137 kW_th),</li> <li>• 1x Gas-/Ölkes- sel_1990 (5.000 kW_th),</li> <li>• Luft-Wasser- Wärme- pumpe_2024 (520 kW_th)</li> <li>• 1x Power-To- Heat-An- lage_2023 (375 kW_th)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Braun- kohle-Kessel (3.500 kW_th; seit 2024 au- ßer Betrieb)</li> <li>• 1x Ölkessel (2.000 kW_th seit 2024 au- ßer Betrieb)</li> <li>• 1x Gas-/Öl- kessel_2021 (5.000 kW_th)</li> <li>• 1x BHKW_2013 (430 kW_th)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Gaskes- sel_1990 (800 kW_th)</li> <li>• 1x Heizöl- Kes- sel_1990 (1.120 kW_th)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Gas-/Öl- kessel_1990 (2.000 kW_th)</li> <li>• 1x Ölkes- sel_1990 (2.000 kW_th)</li> <li>• 1x BHKW_2020 (88,5 kW_th)</li> </ul>
Zentrale Wärmespei- cherung	2x Druckwasser (a 118 m³)		-	-

Abbildung 17 zeigt die Standorte der zentralen Wärmeherzeugungsanlagen inklusive der Wärmespeicher. Diese stellen die Nah-/Fernwärme für die vier Wärmenetzgebiete bereit. Gegenwärtig befinden sich die Heizkraftwerke „Löbau Nord-Ost“ und „Löbau-Ost“ im Umbau. Hierbei ist folgendes geplant bzw. bereits in Umsetzung oder kürzlich abgeschlossen:

- HKW Löbau Nord-Ost (bereits abgeschlossen):
  - Rückbau Braunkohle-Kessel & Öl-Kessel (2024)
  - Neubau 2 St. Pelletkessel, Erdgas-BHKW, Luft/Sole-WP, Power-to-Heat-Kessel (2024)
  - Aufnahme des Regelbetriebs ab 2025
- HKW Löbau Ost:
  - Rückbau BKS-Kessel & Öl-Kessel

- Neubau 2 St. Pelletkessel, Erdgas-BHKW, Luft/Sole-WP, Power-to-Heat-Kessel
- Inkl. Errichtung von 3 Wärmespeichern a 118m<sup>3</sup>
- Zusätzlich: Nutzung von PV-Überschussstrom
- Aufnahme des Regelbetriebs ab 2026/2027

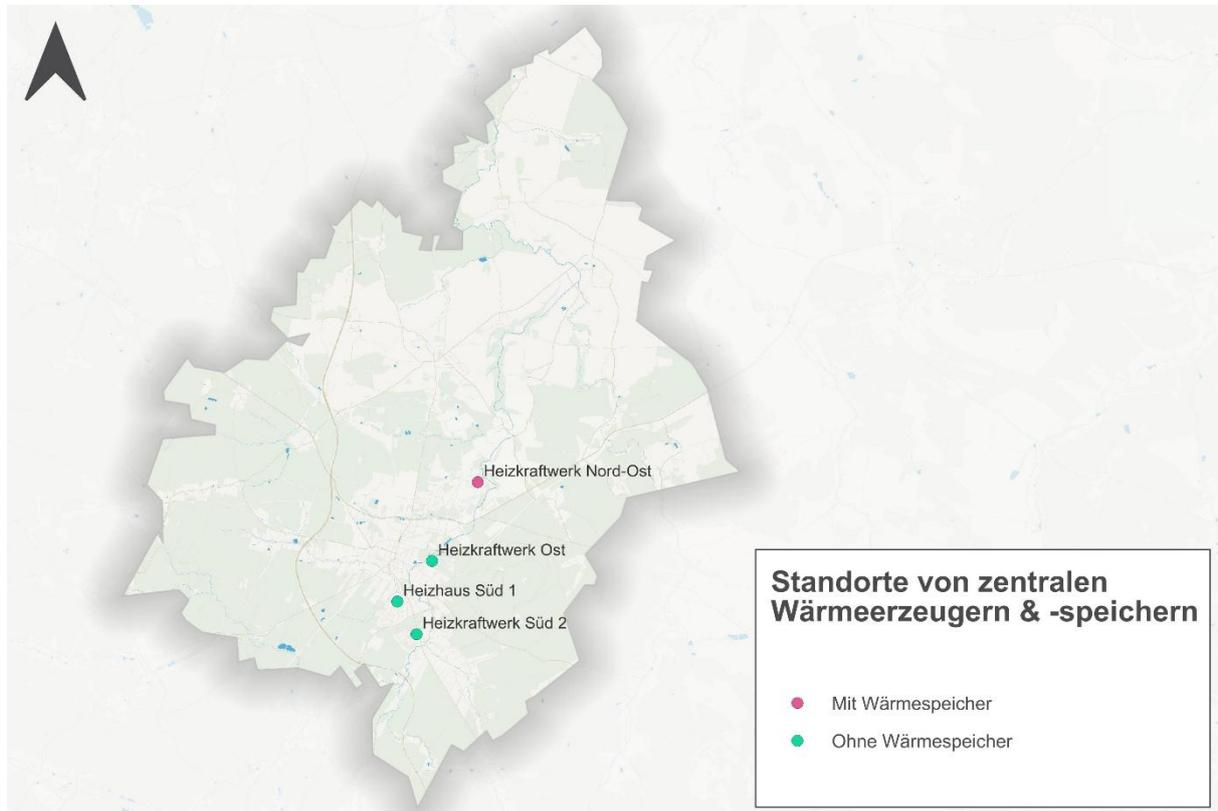


Abbildung 17 Bestehende, geplante oder genehmigte zentrale Wärmeerzeugungsanlagen und -speicher

## Kältenetze

Innerhalb des Untersuchungsgebiets ist kein zentrales Kältenetz zu verzeichnen.

## Abwassernetz

Innerhalb des Untersuchungsgebiets sind keine Kanalabschnitte mit einem Nenndurchmesser (DN) größer 800 mm festzustellen.

## Stromnetz

Innerhalb des Untersuchungsgebiets verläuft von Nordwest nach Südost eine Hochspannungsleitung. Das Mittelspannungsnetz im Bereich des Untersuchungsgebiets verbindet die einzelnen Ortschaften miteinander. In den Kernbereichen von Löbau gibt es mehr Umspannstationen als in den umliegenden Ortsteilen. Insgesamt befinden sich im Untersuchungsgebiet 144 Mittelspannungsumspannstationen mit einer Kapazität von ca. 44.720 kVA.

## Wärmeerzeugungsanlagen

Im Folgenden wird ein Überblick über den Bestand an Wärmeerzeugungsanlagen insbesondere auf Basis einer Auswertung der Daten der Bezirksschornsteinfeger durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie aus 2021 in Ergänzung mit Daten des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) aus 2024 gegeben (Tabelle 5). Erdgasbetriebene Anlagen (wie bspw. Kessel, Blockheizkraftwerke oder Heizer) stellen die größte Anzahl und installierte Nennwärmeleistung im Untersuchungsgebiet. Es folgen braunkohle- und biomassebasierte Wärmeerzeuger, deren Nennwärmeleistung deutlich unter der von erdgas- oder heizölbetriebenen Anlagen liegt, da sie hauptsächlich aus kleinen Einzelraumfeuerungen bestehen. Heizölbetriebene Anlagen stellen die zweitgrößte Nennwärmeleistung gefolgt von den Fernwärmeübergabestationen, welche pro Hausübergabestation eine hohe Leistung zeigen.

Tabelle 5 Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen

Anlagenart mit Energieträger	Anzahl	Kumulierte Nennwärmeleistung [kW]
Erdgas - Kessel/Heizer/BHKW/Therme/Ofen/Herd	2.385	100.895
Fernwärme-Übergabestationen	178	18.741
Flüssiggas - Kessel/Heizer/Ofen/Kamin/Herd	279	7.428
Heizöl EL - Kessel/Heizer/Ofen/Kamin/Herd	985	34.484
Braunkohle - Kessel/Heizer/Ofen/Kamin/Herd	1.943	16.848
Steinkohle - Kessel/Heizer/Ofen/Kamin/Herd	15	171
Biomasse - Kessel/Heizer/Ofen/Kamin/Herd	1.584	17.826
Biogas - BHKW	1	500
Wärmepumpen (Strom)	194	1.598
Stromdirektheizung	253	1.518

Abbildung 18 stellt die Verteilung des Alters der installierten Wärmeerzeugungsanlagen dar. Über die Hälfte der Heizungsanlagen sind vor dem Jahr 2000 installiert worden und haben somit die empfohlene Nutzungsdauer von 20 Jahren überschritten. Das bietet großes Potenzial für eine zeitnahe Heizungsmodernisierung. Stoßzeiten für die Inbetriebnahme von Heizungen sind für die Zeiträume 1990-2000 sowie 2010-2015 festzustellen.

Die hier dargestellte Verteilung bezieht sich insbesondere auf Feuerungsanlagen, welche durch die Bezirksschornsteinfeger erfasst werden, sowie Daten zum Baualter von Wärmepumpen, die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) erhoben werden. Zum Baualter von Stromdirektheizungen lagen keine Daten vor.

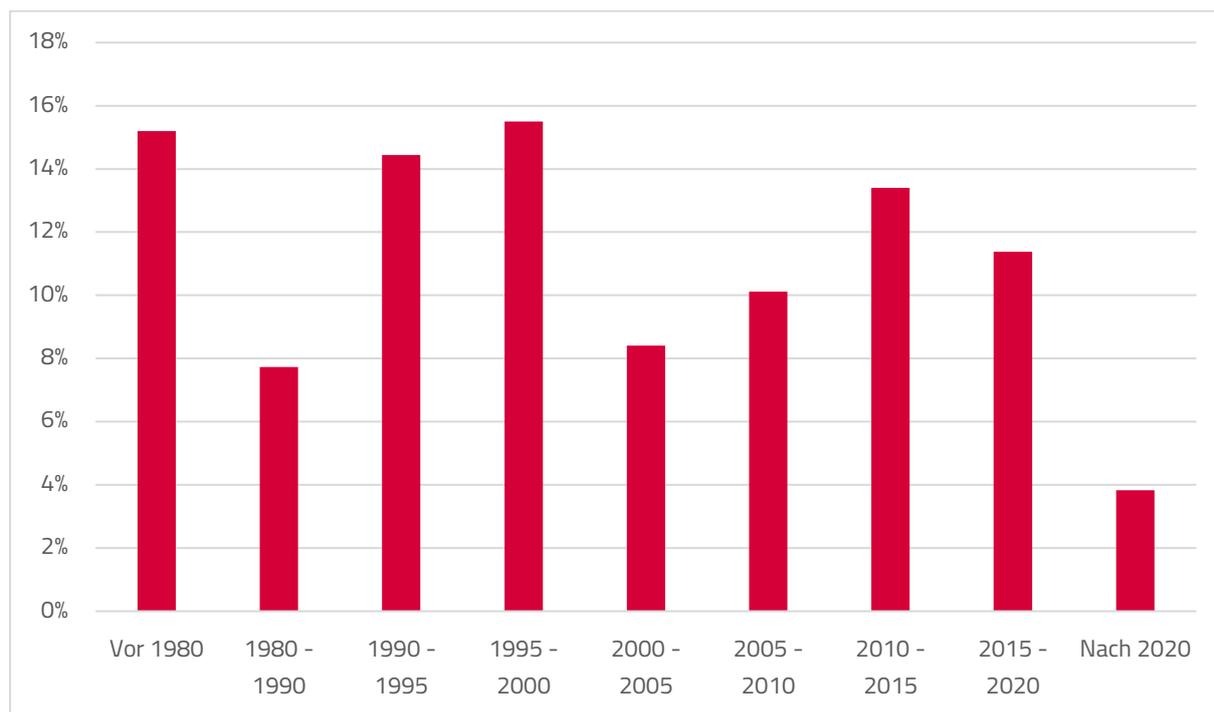


Abbildung 18 Verteilung des Alters der Wärmeerzeugungsanlagen

Die räumliche Verteilung der leitungsgebunden Erdgas-Wärmeerzeuger der Hausübergabestationen sowie der dezentralen Wärmeerzeuger ist in Abbildung 19, Abbildung 20 und Abbildung 21 dargestellt. Die Kategorie der dezentralen Wärmeerzeuger umfasst alle Wärmepumpen, Stromdirektheizungen, Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen, Heizölanlagen sowie Kohle- und Flüssiggasanlagen. Eine genauere kartographische Differenzierung der dezentralen Wärmeerzeuger ist aufgrund lückenhafter räumlicher Daten zu diesen Anlagen nicht möglich. Sollten bei der Fortschreibung des Wärmeplans differenziertere räumliche Daten zu den Wärmeerzeugungsanlagen vorliegen, können diese zukünftig für eine genauere kartographische Differenzierung genutzt werden.

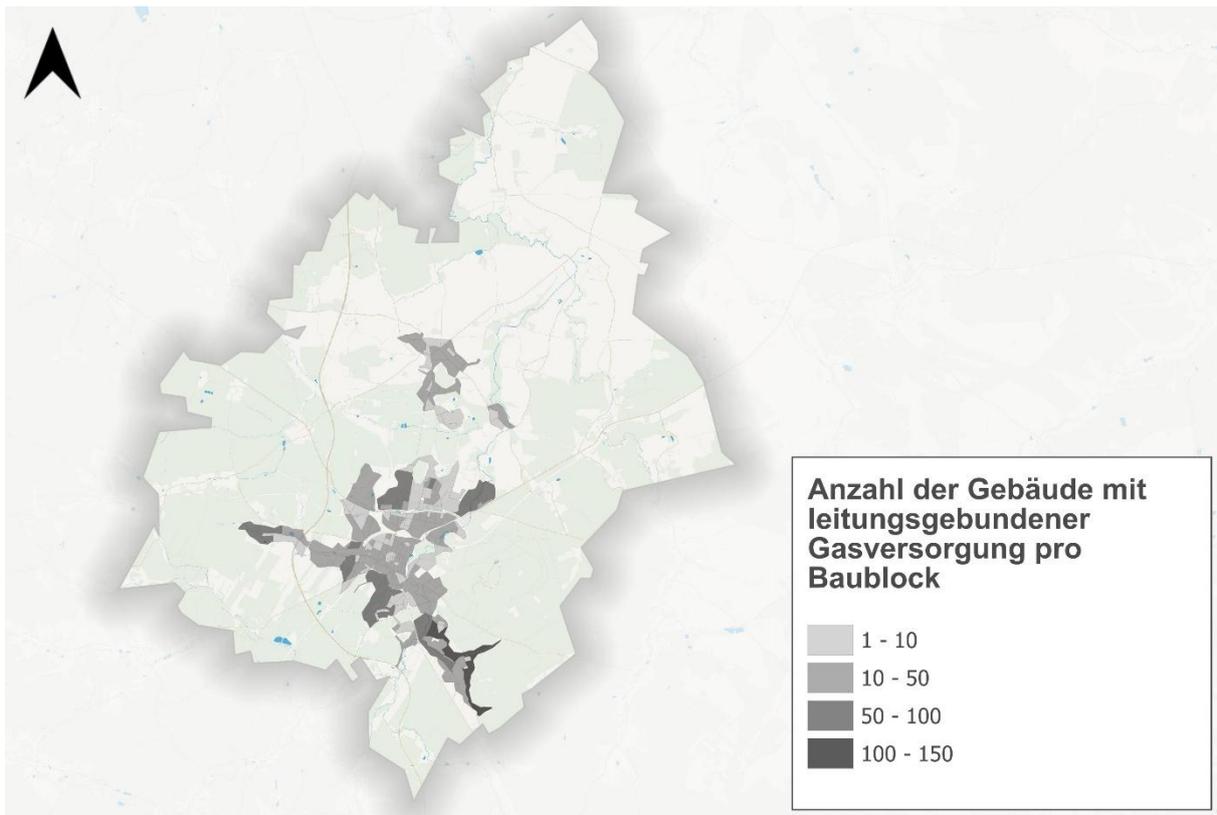


Abbildung 19 Anzahl erdgasbasierter Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung

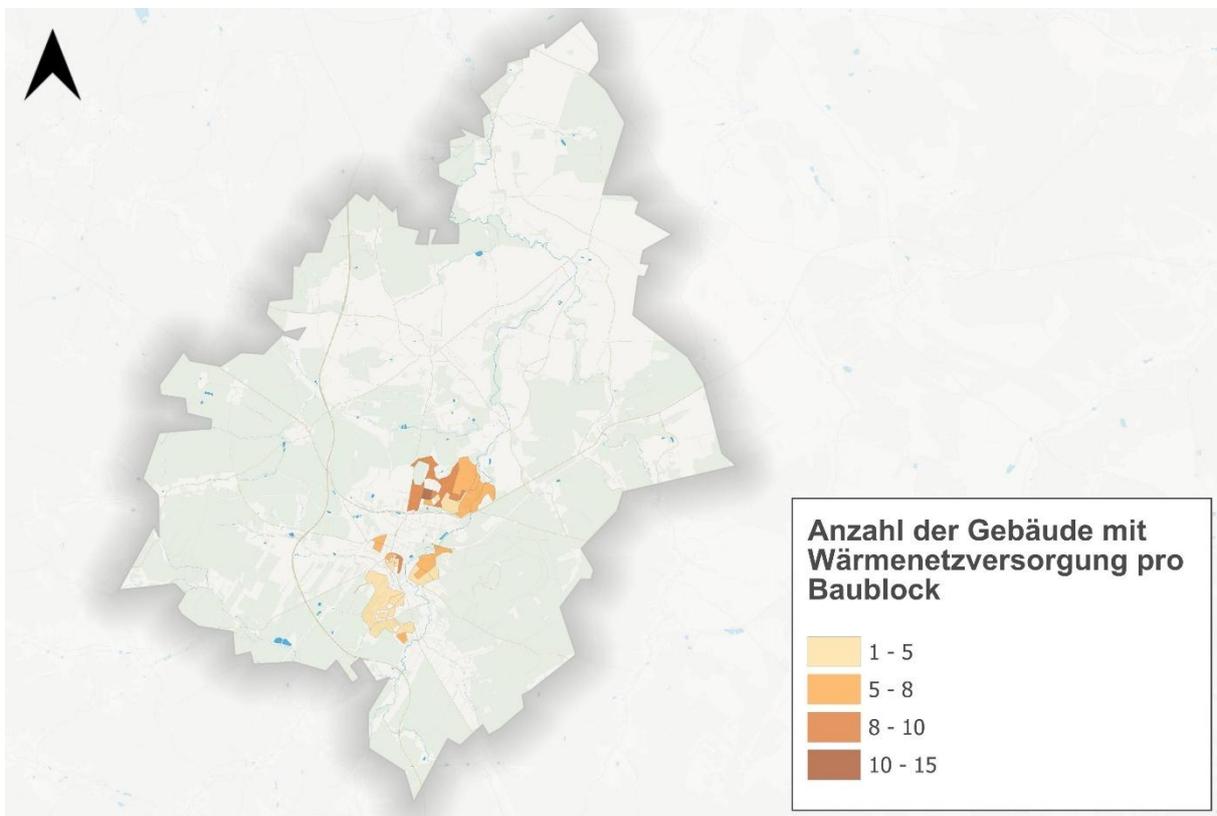


Abbildung 20 Anzahl der Hausübergabestationen in Form einer baublockbezogenen Darstellung

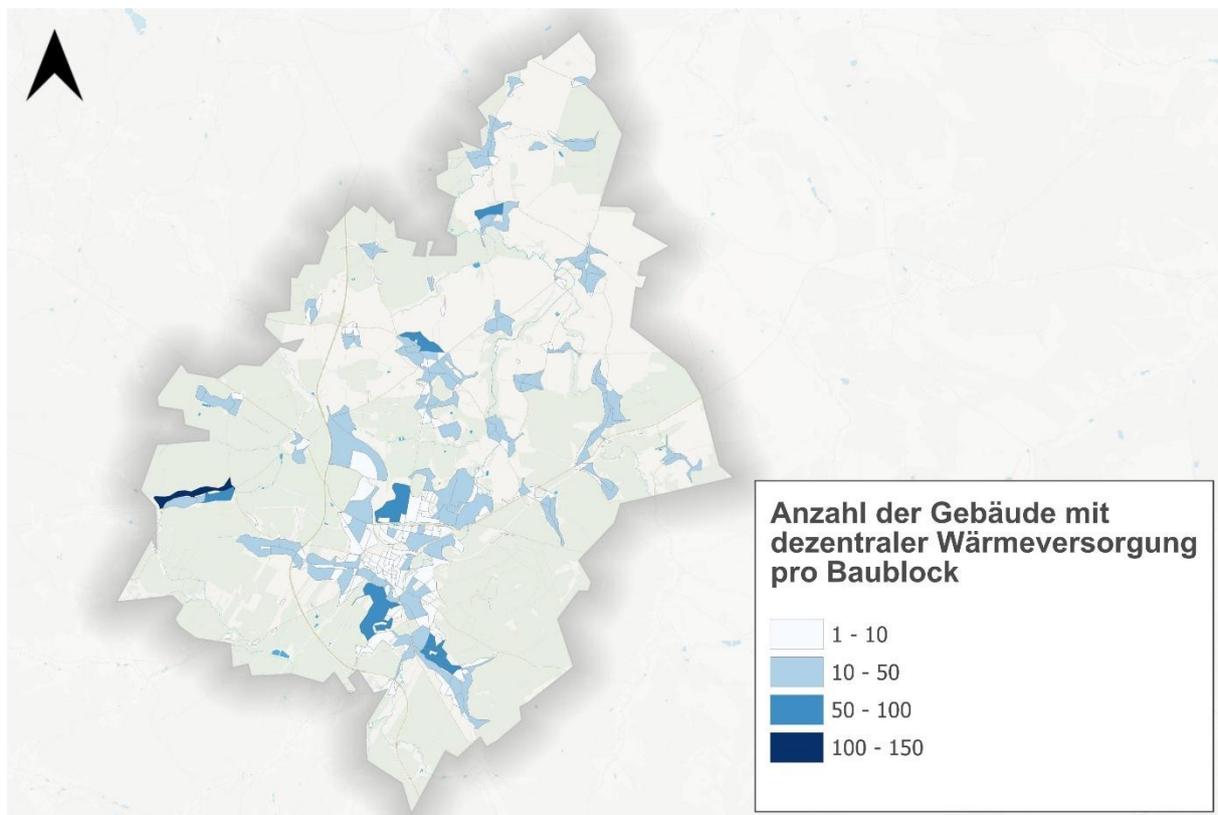


Abbildung 21 Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung

## Großverbraucher von Wärme

Unter Anwendung eines Schwellenwerts von 500 MWh/a für den Endenergieverbrauch sind folgende Standorte von Großverbrauchern von leitungsgebundenem Erdgas, Wärme oder weiteren Brennstoffen im Untersuchungsgebiet zu verzeichnen (Abbildung 22). Alle weiteren Verbraucher im Untersuchungsgebiet zeigen jährliche Endenergieverbräuchen kleiner 500 MWh.

Unter den Großverbrauchern befinden sich:

- 14 Großverbraucher mit zentraler Gasversorgung mit 500 – 15.000 MWh/a
- ein Biomassegroßverbraucher mit über 60.000 MWh/a
- drei Großverbraucher an zentraler Nah-/Fernwärmeversorgung mit 500 – 1.000 MWh/a

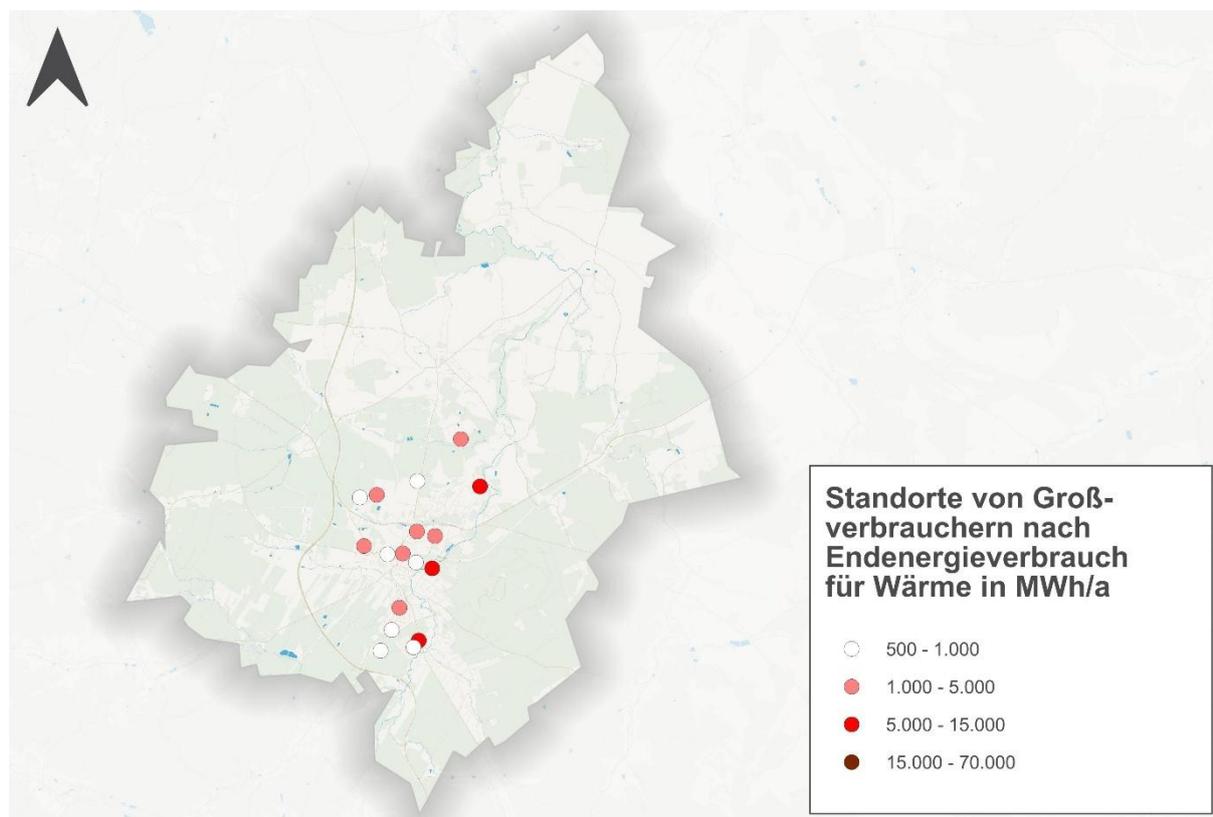


Abbildung 22 Großverbraucher von leitungsgebundenem Erdgas und weiteren Brennstoffen im Rahmen des Endenergieverbrauchs der Unternehmen

## Wärmebedarf und Wärmeverbrauchsdichten

Im Rahmen der Wärmebedarfs- und -verbrauchsanalyse wird eine katasterbasierte Bedarfsanalyse durchgeführt, die durch Verbrauchsdaten kalibriert und in den Baublöcken aggregiert wird. Die Baublöcke und die Straßen, welche diese unterteilen, werden nach Ermittlung des räumlichen Wärmebedarfs zur Bestimmung von Wärmedichten genutzt.

### Gesamtwärmebedarf

Im Betrachtungsgebiet ergibt sich ein summierter Nutzwärmebedarf von knapp 249,5 GWh/a. Der Gesamtwärmebedarf ist durch einen Anteil von 25 % an Prozesswärme geprägt (entspricht ca. 62,2 GWh/a). Der verbleibende Wärmebedarf für Raumwärme und Trinkwarmwasser (TWW) beträgt 187,3 GWh/a (Abbildung 23). Vom Gesamtwärmebedarf lassen sich ca. 107,3 GWh/a den Wohngebäuden zuordnen sowie 128,4 GWh/a den Gebäuden für Wirtschaft oder Gewerbe und 13,9 GWh/a Gebäuden für öffentliche Zwecke. Die Betrachtung der räumlichen Verteilung des gesamten Wärmebedarfs (Abbildung 24) zeigt, dass insbesondere in Baublöcken des Kernbereichs des Untersuchungsgebiets hohe Wärmebedarfe zu verorten sind. Abseits dessen zeigen die Siedlungsbereiche außerhalb des Kerngebiets Baublöcke mit unterschiedlich hohen Wärmebedarfen.

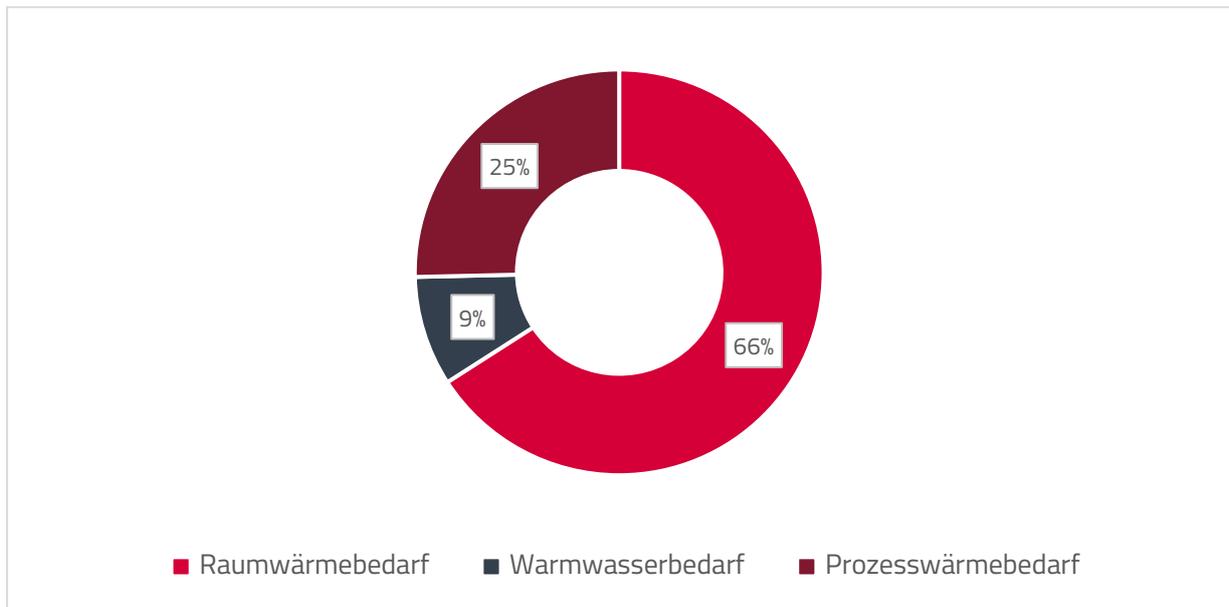


Abbildung 23 Anteile des Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmebedarfs

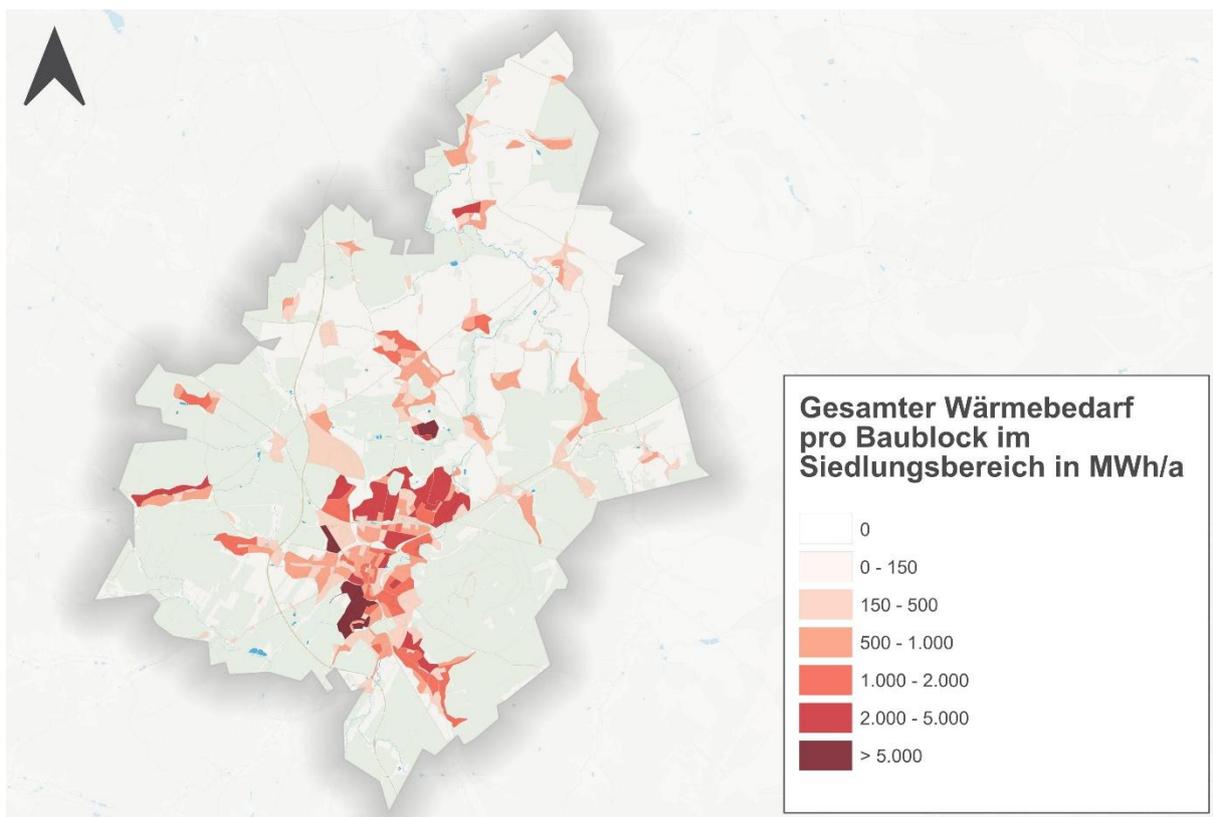


Abbildung 24 Ermittelter Gesamtwärmebedarf pro Baublock

## Wärmebedarfsdichten

Standorte mit kleinräumiger Überlagerung von hohen Wärmebedarfen zeigen hohe Wärmeflächendichten bzw. -liniendichten. Die Wärmeflächendichte beschreibt die Höhe des Wärmebedarfs in Bezug auf eine Fläche. Die Wärmeliniedichte beschreibt den Quotienten aus dem Wärmebedarf der an einer Leitung angeschlossenen Gebäude und der Länge dieser Leitung. Mit Hilfe dieser Kennwerte wird unter anderem die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung festgestellt.

Wärmeflächendichten mit wirtschaftlichem Potenzial liegen laut Literatur im Bereich von 100 bis 300 MWh/(ha\*a) (siehe ((KEA-BW), 2020), (Beuth Hochschule für Technik Berlin, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2017), (Prognos AG, 2020), (HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, Averdung Ingenieure & Berater GmbH, 2021)). Dementsprechend wird in dieser Analyse eine Wärmeflächendichte von mindestens 200 MWh/(ha\*a) als Schwellenwert für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes gewählt. Die notwendige Höhe der Wärmeliniedichte hängt im konkreten Einzelfall von individuellen Parametern wie den Wärmege-stehungskosten der Wärmequellen, den Verlegekosten, der spezifischen Verlustleistung und dem realisierbaren Anschlussgrad des Netzes ab. Nichtsdestotrotz gehen Literaturwerte i.d.R. von einem Schwellenwert von mindestens 1 MWh/(m\*a) aus.

Die für das Untersuchungsgebiet ermittelten Ergebnisse werden in Abbildung 25 und Abbildung 26 veranschaulicht und beziehen sich ausschließlich auf den Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarf. Ein Großteil der Baublöcke weist eine Wärmeflächendichte zwischen 100 und 200 MWh/(ha\*a) auf. Im Kerngebiet des Untersuchungsgebiets finden sich allerdings Baublöcke mit Wärmeflächendichten größer 200 MWh/(ha\*a). Bei Betrachtung der Ergebnisse für die Wärmeliniedichte zeigen in gleicher Weise die Straßenzüge im Kerngebiet des Untersuchungsgebiets Werte größer 1 MWh/(m\*a). In den umliegenden kleineren Siedungsbereichen sind diese Werte weniger ausgeprägt, wenn auch vereinzelt Straßenzüge mit größerer Wärmeliniedichte zu finden sind.

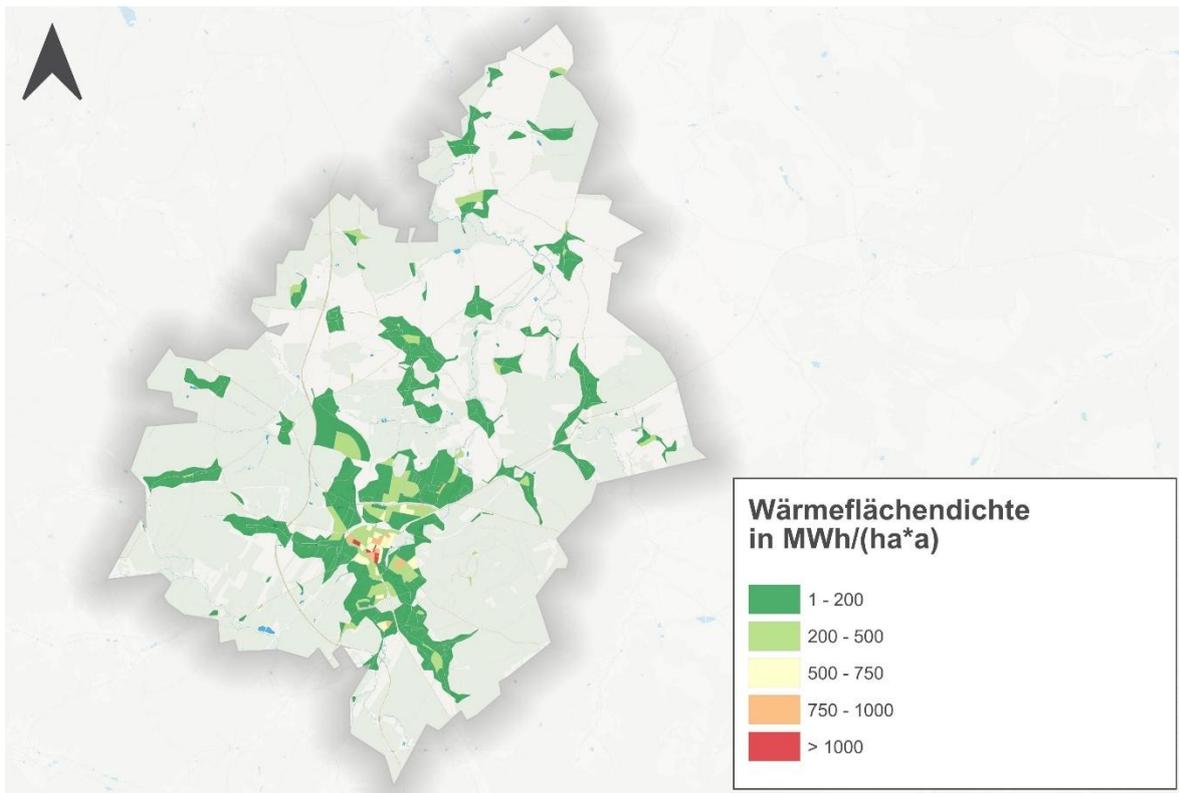


Abbildung 25 Wärme-flächendichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr pro Baublock

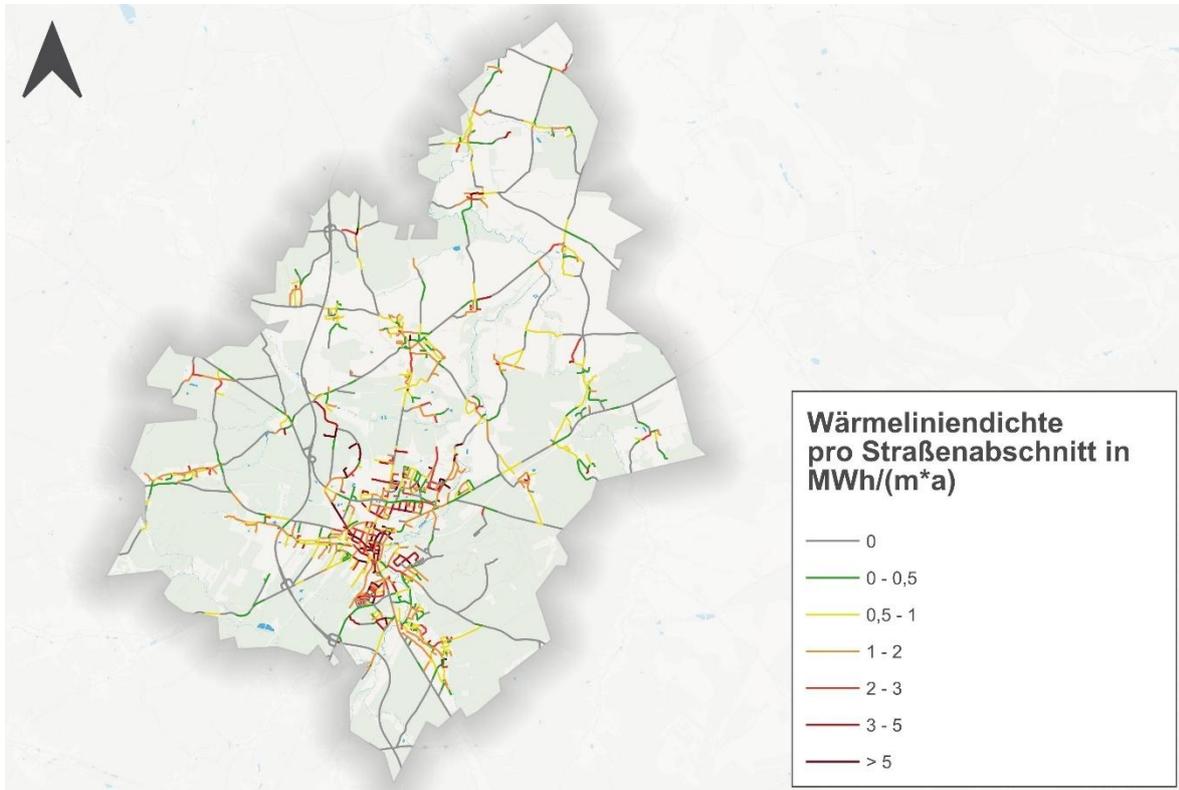


Abbildung 26 Wärmelinien-dichte in Megawattstunden pro Meter und Jahr in Form einer straßenabschnittbezogenen Darstellung

## Energie- und Treibhausgasbilanz

In Form einer Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors wird an dieser Stelle eine Grundlage für die Bewertung von Potenzialen und Maßnahmen sowie das Erstellen von Szenarien geschaffen. Die folgende Bilanz wird auf Basis der BSKO-Systematik für kommunale Treibhausgasbilanzen erstellt (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2020).

Dafür werden die Endenergieverbräuche ermittelt und mit energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren verrechnet (siehe Anhang II Datenquellen). Dabei werden nicht nur reine CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern zugleich weitere klimarelevante THG des Wärmesektors erfasst und in der Form von CO<sub>2</sub>-eq aggregiert.<sup>3</sup>

Der jährliche Endenergieverbrauch (EEV) für Wärme, der sich aus dem Mittel der erfassten Energieverbräuche der Jahre 2020 bis 2023 sowie den berechneten Bedarfen ergibt, beträgt für das Untersuchungsgebiet knapp 294 GWh/a, wobei sich ca. 70 GWh/a auf die Prozesswärme zurückführen lassen. Daraus ergibt sich ein Gesamtausstoß an Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 65.400 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr.

Die nachfolgende Abbildung 27 zeigt die Verteilung des aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchs von Wärme nach Energieträgern und die daraus resultierenden THG-Emissionen, inklusive der Prozesswärme. Hierbei zeigt sich, dass die Energieträger Erdgas, Biomasse und Heizöl im Endenergieverbrauch dominieren. Dies liegt unter anderem an den industriellen Großverbrauchern und deren Endenergiebedarf an Erdgas und Biomasse sowie an der großen Menge an Heizöl-basierten Wärmeerzeugern. Biomasse spielt allerdings bei den THG-Emissionen eine deutlich geringere Rolle, da es ein erneuerbarer Energieträger ist. Die THG-Emissionen der Nah-/Fernwärme resultieren auf Basis des Endenergieverbrauchs des Stands vor dem Umbau des HKWs NordOst. Durch den zwischenzeitlichen Umbau des HKWs NordOst und des in Umsetzung befindlichen Umbaus des HKW Ost sind die THG-Emissionen der Nah-/Fernwärme im Begriff zu sinken und werden sich kurzfristig noch weiter verringern.

In Abbildung 28, Abbildung 29 und Abbildung 30 ist der Anteil von Erdgas, Nah-/Fernwärme und weiterer dezentraler Energieträger am jährlichen EEV für Wärme pro Baublock dargestellt. Unter dem Begriff „dezentrale Energieträger“ werden Heizöl, Biomasse, Flüssiggas, Strom, Kohle, Umweltwärme und Solarthermie zusammengefasst. Im Kerngebiet des Untersuchungsgebiets ist der Anteil des erdgasbasierten EEV hoch. In den Randbereichen oder in Gebieten ohne Gasnetz wird der EEV fast vollständig durch dezentrale Energieträger gedeckt. Der Anteil des EEV durch Nah- und Fernwärme variiert je nach Baublock zwischen weniger als 25 % und 100 %.

---

<sup>3</sup> Neben Kohlenstoffdioxid werden Methan und Lachgas mitberücksichtigt (vgl. BSKO-Methodik)

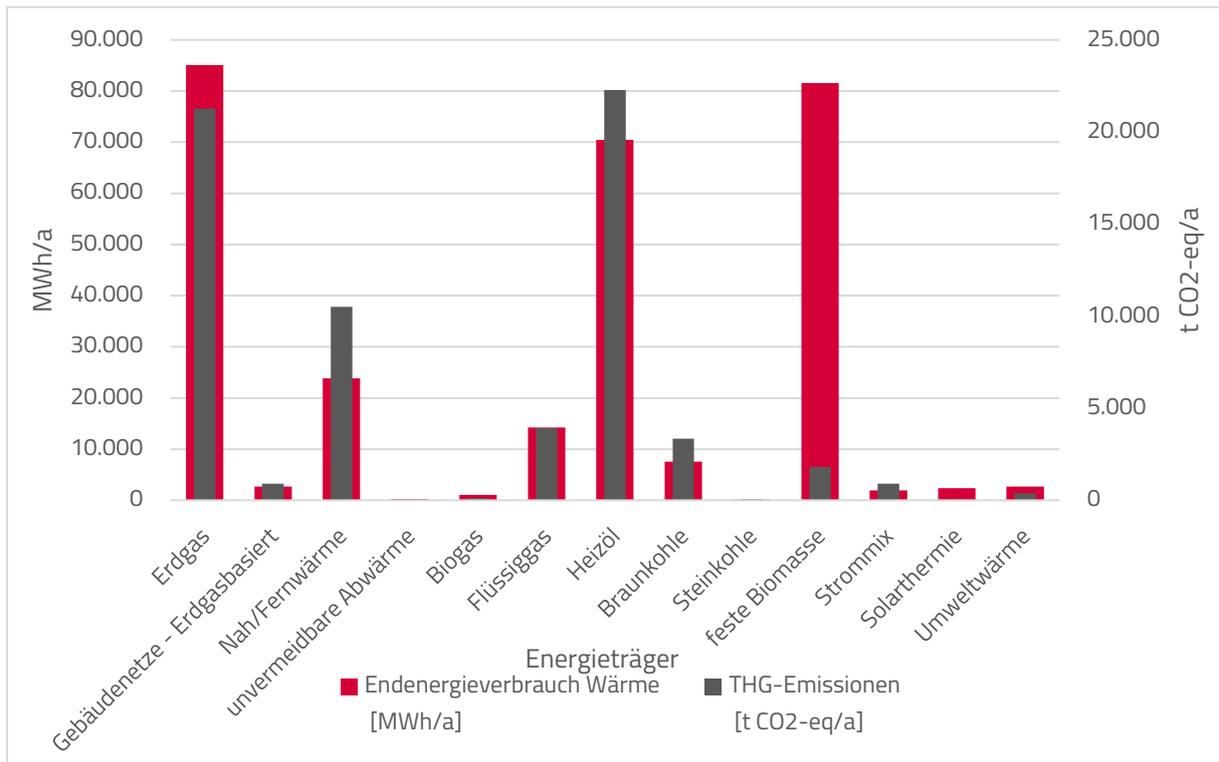


Abbildung 27 Verteilung des aktuell jährlichen Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen nach Energieträgern

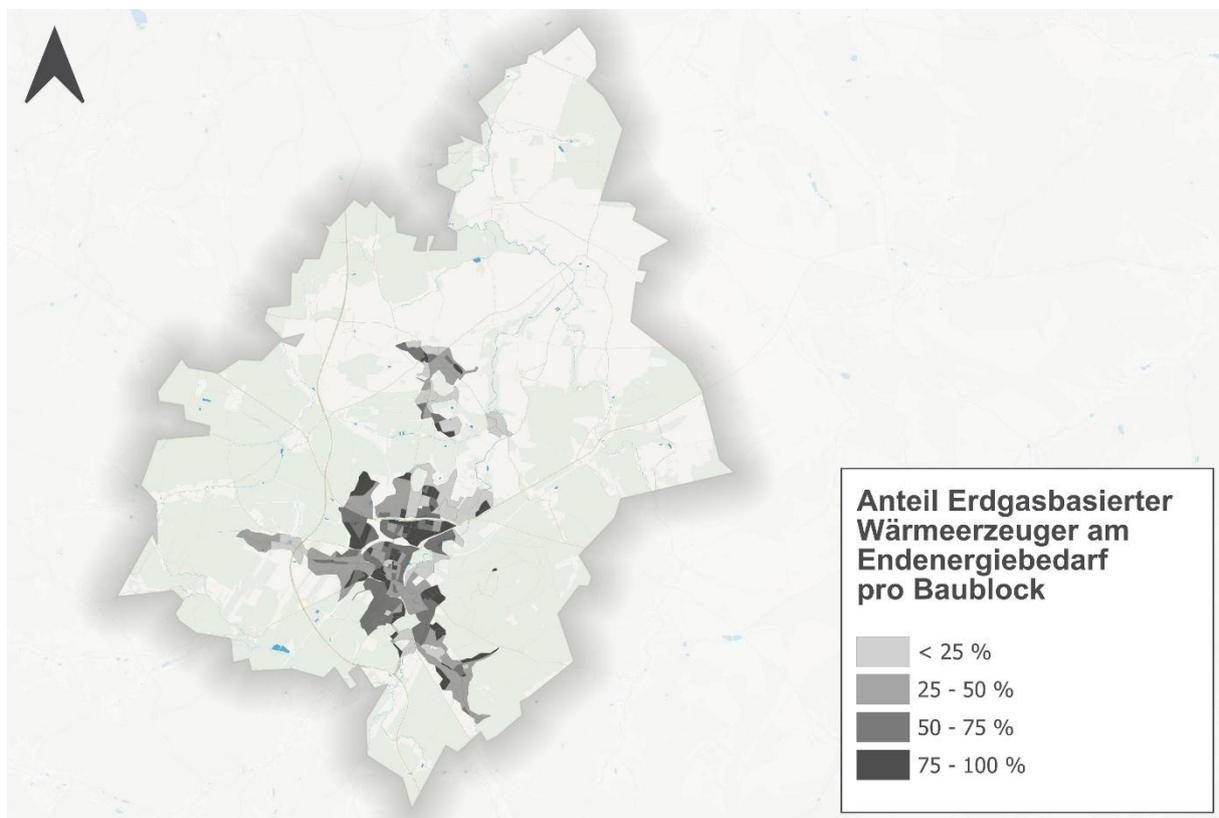


Abbildung 28 Anteil von leitungsgebundenem Erdgas am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme

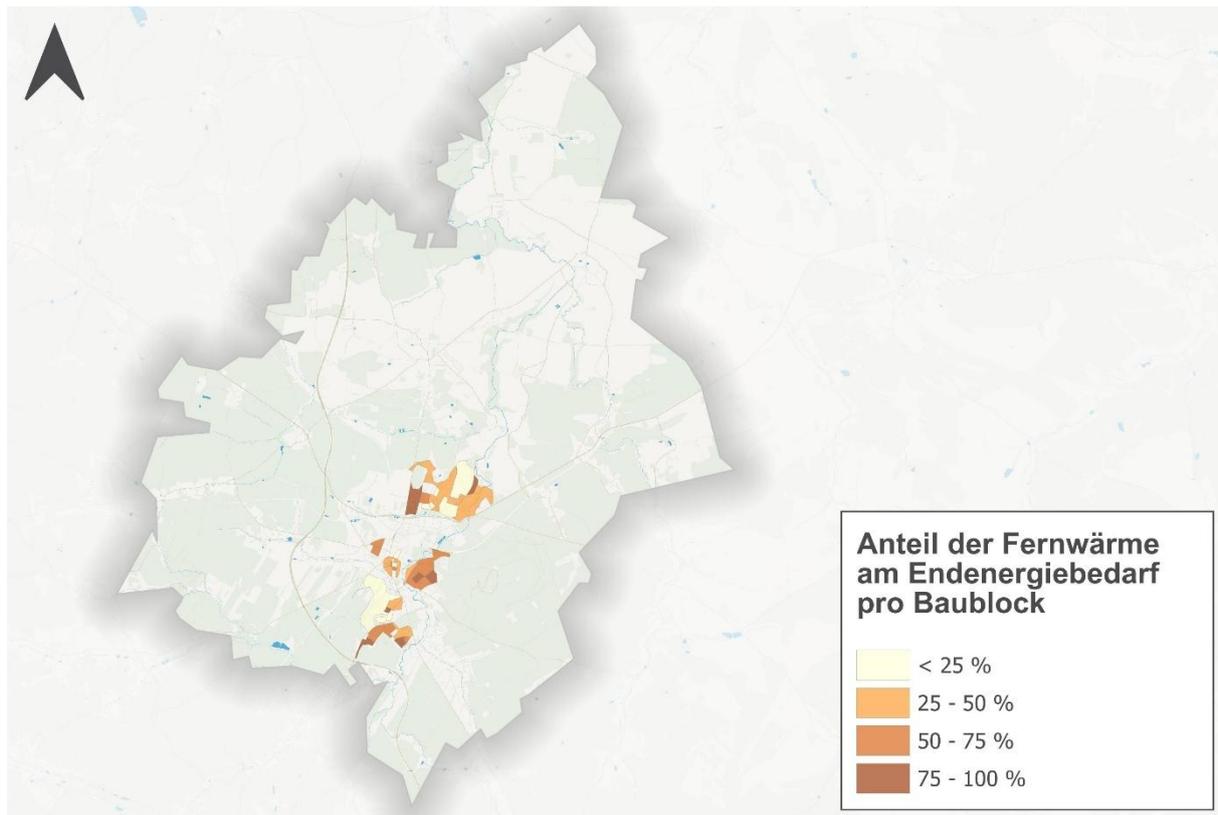


Abbildung 29 Anteil von leitungsgebundener Wärme am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme

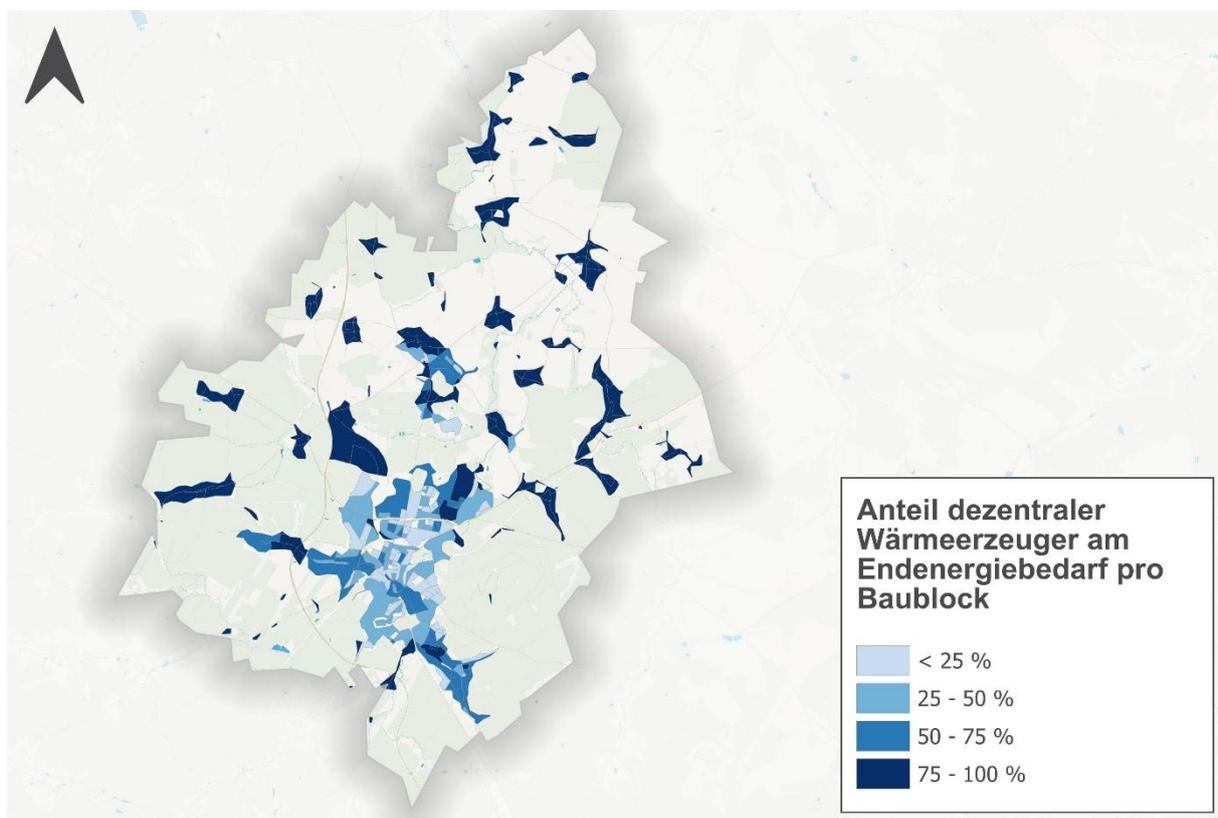


Abbildung 30 Anteil von dezentralen Wärmeerzeugern am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme

Abbildung 31 zeigt die Zuordnung der bilanzierten Endenergieverbräuche zu den Sektoren Haushalte (Wohngebäude), Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe, industrielle Prozesswärme und öffentliche Gebäude. Etwa 52 % des Endenergieverbrauchs entfallen auf industrielle Prozesswärme und Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe. Die industrielle Prozesswärme verursacht nur geringe THG-Emissionen, da ein Teil dieser durch Biomasse erzeugt wird. Die Wohngebäude tragen zu 43 % des Endenergieverbrauchs und zu 54 % der THG-Emissionen bei. Es folgen die öffentlichen Gebäude mit 5 % Anteil am Endenergieverbrauch und 8 % an den THG-Emissionen.

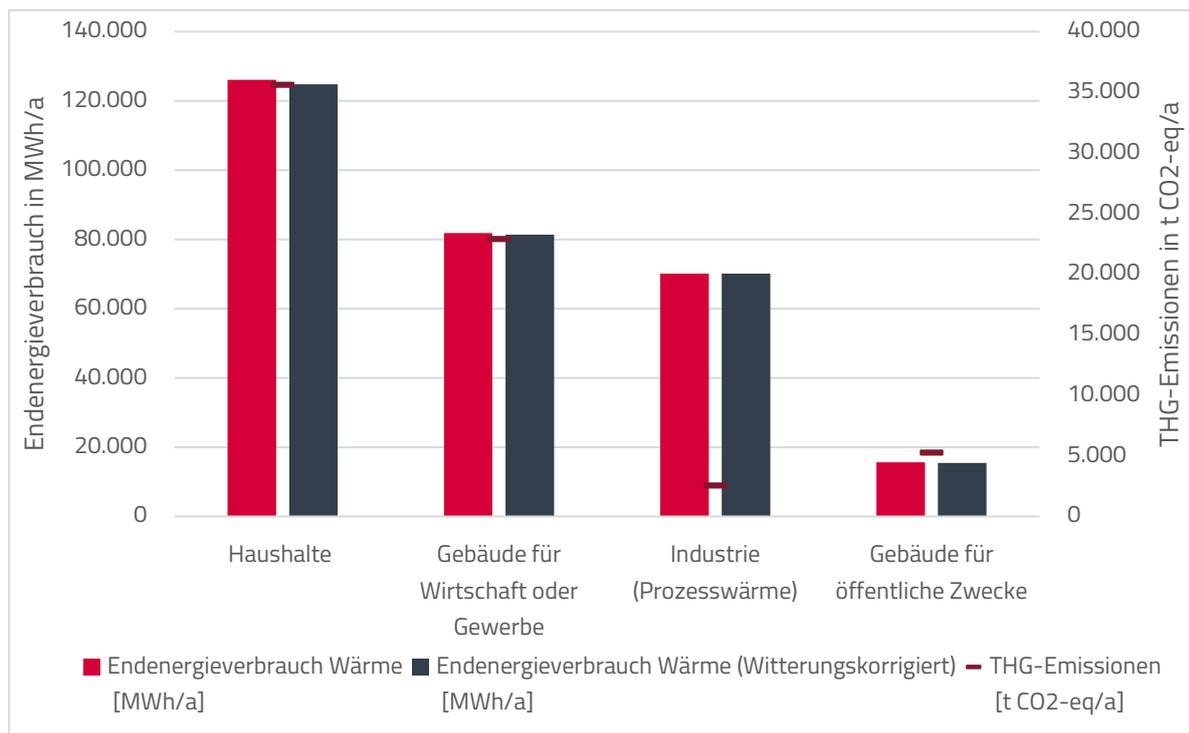


Abbildung 31 Verteilung des jährlichen Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen nach Endenergiesektoren

Der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme beträgt 32 %. Dieser kann vor allem durch den hohen Biomasseeinsatz der Industrie erklärt werden. Dadurch liegt der Anteil von Biomasse bei 29 %. Ohne die industriellen Großverbraucher beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme nur 15 % (Abbildung 32).

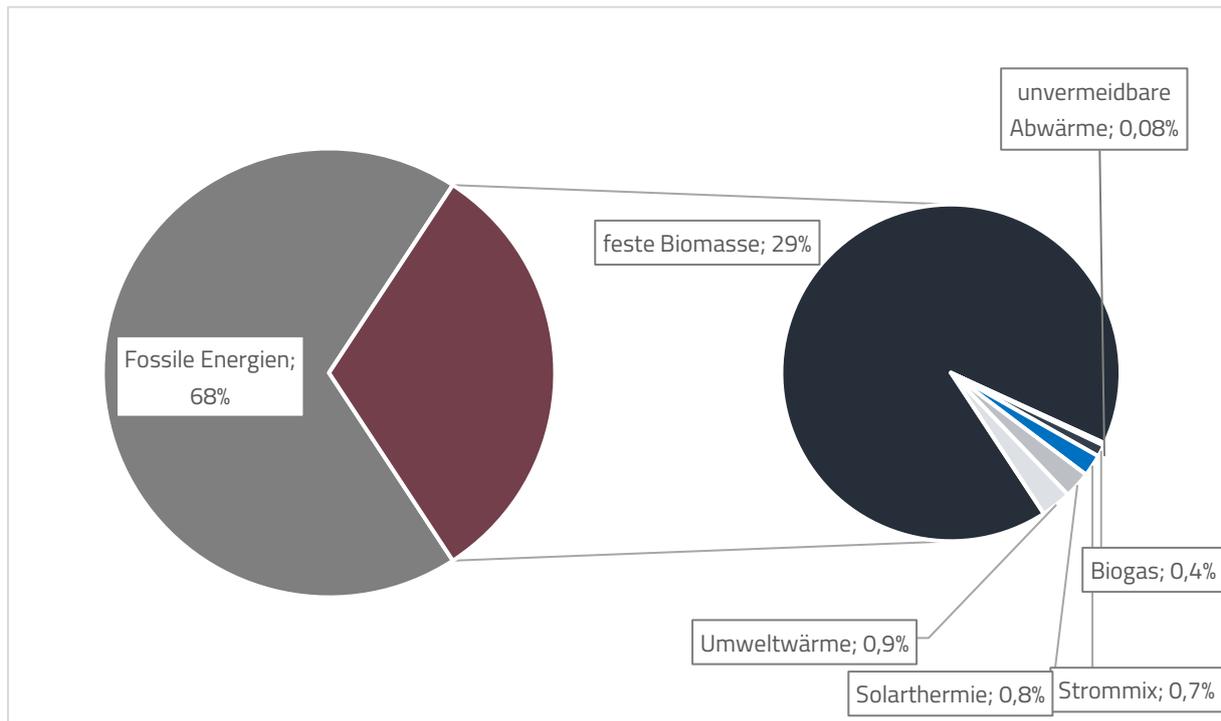


Abbildung 32 Aktueller Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent

Der jährliche Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme ist in den letzten Jahren leicht zurückgegangen (Abbildung 33). Mit Witterungskorrektur würde dieser etwas höher ausfallen. Aufgeteilt in die einzelnen leitungsgebundenen Energieträger zeigt sich, dass ca. 80 % durch Erdgas und 20 % durch Nah-/Fernwärme gedeckt werden.

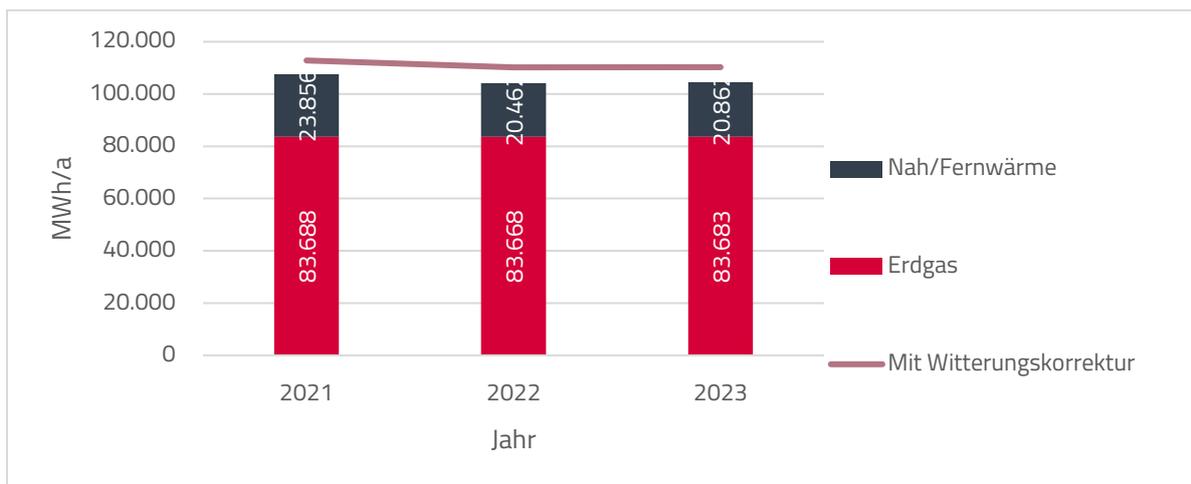


Abbildung 33 aktueller jährlicher Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Endenergieträgern in Megawattstunden

Die meisten Nah- und Fernwärmenetze im Untersuchungsgebiet erzeugen ihre Wärme überwiegend auf Basis fossiler Energieträger. Lediglich das Wärmenetz „Löbau Nord-Ost“ weist einen Anteil von etwa 30 % erneuerbarer Energien auf. Alle betrachteten Wärmenetze und deren Erzeugungsanlagen befinden sich derzeit in einer Transformationsmaßnahme mit dem Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 auf mindestens 65 % zu erhöhen. Unvermeidbare Abwärme kommt bislang nicht zum Einsatz.

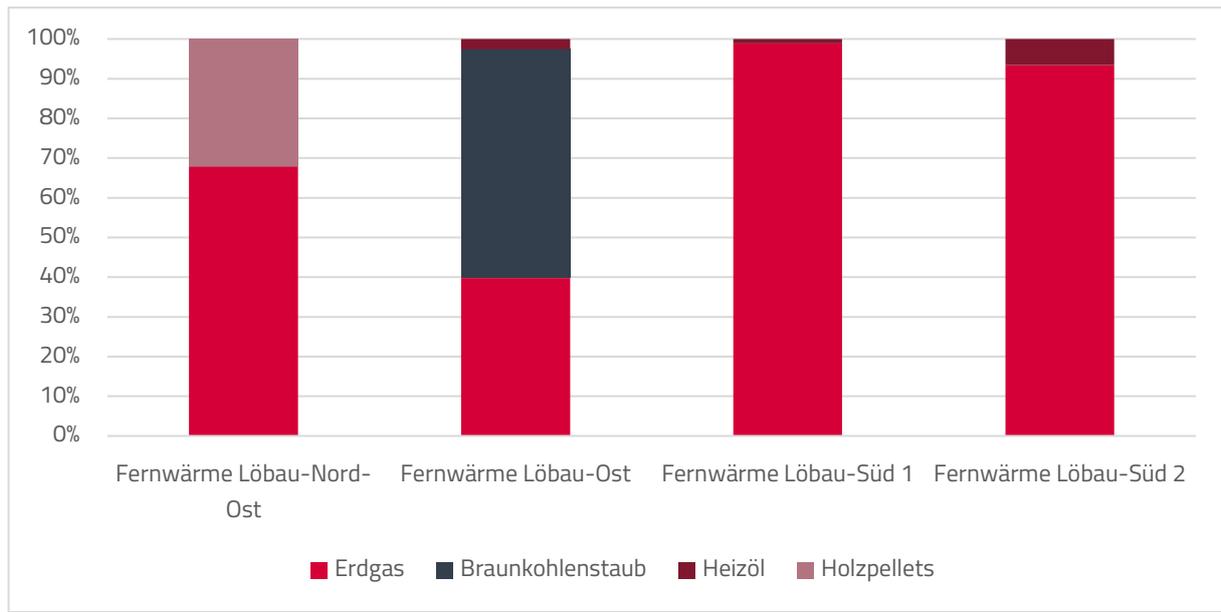


Abbildung 34 Anteile der Energieträger an der erzeugten Nah-/Fernwärme

## Ergebnisse der Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden ca. 11.900 Gebäude bezüglich der Eigentümer, des Gebäudetyps, der Nutzung, des Baualters, ihres Heizenergieträgers, des Wärmebedarfs sowie daraus resultierender Endenergieverbräuche und THG-Emissionen analysiert. Ca. 4.250 dieser Gebäude sind unbeheizte Nebengebäude und wurden für weitere Analysen ausgeschlossen.

Das Untersuchungsgebiet, die Stadt Löbau, ist in 32 örtliche Gebiete<sup>4</sup> unterteilt und primär durch Vegetationsfläche geprägt (83 %). Nur 11,6 % der Gesamtfläche sind als Siedlungsfläche ausgewiesen. Der größte zusammenhängende Siedlungsbereich findet sich im Zentrum des Untersuchungsgebiets.

<sup>4</sup> Alphabetische Reihenfolge: Altcunnewitz, Altlöbau, Bellwitz, Carlsbrunn, Dolgowitz, Ebersdorf, Eiserode, Georgewitz, Glossen, Großdehsa, Kittlitz, Kleinradmeritz, Krappe, Laucha, Lautitz, Löbau-Mitte, Löbau-Neustadt, Löbau-Nord, Löbau-Ost, Löbau-Süd, Löbau-West, Mauschwitz, Nechen, Neucunnewitz; Neukittlitz, Oelsa, Oppeln, Rosenhain, Unwürde, Wendisch-Cunnersdorf, Wendisch-Paulsdorf, Wohla

Es herrscht ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden. Die meisten Gebäude im Untersuchungsgebiet wurden vor 1949 erbaut. Dies zeigt auch die Analyse der überwiegenden Baualtersklassen pro Baublock (Abbildung 12).

Die vorhandene Energie- und Versorgungsinfrastruktur im Untersuchungsgebiet umfasst ein Gasnetz. Außerdem existieren vier bestehende und weitere geplante Wärmenetzgebiete. Kältenetze sowie Abwasserkanäle mit einem Nenndurchmesser (DN) größer 800 mm sind nicht vorhanden. Das Strom-Mittelspannungsnetz verbindet die einzelnen Ortschaften miteinander. In den Kernbereichen von Löbau befinden sich mehr Umspannstationen als in den umliegenden Ortsteilen.

Erdgasbetriebene Wärmeerzeugungsanlagen sind im Untersuchungsgebiet am häufigsten vertreten und haben die höchste Nennwärmeleistung, gefolgt von Heizölanlagen und Fernwärmeübergabestationen. Über die Hälfte der Heizungsanlagen wurde vor dem Jahr 2000 installiert und hat die empfohlene Nutzungsdauer überschritten. Daraus ergibt sich ein Potenzial für eine umfassende Heizungsmodernisierung in naher Zukunft. Erdgasbetriebene Anlagen und Fernwärmeübergabestationen sind nur im Zentrum des Untersuchungsgebiets zu verzeichnen, während dezentral betriebene Anlagen im ganzen Untersuchungsgebiet installiert sind.

Im Untersuchungsgebiet gibt es 18 Großverbraucher, die jeweils mehr als 500 MWh Wärme pro Jahr verbrauchen. Davon nutzen 14 leitungsgebundenes Erdgas und drei Fernwärme. Ein Stakeholder nutzt Biomasse.

Das gesamte Untersuchungsgebiet hat einen Nutzwärmebedarf von knapp 249,5 GWh/a. Von dem Gesamtwärmebedarf entfallen 25 % (ca. 62,2 GWh/a) auf Prozesswärme. Der restliche Wärmebedarf für Raumwärme und TWW beträgt 187,3 GWh/a. Hohe Wärmebedarfe sind überwiegend in Baublöcken des Kernbereichs des Untersuchungsgebiets zu verorten. Dort finden sich auch die Bereiche mit hohen Wärmeflächen- und Wärmelinienindichten.

Der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme im Untersuchungsgebiet beträgt etwa 294 GWh/a. Dieser Verbrauch wird überwiegend durch Erdgas, Biomasse und Heizöl gedeckt. Industrielle Prozesswärme und Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe tragen zusammen etwa 52 % des Endenergieverbrauchs bei. Wohngebäude sind am Endenergieverbrauch zu 43 % beteiligt und öffentliche Gebäude machen 5 % des Endenergieverbrauchs aus.

Die THG-Emissionen des Wärmesektors der Stadt Löbau liegen heute bei 65.400 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr.

## Potenzialanalyse

Ziel der Potenzialanalyse ist es, Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung bei Prozessen in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zu identifizieren. Darüber hinaus sollen Potenziale zur klimaneutralen Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme diskutiert, quantifiziert und räumlich differenziert kartografisch dargestellt werden.

### Wärmebedarfsreduktion

Gesamtpotenzial der Bedarfsreduktion setzt sich zusammen aus der Reduktion der Gebäude und der industriellen Prozesse.

#### Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Durch eine energetische Sanierung, wie beispielsweise Dämmmaßnahmen oder einen Fenstertausch, kann der Heizwärmebedarf von Bestandsgebäuden reduziert werden. Wie hoch diese Bedarfsreduktion ist, hängt von einer Vielzahl von Parametern ab, wie beispielsweise dem Gebäudealter, der Nutzungsart oder dem aktuellen Sanierungszustand.

Auf Grundlage einer Gebäudetypologie für Wohn- und Nichtwohngebäude wurde pro Gebäude ein Wärmebedarf im sanierten Zustand ermittelt. Aus dem Vergleich vom ermittelten Wärmebedarf bzw. -verbrauch im IST-Zustand zum sanierten Zustand wurde anschließend pro Gebäude ein Einsparpotenzial abgeleitet.

Die Analyse des gesamten Untersuchungsgebiets liefert folgendes Ergebnis: Der derzeitige Raumwärmebedarf und Bedarf an TWW von 187,3 GWh/a könnte durch eine umfassende Sanierung der Gebäude auf ein konventionelles Sanierungsniveau um 58,1 GWh/a auf 129,2 GWh/a reduziert werden. Dies entspricht ca. 31 % des gegenwärtigen Raumwärme- und TWW-Bedarfs. Dabei wird für den Raumwärme- und TWW-Bedarf die größte absolute Einsparung erwartet. (siehe Abbildung 35).

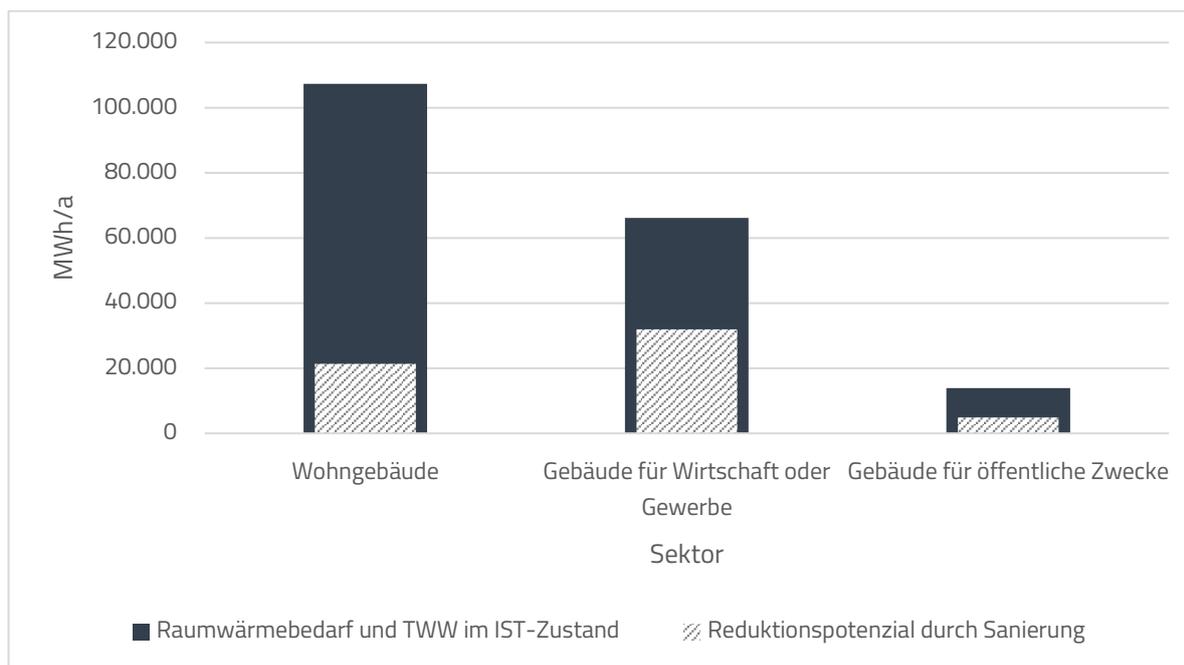


Abbildung 35 Gesamtes Reduktionspotenzial für Raumwärme &amp; TWW

Die Darstellung der Wärmebedarfsreduktions-Potenziale auf Baublockebene in Abbildung 36 zeigt, in welchen Bereichen der Gemeinde besonders hohe energetische Einsparpotentiale möglich sind. Ein Großteil der Baublöcke zeigt entweder ein Sanierungspotenzial zwischen 0-100 MWh/a oder im Bereich 100-500 MWh/a. Baublöcke mit höheren Reduktionspotenzialen finden sich in den örtlichen Gebieten Löbau-Nord, Löbau-Ost, Löbau Süd und Löbau-West. In Löbau-Nord befinden sich sechs Baublöcke, die ein Sanierungspotenzial über 500 MWh/a aufweisen.

Das dargestellte Sanierungspotenzial stellt das maximal erreichbare Einsparungspotenzial des Wärmebedarfs dar. Dabei wurde keine konkrete Sanierungsreihenfolge oder Sanierungsrate berücksichtigt.

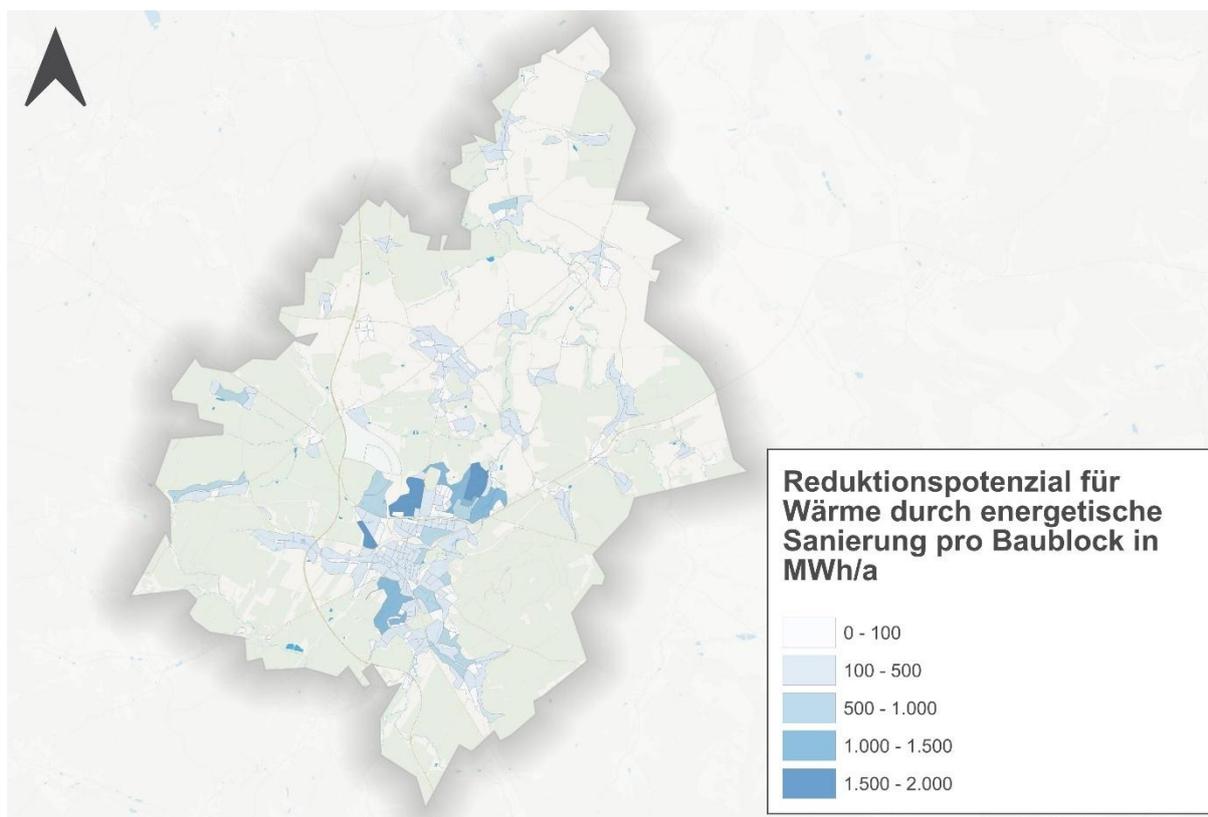


Abbildung 36 Reduktionspotenzial für Wärme durch energetische Sanierung pro Baublock

## Wärmebedarfsreduktion in Prozessen

Wärmebasierte industrielle Prozesse können Potenziale für die Reduktion des Prozesswärmebedarfs und damit des gesamten Wärmebedarfs bieten. Die erreichbaren Reduktionspotenziale sind nur individuell bestimmbar, da sie vom individuellen Prozess und dessen Ausgestaltung abhängen. Für das Untersuchungsgebiet wurden in Absprache mit der Stadt die in Tabelle 6 aufgelisteten Betriebe als mögliche Industrieunternehmen mit Prozesswärme identifiziert und abgefragt. Die Tabelle stellt die jeweiligen Abfrageergebnisse in Kürze zusammengefasst dar.

Tabelle 6 Abfrageergebnis zu Prozesswärmeentwicklungen

Unternehmen	Branche	Abfrageergebnis
Bäckerei und Konditorei Schwerdtner GmbH	Produktion- / Verarbeitung von Nahrungs-, Genuss- und Futtermitteln	kein Reduktionspotenzial, da betriebsinterne Abwärmenutzung zur Effizienzsteigerung bereits implementiert
Bergquell-Brauerei Löbau GmbH	Produktion- / Verarbeitung von Nahrungs-, Genuss- und Futtermitteln	Reduktionspotenzial: 10- 15 %
Palfinger Platforms GmbH	Produktion- / Verarbeitung von LKW-Hubarbeitsbühnen	Reduktionspotenzial: 5 %
Leag Pellets GmbH	Pelletierung	„sehr gering“

Wiegel Feuerverzinken GmbH	Metallverarbeitung	Reduktionspotenzial: 5 %
PG-Rosenhain eG	Landwirtschaft	kein Reduktionspotenzial
Prosperplast Deutschland GmbH	Produktion- / Verarbeitung von Kunststoffen	kein Reduktionspotenzial
Veolia Umweltservice Ost GmbH	Entsorgungsunternehmen	kein Reduktionspotenzial
STEINLE Bau GmbH	Hoch- & Tiefbau	Abfrage trotz mehrerer telefonischer & Mail-basierter Kontaktversuche erfolglos
ULT AG	Produktion von Lüftungsanlagen	Abfrage trotz mehrerer telefonischer & Mail-basierter Kontaktversuche erfolglos

Aus den Angaben der Unternehmen zu möglichen Reduktionspotenzialen wurde in Kombination mit deren Angaben zum absoluten Prozesswärmebedarf pro Unternehmen ein absolutes Reduktionspotenzial für Prozesswärme in MWh/a ermittelt (Abbildung 37).

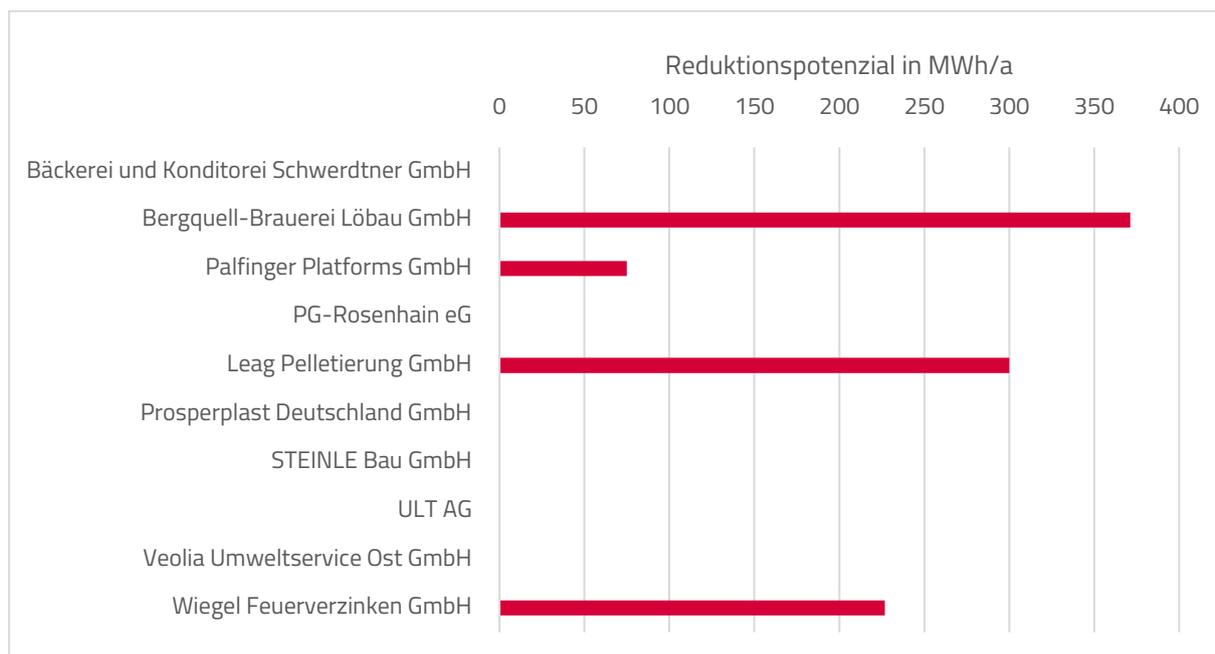


Abbildung 37 Abgeschätzte Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und industriellen und gewerblichen Prozessen

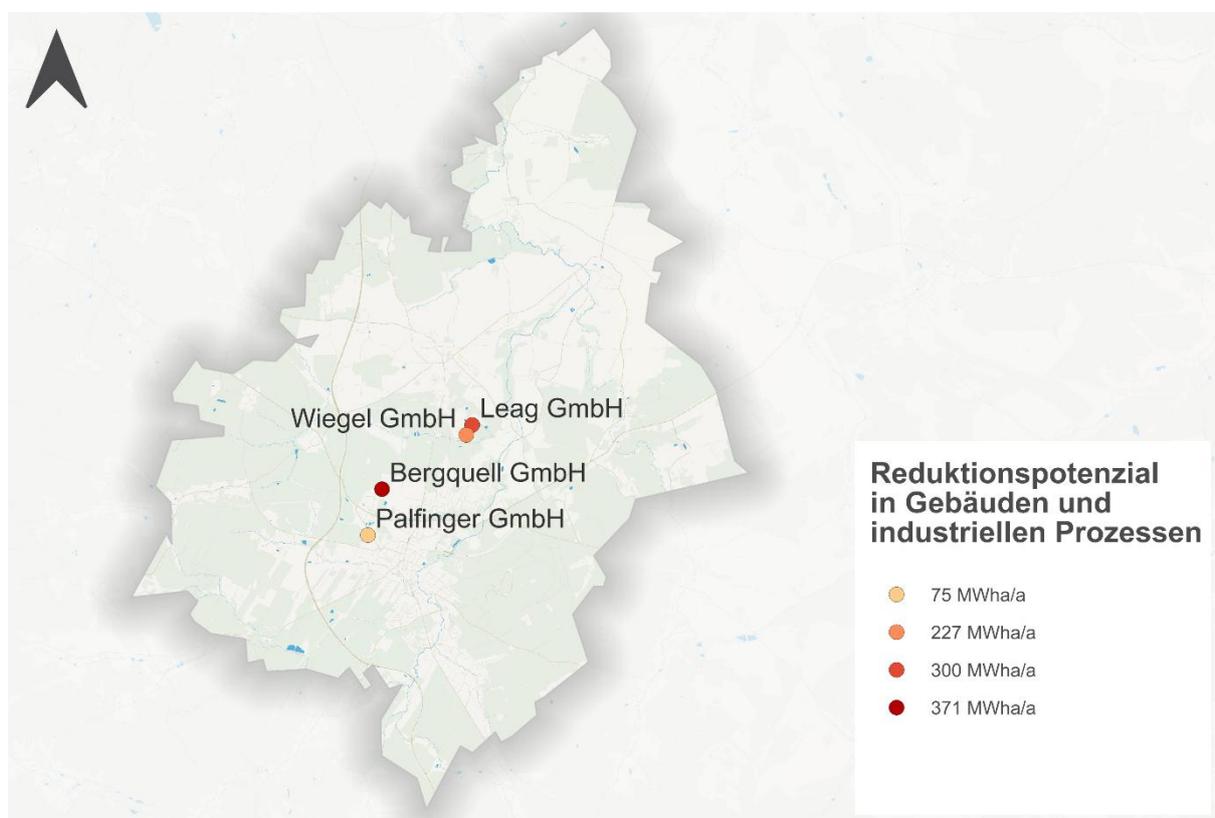


Abbildung 38 Kartografische Darstellung des Reduktionspotenzials an Prozesswärme

## Potenziale für klimaneutrale Wärme

Die Nutzung des Potenzials regenerativer Energie wird durch verschiedene Faktoren eingeschränkt. Es wird zwischen theoretischen, technischen, wirtschaftlichen und erschließbaren Potenzialen unterschieden.

Das theoretische Potenzial beschreibt das maximale physikalische Angebot einer Energiequelle ohne rechtliche, technische, wirtschaftliche oder gesellschaftliche Einschränkungen. Das technische Potenzial bezeichnet den Anteil des theoretischen Potenzials, der mit aktueller Technologie und unter Berücksichtigung rechtlicher Vorgaben nutzbar ist. Hierbei werden Ausschlussgebiete wie Naturschutzgebiete sowie technologische Einschränkungen wie die saisonale Verfügbarkeit von erneuerbaren Energieträgern berücksichtigt. Das wirtschaftliche Potenzial umfasst einen Teil des technischen Potenzials, der unter aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen rentabel genutzt werden kann. Das erschließbare Potenzial bildet die kleinste Teilmenge, die auch nicht-ökonomische Hürden wie Akzeptanzprobleme oder Informationsdefizite der möglichen Wärmeabnehmer berücksichtigt.

In der Potenzialanalyse für klimaneutrale Wärme wurden das theoretische und technische Potenzial erfasst und räumlich differenziert dargestellt. Wie viel vom ausgewiesenen technischen Potenzial genutzt werden kann, zeigt die technisch-wirtschaftliche Betrachtung bei der Bildung des Zielszenarios und der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (siehe Abschnitt „Ermittlung eines Zielszenarios inkl. Wärmeversorgungsgebiete“).

Die untersuchten Potenziale werden durch die in der Abbildung 39 dargestellten Ausschlussgebiete aufgrund von Umweltschutzgründen eingeschränkt.

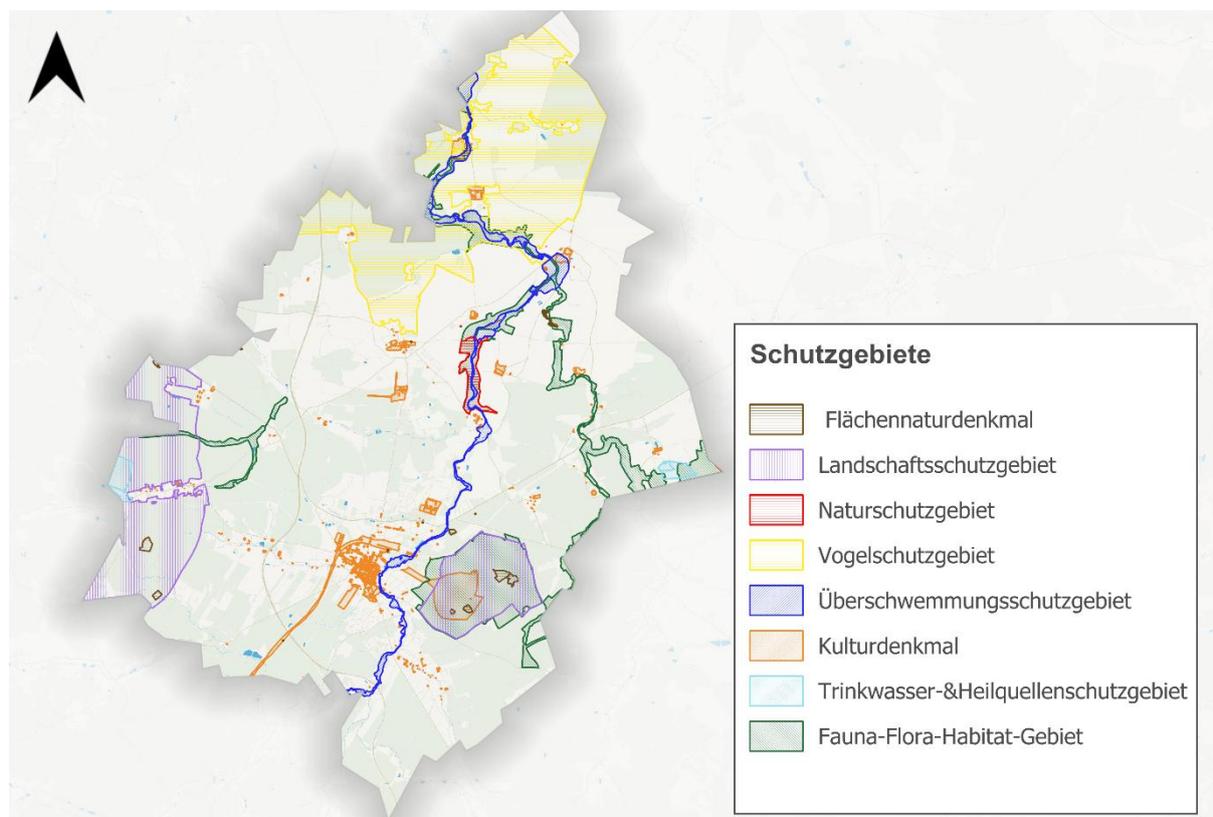


Abbildung 39 Ausschlussgebiete für erneuerbare Energiepotenziale wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete

## Unvermeidbare Abwärme

Unvermeidbare Abwärme stellt laut § 3 Nr. 13 WPG Wärme dar, die „als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, einer Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder in das Wasser abgeleitet werden würde; Abwärme gilt als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann, [...]“. Diese unvermeidbaren Abwärmepotenziale sollen in der Wärmeplanung identifiziert werden, um mögliche Nutzungsmöglichkeiten, z. B. durch ein Wärmenetz, aufzuzeigen.

Potenziale für unvermeidbare Abwärme gibt es in denselben Industriezweigen, in denen Potenziale für Prozesswärmereduktion vorliegen. Ähnlich zur Prozesswärme hängt die Temperatur und Menge der Wärme stark vom individuellen Prozess ab. Zudem kann die Wärmemenge auch von Schwankungen in der Produktion abhängen. Aufgrund dieser Individualität wird die gleiche Vorgehensweise für die Identifikation von Abwärmepotenzialen wie für die Identifikation von Reduktionspotenzialen an Prozesswärme angewendet.

Für das geplante Gebiet wurden in Absprache mit der Stadt die in Tabelle 7 aufgelisteten Unternehmen als mögliche Industriezweige mit Abwärmepotenzialen identifiziert und abgefragt. Die Tabelle enthält zudem das jeweilige Abfrageergebnis in Kürze zusammengefasst.

Tabelle 7 Identifizierte Unternehmen mit vermuteten Abwärmepotenzialen inkl. Abfrageergebnis

Unternehmen	Branche	Abfrageergebnis
Bäckerei und Konditorei Schwerdtner GmbH	Lebensmittelproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abwärme vorhanden und wird betriebsintern genutzt</li> </ul>
Leag Pellets GmbH	Pelletierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozesswärmebedarf 60 GWh/a</li> <li>Abwärmepotenzial 0-20 GWh/a</li> <li>Bereitschaft zur Wärmeauskopplung (mittlerer Auskopplungsaufwand) vorhanden</li> <li>Nur saisonale Abwärme verfügbar (Sommer)</li> </ul>
Wiegel Feuerverzinken GmbH	Metallverarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Angabe</li> </ul>

Drei Unternehmen zeigen Potenziale zur Bereitstellung unvermeidbarer Abwärme auf. Die Abwärme von Leag Pellets GmbH kann nach eigener Aussage nur im Sommer genutzt werden. Das Abwärmepotenzial der Bäckerei und Konditorei Schwerdtner GmbH wird bereits betriebsintern genutzt. Das heißt, für eine Untersuchung zur Nutzung von Abwärmepotenzialen käme noch die Wiegel Feuerverzinken GmbH in Frage. Dieses Unternehmen liegen gegenwärtig keine Abfrageergebnisse vor. Abbildung 40 zeigt eine räumliche Darstellung des Potenzials an unvermeidbarer Abwärme in der Kommune. Es ist zu beachten, dass die identifizierten Potenziale alle als theoretisches Potenzial eingestuft werden. Wie viel von diesem theoretischen Potenzial technisch nutzbar ist, hängt u. a. von der zeitlichen Verfügbarkeit, dem Temperaturniveau und dem Medium ab, in dem die Wärme vorliegt.

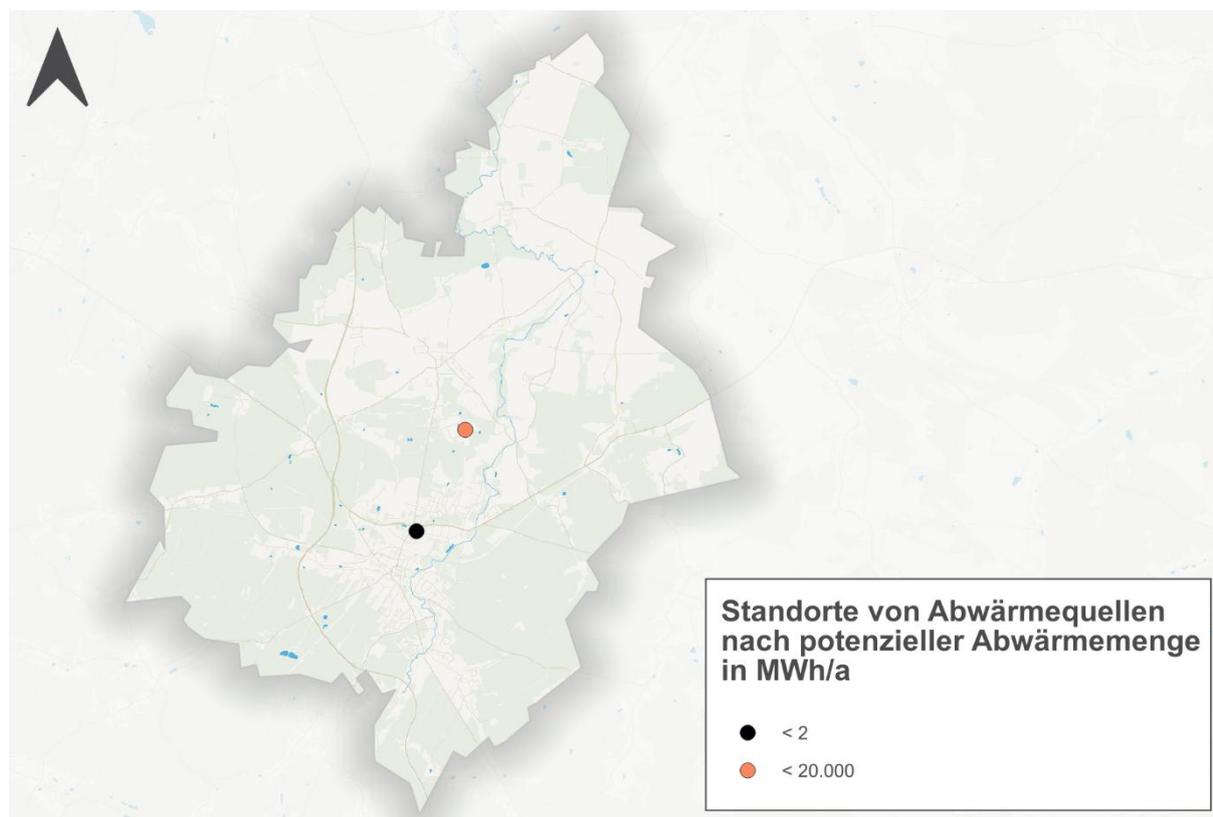


Abbildung 40 Theoretische Potenziale von unvermeidbarer Abwärme im Gemeindegebiet

## Geothermie

Geothermie nutzt auf verschiedene Arten Erdwärme zur Umwandlung in für den Menschen nutzbare Energieformen wie Heizwärme. Es wird zwischen oberflächennaher Geothermie (bis 400 m Tiefe) und tiefer Geothermie (ab 400 m Tiefe) unterschieden. Dezentrale oberflächennahe Geothermie verwendet Erdwärme geringer Tiefe (bis 400 m). Sie eignet sich besonders für private Haushalte und kleine Betriebe in Kombination mit einer Wärmepumpe. Zentrale Geothermie nutzt sowohl oberflächennahe als auch tieferliegende Erdschichten zur Versorgung von Nah- oder Fernwärmenetzen. Beide Arten der Geothermie werden in den folgenden Abschnitten getrennt voneinander für die Nutzung im beplanten Gebiet untersucht.

### Dezentrale oberflächennahe Geothermie

Das Beziehen von Umweltwärme aus dem oberflächennahen Erdreich kann entweder durch die Verwendung von Erdsonden oder mit Erdwärmekollektoren realisiert werden. Erdwärmesonden werden durch Bohrungen verlegt, während Erdwärmekollektoren horizontal im Erdreich verlegte Wärmeübertrager sind, die die Wärme des Erdreichs als Energiequelle für eine Wärmepumpe nutzbar machen.

Um das Potenzial von oberflächennaher Geothermie in Kombination mit Wärmepumpen zu bestimmen, wird ein theoretisches und ein technisches Potenzial berechnet. Im theoretischen Potenzial wird die gesamte durch oberflächennahe Geothermie nutzbare Fläche im Siedlungsgebiet berücksichtigt. Das technische Potenzial berücksichtigt darauf aufbauend die räumliche Nähe zu einem Gebäude und inwieweit ein wesentlicher Anteil des Energiebedarfs eines Gebäudes durch oberflächennahe Geothermie zur Verfügung gestellt werden kann.

Tabelle 8 Potenziale für dezentrale oberflächennahe Geothermie

Technologie	Theoretisches Gesamtpotenzial in MWh/a	Technisches Gesamtpotenzial in MWh/a
Dezentrale Erdsonden	1.842.611	168.200
Dezentrale Erdkollektoren	252.105	83.692

### Erdsonden-Wärmepumpen

Um die theoretischen Potenziale durch Erdsonden zu bewerten, wurden ungeeignete Flächen bei der Bewertung ausgeschlossen. Dies umfasste die Flächennutzungen Bahnverkehr, Fließgewässer, Friedhof, Gehölz, Platz, Stehendes Gewässer, Straßenverkehr, Wald sowie Weg aus dem Amtlich Topografisch-Kartografischen Informationssystem (ATKIS). Des Weiteren wurden notwendige Mindestabstände der Erdsonden, geologische Gegebenheiten vor Ort und typische Wärmepumpen berücksichtigt. Abbildung 41 verdeutlicht die durch Erdsonden nutzbaren Flächen im Siedlungsgebiet der Gemeinde. Das ermittelte Potenzial ist in Tabelle 8 aufgelistet.

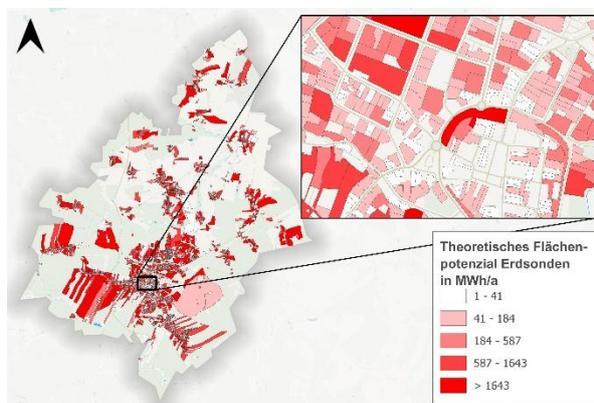


Abbildung 41 Theoretisches Potenzial von Flächen zu Erdsondennutzung.

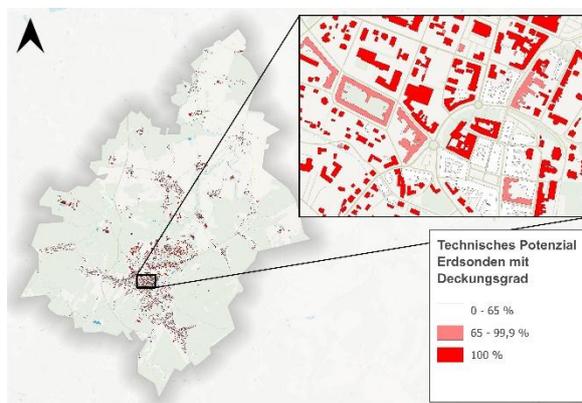


Abbildung 42 Technisches Potenzial von Erdsondenwärmepumpen mit Deckungsgrad.

Für die technischen Potenziale wurden die auf dem Flurstück geeigneten Flächen und theoretischen Potenziale mit dem Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes verglichen. Abbildung 42 zeigt die jeweiligen Deckungsraten an, also ob ein Gebäude zu einem Großteil mit geothermischer, oberflächennaher Energie durch Erdsonden versorgt werden kann.

## Erdkollektoren-Wärmepumpen

Ähnlich wie bei Erdsonden wurden zur Bestimmung des theoretischen Potenzials Ausschluss- und Abstandsflächen sowie örtliche Gegebenheiten berücksichtigt. Abbildung 43 zeigt das theoretische Potenzial durch Erdkollektoren aller möglichen Flächen im Siedlungsgebiet der Gemeinde.

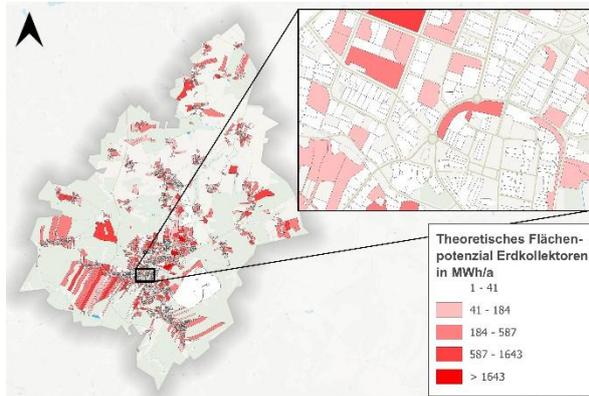


Abbildung 43 Theoretische Potenzialflächen für Erdkollektoren-Wärmepumpen im Gemeindegebiet.

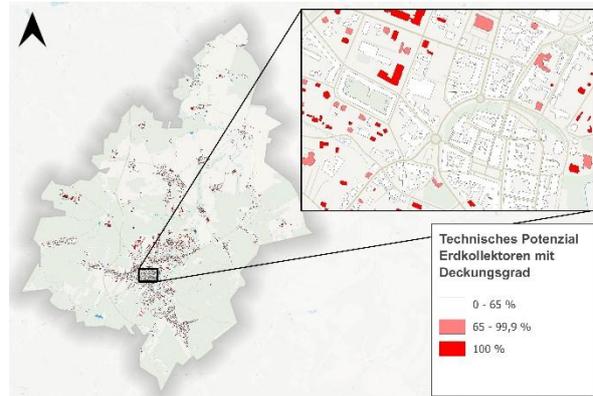


Abbildung 44 Energieanteile des technischen Erdkollektoren-Potenzials bezogen auf den Wärmebedarf des Gebäudes.

Analog zum technischen Potenzial der Erdsonden wurde auch bei Erdkollektoren das Potenzial als möglicher Deckungsgrad berechnet. Die Anteile am Wärmebedarf der Gebäude sind in Abbildung 44 veranschaulicht.

## Zentrale Geothermie

Zentrale Geothermie ist dadurch gekennzeichnet, dass gewonnene Erdwärme in ein Wärmenetz eingespeist wird. Dadurch können im Falle tiefer Geothermie ganze Städte, Stadtviertel sowie Großabnehmer mit Wärme versorgt werden. Die oberflächennahe zentrale Geothermie zielt in der Regel auf die Versorgung von Quartieren oder Gebäudenetzen ab. Zentrale Geothermie ist unabhängig von Wettereinflüssen verfügbar und kann ganzjährig ununterbrochen Wärme liefern. Die Potenzialermittlung basiert auf Kennwerten, die der Fachliteratur oder Praxisbeispielen entnommen sind. Die Auslegung großer Geothermieanlagen muss in der Praxis projektspezifisch über Bodenerkundungen und Computersimulationen erfolgen, um u. a. die nachhaltig nutzbare Erdwärme mit ausreichender Genauigkeit bestimmen zu können.

Im beplanten Gebiet werden landwirtschaftliche Flächen und Heideflächen als Grundlage für die nutzbaren Flächen der erneuerbaren Potenziale genutzt. Diese Flächen werden um Überschwemmungsgebiete, Gewässer, Wald (+30 m), Wohngebiete, Hochspannungs- und Gasleitungen (inkl. Sicherheitsabstand), Straßen, Bahnschienen und Schutzgebiete bereinigt. In den Schutzgebieten sind vor allem Naturdenkmäler, Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete als auch vom Landkreis besonders auszuschließende Gebiete (Ratsbeschlüsse) enthalten. Landschaftsschutzgebiete werden als Potenzialflächen betrachtet.

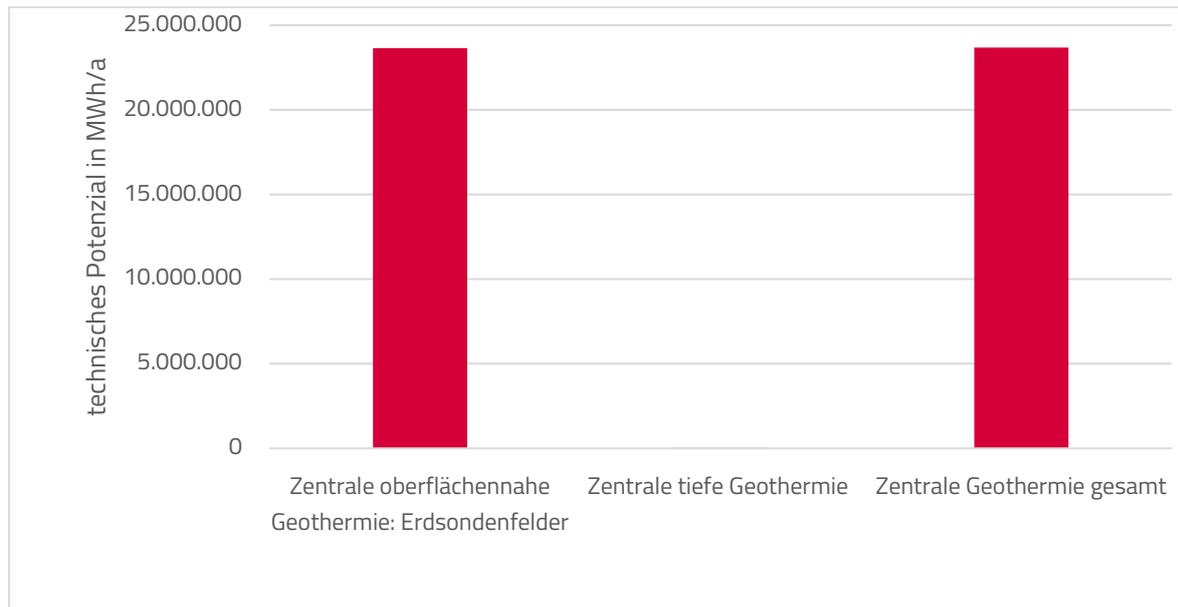


Abbildung 45 Technisches Potenzial von zentraler Geothermie

### Oberflächennahe Geothermie

Für die zentrale Bereitstellung oberflächennaher Erdwärme werden viele Erdwärmesonden in einem räumlichen Zusammenhang errichtet, sodass ein Erdwärmesondenfeld entsteht. Unter Berücksichtigung des notwendigen Mindestabstandes und einer Mindestanzahl an Erdsonden ergibt sich eine Mindestflächengröße, die für ein Sondenfeld zur Verfügung stehen muss. Eine zum Sondenfeld gehörende Wärmepumpe und weitere Peripherie kann oberirdisch am Rande des Sondenfelds zwischen einzelnen Sonden oder außerhalb des Sondenfelds installiert werden, so dass diese Anlagen bei der Flächenbestimmung keine Rolle spielen. Zusätzlich zu den im Voraus unter dem Abschnitt „Zentrale Geothermie“ genannten Ausschlussflächen oder Abständen zu bestimmten Flächen ist ein Mindestabstand von 3 Metern zwischen Erdsondenfeld und Siedlungsgebieten vorgesehen, um die Beeinflussung dezentraler Erdwärmesonden zu minimieren. In der Realisierung können diese Abstände auch größer ausfallen. Grünflächen innerhalb der Wohnbebauung stellen ebenfalls mögliche Flächen dar, auf denen Erdsondenfelder errichtet werden können. Deren Potenzial kann aufgrund der Datenlage nicht eingeschätzt werden. Die lokale spezifische geothermische Entzugsleistung wurde dem Geothermieatlas Sachsen entnommen. Da für einige Gebiete Sachsens noch keine Entzugsleistung vorliegt, wird dort der Medianwert der thermischen Entzugsleistung in Sachsen verwendet. Die dem Boden entzogene Wärme wird unter Anwendung einer Wärmepumpe in technisch nutzbare Wärme umgerechnet. Die gegebenen geothermischen Entzugsleistungen beziehen sich auf 2.400 Jahresbetriebsstunden bei 130 m Bohrtiefe. Wird nun die Nutzungszeit durch die hier verwendeten 6.000 Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe erhöht, wird die nutzbare geothermische Entzugsleistung in demselben Maße gesenkt, so dass die jährlich dem Boden entnommene Wärmemenge dieselbe bleibt.

In Abbildung 46 werden technisch nutzbare Potenzialflächen oberflächennaher Geothermie dargestellt. Diese Flächen haben o. g. Mindestgröße und eine Entzugsleistung von mindestens 18 W/m.

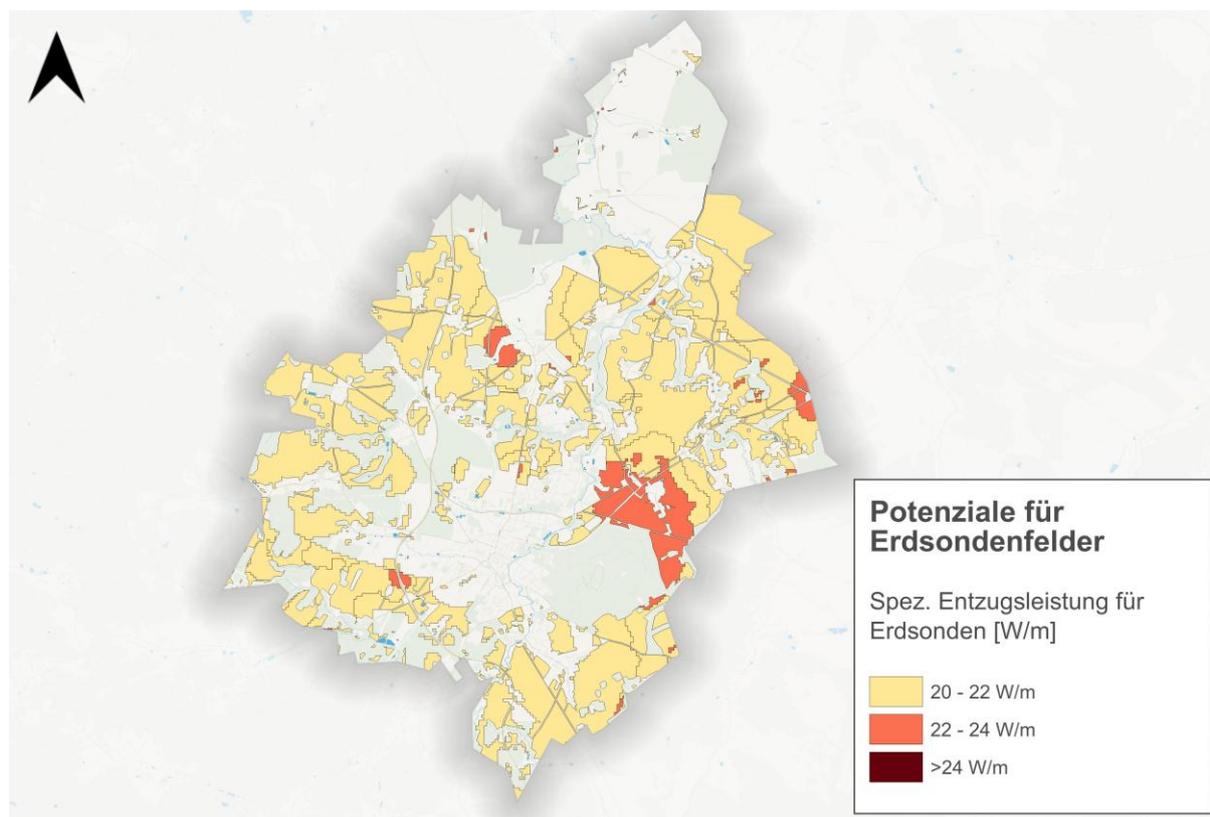


Abbildung 46 technisch nutzbare Potenzialflächen für oberflächennahe Erdsondenfelder für zentrale Nutzung differenziert nach spezifischer Entzugsleistung

## Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie nutzt Erdwärme in Tiefen ab 400 m und lässt sich grundsätzlich nach hydrothermalen und petrothermalen Geothermie unterscheiden.

Bei der hydrothermalen Tiefengeothermie wird bereits im Boden befindliches heißes Wasser über Bohrlöcher an die Oberfläche gepumpt und durch Wärmeübertrager geleitet, wobei die gewonnene Energie in ein Wärmenetz übertragen wird. Das abgekühlte Wasser wird anschließend wieder in dieselbe wasserführende Schicht eingespeist. Voraussetzung für ein hydrothermales System ist das Vorhandensein einer großen wasserführenden Gesteinsschicht. In Deutschland arbeitet der Großteil der kommerziell in Betrieb befindlichen Anlagen tiefer Geothermie auf Basis von Hydrogeothermie. Die Technologie ist praxiserprobt. Innerhalb des beplanten Gebiets liegt kein hydrothermales Potenzial vor (LIAG, 2023).

Der Großteil der sächsischen Landesfläche lässt sich dem petrothermalen Potenzial zuordnen. Die petrothermale Tiefengeothermie nutzt die Energie von heißen Gesteinsschichten, in denen kein Thermalwasser vorhanden ist. Bei dem Verfahren werden vorhandene Klüfte im unterirdischen Gestein durch das Einpressen von Wasser aufgeweitet, so dass dieses wasserdurchlässig wird. In Deutschland sind keine petrothermalen Anlagen nach dem beschriebenen Verfahren in Betrieb, weltweit sind es einige wenige. Das Thema ist aktuell noch Gegenstand der Forschung.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung tiefer Geothermie stellen tiefe Erdwärmesonden dar, die den oberflächennahen Erdsonden ähnlich sind. Es werden jedoch höhere Temperaturen erreicht, so dass die gewonnene Wärme direkt zum Heizen genutzt werden kann. Der Einsatz von Wärmepumpen zur Steigerung der nutzbaren Wärme ist möglich.

In der Regel wird tiefe Geothermie für die Deckung einer ganzjährig gleichbleibenden Wärmegrundlast verwendet. Um eine hohe Grundlast zu gewährleisten und um die hohen Anfangsinvestitionskosten zu finanzieren, könnte es vor allem im ländlichen Raum sinnvoll sein, tiefengeothermische Anlagen bevorzugt über die Grenzen des Untersuchungsgebiets hinweg zu denken. Praxisbeispiele zeigen, dass Abstände bis 20 km zwischen Förderbohrung und Siedlungsgebieten einem kommerziellen Betrieb nicht entgegenstehen (Informationsportal Tiefe Geothermie, 2023).

Zur Ermittlung des tiefengeothermischen Potenzials wird die mittlere terrestrische Wärmestromdichte in Deutschland mit der Gesamtfläche des beplanten Gebiets sowie den typischen Vollbenutzungsstunden einer Geothermieanlage multipliziert (LIAG, 2016), (AGFW e. V., 2023). Das Ergebnis sind die nutzbare thermische Leistung und die zugehörige jährliche Wärmemenge, die im beplanten Gebiet langfristig mindestens zur Verfügung gestellt werden können, ohne das geothermische Reservoir auszukühlen. Nachgelagerte Detailanalysen können durchaus ergeben, dass dem Untergrund lokal mehr Wärme entzogen werden kann. Bei der petrothermalen Geothermieanlage in Soultz-sous-Forêts (FR) ist die dort genutzte Wärmestromdichte beispielsweise 50x größer als die mittlere terrestrische Wärmestromdichte. Das ermittelte theoretische Potenzial entspricht in diesem Bericht daher dem technischen Potenzial.

Nachfolgend werden die im beplanten Gebiet ermittelten Potenzialflächen zur Aufstellung der Anlagentechnik für die Tiefengeothermie dargestellt.

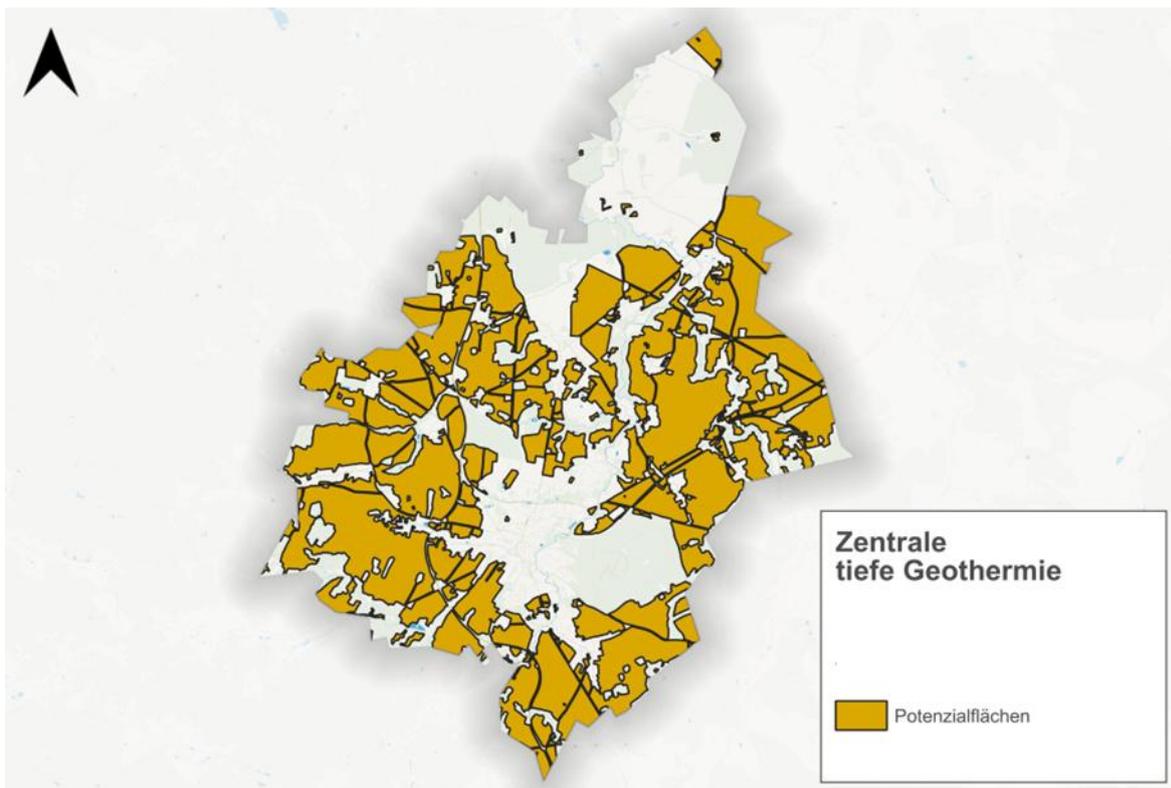


Abbildung 47 Potenzialflächen für Aufstellung der Anlagentechnik zur Nutzung tiefer Geothermie

## Wasser

### Oberflächengewässer

Als Umweltwärmequelle können auch fließende und stehende Oberflächengewässer in Betracht kommen. Dem Gewässer wird dabei ein Teil seiner Wärmeenergie entzogen und durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben. Um das nutzbare Potenzial von Oberflächengewässern zu ermitteln, wird ein theoretisches Potenzial und ein technisches Potenzial bestimmt. Für das theoretische Potenzial wird die gesamte Durchflussmenge des Fließgewässers bzw. das gesamte Volumen des Standgewässers beachtet. Das technische Potenzial berücksichtigt genehmigungsrechtliche und technische Randbedingungen, wie die tatsächlich nutzbare Durchflussmenge bzw. Volumen sowie Ausfallzeiten und Ausschlussgebiete. Diese umfassen Heilquellengebiete, Trinkwasserschutzgebiete der Zone I und II sowie Naturschutzgebiete. Nicht ausgeschlossen werden Überschwemmungsgebiete, Trinkwasserschutzgebiete der Zone III und Landschaftsschutzgebiete. Für diese schutzwürdigen Gebiete ergibt sich ein erhöhter Zulassungsaufwand, der im Einzelfall mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden muss, eine Nutzung ist jedoch grundsätzlich möglich. Des Weiteren werden nur Oberflächengewässer mit vorhandenen Daten betrachtet, d. h. es werden nur Flussabschnitte unterhalb einer Pegelmessstation und stehende Gewässer mit bekanntem Volumen oder Tiefe berücksichtigt. Im untersuchten Gebiet besteht kein Potenzial durch ein Oberflächengewässer. Einerseits sind die konkreten Volumina und Tiefen der Standgewässer unbekannt und kein Fließgewässer (z. B. Löbauer Gewässer) innerhalb des Untersuchungsgebietes weist eine hinreichende Durchflussmenge auf. Die untersuchten Gewässer sind in Abbildung 48 dargestellt.

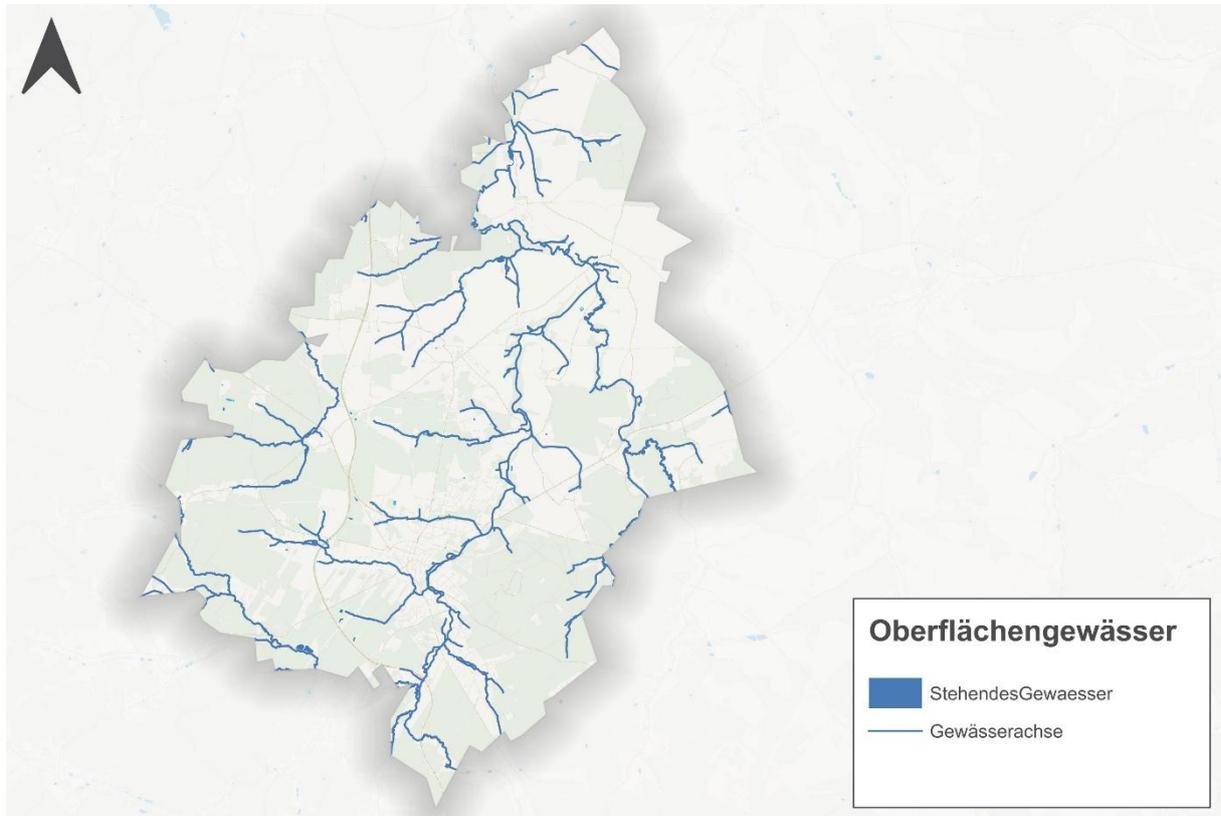


Abbildung 48 Übersicht der stehenden und fließenden Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet

## Grundwasser

Aus Grundwasser kann Energie gezogen werden, da es aufgrund der ganzjährig fast gleichbleibenden Temperatur als Wärmequelle für eine Wärmepumpe gut geeignet ist. Grundwasserwärmepumpenanlagen bestehen typischerweise aus zwei Brunnenarten: einem Förderbrunnen und einem Schluckbrunnen. Das Grundwasser wird über den Förderbrunnen entnommen, die darin enthaltene Energie über eine Wärmepumpe entzogen und anschließend wird das Wasser über den Schluckbrunnen wieder dem Grundwasser zugeführt.

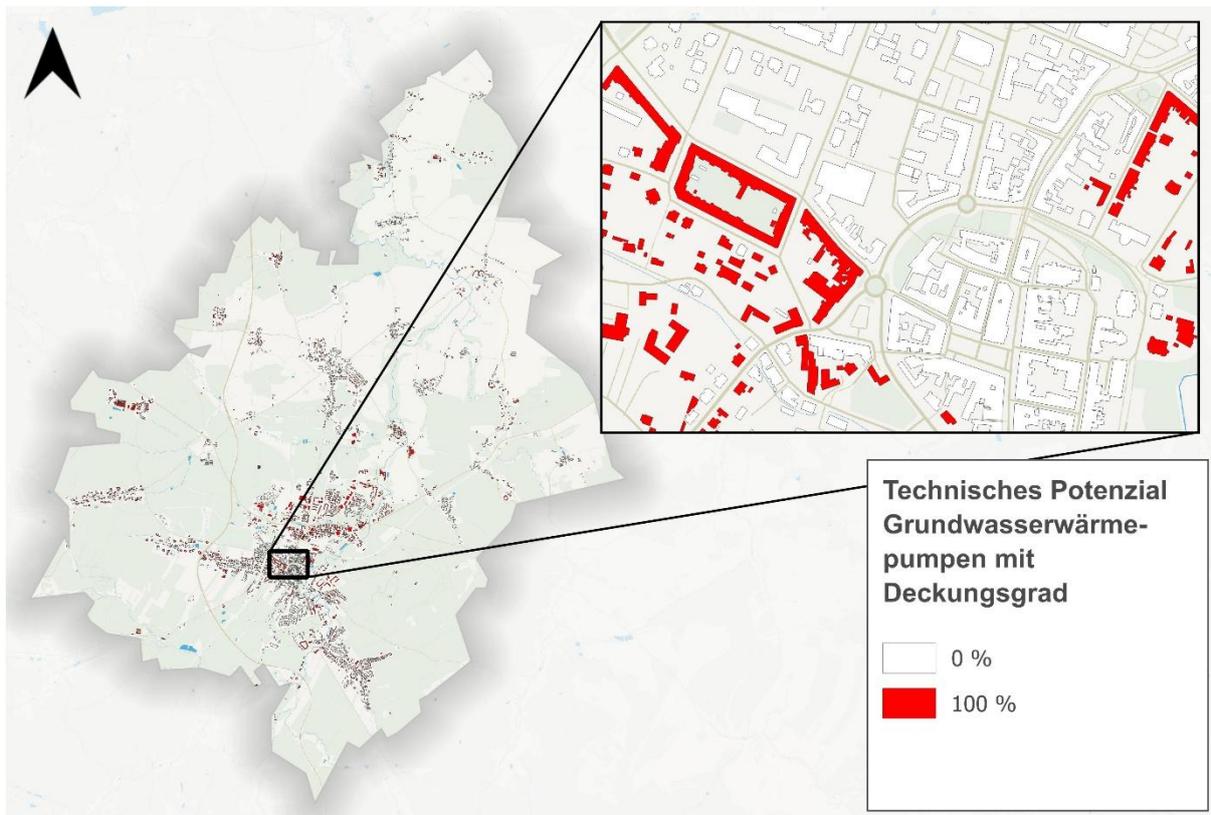


Abbildung 49 Gebäude mit Potenzial zur Grundwasserwärmepumpen-Nutzung.

Grundwasserwärmepumpen benötigen für eine wirtschaftliche Nutzung einen geringen Abstand zu einer grundwasserführenden Erdschicht (Grundwasserflurabstand), da sonst hohe Brunntiefen notwendig wären. Neben Flächen mit einem zu großen Grundwasserflurabstand wurden für die Potenzialanalyse weitere Flächen ausgeschlossen. Diese Flächen umfassen die bei Erdsondenwärmepumpen beschriebenen ATKIS-Flächennutzungen (Abschnitt „Dezentrale oberflächennahe Geothermie“) sowie Flächen, die zu klein für die Aufstellung von zwei Brunnen sind. Abbildung 49 zeigt die Gebäude im Gemeindegebiet, bei denen die Nutzung einer Grundwasserwärmepumpe voraussichtlich möglich ist. Vereinfachend wurde für diese Gebäude angenommen, dass der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden kann und somit ein Grundwasser-Potenzial wie in Tabelle 9 vorliegt. Für eine genauere Bewertung sind individuelle geologische Erkundungen des Untergrunds notwendig, um Informationen zu beispielsweise Temperatur oder Fließrichtung zu erhalten.

Tabelle 9 Potenzial Grundwasserwärmepumpen

Technologie	Gesamtpotenzial in MWh/a
Grundwasserwärmepumpen	88.400

## Luft

Luftwärmepumpen nutzen Energie aus der Umgebungsluft, selbst bei niedrigen Außentemperaturen. Umgebungsluft zur Nutzung als Umweltwärme ist grundsätzlich überall vorhanden (auch innerstädtisch) und das theoretische Potenzial kann als annähernd unendlich angenommen werden.

Tabelle 10 Potenzial Luftwärmepumpen

Technologie	Gesamtpotenzial in MWh/a
Luftwärmepumpen	184.708

Wie bereits bei den Berechnungen für Erdsonden, Erdkollektoren und Grundwasserwärmepumpen wurden zur Ermittlung der Potenziale bestimmte Flächennutzungen nach ATKIS ausgeschlossen sowie Mindestflächen und -abstände zur Aufstellung berücksichtigt. Abbildung 50 zeigt die Gebäude der Gemeinde bei denen die Nutzung einer Luftwärmepumpe, unter Berücksichtigung der oben genannten Restriktionen, möglich ist. Bei den dargestellten Gebäuden wird von einer vollständigen Deckung des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser ausgegangen. Somit ergeben sich die in Tabelle 10 aufgelisteten Potenziale für Wärmepumpen bezogen auf das gesamte Gemeindegebiet.

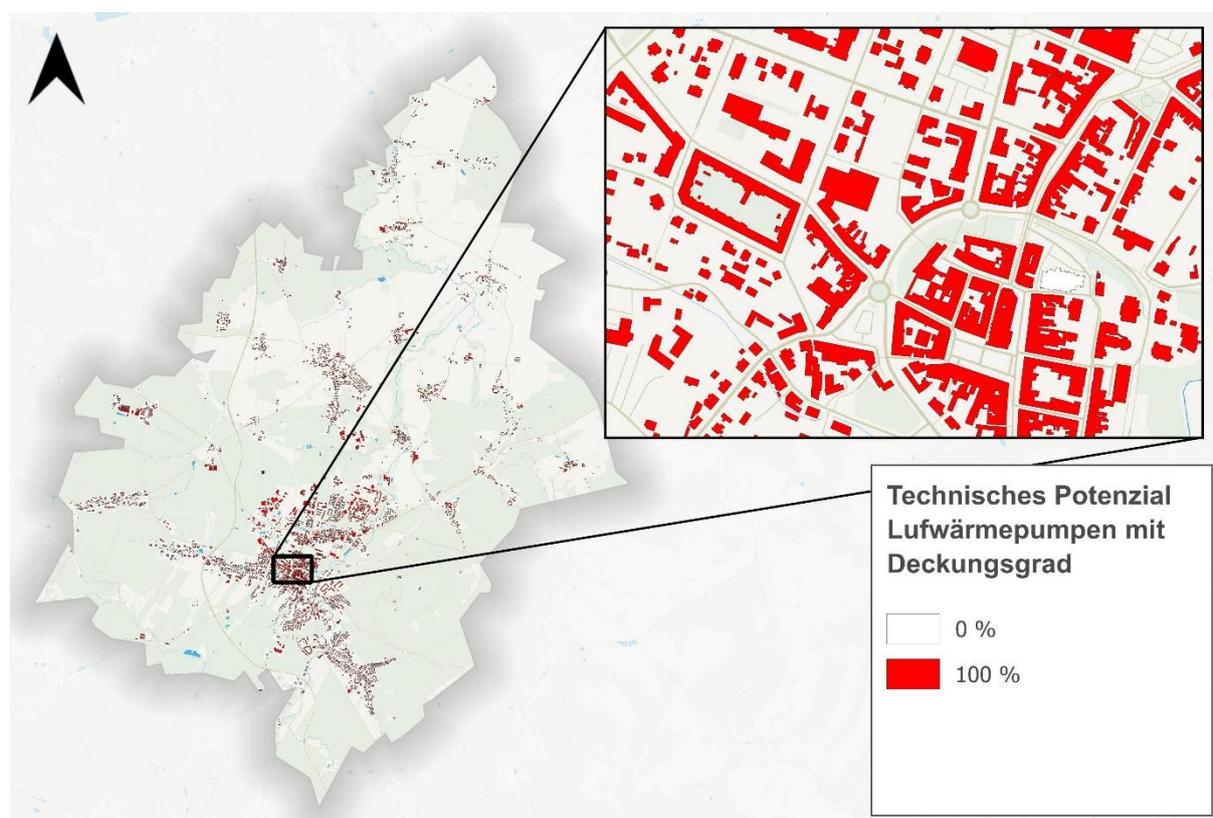


Abbildung 50 Umweltwärmepotenzial für dezentrale Luftwärmepumpen je Gebäude.

## Abwasser

Die Nutzung von Abwärme aus Abwasserkanälen oder Kläranlagen kann mithilfe einer Wärmepumpe angehoben und die Wärme über zentrale Systeme verteilt werden.

Für die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen sollten diese eine Nennweite von mindestens DN 800 aufweisen. Die Abfrage des Kanalnetzbetreibers kam zu dem Ergebnis, dass keine Kanalabschnitte mit einem Kanaldurchmesser  $\geq$  DN 800 mm im Untersuchungsgebiet vorliegen. Dementsprechend ist das Potenzial aus Abwasserwärme durch Abwasserkanäle technisch nicht gegeben.

Tabelle 11 Anforderungen an Abwasserkanäle

Merkmale	Wert
Begehbarer MW- oder SW-Kanal	
Kanaldurchmesser	≥ DN 800 mm
Material	Beton oder Mauerwerk
Mindestgefälle	1 %
Mittlerer Trockenwetterabfluss	≥ 15 l/s
Abwassertemperatur Winter	≥ 10° C
Mindestlänge Wärmeübertrager	20...200 m
Keine Funktionsbeeinträchtigung durch den Einbau eines Wärmeübertragers	

Für die Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen eignen sich insbesondere Kläranlagen in Gemeinden mit einer großen Bevölkerungszahl, die sich in geringer Distanz (< 1.000 m) zur entsprechenden Wärmesenke (Nahwärmenetz) befinden (ifeu, 2018). Zudem beeinflussen auch die Abwassertemperatur oder auch die Durchflussrate das Potenzial.

Zur Kläranlage in Große Kreisstadt Löbau liegen zum Redaktionsschluss nur Informationen zum Standort (Schmiedebergstraße 15, 02708 Löbau) und zur Kapazität (30.000 Einwohnergleichwerte pro Jahr) vor. Auf Basis der angegebenen Kapazität und einem mittleren Wasserverbrauch von 200 Liter pro Einwohner pro Tag (quality-Datenbank Klaus Gebhardt e.K., 2024) wird ein mittlerer Durchfluss von ca. 250 m<sup>3</sup>/h geschätzt. Darauf basierend wird mit Hilfe einer potenziellen Wärmeleistung von 1,2 kW pro m<sup>3</sup> ((KEA-BW), 2020) und angenommenen Vollbenutzungsstunden von 2.000 das theoretische Abwärmepotenzial auf knapp 600 MWh/a geschätzt. Der Standort der Abwärmequelle ist in Abbildung 51 dargestellt.

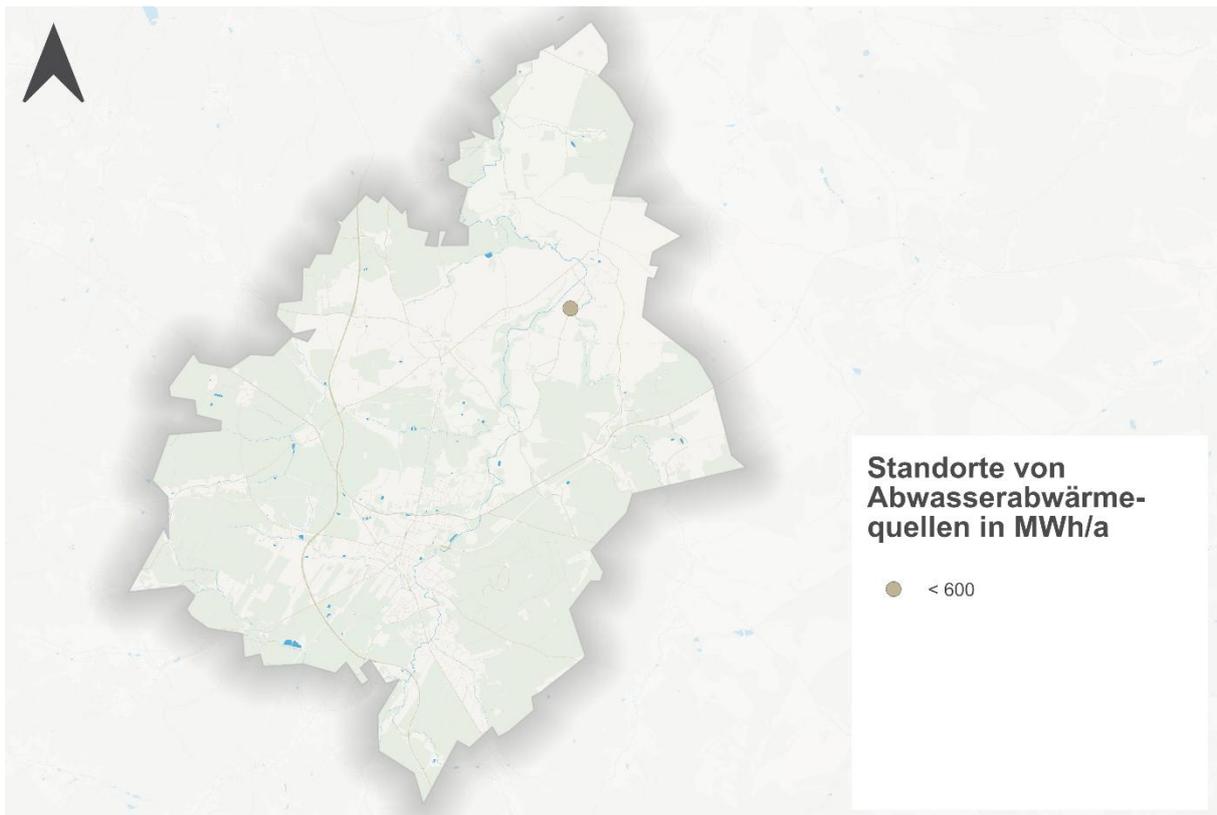


Abbildung 51 Standorte zentraler Abwasserwärmequellen

## Solarthermie auf Freiflächen

Solarthermie nutzt die solare Strahlung der Sonne und wandelt diese in Wärme um. Um die Strahlung aufzunehmen, werden Kollektoren auf Freiflächen aufgebaut und damit gehört sie zu den Technologien, bei denen Flächennutzungskonflikte auftauchen. Die Ermittlung der möglichen Freiflächen erfolgt analog der Freiflächenermittlung der Geothermie.

Die meiste Wärme wird im Sommer erzeugt und im Winter gebraucht, sodass die Nutzung des Jahresertrags nur durch saisonale Speicher komplett nutzbar gemacht werden kann. Es sollte nicht Ziel sein, ein Wärmesystem allein auf Solarthermie abzustimmen, um die Dimension der Speicher und Anlage nicht unnötig groß zu halten.

In der folgenden Tabelle 12 wird das gesamte, theoretisch mögliche, als auch das technische Potenzial dargestellt. Der Unterschied liegt darin begründet, dass angenommen wird, dass nicht die gesamte Fläche tatsächlich mit Kollektoren belegt werden kann. Durch Beschattungen, Nebenanlagen und Ähnliches reduziert sich real die zu bebauende Fläche. Die Abbildung 52 zeigt die dafür möglichen Flächen.

Tabelle 12 Ergebnis der Potenzialberechnung von Solarthermie auf Freiflächen

	Bruttokollektorfläche in ha	Potenzial in GWh/a
Solarthermie (Vakuumkollektoren)	1.581	7.305,09
Solarthermie (Flachkollektoren)	1.581	6.356,37

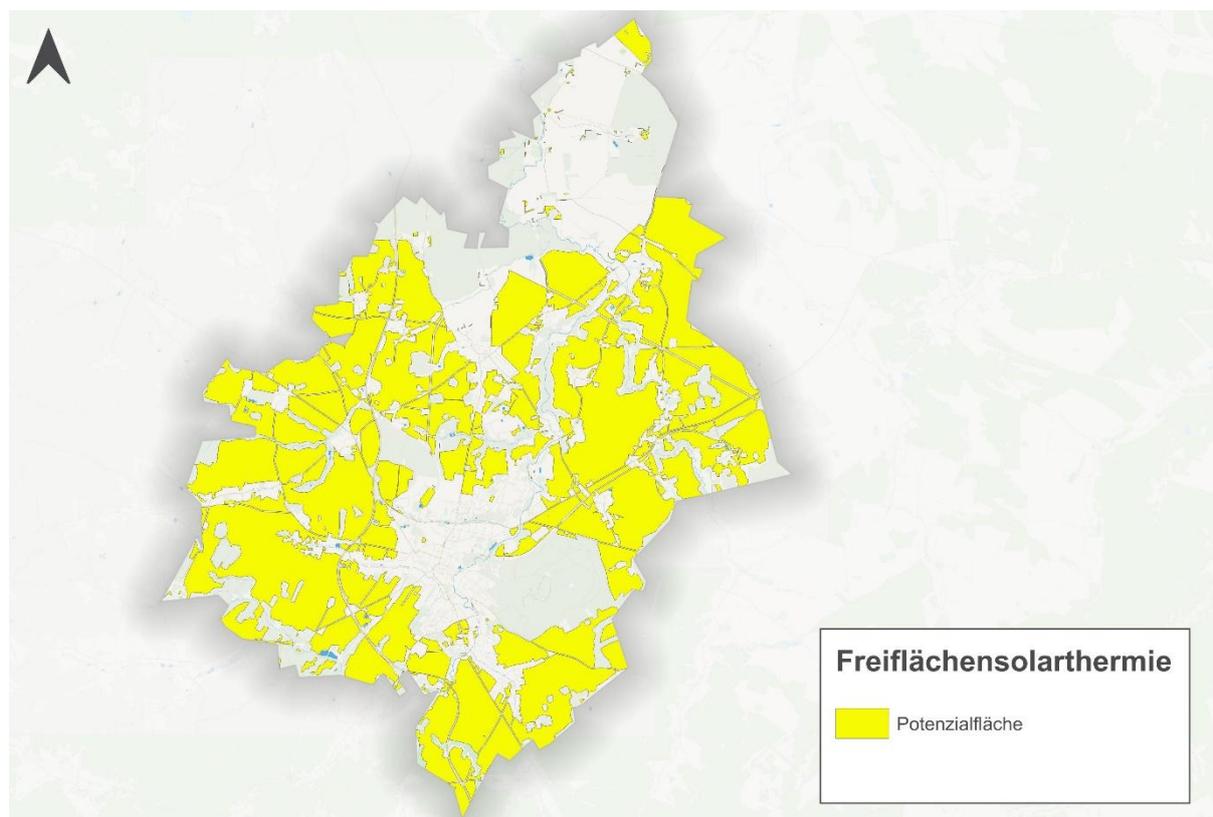


Abbildung 52 Potenzialflächen für Solarthermie auf Freiflächen

## Solarenergie auf Dachflächen

Auf Dachflächen können sowohl Photovoltaik (PV)- als auch Solarthermiemodule installiert werden. PV-Module nutzen die Solarstrahlung und wandeln diese direkt in Strom um. Dieser Strom kann bevorzugt direkt im eigenen Haus verbraucht werden, z. B. in einer Wärmepumpe oder auch für den Haushaltsstrom. Solarthermie verwendet die Strahlung der Sonne, um Wärme zu erzeugen. Diese Wärme kann in einem Haus mit einer weiteren Wärmeerzeugungstechnologie kombiniert werden.

Wie die Strahlung auf einem Dach auftritt, hängt von einigen Punkten ab: Himmelsrichtung, Schräge der Dachfläche, Schatten und Aussparungen wie Giebel.

Um das Potenzial im Gemeindegebiet zu bestimmen, wird ein theoretisches und ein technisches Potenzial berechnet. Im theoretischen Potenzial wird die gesamte ermittelte Dachfläche mit der ihr zugeordneten Solarstrahlung, die von der Schräge und Himmelsrichtung abhängt, mit dem Wirkungsgrad der Technologie berechnet.

Für die Berechnung des technischen Potenzials wurden alle Dächer, die nach Norden, Nordwesten und Nordosten ausgerichtet sind, ausgeschlossen. Ebenfalls wurde ein realistischer Wert angenommen, der die Verschattung durch Bäume oder ähnlichem und die Belegung beachtet. In Abbildung 53 ist das Ergebnis des technischen Potenzials der PV-Erträge dargestellt.

Tabelle 13 Solardachpotenzial

Technologie	Theoretisches Gesamtpotenzial in MWh/a	Technisches Gesamtpotenzial in MWh/a
Solarthermie	871.109	428.929
Photovoltaik	-	166.792

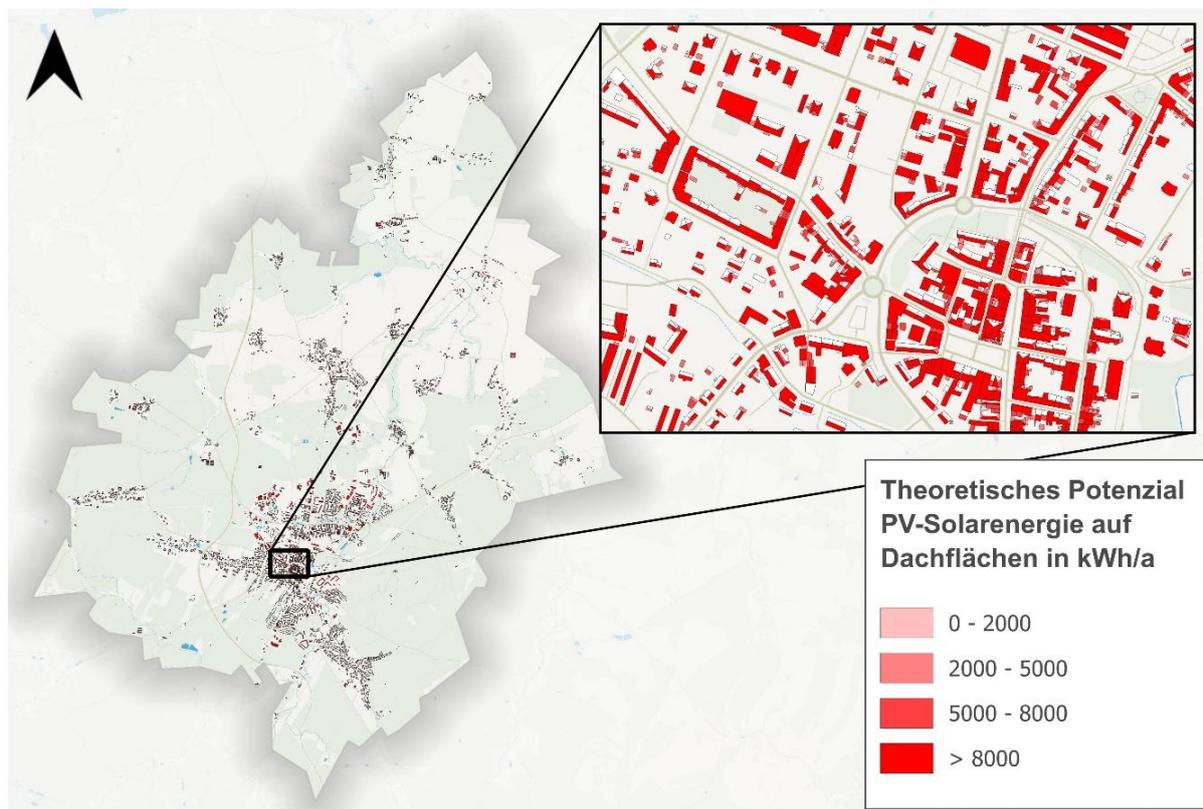


Abbildung 53 Technisches Potenzial von PV-Solarenergie auf Dachflächen

Für Solarthermie wurde zusätzlich der Wärmebedarf des Gebäudes dem Ertrag der Solarthermie gegenübergestellt. Damit kann ein solarer Deckungsgrad des Gebäudes bestimmt werden. Wenn der Bedarf von Trinkwarmwasser und Raumwärme gedeckt werden soll, ist es sinnvoll, einen maximalen solaren Deckungsgrad von 25 % anzunehmen, da für höhere Deckungsgrade große umfängliche Speicherinfrastrukturen nötig wären. Dadurch wird das technische Potenzial begrenzt, siehe Abbildung 54.

Durch die oben beschriebenen Einschränkungen (z. B. Dachausrichtung, solarer Deckungsgrad, Auswertung) ergibt sich das technische Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen. Mit dem Potenzial können 23,6 % des Raumwärme- und TWW-Bedarfs der Stadt Löbau gedeckt werden.

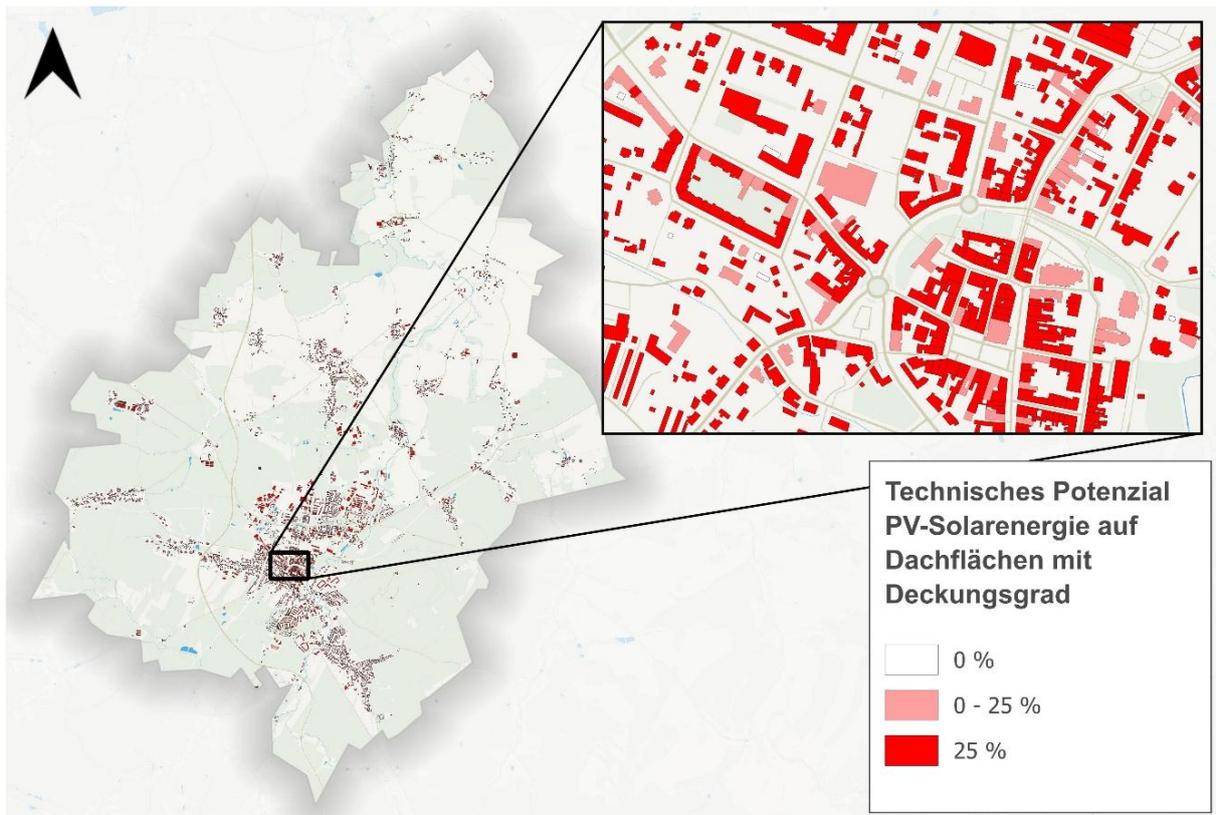


Abbildung 54 Solarer Deckungsgrad für die Nutzung von Solarthermie (technisches Potenzial)

## Biomasse

Biomasse bezeichnet die organische Substanz, die durch Pflanzen oder Tiere anfällt oder durch diese erzeugt wird. Diese pflanzlichen oder tierischen Stoffe fallen in der Forst- und der Landwirtschaft an. Auch der biologisch abbaubare Teil von Abfällen aus Industrie und Haushalten zählt hinzu. Biomasse lässt sich in feste, flüssige oder gasförmige Energieträger umwandeln. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung werden ausschließlich Biomassepotenziale betrachtet, die als Abfall, Reststoffe oder Nebenprodukte innerhalb des beplanten Gebiets aufkommen.

Biomasse kann über zwei verschiedene Wege für die Wärmeerzeugung genutzt werden. Vor allem feste Biomasse kann getrocknet und anschließend verbrannt werden. In der Regel wird sie im Freien über den Zeitraum von einem oder zwei Sommern getrocknet. Eine weitere Möglichkeit der energetischen Biomassenutzung besteht darin, Biomasse im feuchten Zustand in einer Biogasanlage in Biogas umzuwandeln. Das Biogas wird gereinigt und kann im Anschluss für die Wärmeerzeugung verbrannt werden.

Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern kann Biomasse in großen Mengen gelagert werden. Der Bedarf und die Bereitstellung der Wärme ist in vielen erneuerbaren Energietechnologien nicht zeitgleich, daher ist die Speicherung durch Lagerung der Biomasse eine Besonderheit. Die Verbrennung der Biomasse kann zeitgleich des Bedarfs gestartet werden. Das ist vor allem in Wärmenetzen ein Vorteil, da diese Technologie die Schwankungen anderer erneuerbarer Energien ausgleichen kann. Der Anteil der aus Biomasse erzeugten Wärme, die in Wärmenetze eingespeist werden kann, ist gemäß WPG jedoch begrenzt.

Die Definition des theoretischen Potenzials für Biomasse wird eingeschränkt. Wälder könnten komplett abgeholzt werden, theoretisch könnte jeder Stamm des Holzes auch verbrannt werden,

realistischer jedoch ist es nur die Restholzmengen zu betrachten. Restholz bedeutet, dass Stammholz und Rodung ausgeschlossen werden. Ebenfalls wird ausgeschlossen, dass Flächen allein für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Darüber hinaus handelt es sich um das theoretische Potenzial von Biomasse, das ausgewiesen wird. Es werden lediglich 20 % des anfallenden Stroh als Potenzial betrachtet, da der Großteil des Stroh als Dünger auf dem Feld verbleibt und ein kleinerer Teil als Einstreu für die Tierhaltung genutzt wird.

Je nach Potenzialart werden Daten erhoben und eine individuelle Berechnung erfolgt. Die Potenziale für Stroh und Wald lassen sich flächenbezogen bestimmen. Die ausgewerteten Flächenpotenziale werden reduziert um Schutzgebiete: Naturdenkmäler, Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete, Überschwemmungsgebiete sowie die vom Landkreis besonders auszuschließenden Gebiete aus Ratsbeschlüssen.

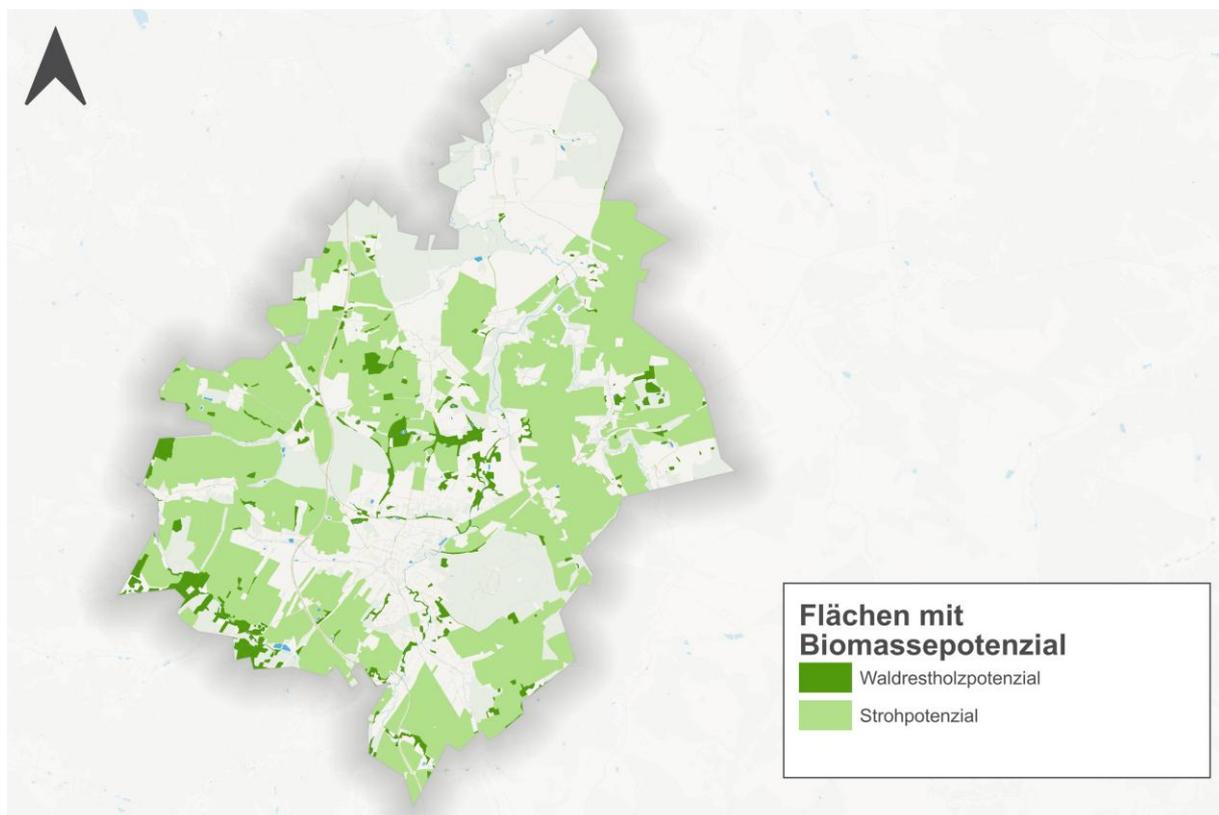


Abbildung 55 Biomassepotenzialflächen im beplanten Gebiet

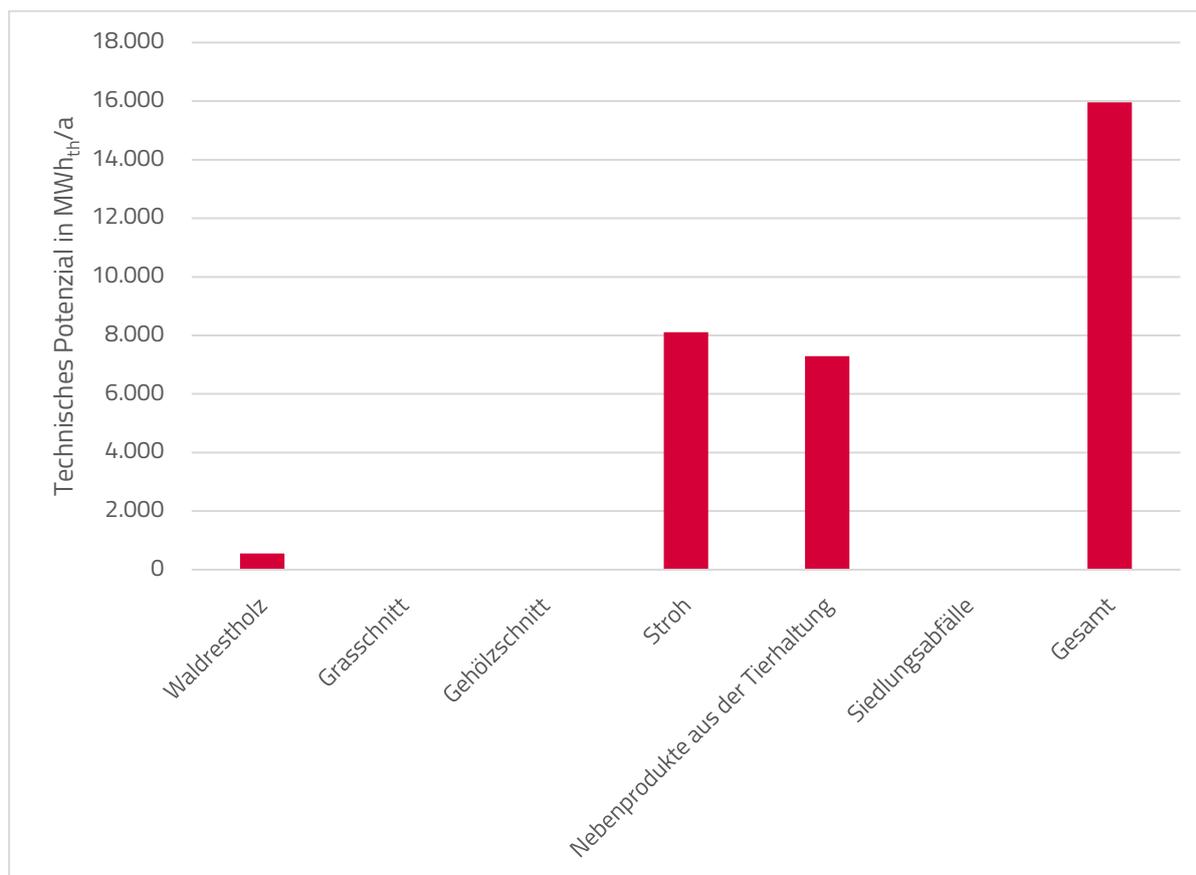


Abbildung 56 Technisch nutzbare Wärmemenge im beplanten Gebiet nach Biomasseart

In der folgenden Tabelle 14 werden die verschiedenen theoretisch verfügbaren Biomassepotenziale beschrieben.

Tabelle 14 Beschreibung theoretisch verfügbarer Biomassepotenziale

Biomassepotenzial	Nutzungsform	Für Berechnung verwendete Daten
Waldrestholz	Direkte Verbrennung im Biomasse-HKW	Waldflächen im Betrachtungsgebiet, Pauschalwert für anfallendes Waldrestholz pro Jahr
Grünschnitt: Grasschnitt	Biogaserzeugung mit anschließender Methanverbrennung im BHKW	Abfrage anfallender Grasschnittmengen bei Gemeindeverwaltung, Pauschalwert Methanertrag von Grasschnitt pro Jahr
Grünschnitt: Gehölzschnitt	Direkte Verbrennung im Biomasse-HKW	Abfrage anfallender Gehölzschnittmengen bei Gemeindeverwaltung
Stroh	Direkte Verbrennung im Biomasse-HKW	Ackerflächen im Betrachtungsgebiet, Pauschalwert für anfallendes Stroh zur energetischen Nutzung

Nebenprodukte aus Tierhaltung (Mist, Gülle)	Biogaserzeugung mit anschließender Methanverbrennung im BHKW	Abfrage von Tierzahlen beim lokal-zuständigen Veterinäramt, Pauschalwert Methanertrag nach Tierart je Tier
Siedlungsabfälle	Biogaserzeugung mit anschließender Methanverbrennung im BHKW	Pauschalwert Wärmeenergieertrag pro Jahr und Einwohner von Siedlungsabfällen aus Industrie und Haushalten

## Wasserstoff

Die Potenziale rund um Wasserstoff sind differenziert nach Erzeugung und Nutzung zu unterteilen.

### Erzeugung

Im Untersuchungsgebiet sind keine bestehenden, geplanten oder genehmigten Anlagen zur Erzeugung oder Speicherung von Wasserstoff zu verzeichnen. Ebenfalls gehen wir von keinem zukünftigem, regionalem Erzeugerpotenzial aus. Elektrolyseure lassen sich hauptsächlich mit Überkapazitäten von erneuerbaren Stromquellen wirtschaftlich betreiben. Diese Quellen sind heute und zukünftig voraussichtlich im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden. Sollten wider Erwarten im kommunalen Gebiet erneuerbare Strompotenziale ausgebaut werden, könnte überschüssiger Strom, der nicht mehr in das Stromnetz eingespeist werden kann, mithilfe von Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt werden.

### Nutzung

Zum gegenwärtigen Arbeitsstand geht der zuständige Gasnetzbetreiber, die Stadtwerke Löbau, davon aus, dass die Umstellung von Erdgas zu 100 % Wasserstoff im Untersuchungsgebiet zu einem großen Teil nicht erfolgen kann. Das bestehende Gasnetz in Löbau setzt sich zu einem großen Teil aus Stahlleitungen (Baujahr ab 1960) zusammen. Diese Trassen können nicht zu einem Wasserstoffnetz transformiert werden, weshalb der Fokus in diesem Gebiet auf eine Fernwärmeversorgung gelegt wird.

Das potenzielle Gebiet für die leitungsgebundene Wasserstoffnutzung ist aufgrund keiner gegenwärtig geplanten Erweiterung oder eines Rückbaus des heutigen Gasnetzgebiets mit diesem gleichzusetzen. Für eine theoretische Transformation zu Wasserstoff kommen die örtlichen Gebiete Kittlitz, Ebersdorf, Unwürde und Georgewitz in Frage, da hier die Bestandstrassen (Baujahr 2014/2015) aus PE-Rohren bestehen (Abbildung 57). Unter der Voraussetzung, dass genügend Wasserstoff zur Verfügung steht, wäre rein technisch eine Umstellung auf Wasserstoff im Untersuchungsgebiet gemäß dem GTP der Ontras ab dem Jahr 2037 möglich.

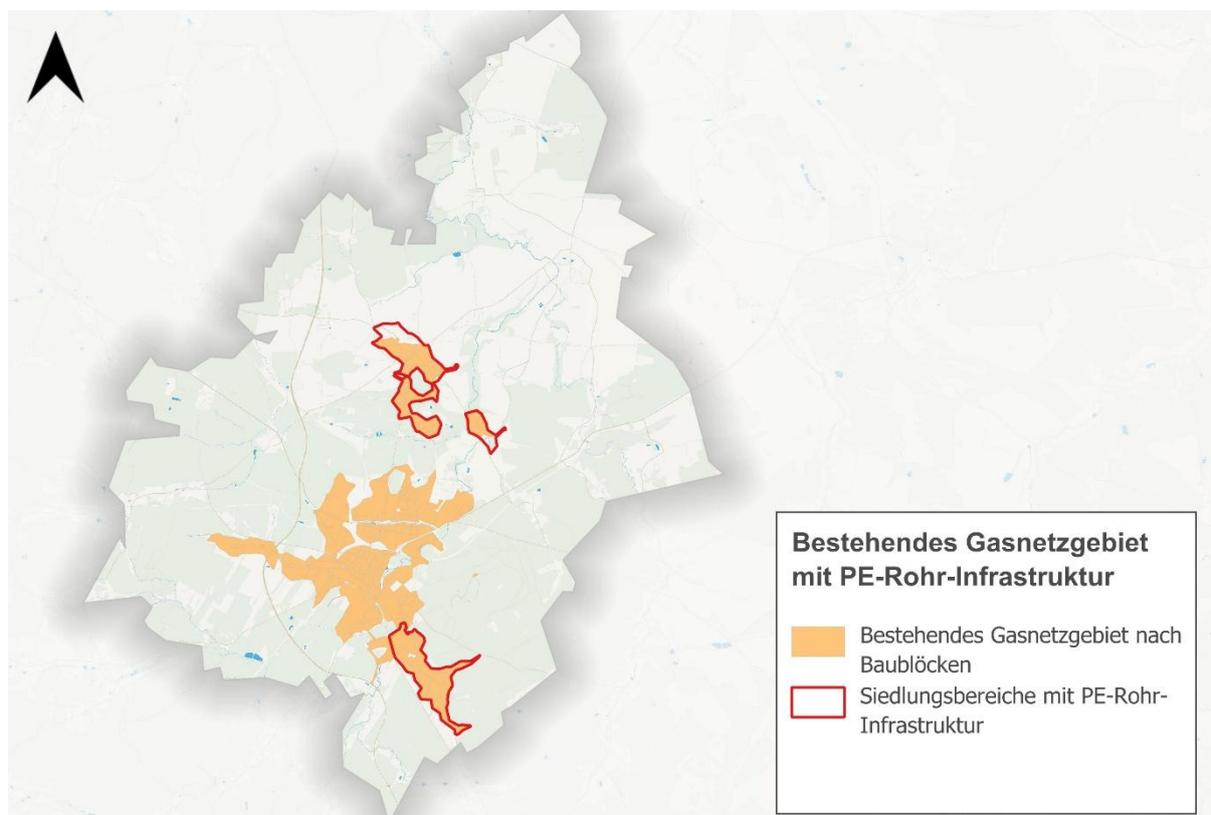


Abbildung 57 Siedlungsbereiche mit Transformationspotential für Wasserstoff durch Anschluss an PE-Rohre

Im Untersuchungsgebiet besteht auf Basis der gegenwärtigen Anschlüsse und Verbrauchs ein theoretisches Substitutionspotential von ca. 1.679 Anschlüssen und einem erdgasbasierten Wärmeverbrauch von 117,3 GWh/a.

## Weitere Gase

### Klärgas

Klärgaspotential geht grundsätzlich von einem Klärwerk aus, das im beplanten Gebiet liegt. Für die Klärgaserzeugung wird der im Klärwerk anfallende Klärschlamm in einem Faultrum in Klärgas umgewandelt. Dieser Prozess benötigt eine Wärmezufuhr. Die Klärgasverwertung erfolgt in der Regel in einem Blockheizkraftwerk, wobei gleichzeitig Wärme und Strom erzeugt werden. Die erzeugte Wärme dient größtenteils der Deckung des Eigenbedarfs der Klärwerke, nur selten wird Wärme ausgekoppelt. Mithilfe von Klärgas wird in Deutschland seit mehreren Jahren etwa gleich viel Wärme erzeugt. Da heute lediglich etwa die Hälfte des anfallenden Klärschlammes in Deutschland für die Wärmeerzeugung genutzt wird, ist Ausbaupotenzial gegeben (dena, 2023).

Die Befragung hat ergeben, dass das Klärwerk der Stadt Löbau eine exterritoriale Klärschlammverbrennung als Verfahren anwendet. Deshalb ist kein Klärgaspotential vorhanden.

### Deponiegas

Deponiegaspotential geht grundsätzlich von Mülldeponien aus, auf denen Hausmüll inkl. Bioabfall verkippt wurde. Deponiegas entsteht infolge biologischer Abbauprozesse bei der Ablagerung

organischer Abfälle. Es handelt sich demnach um eine Art Biogas. Das Verkippen unbehandelter Bioabfälle ist seit 2005 verboten. Daher ist das Deponiegaspotenzial endlich und die entstehende Deponiegasmenge verringert sich mit fortschreitender Zeit. Die Deponiegasverwertung erfolgt in der Regel in einem BHKW. Im Vergleich zu Klärgas macht die Nutzung von Deponiegas heute einen Bruchteil dessen aus. Deutschlandweit ist eine rückläufige Tendenz bei der Nutzung der aus Deponiegas erzeugten Wärme erkennbar.

Die Datenabfrage in der Kommune hat ergeben, dass keine Deponien der Gefährdungsklasse K II oder K III innerhalb des beplanten Gebiets liegen.

## Grubengas

Grubengaspotenzial geht grundsätzlich von untertägigen Steinkohlengruben aus und ist ein unvermeidbares Nebenprodukt des aktiven und stillgelegten Steinkohlenbergbaus. Große Grubengaspotenziale liegen daher vor allem in Bundesländern mit großen ehemaligen Steinkohlenabbaugebieten wie Nordrhein-Westfalen oder Saarland. In der Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur liegen alle Anlagen in diesen zwei Bundesländern (Bundesnetzagentur, 2024). Die Grubengasverwertung erfolgt in der Regel in einem BHKW. Offizielle Daten zur Nutzung der aus Grubengas erzeugten Wärme waren online nicht auffindbar.

Grubengaspotenziale sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.

## Wärmespeicher

Das Potenzial für Wärmespeicher wird gegliedert nach der Speicherdauer in saisonale und kurz- bzw. mittelfristige Speicher. Saisonale Speicher werden dazu eingesetzt, um z. B. große Mengen Solarthermie-Wärme aus dem Sommer einzuspeichern, damit diese später während der Heizperiode zur Verfügung steht. Als Speichermedium dient Wasser.

Kurz- und mittelfristige Speicher können dazu eingesetzt werden, um die Strom- und Wärmeerzeugung bei Kraft-Wärme-Kopplung Anlagen zeitlich zu entkoppeln oder auch um Großwärmepumpen technisch und wirtschaftlich optimal zu betreiben, indem z. B. eine Taktung der Anlage vermieden wird. Auch hier dient Wasser als Arbeitsmedium im Speicher, dessen Druck häufig an die Netzparameter angepasst wird.

Beide Speichertypen lassen sich multifunktional einsetzen, um mehrere Wärmenetze mit verschiedenen Netzparametern und Erzeugern miteinander zu verbinden, sodass die Wärmeerzeugung optimal ausgenutzt werden kann.

## Saisonale Speicher

Erdbeckenspeicher sind flächenintensive Bauwerke, welche zudem einen ebenen Untergrund benötigen. Sie bestehen aus einer Dämm- und Drainageschicht und mehreren Lagen Folie, welche in einem zuvor ausgehobenen Erdbecken eingebracht werden. Aufgrund ihrer Geometrie und eines möglichst kleinen Mantelflächen-Volumen-Verhältnis ist die zu berücksichtigende Mindestfläche eines Erdbeckenspeichers 520 m<sup>2</sup>. Das Erdbecken soll zudem mindestens 5 m tief im Erdboden sein und darf dabei nicht auf Grundwasser stehen, um die Wärmeverluste gering zu halten. Dies beinhaltet die Berücksichtigung des Grundwasserflurabstands. Der Erdbeckenspeicher wird auf seiner Oberseite mit einem Deckel verschlossen, welcher unter anderem energietechnisch mit Solarthermie-Modulen oder bei guter Integration in das Siedlungsgebiet öffentlich genutzt werden kann, siehe Eggenstein (Gemeindeverwaltung Eggenstein-Leopoldshafen, 2024). In den meisten

Fällen beschränkt sich jedoch die Errichtung von Erdbeckenspeichern auf Siedlungsrandgebiete und den Außenbereich.

Behälterspeicher hingegen lassen sich aufgrund ihres geringeren Flächenbedarfs nicht nur außerhalb des Siedlungsbereichs, sondern sogar in urbanen Gebieten errichten, siehe München und Chemnitz (Solites, 2024). Der namensgebende Behälter wird aus Ort beton gegossen. Die dabei benötigte Fläche kann nach der Errichtung nachgenutzt werden und steht bei guter Integration in das Siedlungsgebiet der Bevölkerung weiter zur Verfügung. Man kann davon ausgehen, dass für saisonale Speicher lediglich Flächen ausgenommen werden, die bereits in den Abschnitten zuvor als Ausschlussflächen definiert wurden.

Für saisonale Speicher eignen sich besonders die Flächen, welche nah an einem Erzeuger oder einem Wärmenetz liegen.

### **Kurz- und mittelfristige Speicher**

Für die kurz- und mittelfristige Speicherung von Wärme kommen Behälterspeicher zum Einsatz, welche je Behälter ein deutlich geringeres Volumen aufweisen als bei saisonalen Speichern. Anders als bei saisonalen Behälterspeichern werden hier keine Betonbauwerke verwendet, sondern überirdisch errichtete Metallzylinder, die mit einer entsprechenden Dämmung ausgestattet sind. Vorrangig kommt das bereits bestehende oder geplante Kraftwerksgelände für den Bau eines solchen Speichers in Frage. In Abbildung 58 sind die bestehenden Erzeugeranlagen dargestellt. Diese könnten auch potenzielle Standorte für kurz- bzw. mittelfristige Speicher darstellen. Allerdings bestehen an den Standorten Nordost und Ost bereits Speicher oder befinden sich in Umsetzung. Zudem werden das Heizhaus Süd 1 und das Heizkraftwerk Süd 2 voraussichtlich im Jahr 2027 außer Betrieb genommen und stehen dann nicht mehr für Speicher zur Verfügung.

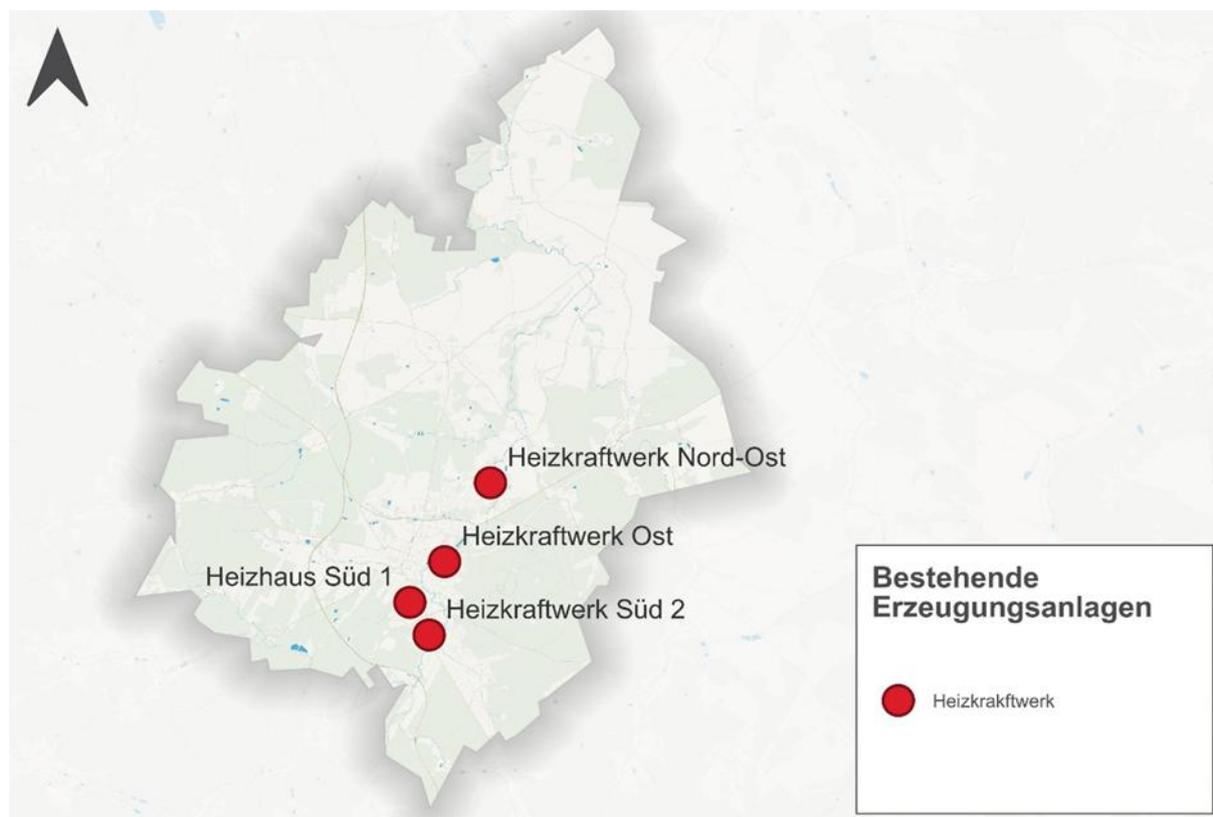


Abbildung 58 Potenzialflächen für die Errichtung von kurz- und mittelfristigen Speichern in der Nähe von bestehenden Erzeugeranlagen

## Ergebnisse der Potenzialanalyse

Innerhalb der Potenzialanalyse wurden mögliche Wärmebedarfsreduktionen durch Gebäudesanierung und im Bereich von Prozesswärme (Unternehmen) untersucht. Außerdem wurden folgende lokale Potenziale klimaneutraler Energiequellen analysiert:

- unvermeidbare Abwärme,
- Geothermie,
- Umweltwärme (Oberflächengewässer und Luft)
- Abwasser,
- Solarenergie auf Freiflächen und Dächern,
- lokale Biomasse,
- Wasserstoff sowie weitere Gase,
- Wärmespeicher.

Dabei wurden die Potenziale in dezentrale Potenziale (Wärmequellen oder -Reduktionsmöglichkeiten für einzelne Gebäude) und zentrale Potenziale (Wärmequellen für die Bereitstellung von Wärme über ein Wärmenetz) unterteilt.

Für die oben genannten, dezentralen lokalen, Potenziale ergeben sich mit Hinblick auf den gesamten Wärmebedarf des Untersuchungsgebiets folgende bilanzielle Deckungsgrade (Abbildung 59).

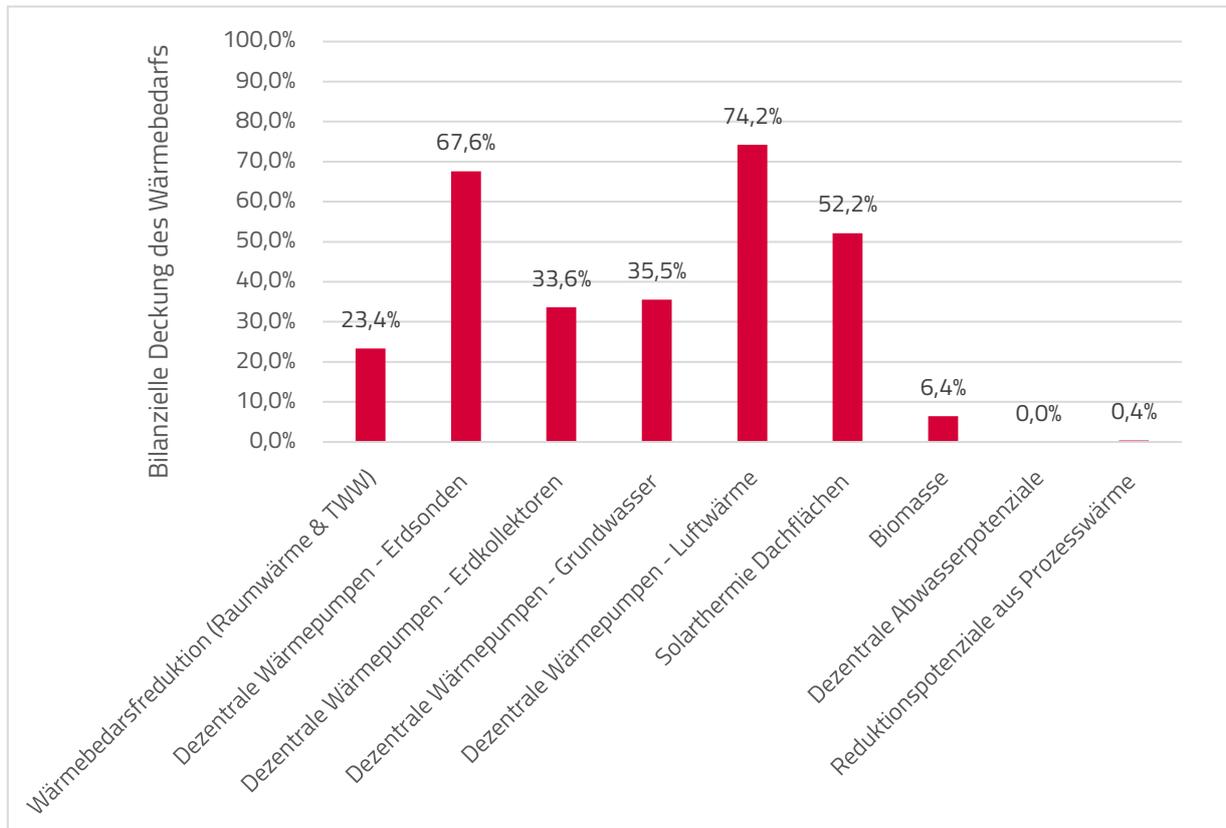
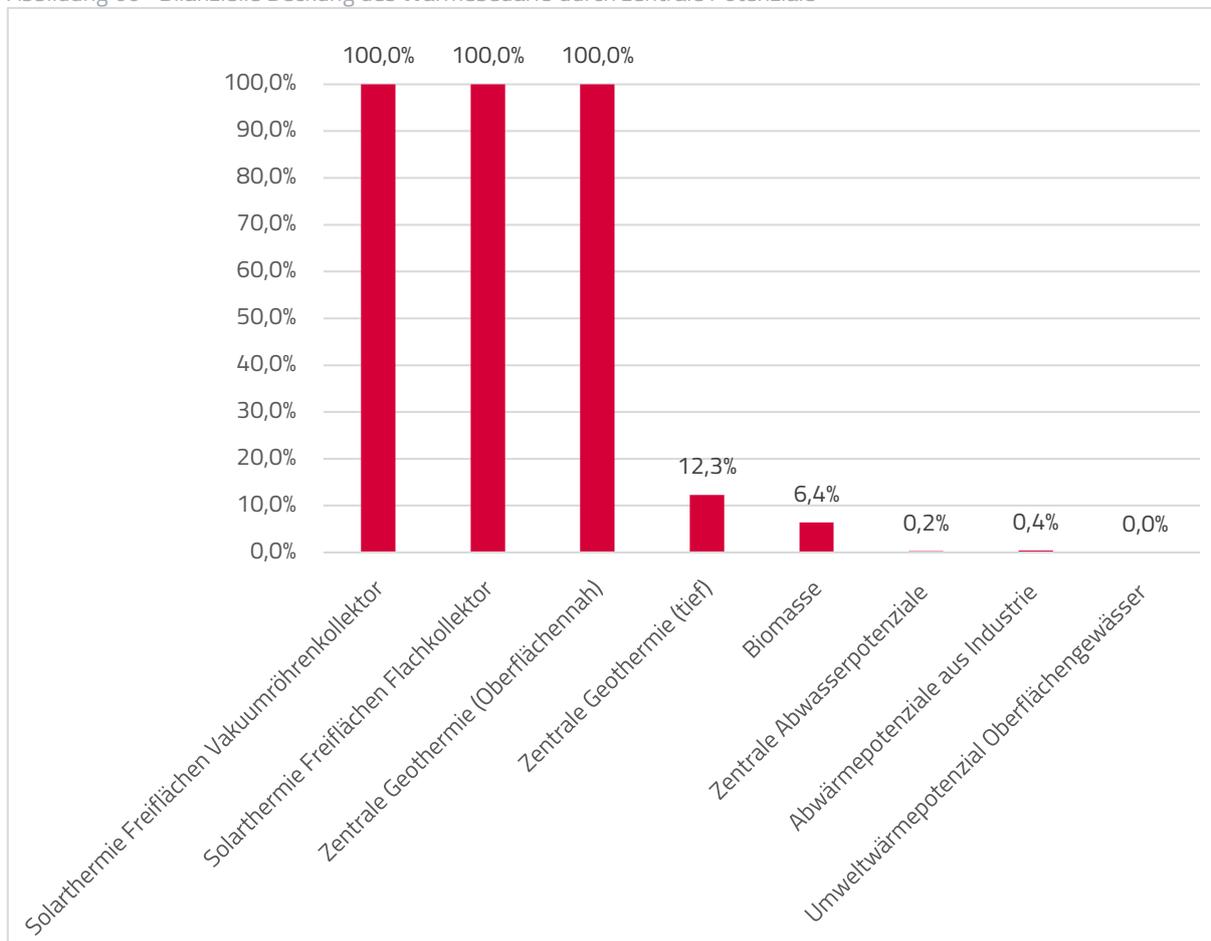


Abbildung 59 Bilanzielle Deckung des Wärmebedarfs durch dezentrale Potenziale

Für die oben genannten, zentralen lokalen, Potenziale ergeben sich mit Hinblick auf den Wärmebedarf des Untersuchungsgebiets folgende bilanzielle Deckungsgrade (Abbildung 60).

Abbildung 60 Bilanzielle Deckung des Wärmebedarfs durch zentrale Potenziale



Zusammenfassend bieten Solarthermie und oberflächennahe Geothermie die größten lokalen Potenziale zur Deckung des Wärmebedarfs, gefolgt von Luftwärme. Zudem könnte bei einer umfassenden energetischen Sanierung der Gebäude der gesamte Wärmebedarf um mehr als 20 % gesenkt werden.

# Ermittlung eines Zielszenarios inkl. Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse wurde das Zielszenario für das Untersuchungsgebiet entwickelt und im Detail beschrieben. Das Zielszenario stellt einen präferierten Pfad für die langfristige Entwicklung zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet bis zum Zieljahr 2045 dar.

## Zukünftiger Wärmebedarf

Im folgenden Abschnitt wird die voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs unter Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen, geplanten Bauvorhaben sowie Bevölkerungsveränderungen abgeschätzt. Da der Prozesswärmebedarf stark von der Menge der produzierten Güter abhängt, wird davon ausgegangen, dass dieser auf einem ähnlichen Niveau verbleiben wird.

Dem Berechnungsprozess liegen gebäudescharfe Wärmebedarfswerte der Gemeinde sowie deren Einsparpotenziale im Falle der Sanierung eines Gebäudes zu Grunde. In der Untersuchung wird von einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr ausgegangen. Diese Rate entspricht dem aktuellen Durchschnitt innerhalb Deutschlands. Von der Sanierung ausgenommen werden denkmalgeschützte Gebäude.

Es werden alle bis zum Zeitpunkt der Analyse bekannten Bauvorhaben (Bebauungspläne) betrachtet und es wird angenommen, dass diese innerhalb der folgenden Jahre fertig gestellt werden. Die dadurch entstehenden Gebäude werden mit ihren nach heutigem Kenntnisstand zugehörigen Energieeffizienzwerten und damit Wärmebedarfen betrachtet.

Der Wärmebedarf der Gemeinde wird zusätzlich mit der Veränderung der Bevölkerungszahl in der Gemeinde verrechnet und dazu eine Studie zur Bevölkerungswanderung in Sachsen in die Berechnungen integriert (Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2023).

Die Ergebnisse der Wärmebedarfsprognose zeigen einen stetigen Rückgang des Wärmebedarfs für Raumwärme und Trinkwarmwasser bis zum Jahr 2045. Dieser sinkende Bedarf ist im Wesentlichen auf die Sanierung der Gebäude zurückzuführen. Abbildung 61 stellt eine wahrscheinliche, modellierte Entwicklung dar. Ändert sich der Faktor der typischen Sanierungsraten, der Bebauungsplanung oder der Bevölkerungsveränderungen, nimmt dies Einfluss auf die vorliegende Projektion und deren Ergebnisse.

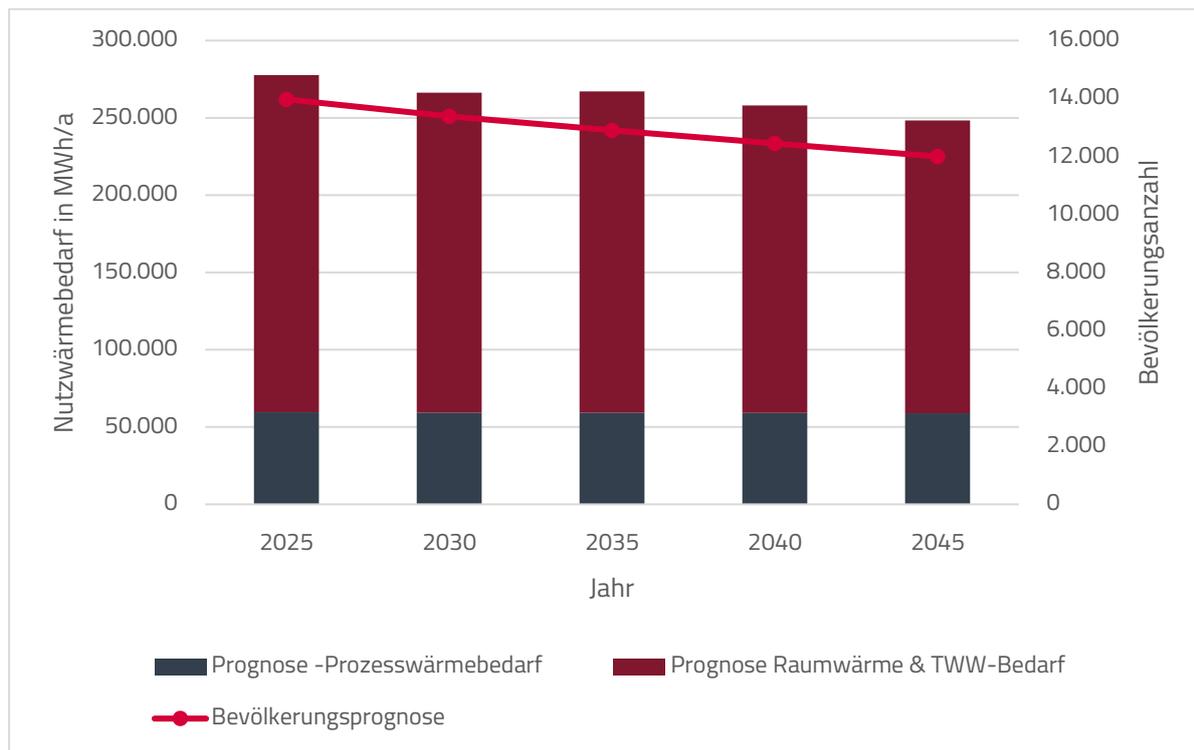


Abbildung 61 Voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs

## Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Die potenzielle Reduktion des Wärmebedarfs infolge energetischer Gebäudesanierungen ist aufgrund der unterschiedlichen Sanierungszustände und des Baualters der Bestandsgebäude räumlich unterschiedlich verteilt. Es wird daher analysiert, in welchen Gebieten sich die meisten Gebäude befinden, bei denen eine Sanierung besonders hohe Energieeinsparungen ermöglichen kann. Diese Gebiete werden als Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial ausgewiesen (Abbildung 62).

Um Teilgebiete mit hohem energetischem Einsparpotenzial zu identifizieren, wird für jedes Gebäude einzeln berechnet, wie stark sich der Bedarf an Raumwärme und Trinkwarmwasser (TWW) durch eine energetische Sanierung theoretisch senken lässt. Dazu wird der aktuelle Heizwärmebedarf des Gebäudes dem Heizwärmebedarf eines sanierten Gebäudes gegenübergestellt. Auf Basis dieser Differenz wird das prozentuale Reduktionspotenzial je Gebäude ermittelt. Für jede Gebäudeart wird der Median des prozentualen Reduktionspotenzials durch energetische Sanierung bestimmt. Gebäude, die überdurchschnittlich viel Energie zum Heizen benötigen, werden als Gebäude mit erhöhtem Einsparpotenzial deklariert. Enthält ein Baublock im Siedlungsbereich mehr als zwei Drittel Gebäude mit erhöhtem Einsparpotenzial, wird dieser als Gebiet mit erhöhtem Einsparpotenzial definiert. Baublöcke mit weniger als fünf Gebäuden werden zur Gewährleistung des Datenschutzes ausgeschlossen.

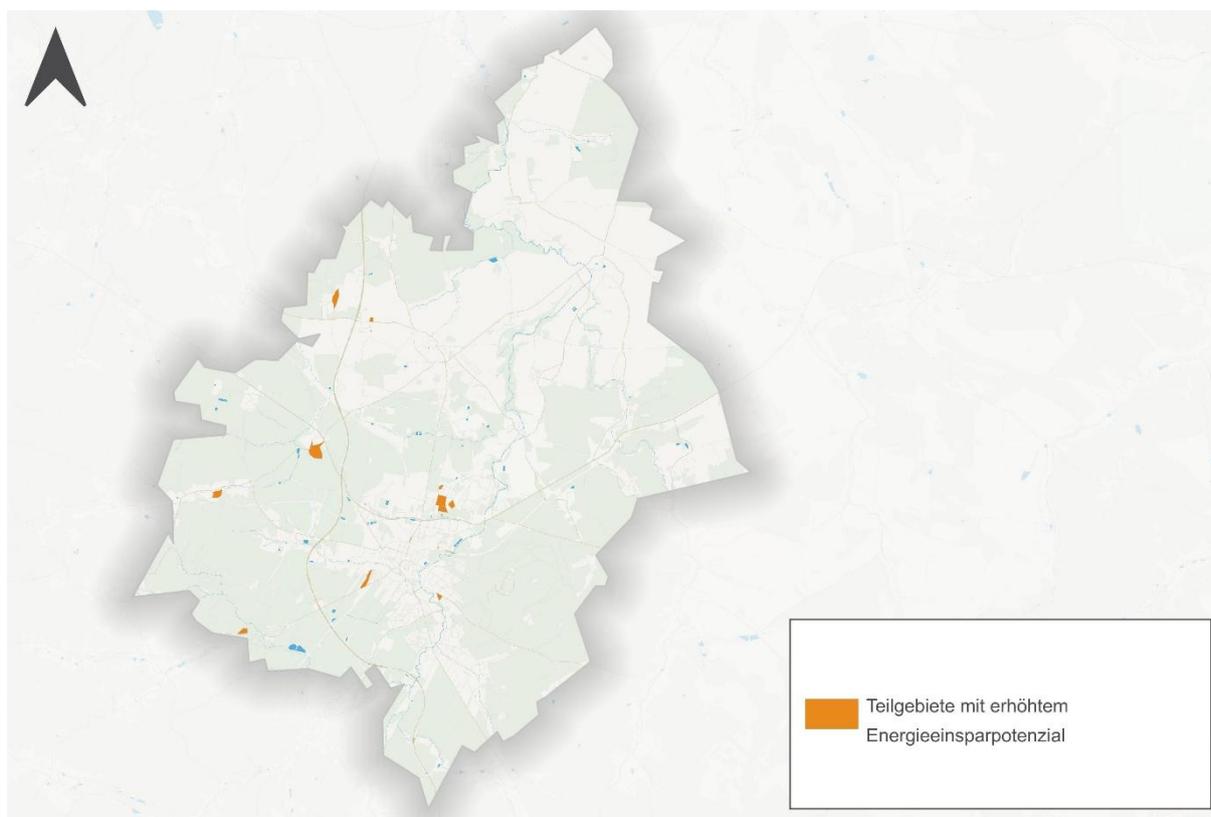


Abbildung 62 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

## Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Nach § 18 WPG ist das Untersuchungsgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zu unterteilen. Dabei werden die drei Wärmeversorgungsarten Gasnetz, Wärmenetz und die dezentrale Wärmeversorgung voneinander unterschieden. Die Gebietsfestlegung folgt auf einen Vergleich der Wärmeversorgungsarten, wobei je Wärmeversorgungsart typische erneuerbare Wärmeerzeugungsvarianten in Bezug auf ihre Eignung für die langfristige Versorgung eines Teilgebiets geprüft werden. Die Aspekte Wirtschaftlichkeit (Wärmegestehungskosten), Realisierungsrisiko, Versorgungssicherheit und kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr fließen in die Bewertung ein. Im Ergebnis werden die Wärmeversorgungsarten je Teilgebiet in vier Eignungskategorien unterteilt. Die bis zum Zieljahr sehr wahrscheinlich geeignetsten Versorgungsarten und Erzeugervarianten werden anschließend für die Bildung des Zielszenarios genutzt.

## Untersuchte Wärmeversorgungsarten

Für alle beheizten Gebäude im Untersuchungsgebiet liegen nun genügend Daten vor, um die jeweils infrage kommenden Wärmeerzeuger und zugehörige Technik sowie Endenergiemengen nach Energieträger bestimmen zu können. Dabei sollen die untersuchten Heizungsvarianten eine ausreichende Vorlauftemperatur bereitstellen, um sowohl die Warmwasserbereitung als auch die Raumwärmebereitstellung in Bestandsgebäuden sicherzustellen. Voraussetzung für die Anwendung eines Wärmeerzeugers oder einer Wärmeerzeugerkombination ist, dass die Wärme ausschließlich aus erneuerbaren Energien gemäß § 3 Absatz 1 Punkt 15 WPG stammt.

## Gasnetz- bzw. Wasserstoffnetzversorgung

In einigen Teilgebieten ist bereits eine Infrastruktur zur Wärmeversorgung in Form eines Gasnetzes vorhanden. Die Umnutzung bestehender Gasnetze zur Verteilung von Wasserstoff ist eine vielversprechende Option zur Unterstützung der Energiewende. Gasnetze, die derzeit für Erdgas genutzt werden, können mit geringem Aufwand für den Transport von Wasserstoff umgerüstet werden. Dies ermöglicht eine kosteneffiziente und schnelle Integration von Wasserstoff als alternativen Energieträger in bestehende Infrastrukturen. Durch die Nutzung der vorhandenen Gasnetze können die Investitionskosten gesenkt und der Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wärmeerzeugung beschleunigt werden. Allerdings müssen technische Herausforderungen, wie Materialkompatibilität und Sicherheitsanforderungen, sorgfältig geprüft werden, um eine zuverlässige und sichere Wasserstoffversorgung zu gewährleisten. Diese Herausforderungen wurden seitens der SachsenEnergie bewertet und in die Netzentgelte integriert, welche in den Gesamtkosten für den Wasserstoffbezug des Endkunden enthalten sind. Technisch ist eine Umstellung auf Wasserstoff in der Stadt gemäß dem GTP der Ontras ab dem Jahr 2037 möglich. Dementsprechend wurde eine Versorgung mit Erdgas bis zum genannten Jahr und danach mit Wasserstoff angenommen. Die Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung setzt einen wasserstofffähigen Wärmeerzeuger voraus.

Bei der Gasnetz- bzw. Wasserstoffnetzversorgung wird über ein Rohrleitungssystem Erdgas oder Wasserstoff verteilt und für die an das Netz angeschlossenen Abnehmer bereitgestellt. Es ergeben sich zwei verschiedene Szenarien zur Nutzung des gelieferten brennbaren Gases. Entweder wird das Gas für die dezentrale Objektversorgung in einem Gaskessel verwendet (siehe Abschnitt „Dezentrale Wärmeversorgung“), wobei gilt, dass ausschließlich heute an das Gasnetz angeschlossene Gebäude für die Gasnetzversorgung infrage kommen. Alternativ wird Gas in einem Heizhaus für die zentrale Wärmeerzeugung genutzt. Hierbei kann z. B. ein BHKW zum Einsatz kommen, das Wärme in ein Wärmenetz einspeist (siehe Abschnitt „Wärmenetzversorgung“).

## Wärmenetzversorgung

Wärmenetze zeichnen sich dadurch aus, dass zentral erzeugte Wärme über ein Rohrleitungssystem verteilt und für die an das Netz angeschlossenen Gebäude bereitgestellt wird. Die grundlegende Eignung von Gebäuden für die Wärmenetzversorgung wird über die im Zieljahr 2045 prognostizierte Wärmelinien- und Wärmeflächendichte festgestellt.

Zwei Arten von Wärmenetzen werden nach Aufwand für Planung und Bauausführung voneinander unterschieden. Die i. d. R. kleineren Gebäudenetze werden durch Infrastruktur wie Straßen und Schienen bzw. geografischen Gegebenheiten wie Gewässer begrenzt. Infrastruktur oder Gewässer werden durch Rohrleitungen eines Gebäudenetzes nicht gekreuzt. Das Verlegen der Rohrleitungen zwischen Heizhaus und den Gebäuden findet auf der Freifläche statt, wodurch es zu geringeren Tiefbaukosten kommt. Im Gegensatz dazu verlaufen die Rohrleitungen von klassischen Wärmenetzen entlang von Straßen. Ausgehend von einem Heizhaus wird die Wärme über Verteil- und Hausanschlussleitungen bis zu den Gebäuden geliefert, wobei es zu Wärmeverlusten an die Umgebung kommt. Um die Wärme im Gebäude nutzen zu können, muss bei beiden Arten von Wärmenetzen eine Hausanschlussstation installiert werden.

Gebäudenetze können sinnvoll sein, wenn die Kapazität des Wärmenetzes bereits erschöpft ist oder sich ein hoher Wärmebedarf auf ein Cluster weniger Gebäude konzentriert. Ein wesentlicher Faktor für die Umsetzung ist die Koordination der Interessen beteiligter Grundstückseigentümer. Eine vorteilhafte Ausgangslage bieten Gebäude eines gemeinsamen Trägers wie Wohnungsgesellschaften. Unabhängig von Wärme- oder Gebäudenetzen ist auch der Zusammenschluss

verschiedener Gebäudeeigentümer durch die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften geeignet, um z. B. erneuerbare Energietechnologien kollektiv zu erschließen oder Tiefbaukosten durch nachbarschaftliche Eigenleistungen zu reduzieren.

Eine Vielzahl von Wärmeerzeugerkombinationen kommt grundsätzlich für die Versorgung von Wärmenetzen infrage. Praxisbeispiele und Studien geben Orientierung bei der Auswahl und Dimensionierung der Kombinationen bzw. der einzelnen Wärmeerzeuger, die bereits heute oder in Zukunft der Standard sind. Neben BHKW und Pelletkessel werden daher u. a. auch Wärmepumpen und Solarthermie betrachtet. Ein Wärmeerzeuger innerhalb einer Wärmeerzeugerkombination muss jeweils einen festgelegten Anteil der jährlich benötigten Wärmeenergiemenge je Wärmenetz bereitstellen. Eine individuell für das Wärmenetz erzeugte Jahresdauerlinie erlaubt die Ermittlung der Leistung, der Vollbenutzungsstunden und der benötigten Endenergiemenge einzelner Wärmeerzeuger für die Stützjahre sowie das Zieljahr. Außerdem wird ein Wärmespeicher dimensioniert.

Es wird je Wärmenetz geprüft, welche Wärmeerzeuger bzw. Wärmeerzeugerkombinationen für die Versorgung des Wärmenetzes genutzt werden können. Hierzu wird geprüft, ob das Potenzial in ausreichender Menge und hinreichender Nähe verfügbar ist. Ist das Potenzial nicht oder in nicht ausreichender Menge vorhanden, kommt der entsprechende Wärmeerzeuger für das Wärmenetz nicht infrage. Wenn ein Wärmeerzeuger innerhalb einer Wärmeerzeugerkombination nicht funktioniert, wird auch die zugehörige Wärmeerzeugerkombination für das Wärmenetz ausgeschlossen.

## Dezentrale Wärmeversorgung

Bei der dezentralen Wärmeversorgung wird direkt im Haus Wärme erzeugt. Diese Wärme wird für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser ausschließlich in genau diesem Haus genutzt. Je Gebäude wird geprüft, welche monovalenten Wärmeerzeuger oder Wärmeerzeugerkombinationen infrage kommen. Hierbei wird untersucht, ob am Gebäude oder dem zugehörigen Flurstück ausreichend Potenzial vorhanden ist, um die jährlich benötigte Wärmemenge bereitstellen zu können. Untersucht werden Wärmeerzeuger, die entweder alleinstehend oder in Kombination mit einer Photovoltaik- oder Solarthermie-Aufdachanlage verwendet werden. Die jährlich durch die Aufdachanlage bereitzustellende Wärmemenge zur Heizungsunterstützung ist auf einen üblichen Wert begrenzt.

## Bewertungskriterien der Wärmeversorgungsarten

Anhand der folgenden Kriterien wurden die Wärmeversorgungsarten miteinander verglichen.

### Wärmegestehungskosten (Wirtschaftlichkeit)

Geringe Gestehungskosten sind, unabhängig von der Wärmeversorgungsart, nach WPG entscheidend für die Wirtschaftlichkeit. Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird für jedes Gebäude untersucht, wie hoch die Gestehungskosten jeder infrage kommenden Variante der Wärmeversorgung sind. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt nach VDI 2067. Die Investitionskosten für die Wärmeerzeuger basieren auf dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung der KWW. Wenn ein Kostenpunkt nicht im KWW-Technikkatalog enthalten ist, wurden Werte aus anerkannten Studien entnommen oder es handelt sich um aktuelle Werte aus der Praxis. Es wird zwischen Anfangsinvestitionskosten und laufenden Kosten unterschieden. Die prognostizierten Energie- und Brennstoffpreise bis einschließlich dem Jahr 2045 wurden einer Studie der Firma enervis entnommen. Das Ergebnis zeigt die spezifischen Wärmekosten je benötigter Kilowattstunde Endenergie.

## Kumulierte THG-Emissionen

Nach § 18 WPG Abs. 1 muss bei der Bewertung der THG-Emissionen ein möglichst geringer Wert erreicht werden, damit die Variante als geeignet eingestuft werden kann. Nur in diesem Fall ist das Ziel der Klimaneutralität erreichbar. Hierfür werden THG-Emissionen auf Basis von GEG- und BSKO-Werten berechnet.

## Realisierungsrisiko

Das Realisierungsrisiko beschreibt die Unsicherheit, ob eine geplante Versorgungsart umgesetzt werden kann. Es wird z. B. durch technische, infrastrukturelle, finanzielle und rechtliche Faktoren beeinflusst. Zur Bewertung des Realisierungsrisikos werden vier Subkriterien herangezogen:

- Genehmigungsaufwand
- Technologieverfügbarkeit
- Investitionshöhe
- Infrastrukturausbau

## Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit bezeichnet die dauerhaft gesicherte Abdeckung von Bedarfen durch ein ausreichend und stetig verfügbares Energieangebot. Dementsprechend werden zur Bewertung folgende Subkriterien herangezogen:

- Brennstoffversorgung
- Ausfallrisiko

## Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Wärmeversorgungsarten

Auf Basis der Bewertungskriterien wird für jedes Gebäude bestimmt, welche Versorgungsart sich sehr wahrscheinlich für eine langfristige Wärmeversorgung eignet.

## Bewertung der Eignung im Zieljahr

Durch die räumliche Zusammenfassung der Ergebnisse für die einzelnen Gebäude der Baublöcke wird die Eignung von Teilgebieten für jede der drei Versorgungsarten (Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete sowie Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung) im Zieljahr bestimmt. Diese reicht von „sehr wahrscheinlich geeignet“ über „wahrscheinlich geeignet“ und „wahrscheinlich ungeeignet“ bis zu „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Dabei steigt die Wahrscheinlichkeit der Eignung mit zunehmender Anzahl der für eine Versorgungsart geeigneten Gebäude in einem Gebiet.

Die voraussichtliche Eignung für eine Wärmenetzversorgung im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 63 dargestellt.

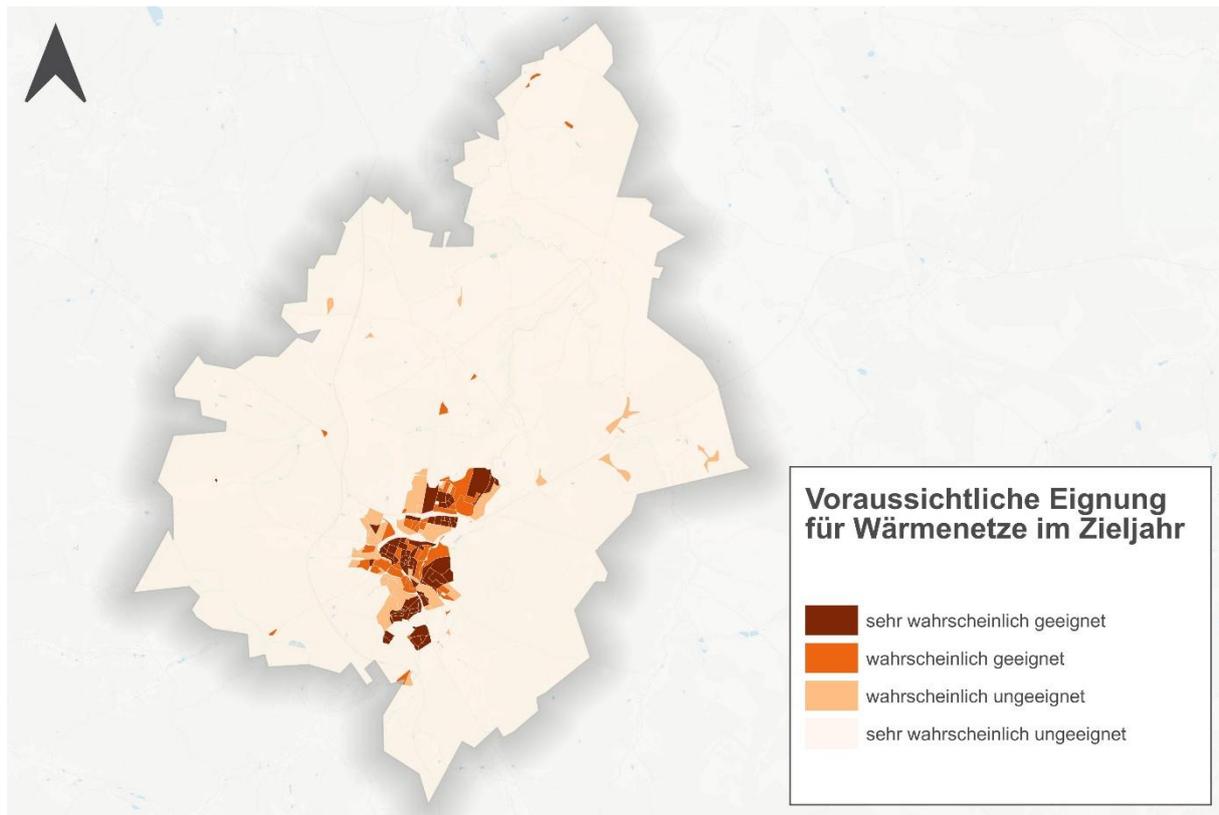


Abbildung 63 Voraussichtliche Eignung für eine Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2045

Die voraussichtliche Eignung für eine Wasserstoffversorgung durch Umnutzung bestehender Gasnetze zeigt Abbildung 64. Die voraussichtliche Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 65 dargestellt.

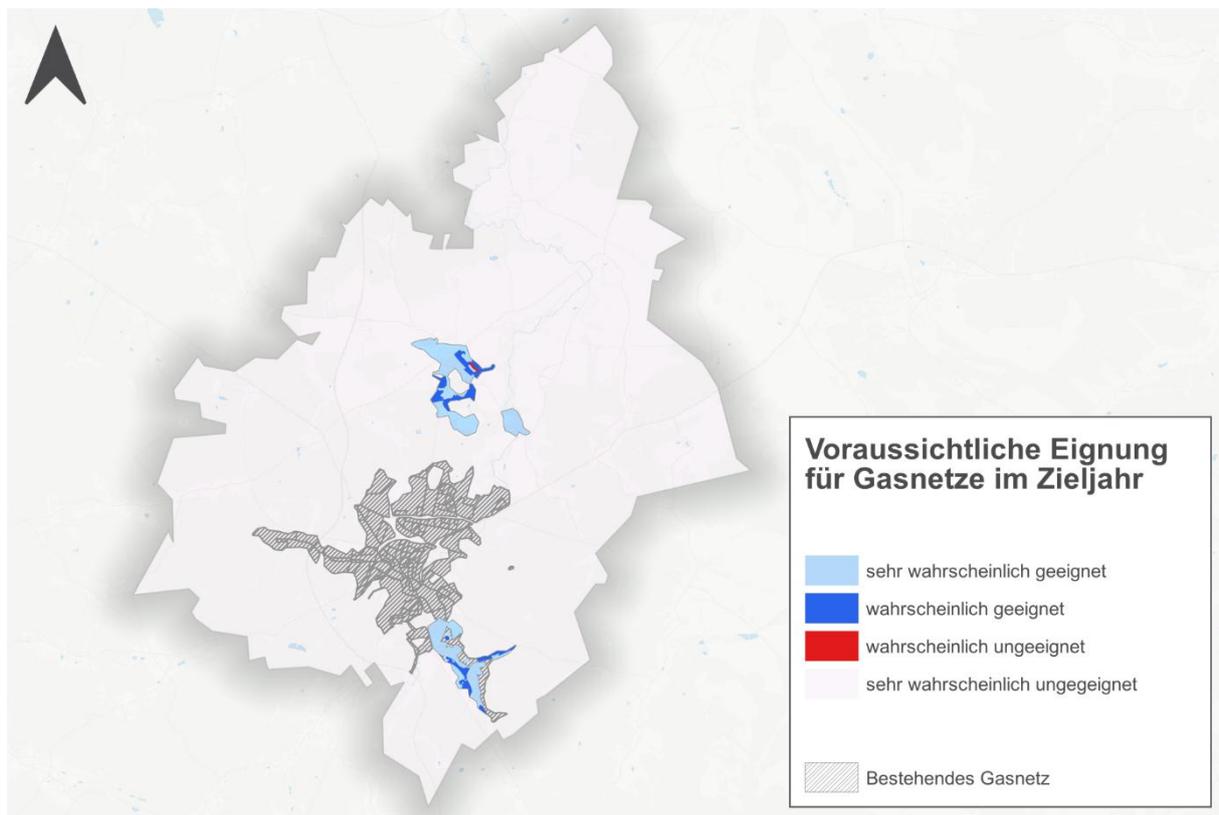


Abbildung 64 Voraussichtliche Eignung für eine Wasserstoffnetzversorgung im Zieljahr 2045

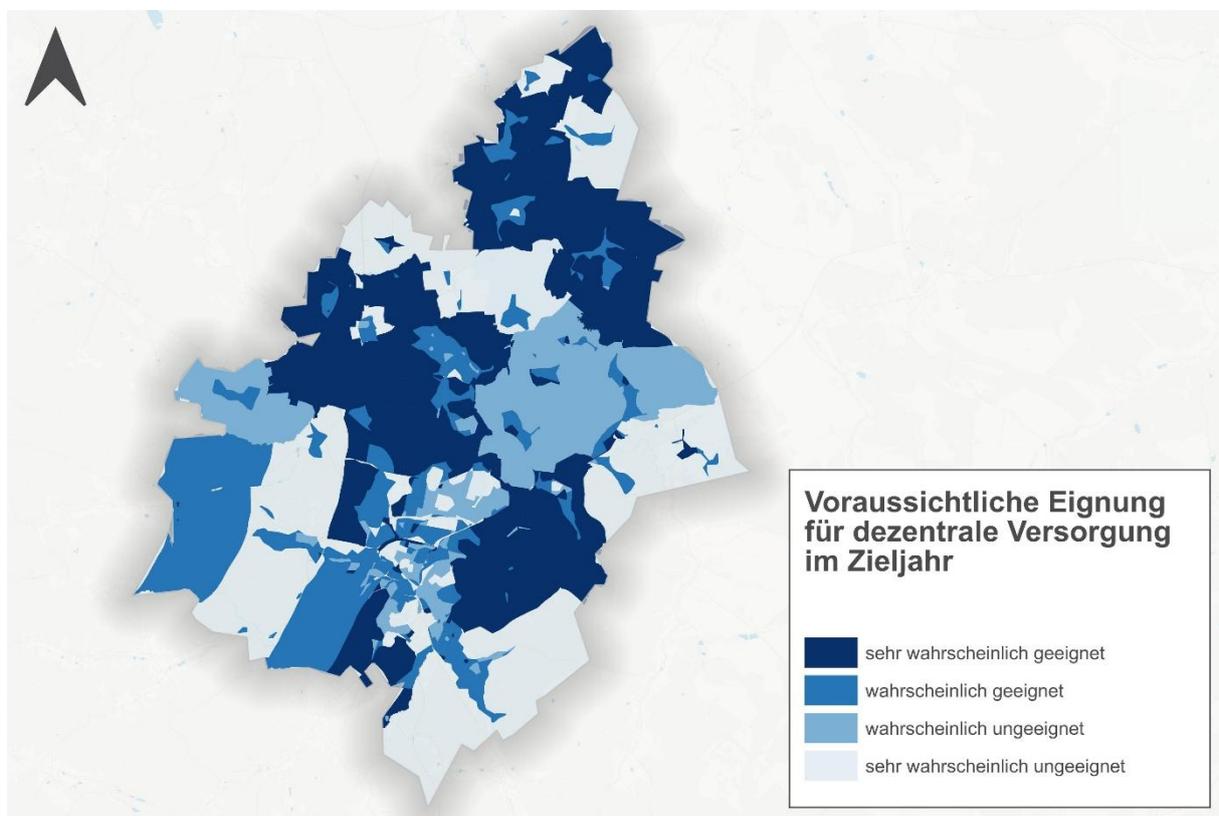


Abbildung 65 Voraussichtliche Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045

## Gebietseinteilung in den Stützjahren 2030, 2035 und 2040 und im Zieljahr 2045

Auf Basis der sehr wahrscheinlich geeigneten Versorgungsarten bis zum Zieljahr 2045 wird das Untersuchungsgebiet im Folgenden in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Empfehlung hinsichtlich der überwiegend wahrscheinlichsten Eignung auf Basis eines Variantenvergleichs der Versorgungsmöglichkeiten pro Gebäude handelt. Eine zwingende Umstellung auf die jeweils ausgewiesene Versorgungsart ergibt sich laut Gesetz aus Wärmeplänen nicht.

Für die Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete wird das bestehende Gasnetzgebiet als Wasserstoffnetzgebiet ausgewiesen. Für die Darstellung des Wärmenetzgebietes werden die bestehenden Gebiete sowie die Wärme- und Gebäudenetzgebiete, die „sehr wahrscheinlich geeignet“ oder „wahrscheinlich geeignet“ sind, zusammengefasst. Für das restliche Gebiet wird eine dezentrale Versorgung ausgewiesen.

Die sich daraus ergebenden voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für das Zieljahr 2045 und die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 sind in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 66, Abbildung 67, Abbildung 68, Abbildung 69) dargestellt. Unterschiede hinsichtlich der Einteilung des Untersuchungsgebiets zwischen den Stützjahren und dem Zieljahr zeigen sich nicht. Dies bedeutet, dass die voraussichtlichen Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Teilbereichen über die Stützjahre hinweg bis zum Zieljahr als die geeignetsten Versorgungsarten zählen.

Somit sind folgende voraussichtliche Versorgungsarten in den Gebieten festzustellen:

- In den örtlichen Gebieten Ebersdorf, Kittlitz, Unwürde sowie Georgewitz finden sich Gebiete mit einer voraussichtlichen Wasserstoff-Gasnetzversorgung.
- Im Kernbereich des Untersuchungsgebiets in den örtlichen Gebieten Löbau-Nord, Löbau-Neustadt, Löbau-Mitte, Löbau-Ost, Löbau-Süd sowie in Altlobau und Löbau-West finden sich voraussichtliche Wärmenetzgebiete. Diese Gebiete sind teilweise bereits durch die bestehenden Netzinfrastruktur geprägt.
- Abseits dessen finden sich noch vereinzelt kleinere Gebäudenetzgebiete in den äußeren Gebieten des Untersuchungsgebiets.
- Die weiteren örtlichen Gebiete, insbesondere im Randbereich des Untersuchungsgebiets, sind durch eine voraussichtliche dezentrale Versorgung geprägt.

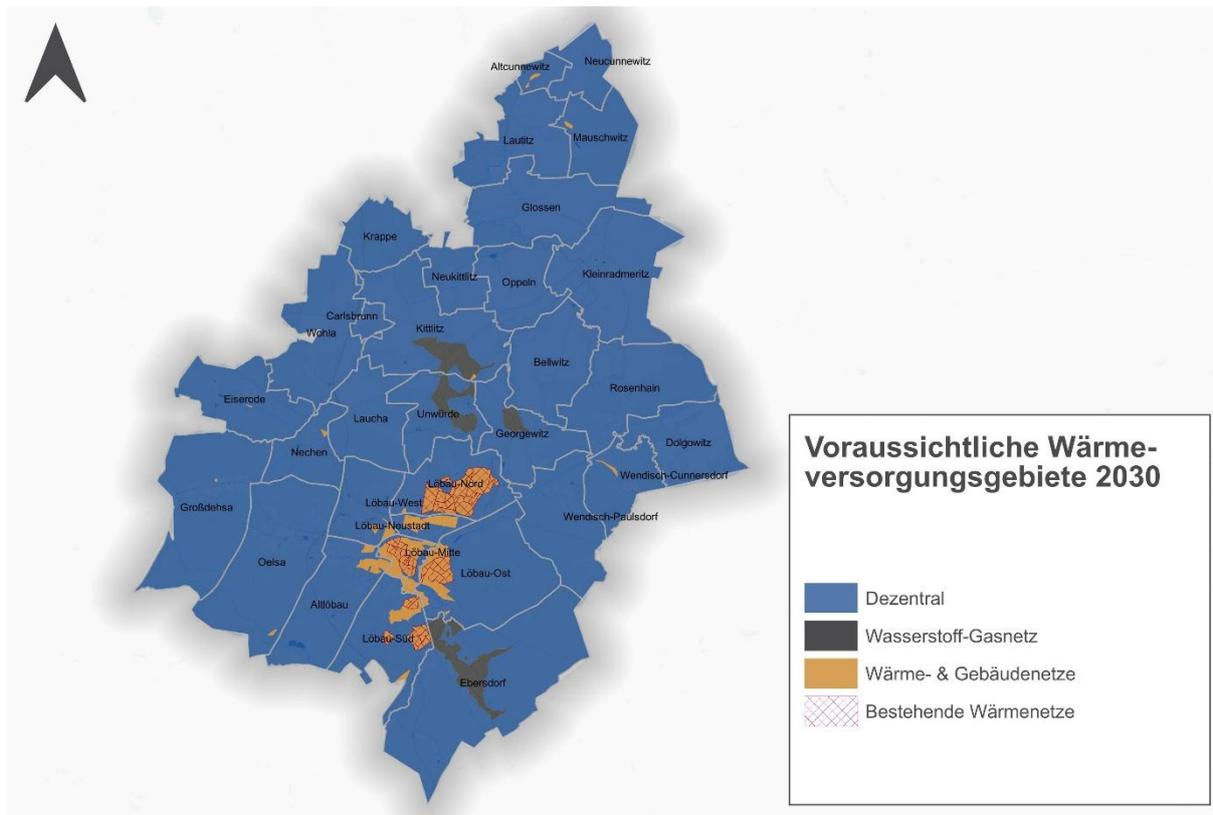


Abbildung 66 Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2030

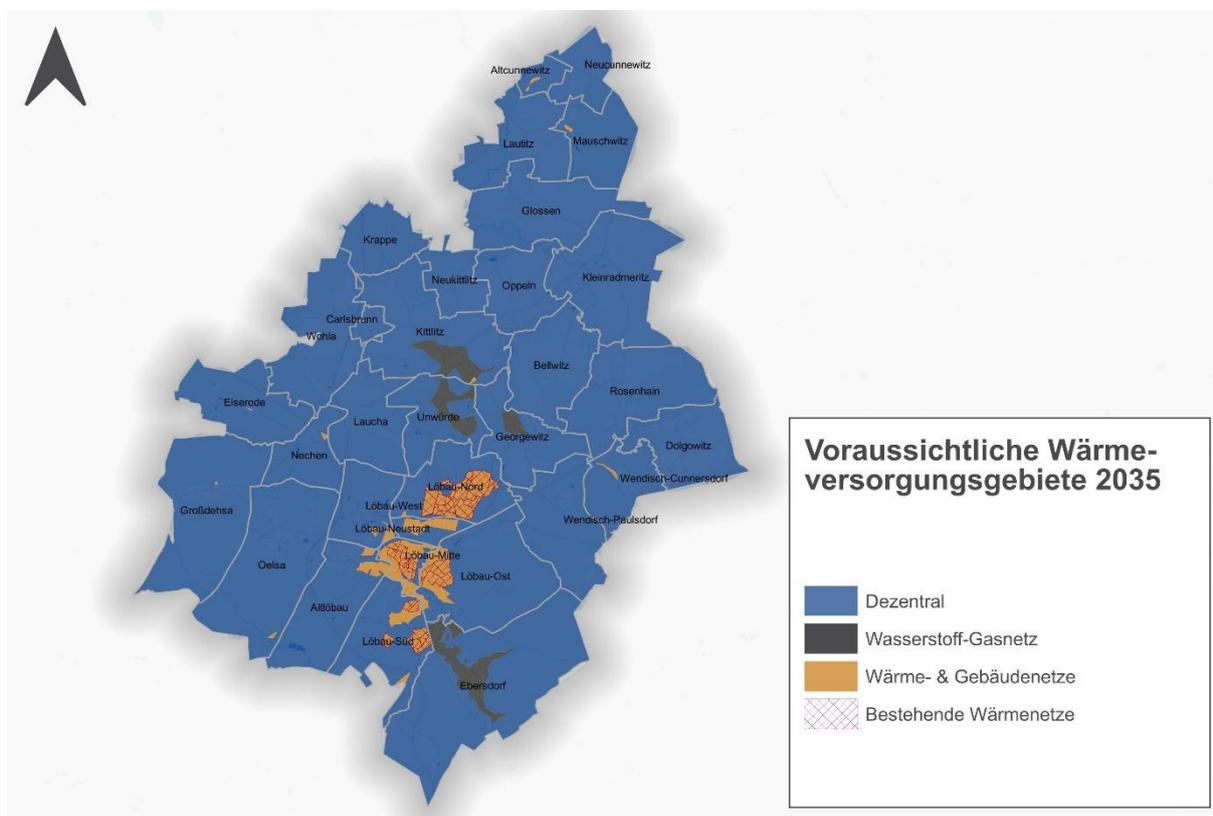


Abbildung 67 Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2035

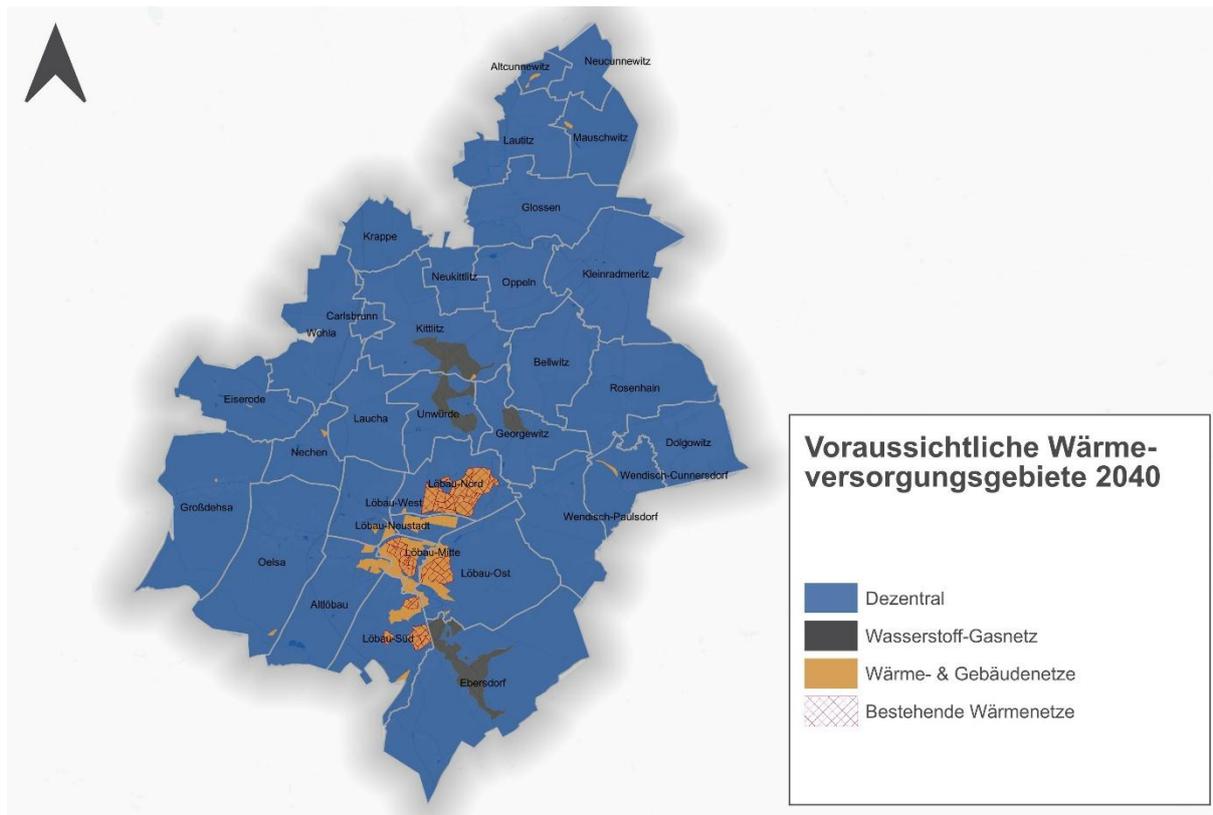


Abbildung 68 Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2040

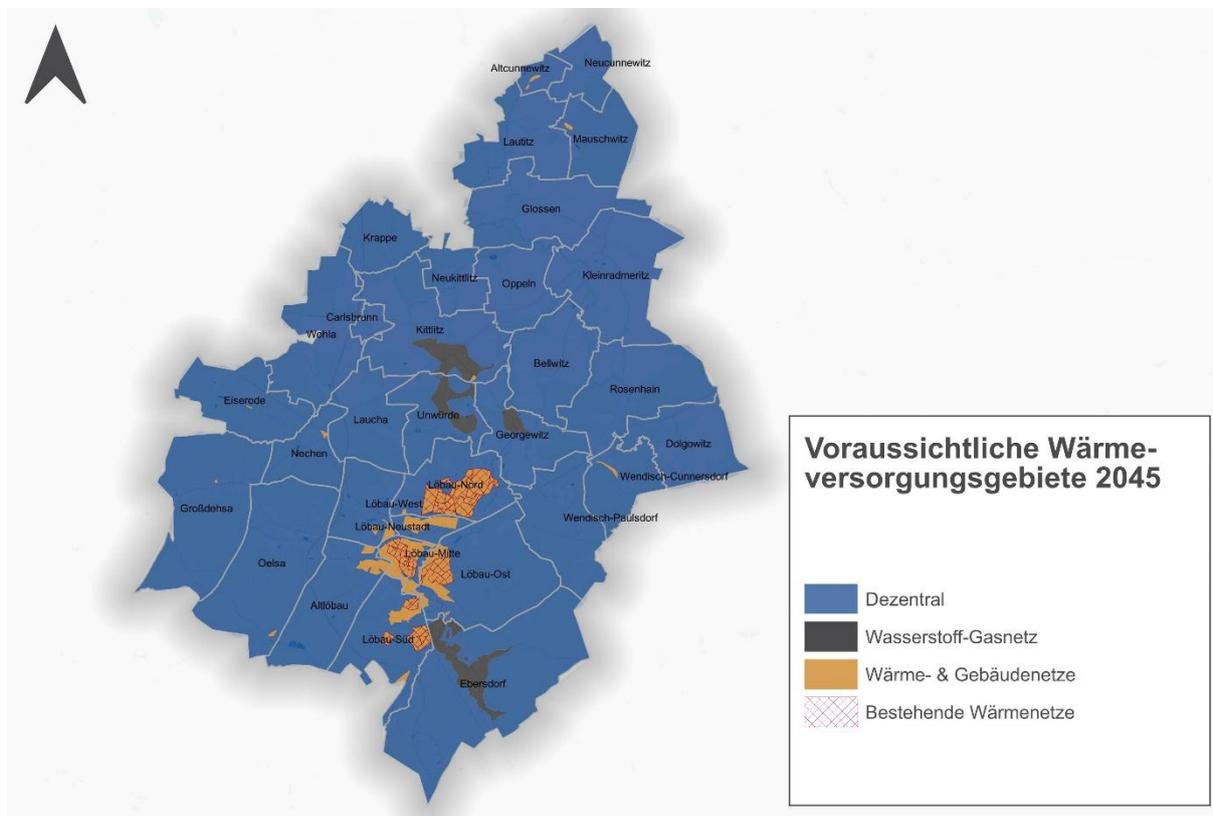


Abbildung 69 Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2045

## Zielszenario mit Energie- und THG-Bilanz

Das Zielszenario wird auf Basis der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete und der Wärmeversorgungsarten, die im Zieljahr als sehr wahrscheinlich geeignet gelten, gebildet. Die voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs wird genutzt, um für diese Wärmeversorgungsarten für die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040 sowie das Zieljahr 2045 voraussichtliche THG-Emissionen abzuleiten. Das gebildete Zielszenario zeigt insgesamt folgende Projektionen für das Zieljahr 2045:

- In der Stadt Löbau beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung, der durch das Gas- bzw. Wasserstoffnetz bereitgestellt wird, ca. 42 GWh.
- In der Stadt Löbau sind 183 Gebäude im Zielszenario im Jahr 2045 durch Gebäudenetze versorgt. Der Endenergieverbrauch der Gebäudenetze beträgt knapp 7 GWh.
- In der Stadt Löbau sind 1.576 Gebäude im Zielszenario im Jahr 2045 durch Wärmenetze versorgt. Der Endenergieverbrauch der Wärmenetze beträgt ca. 101 GWh.
- In der Stadt Löbau sind 6.381 Gebäude für die dezentrale Wärmeversorgung im Zielszenario vorgesehen. Der Endenergieverbrauch der dezentral versorgten Gebäude beträgt ca. 131 GWh.

### Gesamte Wärmeversorgung

Durch die Reduktion des Wärmebedarfs und die Umstellung auf eine erneuerbare Wärmeversorgung mittels Wärmenetzen, Wasserstoffnetzen, Gebäudenetzen oder dezentralen Einzellösungen verändert sich im Zielszenario der jährliche Endenergieverbrauch an Wärme im Untersuchungsgebiet. Insgesamt sinkt der Endenergieverbrauch für Wärme und seine Zusammensetzung verändert sich.

Tabelle 15 und Abbildung 70 zeigen die Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs nach Endenergiesektor im Zielszenario. Danach sinken die absoluten Endenergieverbräuche der einzelnen Sektoren unterschiedlich stark. Im Zielszenario steigt der Endenergieverbrauch öffentlicher Gebäude durch den Anschluss an Wärmenetze, da die zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärme systemisch zu höheren bilanzierten Endenergieverbräuchen führt als die bisherige dezentrale Versorgung. Die tatsächliche Effizienz und die THG-Bilanz verbessern sich dabei dennoch.

Tabelle 15 Jährlicher Endenergieverbrauch in MWh/a nach Endenergiesektor

Endenergiesektor	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Haushalte	179.889	148.159	131.594	123.100	117.074
Gebäude für öffentliche Zwecke	19.589	28.558	26.998	25.931	24.534
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	119.574	74.411	75.643	72.182	68.960

Industrie (Prozesswärme)	70.658	70.224	69.949	69.686	69.430
--------------------------	--------	--------	--------	--------	--------

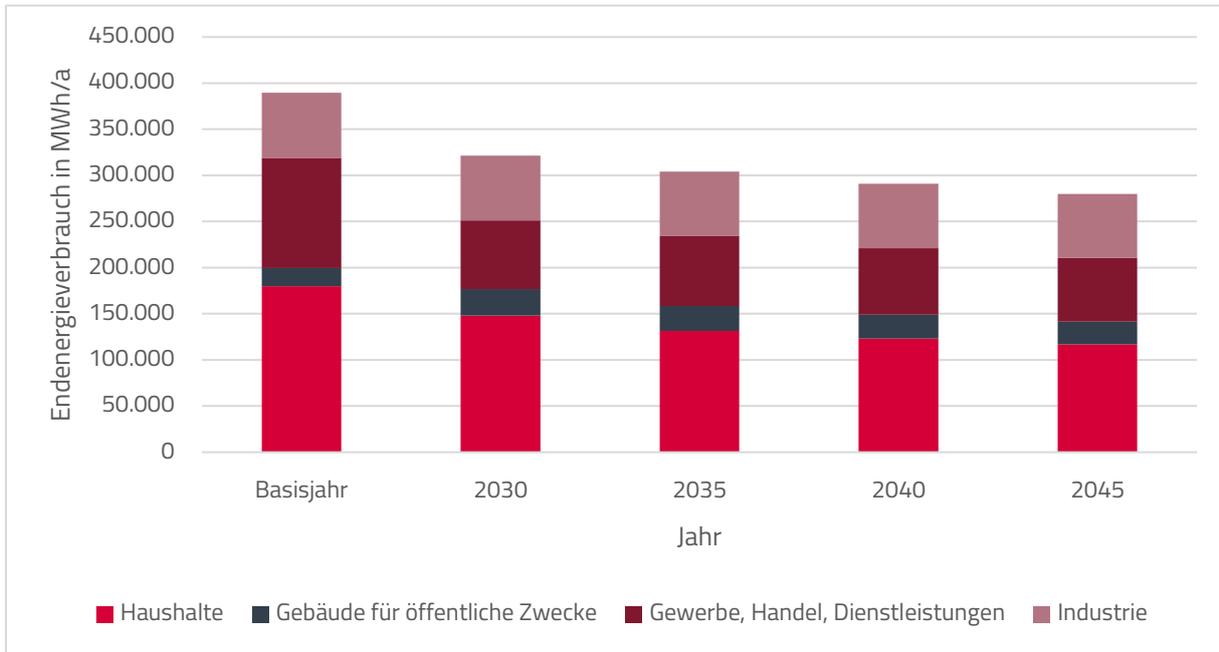


Abbildung 70 Jährlicher Endenergieverbrauch nach Endenergiesektor

Tabelle 16 und Abbildung 71 zeigen die Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario. Hierbei zeigt die Tabelle den Endenergieverbrauch inklusive des Verbrauchs an Energieträgern zur Bereitstellung von Nah-/Fernwärme. Innerhalb des Zielszenarios reduzieren sich die Endenergieverbräuche fossiler Energieträger deutlich, während Endenergieverbräuche erneuerbarer Energieträger deutlich ansteigen. So steigt bspw. der Endenergieverbrauch von Geothermie durch die Umsetzung größerer Erdsondenfelder ab 2035 deutlich an. Heizöl darf nach Vorgabe des GEG ab dem Jahr 2045 nicht mehr eingesetzt werden. Erdgas wird zwischen 2035 und 2040 vollständig durch Wasserstoff ersetzt.

Tabelle 16 Jährlicher Endenergieverbrauch in MWh/a nach Endenergieträger

Endenergieträger	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Kohle	13.387	4.568	2.537	1.118	-
Abwärme	226	-	-	-	-
Biomasse	88.749	113.202	109.075	112.785	108.861

Erdgas	193.345	127.621	75.043	-	-
Geothermie	221	723	15.255	14.855	14.320
Heizöl	68.377	42.278	23.291	10.279	-
PV-Strom	269	547	1.041	1.258	1.351
Solarthermie	2.278	2.000	9.801	11.895	11.782
Strommix	2.943	7.806	30.128	47.026	51.661
Umweltwärme	5.055	13.339	32.767	44.776	49.506
Wasserstoff	-	-	-	44.475	42.517
Flüssiggas	13.853	8.646	4.900	2.279	-
Biogas	1.007	622	346	152	-

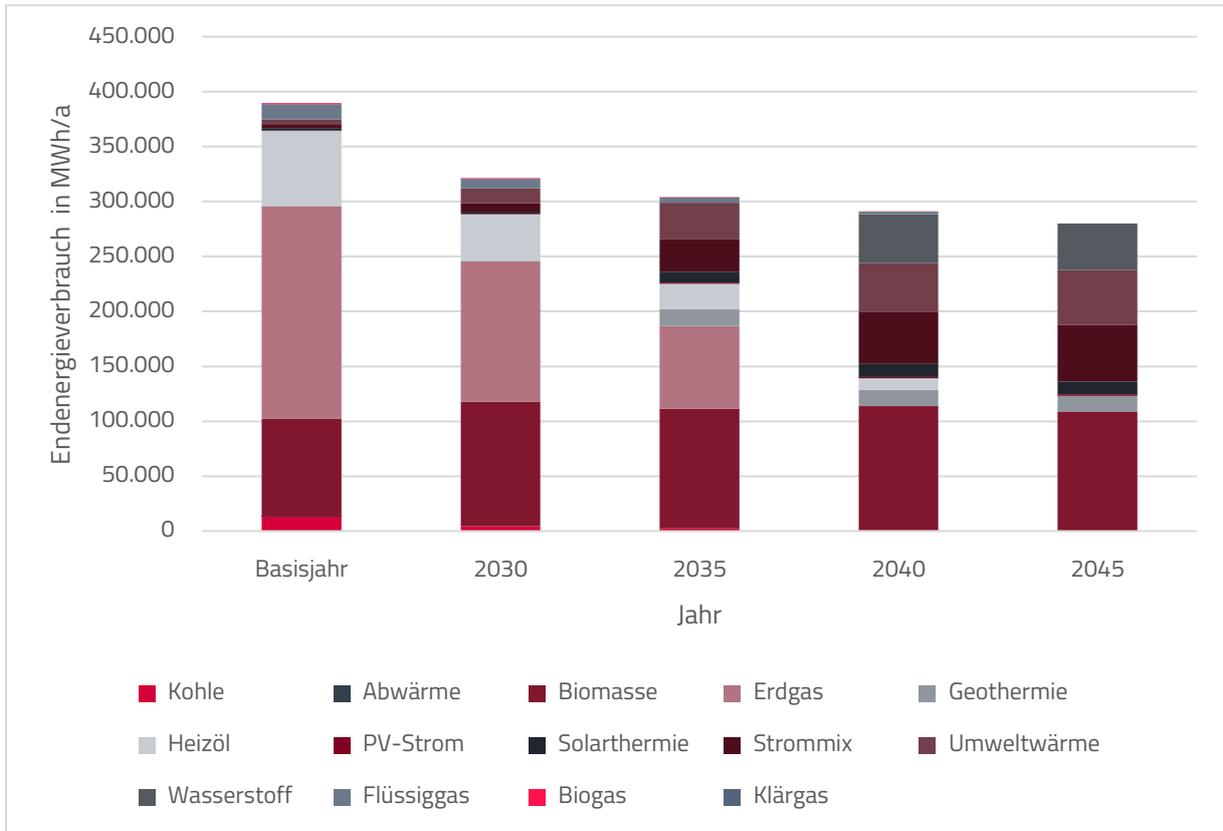


Abbildung 71 Endenergieverbrauch nach Endenergieträger

Durch den veränderten Energieträgermix und die Reduktion des Endenergieverbrauchs an Wärme ergeben sich in Summe über die Stützjahre geringere THG-Emissionen. Tabelle 17 zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen auf Basis von BSKO-THG-Faktoren und GEG-THG-Faktoren. Die Diskrepanz zwischen den Faktoren ergibt sich aus der Ermittlung der jeweiligen Faktoren. Insbesondere BSKO berücksichtigt etwaige Restemissionen durch Hilfsenergien oder Betriebsmittel. Bis 2045 gehen die THG-Emissionen deutlich zurück. Es verbleibt eine geringe jährliche Menge an Restemissionen durch Wasserstoffbereitstellung sowie durch die Nutzung von Biomasse.

Tabelle 17 Jährliche Emissionen der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent

	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Emissionen nach BSKO	92.456	55.956	39.007	19.486	6.915
Emissionen nach GEG	89.120	51.557	31.195	7.833	2.877

## Leitungsgebundene Wärmeversorgung durch Wärme- und Gasnetze

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung ist im Zielszenario vorrangig durch den Ausbau und die Transformation der Wärmenetze und die Transformation des bestehenden Gasnetzes geprägt.

Abbildung 72 zeigt die Entwicklung des Anteils der leitungsgebundenen Wärmeversorgung durch Nah-/Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent. Über die Jahre steigt der Anteil von Nah-/Fernwärme auf 36 % im Jahr 2045 an. Dies ist primär durch den anstehenden Ausbau bis 2030 und weitere Wärmenetzgebietsrealisierungen zwischen 2030 und 2035 bedingt.

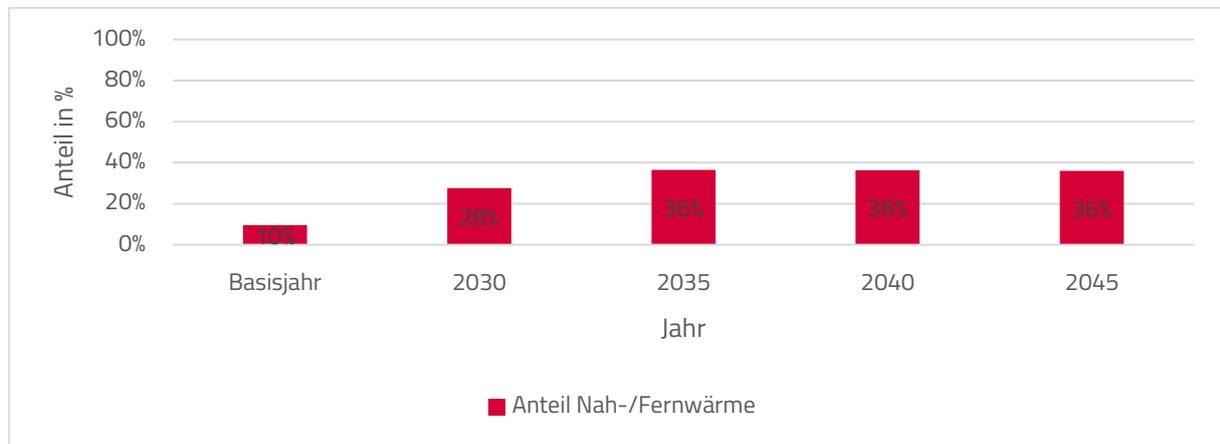


Abbildung 72 Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent in den Stützjahren 2030, 2035, 2040, 2045

Tabelle 18 zeigt, aus welchen Energieträgern sich die bereitgestellte Nah-/Fernwärme über die Stützjahre bis zum Zieljahr zusammensetzt. Im Detail werden die jährlichen Endenergieverbräuche und die Anteile nach Energieträgern veranschaulicht. Demnach nimmt der absolute Endenergieverbrauch durch den Ausbau der Wärmenetze bis 2030 und 2035 zu, während jedoch sukzessive die Anteile fossiler Energieträger abnehmen und die Anteile erneuerbarer Energieträger, wie Geothermie durch Erdsondenfelder, Biomasse und letztlich auch Wasserstoff zunehmen.

Tabelle 18 Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für Nah-/Fernwärme nach Energieträgern in MWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent

Endenergieträger	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Kohle	5.997	-	-	-	-
Biomasse	7.756	38.147	36.427	34.820	33.191
Erdgas	19.449	38.888	37.068	-	-
Geothermie	-	-	14.076	13.521	12.907
Heizöl	141	-	-	-	-
PV-Strom	269	430	406	384	361

Solarthermie	-	-	7.483	7.188	6.862
Strommix	1.077	3.522	8.045	7.705	7.341
Umweltwärme	2.473	7.554	7.187	6.850	6.505
Wasserstoff	-	-	-	35.384	33.666
Summe	37.163	88.541	110.692	105.852	100.833
Anteile					
Anteil-Kohle	16%	0%	0%	0%	0%
Anteil-Biomasse	21%	43%	33%	33%	33%
Anteil-Erdgas	52%	44%	33%	0%	0%
Anteil-Geothermie	0%	0%	13%	13%	13%
Anteil-Heizöl	0%	0%	0%	0%	0%
Anteil-PV-Strom	1%	0%	0%	0%	0%
Anteil-Solarthermie	0%	0%	7%	7%	7%
Anteil-Strommix	3%	4%	7%	7%	7%
Anteil-Umweltwärme	7%	9%	6%	6%	6%
Anteil-Wasserstoff	0%	0%	0%	33%	33%

Die Veränderung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung zeigt sich auch in den Zahlen der angeschlossenen Gebäude. Tabelle 19 zeigt die Anzahl der Gebäude, die an eine zentrale Versorgung mittels Wärmenetz oder Gasnetz angeschlossen sind. Darüber hinaus wird auch die Gesamtheit der beheizten Gebäudeobjekte sowie die Anteile der Gebäude, die an eine zentrale Versorgung angeschlossen sind, veranschaulicht. Der Anteil der am Gasnetz angeschlossenen Gebäude sinkt deutlich, während der Anteil der Gebäude mit einem Wärmenetzanschluss deutlich steigt.

Tabelle 19 Anzahl der Gebäude mit zentraler Versorgung

Gebäude	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Anzahl mit Gasnetzversorgung (ab Umstelljahr Wasserstoff)	3.129	2.024	1.091	107	107
Anzahl mit Nah-/Fernwärmeversorgung	172	971	1.576	1.576	1.576
Summe zentral beheizter Gebäude	3.301	2.995	2.667	1.683	1.683
Anzahl Gebäudegesamtheit - beheizt	8.255	8.255	8.255	8.255	8.255

Anteil mit Gasnetzversorgung	38%	25%	13%	1%	1%
Anteil mit Nah-/Fernwärmeversorgung	2%	12%	19%	19%	19%

Die Veränderung der Gasnetzanschlüsse spiegelt sich auch im jährlichen Endenergieverbrauch an Erdgas aus Gasnetzen wider. Tabelle 20 zeigt diesen unterteilt nach Energieträgern sowie deren Anteile daran. Demnach sinkt der Endenergieverbrauch aus Gasnetzen absolut und ab dem Umstelljahr für Wasserstoff wird der Endenergieverbrauch zu 100 % aus Wasserstoff gedeckt.

Tabelle 20 Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in MWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent

Endenergieträger	Basisjahr	2030	2035	2040	2045
Erdgas	193.345	127.621	75.043	-	-
Wasserstoff	-	-	-	44.475	42.517
Summe	193.345	127.621	75.043	44.475	42.517
Anteile					
Anteil - Erdgas	100%	100%	100%	0%	0%
Anteil - Wasserstoff	0%	0%	0%	100%	100%

## Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie beschreibt den Weg von der gegenwärtigen Wärmeversorgung hin zum Zielzustand der klimaneutralen Wärmeversorgung mithilfe eines Maßnahmenkatalogs, der die identifizierten Maßnahmen jeweils in einem Steckbriefformat beschreibt. Diese Maßnahmen sind unmittelbar von der planungsverantwortlichen Stelle selbst zu realisieren. Da die Wärmewende abseits der Gemeinde auch in den Händen anderer Stakeholder liegt (z. B. Unternehmen oder Gebäudeeigentümer) sieht dieser Wärmeplan auch Maßnahmen für andere Akteure vor, welche somit keine „Umsetzungsmaßnahmen“ im Sinne des WPGs darstellen. Für diese Maßnahmen kann die Gemeinde maximal sensibilisieren oder verbesserte Rahmenbedingungen mithilfe der Umsetzungsmaßnahmen schaffen. Außerdem werden zwei Fokusgebiete nach NKL ausgewiesen. Für die Umsetzungsmaßnahmen sind folgende Aspekte zu adressieren und darzustellen:

- Erforderliche Umsetzungsschritte
- Umsetzungsfrist für Abschluss der Maßnahme
- Kosten, welche mit der Planung und Umsetzung der Maßnahme verbunden sind
- Akteure, welche die Kosten tragen
- Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPGs

Darüber hinaus adressiert dieser Wärmeplan auch den Status Quo (vor Maßnahnumsetzung), Fördermöglichkeiten sowie mögliche Hemmnisse und Lösungsansätze in den Maßnahmensteckbriefen. Die Maßnahmen wurden in Zusammenarbeit mit den Schlüsselakteuren im Rahmen des Fachworkshops zur Maßnahmenentwicklung erstellt und mit der Stadt wurden Ideen und Ansätze gesammelt, die in einzelnen Maßnahmen berücksichtigt wurden.

## Fokusgebiete

Ein Fokusgebiet beschreibt ein räumlich abgegrenztes Gebiet, das kurz- und mittelfristig vorrangig für eine klimafreundliche Wärmeversorgung bearbeitet werden soll. Diese werden auf Basis der Erkenntnisse aus den geplanten Wärmeversorgungsgebieten unter Berücksichtigung des THG-Minderungspotenzials und der Handlungsmöglichkeiten der Kommune ausgewählt. Für diese Fokusgebiete werden zusätzlich konkrete Umsetzungspläne dargestellt.

## Fokusgebiet 1: Wärmenetzausbau in Löbauer Zentrum

Auf Basis der Identifikation voraussichtlicher Wärmenetzgebiete und den Bestrebungen, den Ausbau der bestehenden Wärmenetzgebiete weiter voranzutreiben, wird als erstes Fokusgebiet der weitere Wärmenetzausbau im Zentrum der Stadt Löbau vorgeschlagen (Abbildung 73).

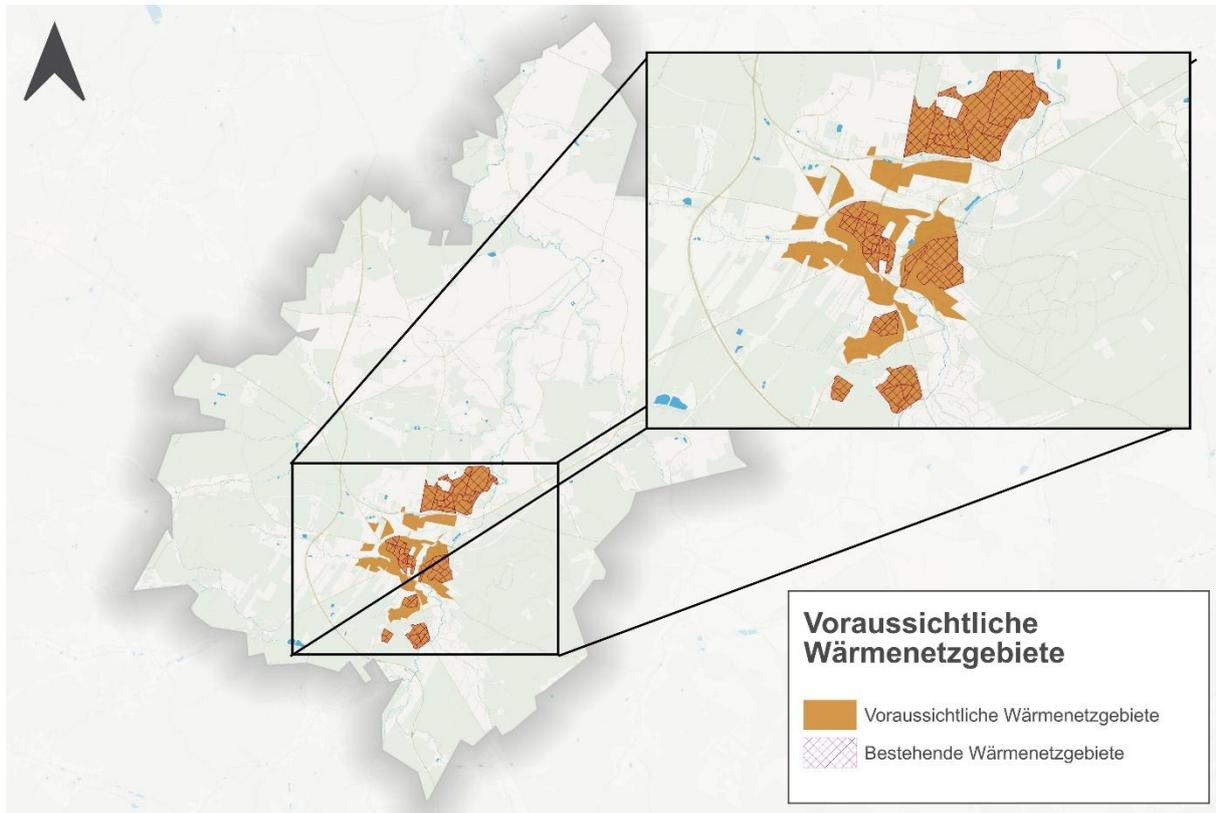


Abbildung 73 Fokusgebiet 1

Die Grundlagenermittlung der Wärmeplanung ergab für die Gesamtheit der voraussichtlichen Wärmenetzgebiete einen Wärmebedarf von ca. 91 GWh/a für das gesamte voraussichtliche Wärmenetzgebiet im Zentrum der Stadt Löbau. Dieser Wert entsteht durch 1.576 Gebäude, die innerhalb dieses Gebiets liegen. Die Ergebnisse der Wärmeplanung können als Grundlage für den nächsten Schritt, die Durchführung einer Machbarkeitsstudie, dienen. In dieser Studie sollten folgende Analysen durchgeführt werden: Verifizierung des Wärmebedarfs durch Erhebung weiterer Verbrauchsdaten, eine weiterführende Untersuchung der aufgezeigten Wärmequellen (Wasserstoff, Biomasse oder Großwärmepumpen mit Solarthermie), Analyse der technischen Machbarkeit und konkreten Wirtschaftlichkeit des Projekts, eine Bewertung der rechtlichen Rahmenbedingungen und der Umweltverträglichkeit sowie eine umfassende Bürgerbefragung. Diese Befragung ist ein wichtiger Bestandteil, um die Bedürfnisse und Interessensbekundungen der Einwohner zu erfassen. Es ist essenziell, die Bevölkerung frühzeitig einzubinden, um Akzeptanz und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen zu gewährleisten. Nach der Erstellung einer Machbarkeitsstudie könnte in die Planungsphase für ein potenzielles Wärmenetz übergegangen werden. Anschließend gilt es, eine umfassende Entwurfs- und Genehmigungsplanung vorzunehmen sowie die Bauphase mit geeigneten Dienstleistern umzusetzen. Nach erfolgreicher Bau- und Inbetriebnahme-Phase ist der durchgängige technische und kaufmännische Betrieb durch die Betreibergesellschaft zu gewährleisten.

## Fokusgebiet 2: Aufbau von Gebäudenetzen

Auf Basis der Identifikation voraussichtlicher Gebäudenetze werden als zweites Fokusgebiet der Aufbau von Gebäudenetzen vorgeschlagen (Abbildung 74).

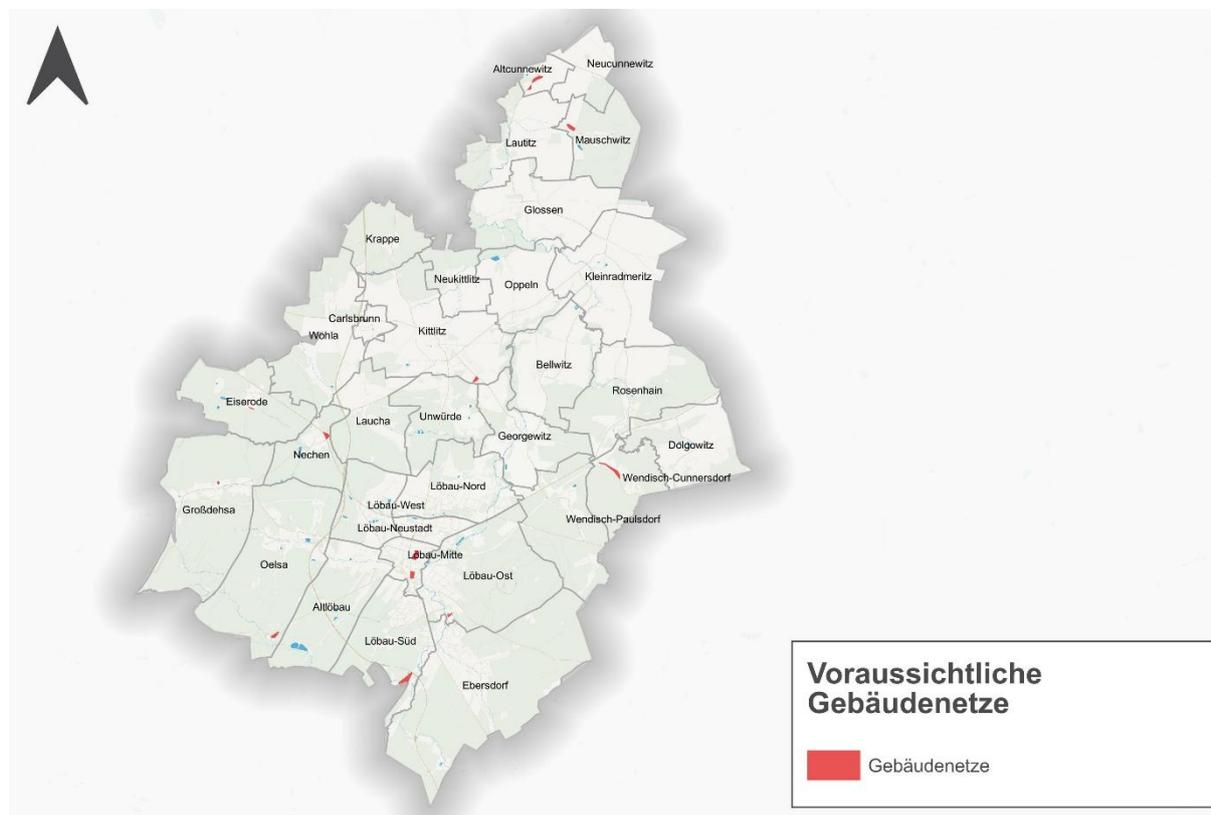


Abbildung 74 Fokusgebiet 2

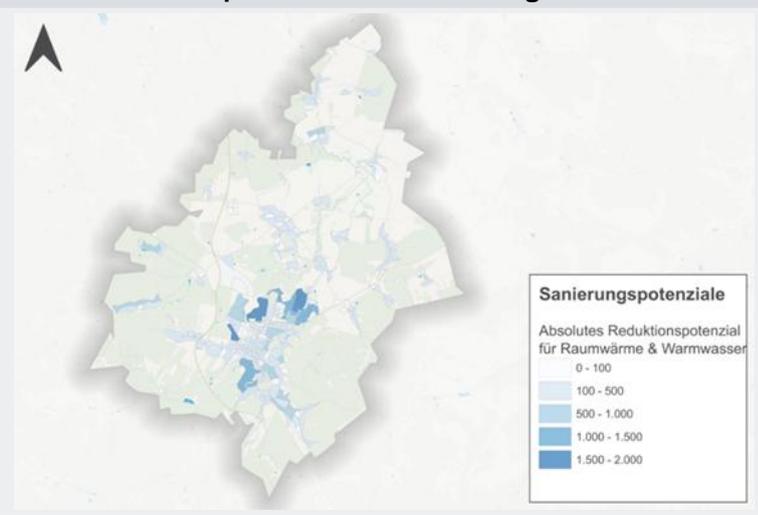
Die Grundlagenermittlung der Wärmeplanung ergab für die voraussichtlichen Gebäudenetze einen Wärmebedarf von ca. 5 GWh/a für das gesamte voraussichtliche Wärmenetzgebiet im Zentrum der Stadt Lößau. Dieser Wert entsteht durch 183 Gebäude, für welche sich ein Gebäudenetz voraussichtlich am wahrscheinlichsten eignet.

Die Ergebnisse der Wärmeplanung können als Grundlage für die nächsten Schritte dienen. Für Umsetzung der vorgeschlagenen Gebäudenetze sind folgende Schritte zu unternehmen. Zuerst gilt es mit den jeweiligen Eigentümern ins Gespräch zu treten, um diese über die Vorteile einer zentralen Wärmebereitstellung für mehrere Gebäude zu sensibilisieren. In diesem Zusammenhang ist es nötig, mögliche Finanzierungsmodelle, Kostenträger sowie das Betreiberkonzept abzustimmen. Anschließend ist der jeweilige Bestand an Wärmeerzeugern in den jeweiligen Gebäuden sowie deren derzeitige Verbräuche und ggf. geplante Sanierungen zu analysieren. Im Weiteren ist eine Analyse der technischen Machbarkeit und konkreten Wirtschaftlichkeit der Gebäudenetzlösungen sowie die Identifikation einer Vorzugsvariante vorzunehmen. Damit verbunden ist letztlich auch eine technische Planung und Auslegung der Gebäudenetze. Nach Abschluss der Voranalyse und Planungsphase ist die Bauphase mit geeigneten Dienstleistern umzusetzen. Nach erfolgreicher Bau- und Inbetriebnahme-Phase ist der durchgängige technische und kaufmännische Betrieb durch einen vordefinierten Betreiber zu gewährleisten.

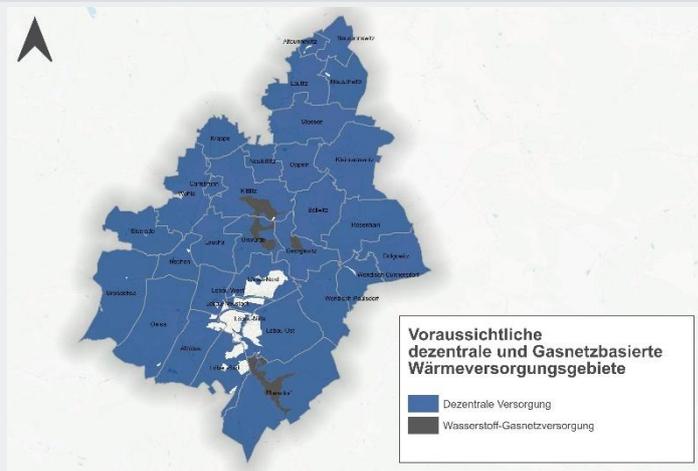
## Maßnahmenkatalog

Die nachfolgenden Maßnahmensteckbriefe sind in die folgenden Strategiefelder unterteilt:

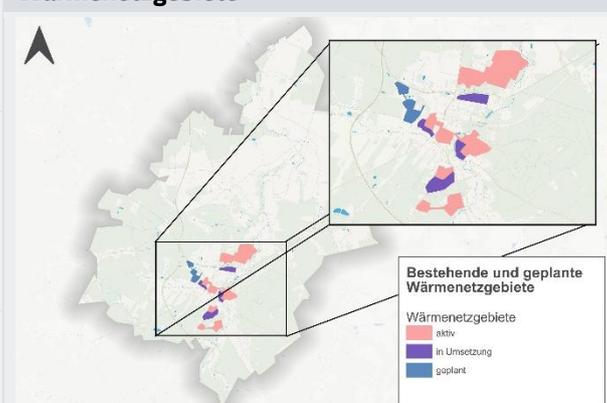
- Effizienz
  - Gebäudesanierung und die Umstellung der Gebäude auf einen Niedertemperaturstandard
  - Reduktion von Prozesswärmebedarf in Betrieben beschleunigen
- Dezentrale Versorgung
- Heizungsumstellung von einzelnen Akteuren lenken
- Quartierslösung
  - Aufbau von Quartierslösungen (Gebäudenetze)
- Wärmenetze
  - Transformation bestehender Wärmenetze
  - Auf- bzw. Ausbau von zentraler Wärmenetzinfrastruktur ermöglichen bzw. beschleunigen

Maßnahmentitel				
<b>Gebäudesanierung und die Umstellung der Gebäude auf einen Niedertemperaturstandard</b>				
<b>Status Quo</b>	Anzahl Gebäude	7.209	Wärmebedarf [MWh/a]	182.012
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	1.848.734	THG-Emissionen [t <sub>CO2-eq</sub> /a]	63.322
<b>Maßnahme</b>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	<i>Energetische Gebäudesanierung (Gebäudehülle, Heizung, Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung) privater Haushalte und gewerblich genutzten Gebäuden.</i>			
<b>Erforderliche Umsetzungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudescharfe Potenzialanalysen</li> <li>• Umbau der Gebäude</li> </ul>			
<b>Hemmnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionskosten</li> </ul>			
<b>Überwindungsmöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittel</li> </ul>			
<b>Erforderliche Akteure und Kostenträger</b>	Eigentümer	<b>Wärmereduktionspotenziale durch Sanierung</b> 		
<b>Kostenindikation</b>	<i>Abhängig von der Sanierungstiefe der Liegenschaft</i>			
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<i>Bundförderung für effiziente Gebäude (BEG)</i>			
<b>Umsetzungshorizont/-frist</b>	2044			
<b>Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG</b>	<i>Durch energetische Sanierungen können Gebäude einerseits für die effiziente Nutzung von Wärmepumpen ertüchtigt werden und andererseits sinkt dadurch der Raumwärmebedarf und somit auch die THG-Emissionen.</i>			

Maßnahmentitel				
Reduktion des Prozesswärmebedarfes in Betrieben beschleunigen				
<b>Status Quo</b>	Anzahl Gebäude	40	Wärmebedarf [MWh/a]	62.250
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	33.606	THG-Emissionen [t <sub>CO2-eq</sub> /a]	5.651
<b>Maßnahme</b>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Implementierung von Effizienzmaßnahmen für industrielle Prozesswärme durch z. B. Wärmerückgewinnung, Wärmespeicherung oder Energieaudits.			
<b>Erforderliche Umsetzungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung der Prozesse auf Einsparpotenziale</li> <li>• Kosten-Nutzen-Rechnung</li> <li>• Durchführung von Effizienzmaßnahmen in Prozessen</li> </ul>			
<b>Hemmnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionskosten</li> </ul>			
<b>Überwindungsmöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittel</li> </ul>			
<b>Erforderliche Akteure und Kostenträger</b>	Industrie/Unternehmen	<b>Prozesswärmereduktionspotenziale durch Effizienzmaßnahmen in der Industrie</b>		
<b>Kostenindikation</b>	Abhängig von jeweiligem Prozess			
<b>Fördermöglichkeiten</b>	Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW); KfW 295			
<b>Umsetzungshorizont/-frist</b>	2044			
<b>Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG</b>	Effizienzmaßnahmen für industrielle Prozesswärme senken den Energieverbrauch und damit auch die THG-Emissionen.			

Maßnahmentitel		Heizungsumstellung von einzelnen Akteuren lenken		
<b>Status Quo</b>	Anzahl Gebäude	6.488	Wärmebedarf [MWh/a]	128.866
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	1.051.703	THG-Emissionen [tCO <sub>2</sub> -eq/a]	43.409
<b>Maßnahme</b>				
<b>Kurzbeschreibung</b>	Ausbau EE-Wärmeerzeuger zur Versorgung einzelner Gebäude oder Anpassung bestehender Systeme.			
<b>Erforderliche Umsetzungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle Prüfung unterschiedlicher Heizungstechnologien für jeweiliges Gebäude durch Eigentümer</li> <li>• Austausch der Heizungsanlagen mit H<sub>2</sub>-Ready-Anlagen, bei positivem Prüfergebnis</li> </ul>			
<b>Hemmnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionskosten</li> <li>• Bedenken gegenüber Wärmepumpen (Stromversorgung)</li> </ul>			
<b>Überwindungsmöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittel</li> <li>• Informationsveranstaltungen</li> </ul>			
<b>Erforderliche Akteure und Kostenträger</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigentümer von Gebäuden</li> <li>• Stadtverwaltung</li> <li>• Versorgungsunternehmen</li> </ul>	<b>Voraussichtlich dezentral und Gasnetz-versorgte Gebiete</b> 		
<b>Kostenindikation</b>	Variiert nach nötiger thermischer Leistung und gewählter Erzeugervariante			
<b>Fördermöglichkeiten</b>	BEG			
<b>Umsetzungshorizont/-frist</b>	Prüfung nach § 72 GEG in Abhängigkeit der Inbetriebnahme und Heizkeselart; Beginn nach KWP bis spätestens Ende 2044			
<b>Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG</b>	Erneuerbare Wärmeversorgung ersetzt fossile Erzeuger und spart somit direkt THG-Emissionen. Die konkrete Einsparung ist abhängig von der gewählten Erzeugervariante.			

Maßnahmentitel		Aufbau von Quartierslösungen (Gebäudenetze)		
Status Quo	Anzahl Gebäude	183	Wärmebedarf [MWh/a]	4.985
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	43.121	THG-Emissionen [t <sub>CO2-eq</sub> /a]	1.676
<b>Maßnahme</b>				
<b>Kurzbeschreibung</b>		Gebäudenetzneubau nach Durchführung von Machbarkeitsstudien		
<b>Erforderliche Umsetzungsschritte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunale Wärmeplanung</li> <li>• Zusammenschluss der Stakeholder</li> </ul>		
<b>Hemmnisse</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personelle und finanzielle Ressourcen der Gebäudeeigentümer</li> <li>• Nachbarschaftliche Interessenskonflikte</li> <li>• Fehlende Stakeholder</li> </ul>		
<b>Überwindungsmöglichkeiten</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittel</li> <li>• Energieliefer-/Betriebsführungs-Contracting</li> </ul>		
<b>Erforderliche Akteure und Kostenträger</b>		Stakeholder für den Netzneubau und Betrieb	<b>Voraussichtliche Gebäudenetzgebiete</b> 	
<b>Kostenindikation</b>		Anschlussquote, Rohrsysteme, gewählter Erzeugerpark, Quellen-Senken Distanz, Vorplanung und Beteiligungsverfahren		
<b>Fördermöglichkeiten</b>		Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)		
<b>Umsetzungshorizont/-frist</b>		2044		
<b>Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG</b>		Durch kollektive Erschließung von erneuerbaren Wärmequellen über eine leitungsgebundene Wärmeversorgung können Kompetenzen nachbarschaftlich gebündelt und Aufwendungen gemeinsam organisiert werden. Außerdem findet die Wärmewende bei Errichtung eines Gebäudenetzes in mehreren Gebäuden gleichzeitig statt. Die konkrete Einsparung ist abhängig von der gewählten Erzeugerkombination.		

Maßnahmentitel		Transformation der bestehenden und in Umsetzung befindlichen Wärmenetze vorantreiben		
Status Quo	Anzahl Gebäude	971	Wärmebedarf [MWh/a]	66.031
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	532.321	THG-Emissionen [t <sub>CO2-eq</sub> /a]	36.574
<b>Maßnahme</b>				
<b>Kurzbeschreibung</b>		Wärmenetztransformation nach Durchführung von Machbarkeitsstudien		
<b>Erforderliche Umsetzungsschritte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Machbarkeitsstudie</li> <li>Zusammenschluss der Stakeholder</li> </ul>		
<b>Hemmnisse</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Personelle und finanzielle Ressourcen für Bau, Betrieb und Instandhaltung</li> <li>Investitionskosten</li> </ul>		
<b>Überwindungsmöglichkeiten</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fördermittel</li> </ul>		
<b>Erforderliche Akteure und Kostenträger</b>		Stakeholder für Netzneubau und Betrieb, Straßen- und Tiefbauamt	<b>Wärmenetzgebiete</b> 	
<b>Kostenindikation</b>		Anschlussquote, Rohrsysteme, gewählter Erzeugerpark, Quellen-Senken Distanz, Vorplanung und Beteiligungsverfahren		
<b>Fördermöglichkeiten</b>		BEW-Förderung		
<b>Umsetzungshorizont/-frist</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau bis 2030</li> <li>Transformation Erzeugerpark: bis 2037 (vor Umstellung des Gasnetzes)</li> </ul>		
<b>Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG</b>		<p>Durch den Einsatz leitungsgebundener Systeme können erneuerbare Wärmequellen effizient erschlossen, sektorübergreifende Synergien genutzt und mehrere Gebäude gleichzeitig an klimafreundliche Versorgungsstrukturen angeschlossen werden. Dies ermöglicht eine koordinierte Dekarbonisierung ganzer Quartiere. Die konkrete THG-Einsparung hängt dabei vom gewählten Erzeugerkonzept und den eingesetzten regenerativen Wärmequellen ab. Zudem wird durch den Zusammenschluss von Stakeholdern eine gemeinsame Organisation von Infrastrukturmaßnahmen und Investitionen gefördert, was Planungssicherheit und Umsetzungseffizienz erhöht.</p>		

Maßnahmentitel		Auf- bzw. Ausbau von zentraler Wärmenetzinfrastruktur ermöglichen bzw. beschleunigen		
Status Quo	Anzahl Gebäude	1.576	Wärmebedarf [MWh/a]	91.306
	Beheizte Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	746.554	THG-Emissionen [t <sub>CO2-eq</sub> /a]	46.847
<b>Maßnahme</b>				
Kurzbeschreibung	Wärmenetzneubau nach Durchführung von Machbarkeitsstudien			
Erforderliche Umsetzungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunale Wärmeplanung</li> <li>• Zusammenschluss der Stakeholder</li> </ul>			
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personelle und finanzielle Ressourcen für Bau, Betrieb und Instandhaltung</li> <li>• Ermittlung einer Anschlussquote auf Basis von z. B. einer Bürgerbefragung</li> <li>• Fehlende Stakeholder</li> </ul>			
Überwindungsmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittel</li> <li>• Energieliefer-/Betriebsführungs-Contracting</li> </ul>			
Erforderliche Akteure und Kostenträger	Stakeholder für Netzneubau und Betrieb, Straßen- und Tiefbauamt	<b>Voraussichtliche Wärmenetzgebiete</b> 		
Kostenindikation	Anschlussquote, Rohrsysteme, gewählter Erzeugerpark, Quellen-Senken Distanz, Vorplanung und Beteiligungsverfahren			
Fördermöglichkeiten	BEW			
Umsetzungshorizont/-frist	2035			
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios und der Ziele des WPG	Die Maßnahme unterstützt die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und die Minderung von Treibhausgasemissionen im Wärmesektor. Durch die zentrale, leitungsgebundene Versorgung lassen sich mehrere Gebäude effizient dekarbonisieren, Investitionen bündeln und Synergien nutzen. Der Umfang der Emissionsreduktion hängt vom jeweiligen Erzeugermix ab.			

## Beteiligung

Innerhalb dieses Abschnitts wird die durchgeführte Beteiligung im Rahmen der Erarbeitung dieses Wärmeplans erläutert sowie weitere fortführende Beteiligungsschritte beschrieben.

### Beteiligung im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans

Die Beteiligung unterschiedlicher Stakeholder im Rahmen der Wärmeplanung ist ein essenzieller und geforderter Schritt, um einerseits Informationen zum gegenwärtigen Stand und möglichen Potenzialen zu sammeln, potenzielle Maßnahmen zu diskutieren sowie letztlich alle Akteursgruppen über die Auswirkungen der Wärmeplanung und über einzelne damit verbundene Entscheidungsprozesse zu informieren.

Nach § 7 WPG sind die Öffentlichkeit, die Gemeinde, alle Behörden und Träger öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereiche durch die Wärmeplanung berührt werden, die Betreiber der Energieversorgungs- und Wärmenetze im Untersuchungsgebiet sowie potenzielle Betreiber eines Energieversorgungsnetzes oder eines Wärmenetzes zu beteiligen.

Zusätzlich können nach § 7 WPG bekannte potenzielle Produzenten oder Großverbraucher von Wärme oder gasförmigen Energieträgern, angrenzende Energieversorger, andere Gemeinden, Gemeindeverbände, staatliche Hoheitsträger, Gebietskörperschaften, Einrichtungen der sozialen, kulturellen oder sonstigen Daseinsvorsorge, öffentliche oder private Unternehmen der Immobilienwirtschaft sowie die für das geplante Gebiet zuständigen Handwerkskammern oder weitere juristische Personen oder Personengesellschaften, insbesondere Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften, beteiligt werden.

Diese verpflichtend oder freiwillig zu beteiligenden Stakeholder stellen die relevanten Akteursgruppen dar. Für die Beteiligung aller relevanten Akteursgruppen sind in einem ersten Schritt die konkreten Stakeholder im Untersuchungsgebiet zu identifizieren. Dies wurde in Zusammenarbeit mit der Gemeinde umgesetzt.

Die identifizierten Stakeholder unterteilen sich in die folgend aufgelisteten Akteursgruppen (Tabelle 21). Diese wurden einerseits zur Erhebung von Informationen zu Beginn der Erstellung dieses Wärmeplans kontaktiert und andererseits in unterschiedlichen Beteiligungsformaten involviert.

Tabelle 21 Identifizierte Stakeholder

Akteursgruppe	Stakeholder
Kommunale Steuerungsgruppe	Oberbürgermeister und Stadtverwaltung
Beschlussgremium	Stadtrat
Kommunale Verwaltungseinheiten	Stadtverwaltung Löbau
Kommunale Unternehmen	Grundschule "Am Löbauer Berg"; Grundschule Herwigsdorf; Grundschule Kittlitz; Grundschule Kleindehsa; Heinrich-Pestalozzi-Oberschule.
Energieversorger	Stadtwerke Löbau GmbH

Weitere Ver- und Entsorger	AZV Löbau-Nord; Entsorgungsgesellschaft Görlitz-Löbau-Zittau mbH
Wohnungswirtschaft	Wohnungsverwaltung und Bau GmbH Löbau; Wohnungsgenossenschaft Löbau eG; WGO Wohnungsgenossenschaft in der Oberlausitz eG.
Private Unternehmen mit vermuteten hohen Wärmebedarfen	Agrofarm Herwigsdorf eG; AGROFARM-Biogas GmbH; AOK PLUS - Filiale Löbau; Bäckerei und Konditorei Schwerdtner GmbH; Bergquell Brauerei Löbau; Berg-Gasthof Honigbrunnen; Fleischerei Richter GmbH & Co. KG; Hotel Stadt Löbau; Kraftverkehrsgesellschaft Dreiländereck mbH, NL Löbau; OBI Löbau; Palfinger Platforms GmbH; Produktionsgenossenschaft PG Rosenhain e.G.; Leag Pelletts GmbH ; Prosperplast Deutschland GmbH; Sparkasse Oberlausitz-Niederschlesien; STEINLE Bau GmbH NL Löbau; STL Bau GmbH & Co. KG; Solar Park Zentrum Inh. Thomas Kasselmann; ULT AG; Veolia Umweltservice; Volksbank Löbau-Zittau eG; WIEGEL Kittlitz Feuerverzinken GmbH.
Energiegenossenschaften	Bürger-Energie Zittau-Görlitz eG
Ämter/Behörden	Bauverwaltung Stadt Löbau; untere Bauaufsichts- und Denkmalschutzbehörde   Altkreis LÖB-ZI; Umweltamt Görlitz (Untere Umweltbehörde)   Außenstelle Löbau; Umweltamt Görlitz (Untere Umweltbehörde)   Außenstelle Löbau Sachgebiet Untere Naturschutzbehörde; Umweltamt Görlitz (Untere Umweltbehörde)   Außenstelle Löbau Sachgebiet Untere Wasserbehörde; Umweltamt Görlitz (Untere Umweltbehörde)   Außenstelle Löbau Sachgebiet Untere Immissionsschutzbehörde; Umweltamt Görlitz (Untere Umweltbehörde)   Außenstelle Löbau Sachgebiet Untere Abfall- und Bodenschutzbehörde; Landratsamt Görlitz - Regiebetrieb Abfallwirtschaft; Grundbuchamt am Amtsgericht Görlitz; Kreisforstamt Görlitz   Untere Forstbehörde; Staatsbetrieb Sachsenforst   obere Forstbehörde - Forstbezirk Neustadt; Lebensmittelüberwachungs- und Veterinäramt; Amt für Vermessungswesen und Flurneuordnung; Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen Bereich Ostsachsen - Betrieb Spree / Neiße; Landeshochwasserzentrum - Messwertbereitstellung von Pegelständen von Fließgewässern; Finanzamt Sachsen / Finanzamt Löbau; Sächsisches Oberbergamt.

## Kick-off-Veranstaltung

Nach einem internen Auftakt zwischen der planungsverantwortlichen Stelle und den Projektleitungen stellte das Projektteam im Rahmen einer Kick-off Veranstaltung am 02.07.2024 gegenüber relevanten Stakeholdern das Projekt, den Dienstleister (SachsenEnergie AG und seecon Ingenieure GmbH) sowie den Projektzeitplan inklusive der Arbeitspakete und Vorgehensweise vor. Auch die gesetzlichen Hintergründe wurden erläutert. Im Fokus stand der Austausch über die Datenerhebung. Im Weiteren wurden relevante Stakeholder über die Steuerungsgruppe hinaus identifiziert und der grundsätzliche Datenbedarf für die Durchführung der Analyseschritte bestimmt. Die Unterlagen zum Termin wurden im Anschluss mit den Teilnehmenden geteilt und eine Mitteilung zum Projektstart veröffentlicht.

## Jour-Fixe

Innerhalb des wiederkehrenden Jour Fixe (4-wöchiger Rhythmus von Projektstart bis -ende) besprachen die Projektleitungen der SachsenEnergie AG und der seecon Ingenieure GmbH mit der planungsverantwortlichen Stelle in Form des Klimaschutzmanagements und dem Oberbürgermeister jeweils aktuelle Projektstände sowie potenzielle Herausforderungen und zugehörige Lösungsansätze des Wärmeplanprojekts.

## Ergebnispräsentation Bestands- und Potenzialanalyse gegenüber der Steuerungsgruppe

In der Ergebnispräsentation zur Bestands- und Potenzialanalyse am 11.12.2024 wurden die angewandte Methodik und die zentralen Ergebnisse zum Bestand und den Potenzialen vorgestellt und mit der Steuerungsgruppe diskutiert. Dies umfasst Ergebnisse zum gegenwärtigen Gebäudebestand, Wärmebedarf und daraus resultierender THG-Emissionen der Gemeinde sowie zu den vorliegenden Angebotspotenzialen an erneuerbarer Wärme, Wärmebedarfsreduktion und unvermeidbarer Abwärme im Untersuchungsgebiet.

## Fachworkshop zur Maßnahmenentwicklung

Am 18.12.2024 fand der Fachworkshop im Großen Ratssaal, Altmarkt 1 in Löbau statt, um weitere zentrale Stakeholder aktiv in die Entwicklung der Maßnahmen einzubinden. Dabei war der circa zweistündige Workshop durch folgenden Ablauf gekennzeichnet:

1. Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse
2. Moderierte Gruppenarbeiten zu zwei Themenblöcken:
  - a. Datengrundlagen und Analysen in der KWP:
    - i. Welchen Mehrwert bieten die Analysen?
    - ii. Welche Verbindlichkeit wird von der Kommune bei der Umsetzung der Zukunftsszenarien gewünscht?
    - iii. Welche Herausforderungen bestehen in der Datenbereitstellung?
    - iv. Kann Abwärme bereitgestellt werden?
  - b. Informations- und Beteiligungsprozess:
    - i. Wie wollen Sie informiert werden?

- ii. Wie könnten Sie die Gemeinde unterstützen, um Ausbau der zukünftigen Wärmeversorgung erfolgreich umzusetzen?
  - iii. Welche Rechte und Pflichten resultieren aus WPG und GEG?
3. Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse der Gruppenarbeiten

Folgende Akteursgruppen waren am Fachworkshop beteiligt:

- Kommunale Steuerungsgruppe
- Energieversorger
- Wohnungswirtschaft
- Private Unternehmen

Die Präsentation zum Fachworkshop wurde im Anschluss im Teilnehmerkreis geteilt. Die gesammelten Ergebnisse des Fachworkshops werden in der Entwicklung der Maßnahmen sowie in der Fortschreibung des Wärmeplans berücksichtigt.

## Bürgerinformationsveranstaltung

Im Rahmen eines circa zweistündigen Bürgerdialogs zur Kommunalen Wärmeplanung in Löbau am 20.03.2025 wurde das Thema der kommunalen Wärmeplanung im Allgemeinen sowie einzelne konkrete Bezüge zu Löbau der breiten Öffentlichkeit vorgestellt und diskutiert. Im Detail fand zuerst ein Impulsvortrag zur kommunalen Wärmeplanung durch die Projektleitung statt, wobei insbesondere der gesetzliche Rahmen (Bedeutung für Haushalte und Unternehmen) sowie zentrale erste Ergebnisse zur kommunalen Wärmeplanung in Löbau vorgestellt wurden. Im Anschluss gab es Infotische, um möglichst individuelle Fragen zu beantworten und Empfehlungen für den Wärmeplan sowie dessen Fortschreibung zu sammeln. Folgende Themen gaben Orientierung:

1. KWP fachlich: Fragen zu Ergebnissen und potenziellen Maßnahmen
2. KWP Beteiligung: Wie wollen Sie informiert werden? Wollen Sie sich beteiligen?
3. Stadtwerke Löbau: Fragen zur Fernwärme

Die gesammelten Ergebnisse des Bürgerdialogs werden in der Entwicklung der Maßnahmen sowie in der Fortschreibung des Wärmeplans berücksichtigt. Im Anschluss wurde eine Mitteilung zum Projektstand veröffentlicht.

## Beteiligung im Rahmen des Wärmeplanbeschlusses und der Umsetzung

Laut § 23 WPG wird der Wärmeplan durch die nach Maßgabe des Landesrechts zuständige planungsverantwortliche Stelle beschlossen und anschließend im Internet veröffentlicht, wobei keine rechtliche Außenwirkung und keine einklagbaren Rechte oder Pflichten durch den Wärmeplan begründet werden. Die Erstellung ist, laut § 4 WPG, bis spätestens zum Ablauf des 30. Juni 2028 für alle bestehenden Gemeindegebiete, in denen zum 1. Januar 2024 100.000 Einwohner oder weniger gemeldet sind, durch die Länder mittels entsprechender landesrechtlicher Verordnungen sicherzustellen.

Für die anschließende Umsetzung des Wärmeplans und der darin vorgesehenen Maßnahmen wird es als empfehlenswert erachtet, die unterschiedlichen Akteure wiederkehrend zu informieren und bei Bedarf weiter zu beteiligen. Dadurch kann ein gemeinsames Problembewusstsein sowie eine breitere Akzeptanz geschaffen werden. Des Weiteren können die unterschiedlichen Stakeholder

motiviert werden, einerseits in den kommunalen Umsetzungsmaßnahmen mitzuwirken, andererseits eigenständige Maßnahmen für die Wärmewende umzusetzen oder anzustoßen.

Für diese wiederkehrende Beteiligung empfiehlt es sich, bereits bestehende Kommunikations- und Beteiligungsformate zu nutzen sowie darüber hinaus auch die mit diesem Wärmeplan etablierten Formate (Fachworkshop und Bürgerdialog) zu wiederholen. Zudem sollten die im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Formate umgesetzt werden.

## Verstetigung

Auf Grundlage der jährlichen Kurzberichte können notwendige Richtungsentscheidungen getroffen werden. Ein Gremium, bestehend aus der Stadtverwaltung und relevanten Akteuren, begleitet den Prozess der Wärmewende und berichtet regelmäßig dem Gemeinderat und der Öffentlichkeit. Jährlich sollte ein Treffen dieser Akteure stattfinden, um Fortschritte zu bewerten und Ziele anzupassen. Laut § 25 WPG ist der Wärmeplan alle fünf Jahre zu überprüfen, wobei die Fortschritte bei der Umsetzung der Strategien und Maßnahmen zu bewerten sind. Bei Bedarf müssen Maßnahmen und Zeitpläne neu geordnet werden, um die Anforderungen zu erfüllen.

Die energetische Sanierung von Baublöcken mit hohem Einsparpotenzial stellt einen zentralen Fokus dar. Der Wärmeplan zeigt Maßnahmen zur klimaneutralen Wärmeversorgung auf, die auf die städtische Entwicklung abgestimmt sind. Angesichts des Klimawandels, besonders durch steigende Temperaturen und Extremwetterereignisse, müssen Anpassungen erfolgen. Neben der Wärmewende sind städtebauliche Maßnahmen, wie die Klimaanpassung von Gebäuden, die Schaffung von Grünflächen sowie die Qualifizierung öffentlicher Räume, entscheidend.

Die Finanzierung der Maßnahmen hängt stark von Fördermitteln ab, die in die mittelfristige Finanzplanung integriert werden müssen. Ein funktionierendes Netzwerk aller beteiligten Akteure, das von der Stadtverwaltung koordiniert wird, ist essenziell für die Umsetzung des Wärmeplans. Diese Maßnahmen sollten auch in andere übergeordnete städtische Konzepte integriert werden, um Synergien zu schaffen und die Entwicklung zukunftsfähiger Wohn- und Gewerbegebiete zu fördern.

## Controlling-Konzept

Die Wärmewende in kommunalen Kontexten ist ein dynamischer Prozess, der die Sanierung von Bestandsbauten, den Austausch von Heizungsanlagen sowie den Einsatz erneuerbarer Energien erfordert. Um die komplexen Parallelprozesse wie Gebäudesanierung, Ausbau von Wärmeversorgungsnetzen und Integration erneuerbarer Energien zu koordinieren, bedarf es eines spezifischen Controllingkonzepts, das auf lokale Gegebenheiten eingeht. Dieses Controlling unterstützt die kommunale Wärmewende, indem es Veränderungen abbildet und als Entscheidungsgrundlage dient. Es ermöglicht zudem die Überprüfung von Maßnahmen, eine flexible Reaktion auf Trends sowie die Förderung öffentlicher Diskussionen.

Das Controlling-Konzept orientiert sich an den Leitfäden des Deutschen Instituts für Urbanistik sowie an der Arbeitshilfe des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und wird in Löbau im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung angewendet. Es gliedert sich in Input-, Output- und Kontextindikatoren. Die Erhebung relevanter Daten ist eine Herausforderung, da zahlreiche Akteure involviert sind. Es werden zwei Maßnahmentypen unterschieden: technische Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung und organisatorische Maßnahmen, die Rahmenbedingungen für die technische Umsetzung schaffen.

Die Durchführung des Controllings erfordert klare Verantwortlichkeiten, geeignete Werkzeuge wie Excel oder Datenbanken und die Pflege beständiger Kommunikationswege. Mithilfe des Top-Down-Controllings werden übergreifende Kennzahlen wie Energieverbrauch oder CO<sub>2</sub>-Emissionen überwacht. Im Bottom-Up-Controlling liegt der Fokus auf der Fortschrittsverfolgung einzelner Maßnahmen, wobei Zielgrößen wie Kosten oder Einsparungen kontinuierlich aktualisiert werden.

Ein regelmäßiges Berichtswesen ist wichtig, um Fortschritte für alle Akteure und die Öffentlichkeit nachvollziehbar zu machen. Ein jährlicher Berichtsrhythmus wird empfohlen, der sowohl gedruckt als auch digital veröffentlicht werden kann, beispielsweise über WebGIS-Karten oder kommunale Medien. Zusätzlich ist die Einbindung übergeordneter Indikatoren notwendig, um die Gebietsentwicklung besser zu bewerten.

Letztlich ist die Bildung eines Netzwerks aller relevanten Akteure entscheidend für den Erfolg des Wärmeplans, wobei die Verwaltung eine zentrale Rolle übernimmt. Die Maßnahmen der Wärmewende sollten auch in andere kommunale Entwicklungskonzepte integriert werden, um Synergien zu schaffen und die Wärmewende nachhaltig voranzutreiben.

## Kommunikationsstrategie

Die transparente Kommunikation ist entscheidend, um die Akzeptanz für die Wärmewende zu erhöhen und die Maßnahmen erfolgreich umzusetzen. Die Kommunikation sollte kontinuierlich und maßnahmenbegleitend erfolgen, wobei die Aspekte „Wärmewende als Querschnittsthema“, „Öffentliche Kommunikation“ und „Zielgruppenspezifische Ansprache“ zentrale Rollen spielen.

**Wärmewende als Querschnittsthema:** Es ist wichtig, die Wärmewende als zentrales Thema in Kommunalpolitik und Verwaltung zu integrieren. Zu Beginn sollten geeignete Organisationsstrukturen geschaffen werden, um Schlüsselakteure aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu vernetzen. Die Koordination und Abstimmung mit klaren Ansprechpartnern ist essenziell für effiziente Arbeitsstrukturen. Wärmewende sollte auf der Tagesordnung aller relevanten Ausschüsse und Gremien stehen.

**Öffentliche Kommunikation:** Um die Ziele einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen, muss das Thema Wärmewende in der Öffentlichkeit kontinuierlich präsent sein. Ein überzeugendes Narrativ ist notwendig, dass sich an den Klimazielen orientiert und die Rolle von Löbau als Initiator, Steuerer und Wissensvermittler betont. Externe Experten, wie die Landesenergieagentur (SAENA), sollten einbezogen werden und öffentliche Informationsveranstaltungen sowie regelmäßige öffentliche Mitteilungen können dazu beitragen, die Bevölkerung zu informieren und zu engagieren. Eine feste Ansprechperson für Beratung und gebündelte Informationsangebote sollte bereitgestellt werden.

**Zielgruppenspezifische Ansprache:** Langfristige Kommunikationskonzepte sind erforderlich, um messbare Erfolge zu erzielen. Zielgruppen wie Verwaltung, Politik, private Haushalte und Unternehmen sollten direkt angesprochen und regelmäßig über Fortschritte informiert werden. Die Ansprache sollte konkrete Handlungsanreize bieten und Feedback ermöglichen, um Motivation und Verhaltensänderungen zu fördern. Kommunikationskanäle wie soziale Medien, öffentliche Medien und lokale Netzwerktreffen sind entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung von Wärmewendemaßnahmen.

Zusammengefasst: Information, Beratung und Beteiligung sind essenziell, um die Akzeptanz und Umsetzung von Wärmewendemaßnahmen zu gewährleisten.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung .....	8
Abbildung 2	Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2045 .....	10
Abbildung 3	Anteile am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte nach Energieträgern in Deutschland .....	12
Abbildung 4	Aktuelle Bebauungspläne im Untersuchungsgebiet – Gewerbegebiet West II.....	16
Abbildung 5	Flächennutzung & örtliche Gebiete .....	17
Abbildung 6	Straßen-, Wasser- und Schienenwege im Untersuchungsgebiet.....	18
Abbildung 7	Unterteilung des Untersuchungsgebiets nach Siedlungs- und Außenbereich.....	19
Abbildung 8	Unterteilung des Untersuchungsgebiets in Baublöcke .....	20
Abbildung 9	Baublöcke mit grundsätzlicher Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung und voraussichtliche Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung.....	21
Abbildung 10	Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet.....	22
Abbildung 11	Verteilung der Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet.....	23
Abbildung 12	Überwiegender Gebäudetyp in Form einer baublockbezogenen Darstellung.....	23
Abbildung 13	Verteilung der Baualtersklassen im Untersuchungsgebiet.....	24
Abbildung 14	Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude in Form einer baublockbezogenen Darstellung .....	24
Abbildung 15	Bestehendes Gasnetzgebiet in flächenhafter Lage nach Baublöcken .....	25
Abbildung 16	Bestehende und geplante Wärmenetzgebiete .....	27
Abbildung 17	Bestehende, geplante oder genehmigte zentrale Wärmeerzeugungsanlagen und - speicher .....	29
Abbildung 18	Verteilung des Alters der Wärmeerzeugungsanlagen .....	31
Abbildung 19	Anzahl erdgasbasierter Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung .....	32
Abbildung 20	Anzahl der Hausübergabestationen in Form einer baublockbezogenen Darstellung .....	32
Abbildung 21	Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung .....	33
Abbildung 22	Großverbraucher von leitungsgebundenem Erdgas und weiteren Brennstoffen im Rahmen des Endenergieverbrauchs der Unternehmen.....	34
Abbildung 23	Anteile des Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmebedarfs .....	35
Abbildung 24	Ermittelter Gesamtwärmebedarf pro Baublock .....	35
Abbildung 25	Wärmeflächendichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr pro Baublock.....	37

Abbildung 26	Wärmelinien-dichte in Megawattstunden pro Meter und Jahr in Form einer straßenabschnittbezogenen Darstellung.....	37
Abbildung 27	Verteilung des aktuell jährlichen Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen nach Energieträgern .....	39
Abbildung 28	Anteil von leitungsgebundenem Erdgas am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme .....	39
Abbildung 29	Anteil von leitungsgebundener Wärme am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme .....	40
Abbildung 30	Anteil von dezentralen Wärmeerzeugern am jährlichen Endenergiebedarf für Wärme .....	40
Abbildung 31	Verteilung des jährlichen Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen nach Endenergiesektoren.....	41
Abbildung 32	Aktueller Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent.....	42
Abbildung 33	aktueller jährlicher Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Endenergieträgern in Megawattstunden .....	42
Abbildung 34	Anteile der Energieträger an der erzeugten Nah-/Fernwärme.....	43
Abbildung 35	Gesamtes Reduktionspotenzial für Raumwärme & TWW .....	46
Abbildung 36	Reduktionspotenzial für Wärme durch energetische Sanierung pro Baublock.....	47
Abbildung 37	Abgeschätzte Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und industriellen und gewerblichen Prozessen .....	49
Abbildung 38	Kartografische Darstellung des Reduktionspotenzials an Prozesswärme.....	49
Abbildung 39	Ausschlussgebiete für erneuerbare Energiepotenziale wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete .....	51
Abbildung 40	Theoretische Potenziale von unvermeidbarer Abwärme im Gemeindegebiet .....	53
Abbildung 41	Theoretisches Potenzial von Flächen zu Erdsondennutzung.....	54
Abbildung 42	Technisches Potenzial von Erdsondenwärmepumpen mit Deckungsgrad.....	54
Abbildung 43	Theoretische Potenzialflächen für Erdkollektoren-Wärmepumpen im Gemeindegebiet.....	55
Abbildung 44	Energieanteile des technischen Erdkollektoren-Potenzials bezogen auf den Wärmebedarf des Gebäudes.....	55
Abbildung 45	Technisches Potenzial von zentraler Geothermie.....	56
Abbildung 46	technisch nutzbare Potenzialflächen für oberflächennahe Erdsondenfelder für zentrale Nutzung differenziert nach spezifischer Entzugsleistung .....	57
Abbildung 47	Potenzialflächen für Aufstellung der Anlagentechnik zur Nutzung tiefer Geothermie.....	58
Abbildung 48	Übersicht der stehenden und fließenden Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet .....	60
Abbildung 49	Gebäude mit Potenzial zur Grundwasserwärmepumpen-Nutzung.....	61

Abbildung 50	Umweltwärmepotenzial für dezentrale Luftwärmepumpen je Gebäude. ....	62
Abbildung 51	Standorte zentraler Abwasserwärmequellen .....	64
Abbildung 52	Potenzialflächen für Solarthermie auf Freiflächen .....	65
Abbildung 53	Technisches Potenzial von PV-Solarenergie auf Dachflächen .....	66
Abbildung 54	Solarer Deckungsgrad für die Nutzung von Solarthermie (technisches Potenzial) .	67
Abbildung 55	Biomassepotenzialflächen im beplanten Gebiet .....	68
Abbildung 56	Technisch nutzbare Wärmemenge im beplanten Gebiet nach Biomasseart .....	69
Abbildung 57	Siedlungsbereiche mit Transformationspotential für Wasserstoff durch Anschluss an PE-Rohre.....	71
Abbildung 58	Potenzialflächen für die Errichtung von kurz- und mittelfristigen Speichern in der Nähe von bestehenden Erzeugeranlagen .....	74
Abbildung 59	Bilanzielle Deckung des Wärmebedarfs durch dezentrale Potenziale.....	75
Abbildung 60	Bilanzielle Deckung des Wärmebedarfs durch zentrale Potenziale.....	76
Abbildung 61	Voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs.....	78
Abbildung 62	Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial .....	79
Abbildung 63	Voraussichtliche Eignung für eine Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2045 .....	83
Abbildung 64	Voraussichtliche Eignung für eine Wasserstoffnetzversorgung im Zieljahr 2045 ..	84
Abbildung 65	Voraussichtliche Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 .....	84
Abbildung 66	Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2030 .....	86
Abbildung 67	Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2035 .....	86
Abbildung 68	Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2040 .....	87
Abbildung 69	Einteilung des Untersuchungsgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2045 .....	87
Abbildung 70	Jährlicher Endenergieverbrauch nach Endenergiesektor .....	89
Abbildung 71	Endenergieverbrauch nach Endenergieträger.....	91
Abbildung 72	Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent in den Stützjahren 2030, 2035, 2040, 2045.....	92
Abbildung 73	Fokusgebiet 1 .....	96
Abbildung 74	Fokusgebiet 2 .....	97

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Relative Anteile der Flächennutzung im Untersuchungsgebiet.....	17
Tabelle 2	Kriterien der Eignungsprüfung.....	20
Tabelle 3	Relevante Gasnetzparameter .....	25
Tabelle 4	Relevante Parameter bestehender Wärmenetze .....	27
Tabelle 5	Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen .....	30
Tabelle 6	Abfrageergebnis zu Prozesswärmeentwicklungen .....	47
Tabelle 7	Identifizierte Unternehmen mit vermuteten Abwärmepotenzialen inkl. Abfrageergebnis.....	52
Tabelle 8	Potenziale für dezentrale oberflächennahe Geothermie .....	54
Tabelle 9	Potenzial Grundwasserwärmepumpen .....	61
Tabelle 10	Potenzial Luftwärmepumpen .....	62
Tabelle 11	Anforderungen an Abwasserkanäle.....	63
Tabelle 12	Ergebnis der Potenzialberechnung von Solarthermie auf Freiflächen .....	64
Tabelle 13	Solardachpotenzial.....	66
Tabelle 14	Beschreibung theoretisch verfügbarer Biomassepotenziale.....	69
Tabelle 15	Jährlicher Endenergieverbrauch in MWh/a nach Endenergiesektor .....	88
Tabelle 16	Jährlicher Endenergieverbrauch in MWh/a nach Endenergieträger .....	89
Tabelle 17	Jährliche Emissionen der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent.....	91
Tabelle 18	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für Nah-/Fernwärme nach Energieträgern in MWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent .....	92
Tabelle 19	Anzahl der Gebäude mit zentraler Versorgung.....	93
Tabelle 20	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in MWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent .....	94
Tabelle 21	Identifizierte Stakeholder .....	105

## Quellenverzeichnis

- (KEA-BW), KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. 2020.** *Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden.* s.l. : Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energie-wirtschaft Baden-Württemberg, 2020.
- AGFW e. V., [Hrsg.]. 2023.** *Praxisleitfaden Tiefengeothermie.* 2023.
- Beuth Hochschule für Technik Berlin, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH. 2017.** *Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich.* 2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. 2008.** Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI). [Online] 2008. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Klimaschutz/nki.html>.
- Bundesnetzagentur. 2024.** Kraftwerkliste. [Online] 2024. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/start.html>.
- Bundestag. 2019.** Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). [Online] 2019. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html>.
- . **2023.** Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG). [Online] 2023. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html>.
- . **2020.** Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG). [Online] 2020. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.html>.
- dena. 2023.** *Marktmonitoring Bioenergie 2023 – Datenerhebungen, Einschätzungen und Prognosen zu Entwicklungen, Chancen und Herausforderungen des Bioenergie.* [Hrsg.] Deutsche Energie-Agentur. 2023.
- FfE. 2024.** *Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.* 2024.
- Gaudard, A. 2018.** *Thermische Nutzung von Seen und Flüssen - Potenzial der Schweizer Oberflächengewässer.* 2018.
- Gemeindeverwaltung Eggenstein-Leopoldshafen. 2024.** Nahwärmekonzept Eggenstein. [Online] 2024. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.egg-leo.de/de/Unsere-Gemeinde/Umwelt/Energieprojekte/Nahwaermekonzept-Eggenstein>.
- Heinrich-Böll-Stiftung. 2024.** *Kommunale Wärmewende strategisch planen. Ein Leitfaden.* 2024.
- HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, Averdung Ingenieure & Berater GmbH. 2021.** *GUTACHTEN ZUR ANALYSE DER ZUKÜNFTIGEN CO<sub>2</sub> - NEUTRALEN WÄRMEVERSORGUNGSOPTIONEN UND POLITISCH-RECHTLICHER HANDLUNGSOPTIONEN IM LAND BREMEN.* Hamburg : s.n., 2021.
- ifeu. 2018.** Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? [Online] 2018. [Zitat vom: 07. 11 2024.] [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu\\_Abwaermepotenzial\\_Abwasser\\_final\\_update.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu-bmu_Abwaermepotenzial_Abwasser_final_update.pdf).
- IGKB. 2023.** *Bodensee-Richtlinien 2005, mit Ergänzungen und Änderungen bis 09/2023.* 2023.

**Informationsportal Tiefe Geothermie. 2023.** SWM planen zweite Geothermieanlage in Sauerlach. [Online] 2023. [Zitat vom: 08. 11 2024.] <https://www.tiefegeothermie.de/news/swm-planen-zweite-geothermieanlage-sauerlach>.

**Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2020.** *Bilanzierungssystematik kommunal – BSKO Abschlussbericht.* 2020.

**LIAG, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik. 2023.** GeotIS - Geothermisches Informationssystem. [Online] 2023. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.geotis.de/homepage/GeotIS-Startpage>.

**LIAG, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, [Hrsg.]. 2016.** *Tiefe Geothermie - Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland.* 2016.

**Prognos AG. 2020.** *Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045.* 2020.

**quality-Datenbank Klaus Gebhardt e.K. 2024.** Umweltdatenbank. *Das Umwelt-Lexikon - Einwohnergleichwert.* [Online] 2024. [Zitat vom: 2024. 08 06.] <https://www.umweltdatenbank.de/cms/lexikon/31-lexikon-e/621-einwohnergleichwert.html>.

**Solites. 2024.** Saisonalspeicher Projekte in Europa - München. [Online] 2024. [Zitat vom: 07. 11 2024.] <https://www.saisonalspeicher.de/home/projekte/projekte-in-deutschland/muenchen/>.

**Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen. 2023.** 8. Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung (RBV). [Online] 2023. [Zitat vom: 08. 06 2024.] <https://www.bevoelkerungsmonitor.sachsen.de/ergebnisse-8rbv-sachsen.html>.

**Statistisches Landesamt Sachsen. 2023.** Regionaldaten Gemeindestatistik Sachsen. *Gemeindestatistik 2023 für Löbau, Stadt.* [Online] 2023. [Zitat vom: 07. Januar 2025.] <https://www.statistik.sachsen.de/Gemeindetabelle/jsp/GMDAGS.jsp?Jahr=2023&Ags=14626290#95>.

# Anhang

## I. Datenquellen

### Quellen der für die Analyse erhobenen und verwendeten öffentlich zugänglichen Daten:

Datenquelle	Art der Daten
Amtliche Verwaltungsgrenzen Sachsen	Georeferenzierte Daten zu Landes-, Kreis- und Gemeindegrenzen
Amtliches Liegenschaftskataster (ALKIS)	Georeferenzierte Daten zum Gebäudebestand, Flurstücksbestand und Flächen-/ Flurstücksnutzung
Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS): Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM)	Georeferenzierte Daten zu topographischen Objekten der Landschaft und das Relief der Erdoberfläche im Vektorformat
Amtliches 3D-Gebäudemodell in der Ausprägung Level of Detail 2 (LoD2)	Oberirdische Bestandsgebäude und Bauwerke einschließlich standardisierter Dachformen entsprechend den tatsächlichen Firstverläufen
OpenStreetMap (OSM)	Georeferenzierte Daten zum Gebäudebestand und weiteren topographischen Objekten der Landschaft
Ergebnisse des Zensus 2011 in INSPIRE-konformen 1 km- und 100 m-Gitter	Georeferenzierte Daten zum Baualter von Wohngebäuden
Schutzgebiete und Einzelobjekte nach Bundesnaturschutzgesetz sowie nach EU-Schutzgebietssystem „NATURA 2000“ (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG))	Georeferenzierte Daten zur Ausdehnung und Art von Schutzgebieten
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete (LfULG)	Georeferenzierte Daten zur Ausdehnung und Art von Schutzgebieten
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete und Hochwasserrisikogebiete (LfULG)	Georeferenzierte Daten zur Ausdehnung und Art von Überschwemmungs- und Hochwasserrisikogebieten
Grundwasserflurabstände (LfULG)	Georeferenzierte Daten der räumlichen Ausdehnung von Grundwasserbeständen nach Flurabstand
Geothermieatlas Sachsen (LfULG)	Georeferenzierte Daten der geothermischen Entzugsleistungen

Datenquelle	Art der Daten
Durchflusskennwerte und Querbauwerke (LfULG)	Georeferenzierte Daten von Fließgewässern inklusive Durchflusskennwerten
Tiefe von Standgewässern (LfULG)	Georeferenzierte Daten von Standgewässern inklusive Tiefe
Klimafaktoren für Energieverbrauchsausweise (DWD)	Postleitzahlbezogene Faktoren zur Witterungskorrektur von Energieverbräuchen
Geothermisches Informationssystem GeotIS	Georeferenzierte Daten zur Ausdehnung petrothermischer / hydrothermischer Tiefengeothermiepotenziale
Testreferenzjahre (TRY) für den Zeitraum 2031 bis 2060 (DWD)	Standortbezogene Witterungs- und Strahlungsdaten für den typischen Witterungs- und Einstrahlungsverlauf eines Jahres
Marktstammdaten	Standortbezogene Daten zur dezentralen Beheizungsstruktur zu KWK-Anlagen
Mittlere Windgeschwindigkeiten in mehr als 100 m über Grund (DWD)	Standortbezogene Windgeschwindigkeitsdaten für unterschiedliche Höhen über Grund

**Quellen der für die Analyse erhobenen und verwendeten Individualdaten:**

Datenquelle	Art der Daten	Daten erhalten
Stadt	Bestehende Konzepte und Planungen (IHAK)	Ja
Stadt	Bebauungspläne	Ja
Stadt	Flächennutzungsdaten	Ja
Stadt	Bevölkerungsdaten	Ja
Stadt	Daten städtischer Liegenschaften	Ja
Stadt	Daten der städtischen Waldflächen	Ja
Stadtwerke Löbau	Daten zu bestehenden & geplanten Wärmenetzen	Ja
Stadtwerke Löbau	Daten zu bestehenden & geplanten Gasnetzen	Ja
Stadtwerke Löbau	Daten zu bestehenden & geplanten Stromnetzen	Ja
Wohnungswirtschaft	Daten zu Liegenschaften der Wohnungswirtschaft	teilweise
Industrie	Daten zu Liegenschaften der Industrie	teilweise
LfUIG	Daten zu Feuerungsanlagen	Ja
Bafa	Daten der MAP/BEG-Förderung	Ja
Schornsteinfeger	Daten zu Feuerungsanlagen	Nein
Untere Wasserbehörde	Daten zu Wasserschutzgebieten	Ja
Kreisforstamt	Daten der Waldflächen	Ja
Landratsamt Görlitz Abfallwirtschaft	Statistische Abfalldaten	Ja
Landesamt für Denkmalpflege	Denkmalliste	Ja
Veterinäramt	Tierbestandszahlen	Ja

## II. THG-Faktoren

THG-Emissionsfaktoren je Energieträger nach BSKO für die Berechnungen Energie- und Treibhausgasbilanz des Status-Quo:

Heizenergieträger	Emissionsfaktor ( $t_{CO_2\text{-eq}}$ / MWh)			Quelle
	2020	2021	2022	
Heizöl	0,318	0,318	0,318	GEMIS 4.94
Solarthermie	0,019	0,023	0,022	GEMIS 4.94
Bundesstrommix	0,429	0,472	0,460	ifeu
Biomasse	0,021	0,022	0,022	GEMIS 4.94
Braunkohle	0,443	0,445	0,433	GEMIS 4.94
Flüssiggas	0,276	0,276	0,276	GEMIS 4.94
Erdgas	0,247	0,247	0,247	GEMIS 4.94
Umweltwärme	0,1341	0,1475	0,144	ifeu

THG-Emissionsfaktoren je Energieträger nach BSKO für die Ermittlung der wahrscheinlichen Eignung innerhalb des Zielszenarios:

Jahr	THGfaktor_strom_BSKO_tCO2_MWh	THGfaktor_gas_BSKO_tCO2_MWh	THGfaktor_pellet_BSKO_tCO2_MWh	THGfaktor_wasserstoff_BSKO_tCO2_MWh	THGfaktor_heizuel_BSKO_tCO2_MWh
2024	0,42321739	0,247	0,022	0,385	0,318
2025	0,40482609	0,247	0,022	0,36857143	0,318
2026	0,38643478	0,247	0,022	0,35214286	0,318
2027	0,36804348	0,247	0,022	0,33571429	0,318
2028	0,34965217	0,247	0,022	0,31928571	0,318
2029	0,33126087	0,247	0,022	0,30285714	0,318
2030	0,31286957	0,247	0,022	0,28642857	0,318
2031	0,29447826	0,247	0,022	0,27	0,318
2032	0,27608696	0,247	0,022	0,25357143	0,318
2033	0,25769565	0,247	0,022	0,23714286	0,318
2034	0,23930435	0,247	0,022	0,22071429	0,318
2035	0,22091304	0,247	0,022	0,20428571	0,318
2036	0,20252174	0,247	0,022	0,18785714	0,318
2037	0,18413043	0,247	0,022	0,17142857	0,318
2038	0,16573913	0,247	0,022	0,155	0,318
2039	0,14734783	0,247	0,022	0,13857143	0,318
2040	0,12895652	0,247	0,022	0,12214286	0,318
2041	0,11056522	0,247	0,022	0,10571429	0,318
2042	0,09217391	0,247	0,022	0,08928571	0,318
2043	0,07378261	0,247	0,022	0,07285714	0,318
2044	0,0553913	0,247	0,022	0,05642857	0,318
2045	0,037	0,247	0,022	0,04	0,318

THG-Emissionsfaktoren je Energieträger nach GEG für die Ermittlung der wahrscheinlichen Emission innerhalb des Zielszenarios:

Jahr	THGfaktor_strom_GEG_tCO2_MWh	THGfaktor_gas_GEG_tCO2_MWh	THGfaktor_pellet_GEG_tCO2_MWh	THGfaktor_wasserstoff_GEG_tCO2_MWh	THGfaktor_heizoel_GEG_tCO2_MWh
2024	0,444	0,24	0,02	0	0,31
2025	0,416	0,24	0,02	0	0,31
2026	0,346	0,24	0,02	0	0,31
2027	0,276	0,24	0,02	0	0,31
2028	0,205	0,24	0,02	0	0,31
2029	0,135	0,24	0,02	0	0,31
2030	0,065	0,24	0,02	0	0,31
2031	0,057	0,24	0,02	0	0,31
2032	0,05	0,24	0,02	0,032	0,31
2033	0,042	0,24	0,02	0,031	0,31
2034	0,035	0,24	0,02	0,03	0,31
2035	0,027	0,24	0,02	0,028	0,31
2036	0,022	0,24	0,02	0,027	0,31
2037	0,016	0,24	0,02	0,026	0,31
2038	0,011	0,24	0,02	0,025	0,31
2039	0,005	0,24	0,02	0,024	0,31
2040	0	0,24	0,02	0,023	0,31
2041	0	0,24	0,02	0,022	0,31
2042	0	0,24	0,02	0,021	0,31
2043	0	0,24	0,02	0,019	0,31
2044	0	0,24	0,02	0,018	0,31
2045	0	0,24	0,02	0,017	0,31