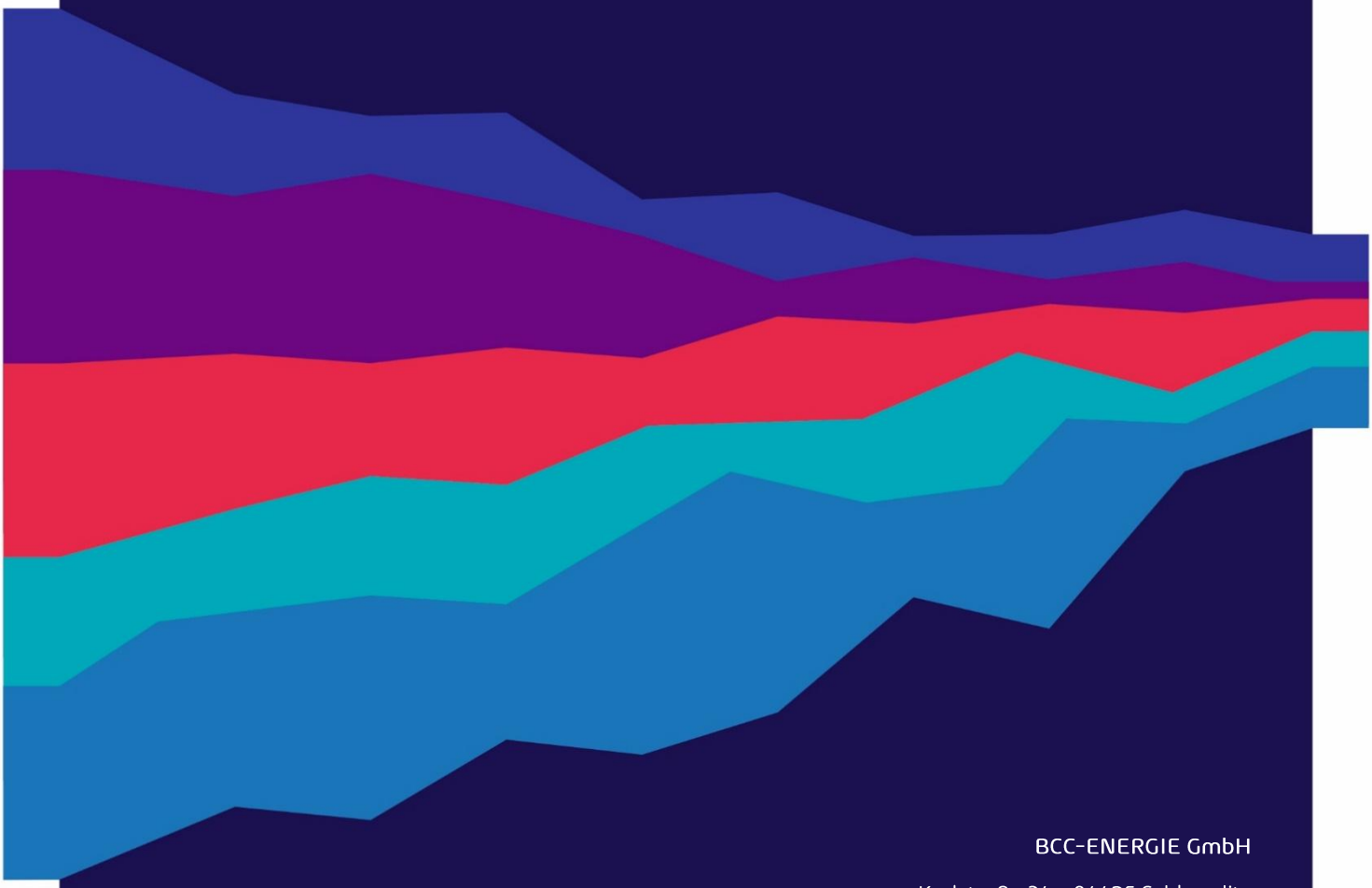
BCC ENERGIE

# Kommunaler Wärmeplan

Für die Stadt Eisenberg als erfüllende Gemeinde sowie die Gemeinden Rauschwitz, Petersberg, Hainspitz, Gösen und Mertendorf




BCC-ENERGIE GmbH

Karlstraße 24a, 04435 Schkeuditz

für

Stadt Eisenberg

Markt 27

07607 Eisenberg

**Kommune:**

Stadt Eisenberg/Thüringen
Stadtverwaltung
Markt 27
07607, Eisenberg

Beratungsdurchführung: 25.02.2026 – 30.06.2027

**Autorenschaft:**

| | | |
|---|---|---|
| Atif Ilyas | M.Sc. Renewable Energy Engineering and Management | BCC-Energie GmbH |
| Maximilian Gutwein | Dipl.-Ing. regenerative Energiesysteme | BCC-Energie GmbH |
| Martin Voigt | B.Sc. Umwelttechnik und Entwicklung | BCC-Energie GmbH |
| Yann Gager | Dr. rer. nat. | BCC-Energie GmbH |

Schkeuditz, 09.10.2026




_____

Unterschrift

**Gender-Hinweis**

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in diesem Konzept verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

1. Planungsinstrument ..... 5
1.1 Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung nach WPG ..... 5
1.2 Planungsteam: BCC Energie GmbH ..... 6
2. Bestandsanalyse ..... 7
2.1 Allgemeines zur Gemeinde ..... 7
2.2 Einwohnerzahl und Prognosen ..... 8
2.3 Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften ..... 9
2.3.1 Landesebene ..... 9
2.3.2 regionale Planungsregion ..... 12
2.3.3 Kreisebene ..... 13
2.3.4 Kommunalebene ..... 13
2.4 Gebäude- und Siedlungsstruktur ..... 15
2.4.1 Siedlungstypen ..... 15
2.4.2 Denkmalschutz ..... 17
2.4.3 Gebäudenutzung ..... 18
2.4.4 Baualtersklassen ..... 20
2.5 Energieinfrastruktur ..... 21
2.5.1 Wärmenetze und -leitungen ..... 22
2.5.2 Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen ..... Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.3 Gasnetze und -leitungen ..... 25
2.5.4 Stromnetze ..... 27
2.5.5 Abwassernetze ..... 28
2.5.6 Wärme- und Gasspeicher ..... 28
2.5.7 Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen ..... 29
2.5.8 Beheizungsstruktur ..... 30
2.6 Energieverbrauchs- und Energiebedarfserhebungen ..... 33
2.6.1 Endenergieverbrauch und Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung ..... 33
2.6.2 Verbrauchsauswertung der leitungsgebundenen Energieversorgung ..... 39
2.6.3 Großverbraucher und Energieerzeugungsstandorte ..... 41
2.7 Treibhausgasbilanz auf Basis der Verbrauchs-/Bedarfsdaten ..... 43
3. Potenzialanalyse ..... 45
3.1 Energieeinsparpotenziale ..... 45

3.1.1 Referenzgebäude - Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970 (teilsaniert) ... 45
3.1.2 Referenzgebäude - Freistehendes Einfamilienhaus um 1900 (teilsaniert) ... 48
3.2 Restriktionsgebiete ... 51
3.3 Wärmesektor ... 53
3.3.1 Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Abwasser und Kläranlagen ... 53
3.3.2 Solarthermie ... 66
3.3.3 Biomasse ... 71
3.3.4 Geothermie ... 75
3.3.5 Aquathermie ... 83
3.4 Stromsektor ... 86
3.4.1 Photovoltaik ... 86
3.4.2 Wind ... 88
4. Zusammenfassung Bestands- und Potenzialanalyse ... 90
5. Abbildungsverzeichnis ... 92
6. Tabellenverzeichnis ... 94

# 1. Planungsinstrument

Die rechtliche Grundlage und somit einen bundeseinheitlichen Rahmen für die Kommunale Wärmeplanung in Deutschland bildet das am 01.01.2024 in Kraft getretene „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)". Darin werden die Länder und Gemeinden verpflichtet, Wärmepläne für ihr jeweils gesamtes Gemeindegebiet zu erstellen oder erstellen zu lassen. Die Fristen der Fertigstellung orientieren sich an der Gemeindegröße. Kommunen mit > 100.000 Einwohnenden müssen bis zum 30.06.2026 und Gemeinden mit ≤ 100.000 Einwohnende bis zum 30.06.2028 eine kommunale Wärmeplanung vorzeigen können (WPG § 4 (2)). Gemeinden mit unter 10.000 Einwohnenden sind ermächtigt, ein vereinfachtes Verfahren anzuwenden (WPG § 4 (3) und § 22). Das Ziel der Kommunalen Wärmeplanung ist die Minimierung von Fehlinvestitionen und die Stärkung der lokalen Energieversorgung durch eine technologieoffene und langfristig gedachte Vorplanung zur Deckung zukünftiger Wärmebedarfe.

Das Thüringer Wärmeplanungsgesetz (ThürWPGAG) trat am 19. Juli 2024 in Kraft und ergänzt das bundesweite WPG durch landesspezifische Vorgaben. Es regelt insbesondere die Zuständigkeit der Gemeinden als planungsverantwortliche Stellen im übertragenen Wirkungskreis. Zudem legt es fest, dass die Wärmepläne alle fünf Jahre überprüft und fortgeschrieben werden müssen (§2 (1) und (4) ThürWPGAG).

Die Finanzierung der Ersterstellung der Wärmepläne erfolgt über die Thüringer Wärmeplanungskostenerstattungsverordnung (ThürWPKEVO). Sie sieht eine vollständige Kostenübernahme bis 2028 vor, gestaffelt nach Gemeindegröße. Monitoring und Fortschreibung sind jedoch nicht finanziert.

## 1.1 Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung nach WPG

Die Wärmeplanung nach WPG ist ein gesetzlich geregelter Prozess, der sicherstellen soll, dass Kommunen eine langfristige, klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 erreichen. Der Ablauf ist in § 13 WPG festgelegt und umfasst mehrere aufeinanderfolgende Schritte:

Zunächst fasst die planungsverantwortliche Stelle den Beschluss zur Durchführung der Wärmeplanung. Darauf folgt die Eignungsprüfung, in der geprüft wird, ob eine vollständige Wärmeplanung erforderlich ist oder ein verkürztes Verfahren ausreicht. Anschließend wird eine Bestandsanalyse erstellt, die den aktuellen Wärmebedarf, die vorhandene Infrastruktur sowie die eingesetzten Energieträger erfasst. Darauf aufbauend erfolgt die Potenzialanalyse, in der mögliche lokale Wärmequellen (z. B. Abwärme, erneuerbare Energien) und Effizienzpotenziale bewertet werden.

Auf Basis dieser Analysen wird ein Zielszenario entwickelt, das die angestrebte Wärmeversorgung für das Zieljahr beschreibt. Danach erfolgt die Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sowie die Darstellung der vorgesehenen Wärmeversorgungsarten (zentrale Netze, dezentrale Lösungen, klimaneutrale Gase etc.). Abschließend wird eine Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen erarbeitet, die den Weg zur Erreichung des Zielszenarios aufzeigt.

Während des gesamten Prozesses sind die Beteiligung der Öffentlichkeit und relevanter Akteure sowie die Veröffentlichung der Zwischenergebnisse verpflichtend. Nach Abschluss der Beteiligung wird der Wärmeplan durch das zuständige Gremium beschlossen und im Internet veröffentlicht. Der Plan ist regelmäßig fortzuschreiben, um neue Entwicklungen und Technologien zu berücksichtigen.

## 1.2 Planungsteam: BCC Energie GmbH

BCC-ENERGIE bündelt jahrzehntelange Erfahrungen in energetischen Themen und entwickelt seit 2018 kommunale Energieeffizienz-Netzwerke (www.keen-verbund.de) als kommunale Plattform zur Projektentwicklung für eine „Wärmewende" mit dem Ziel der Treibhausgas-Neutralität. Fast 70 Kommunen sind an dieser Initiative beteiligt.

In zahlreichen Projekten wurden im Rahmen der kommunalen Stadtsanierung (KfW), Potenzialstudien (KRL), Klimaschutzmodellprojekten (BMU), BEW - Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BAFA) Lösungsszenarien und förderfähige Projektvorhaben für die Umsetzung vorbereitet und begleitet.

Als technisches Modell setzen BCC-ENERGIE und seine Partner eine georeferenzierte Netzplanung ein, die flexibel auf unterschiedliche Kommunal-Anforderungen und Entwicklungsstände bei Quartiers- und Wärmenetz-Lösungen Anwendung findet.

Das Team von BCC-ENERGIE verbindet ingenieurtechnisches Know-how mit den technischen Mindestanforderungen der Förderprogramme des Bundes und der Länder. Als akkreditierte Energieeffizienz-Expert:innen, Sachkundige bei BLE (Bundesamt Landwirtschaft und Ernährung), KomEms (Kommunales Energiemanagement), BISKO (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), als Umweltgutachter und Sachkundige in Landesprogrammen begleitet BCC-ENERGIE Kommunen und beteiligte Akteure als „Bauherrenvertretung" bei Projektentwicklung, Umsetzung und Abschluss der Vorhaben.

# 2. Bestandsanalyse

## 2.1 Allgemeines zur Gemeinde

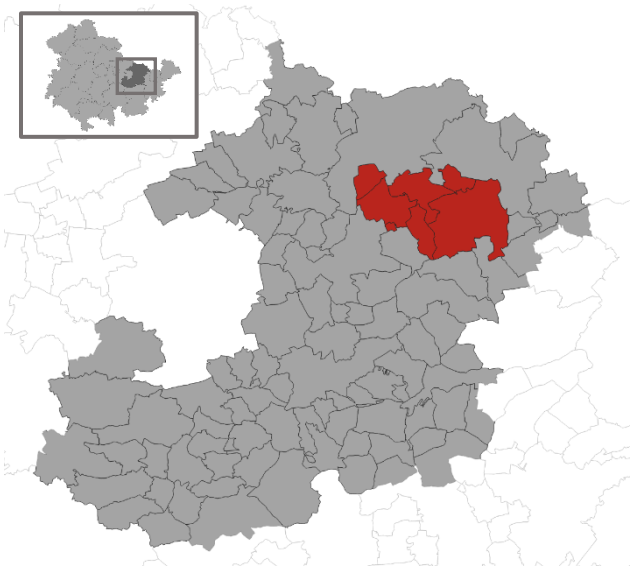


Abbildung 1: Lage der erfüllenden Gemeinde Eisenberg in Thüringen.

Die Stadt Eisenberg liegt im Osten des Freistaats Thüringen und ist Kreisstadt des Saale-Holzland-Kreises (Abbildung 1). Als erfüllende Gemeinde übernimmt Eisenberg neben den eigenen Verwaltungsaufgaben auch die Wahrnehmung zentraler Verwaltungsleistungen für die Gemeinden Petersberg, Rauschwitz, Hainspitz, Gösen und Mertendorf. Gemeinsam bilden diese Kommunen den Betrachtungsraum der vorliegenden Wärmeplanung.

Der Betrachtungsraum umfasst eine Fläche von rund 53,81 km² und zählt etwa 12.000 Einwohner (Stand: 2025). Die Siedlungsstruktur ist geprägt durch die Kernstadt Eisenberg sowie die umliegenden, überwiegend ländlich geprägten Gemeinden mit einer Mischung aus Wohnnutzung, Gewerbestandorten, landwirtschaftlichen Flächen und naturnahen Landschaftsräumen des Thüringer Holzlandes.

Die Stadt profitiert von ihrer Lage zwischen den Oberzentren Jena und Gera sowie von der Nähe zum Hermsdorfer Kreuz, einem der wichtigsten Verkehrsknotenpunkte Thüringens.

Die Stadt ist sehr gut an das überregionale Verkehrsnetz angebunden: Die Autobahn A9 verläuft unmittelbar westlich des Stadtgebiets, die A4 ist über das Hermsdorfer Kreuz in wenigen Minuten erreichbar. Zudem führen die Bundesstraßen B7 und B88 durch bzw. nahe an Eisenberg vorbei.

Der Bahnhof Crossen und Hermsdorf/Klosterlausnitz sind die nächstgelegenen aktive Eisenbahnanschlüsse für die Stadt Eisenberg und bieten regelmäßige regionale Verbindungen, insbesondere Richtung Jena und Gera. Darüber hinaus ist Eisenberg über mehrere regionale Radwege angebunden, darunter den Thüringer Mühlenradweg, der die Stadt mit umliegenden Gemeinden und Naherholungsgebieten verbindet.

In Tabelle 1 finden sich regionale und geografische Daten zum Betrachtungsraum

Tabelle 1: Daten zu Eisenberg

**Regionale und geografische Eckdaten**

| | |
|---|---|
| Fläche | 53,81 km² |
| Ortschaften und Siedlungsbereiche | *Eisenberg*<br>• *Kernstadt*<br>• *Friedrichstanneck*<br>• *Saasa*<br>• *Kursdorf*<br>*Petersberg*<br>• *Aubitz*<br>• *Kischlitz*<br>*Rauschwitz*<br>• *Döllschütz*<br>• *Pretschwitz*<br>• *Schmörschwitz*<br>• *Karsdorfberg*<br>*Hainspitz*<br>*Gösen*<br>*Mertendorf* |
| Verwaltungssitz | Eisenberg |
| Nächste Städte (Luftliniendistanz) | Hermsdorf 6 km, Gera 20 km, Jena 25 km |

## 2.2 Einwohnerzahl und Prognosen

**Datenquellen:**

Thüringer Landesamt für Statistik

Bevölkerung der Gemeinden, erfüllenden Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften nach Geschlecht in Thüringen, https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=gg000102%7C%7C

Bevölkerungsentwicklung seit 2000, Gemeinde: Eisenberg, Stadt
https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?TabelleID=GG000201&auswahl=gem&nr=74018

Bevölkerung der Gemeinden, erfüllenden Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften nach Altersgruppen in Thüringen
https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=gg000103||

Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung der kreisangehörigen Gemeinden, erfüllenden Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften 2024 (IST) bis 2045 (am 31.12. des jeweiligen Jahres) in Thüringen
https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=gg002131||

Voraussichtliches Durchschnittsalter der kreisangehörigen Gemeinden, erfüllenden Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften 2024 (IST), 2035 und 2045 (am 31.12. des jeweiligen Jahres) in Thüringen
https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=gg002135||

Mit Stand 31.12.2025 lebten in der Stadt Eisenberg zuzüglich der beauftragenden Gemeinden 11.975 Einwohner. Während das Bundesland Thüringen in den letzten Jahren einen geringen Bevölkerungsrückgang verzeichnet, blieb die Bevölkerungszahl im Untersuchungsgebiet weitgehend stabil. Zwischen 2000 und 2026 ist ein leichter Rückgang von lediglich etwa 4,5 % zu verzeichnen.

Die Altersstruktur Eisenbergs zeigt einen überdurchschnittlich hohen Anteil älterer Menschen: Im Jahr 2021 betrug der Anteil der über 65-Jährigen etwa 25,1 %. Der Anteil der erwerbsfähigen Bevölkerung (zwischen 15 und 65 Jahren) lag 2023 bei etwa 60,6 %. Der Anteil der Kinder und Jugendlichen unter 15 Jahren liegt bei rund 13 %.

Die offizielle Bevölkerungsprognose des Thüringer Landesamtes für Statistik geht für Eisenberg bis 2045 von einem leichten Rückgang der Einwohnerzahl (n = 450, 3,6%) im Vergleich zu 2024 aus. Das voraussichtliche Durchschnittsalter soll von 47,7 im Jahr 2035 bis 49,0 Jahre im Jahr 2045 leicht steigen.

## 2.3 Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften

### 2.3.1 Landesebene

#### THÜRINGER KLIMAGESETZ

Quelle:

Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (ThürKlimaG) vom 18. Dezember 2018. GVBl. S. 816.

https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/jlr-KlimaSchGTHpP1

Das Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (ThürKlimaG), das im Dezember 2018 in Kraft trat, schafft den verbindlichen Rahmen für ein klimaverträgliches Handeln im Bundesland. Es verknüpft Maßnahmen des Klimaschutzes mit Strategien zur Klimaanpassung und verfolgt das langfristige Ziel, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um bis zu 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Gleichzeitig formuliert das Gesetz klare Vorgaben für die künftige Energieversorgung des Landes und legt fest, dass der Gebäudebestand in Thüringen bis 2050 nahezu klimaneutral gestaltet werden soll.

#### INTEGRIERTE ENERGIE- UND KLIMASCHUTZSTRATEGIE

Quelle:

Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2019): Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie

Das vom Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz herausgegebene Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept von 2019 ist Entscheidungs- und Handlungsgrundlage für die Landesregierung in der Energie- und Klimapolitik, untersetzt die Ziele aus dem Thüringer Klimagesetz und leitet daraus Maßnahmen ab (S. 1). Sie reagiert auf die spezifischen Herausforderungen in verschiedenen Handlungsfeldern und bietet sowohl der Öffentlichkeit als auch unterschiedlichen Akteursgruppen in Thüringen Orientierung zu den geplanten Entwicklungen. Dabei wird als Ziel definiert, die Treibhausgasemissionen entsprechend dem Thüringer Klimagesetz gegenüber 1990 bis 2030 um 60-70 %, bis 2040 um 70-80 % und 2050 um 80-95 % zu senken (S. 10). Gleichzeitig betont sie, dass Klimaschutz nicht im Widerspruch zu einer wirtschaftlichen Entwicklung steht und benennt

eine Aktivierung der Gebäudesanierung sowie eine Erhöhung erneuerbaren Energien als klimaneutrale und Kosteneffizienzmaßnahme.

### LANDESWÄRMESTRATEGIE

Im Handlungsfeld Wärme beinhaltet die Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie eine Landeswärmestrategie (S. 21-47), deren Erstellung in § 6 Abs. 2 Ziffer 4 des Thüringer Klimaschutzgesetzes gefordert ist. Neben der Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien wird auf die Senkung des Endenergieverbrauchs durch Effizienzsteigerungen, besonders durch energetische Sanierung von Gebäuden, gesetzt. Dabei soll auch die Wirtschaftlichkeit des Heizens und damit verbunden die Sozialverträglichkeit bei der Umstellung auf Erneuerbare nicht außer Acht gelassen werden. Dabei muss auch die demographische Entwicklung bei der Planung neuer Wärmenetze mit bedacht werden, da in vielen Teilen des Landes ein Bevölkerungsrückgang zu erwarten ist. Aus dem gleichen Grund liegt der Fokus nicht bei Neubauten, sondern der Umstellung und Sanierung des Bestands. Daneben soll vor allem die Ausweitung und der Neubau von Wärmenetzen die Wärmewende voranbringen. Dort, wo eine leitungsgebundene Versorgung nicht rentabel möglich ist, müssen dezentrale THG-neutrale Technologien wie Biomassekessel, Wärmepumpen oder Solarthermie zum Einsatz kommen. Dabei gelten folgende Leitbilder:

1. Akteure einbinden und Akzeptanz schaffen
2. Energieeffizienz steigern
3. Direkte Wärmeerzeugung nutzen
4. Wärmesektor ergänzend elektrifizieren
5. Bestehende Infrastrukturen nutzen
6. Erneuerbare Energien in die zentrale Wärmeversorgung einbinden
7. Erneuerbare Energien in die dezentrale, gebäudebezogene Wärmeversorgung einbinden

Dabei wurden 19 Maßnahmen entwickelt und mit Maßnahmen aus anderen Bereichen kombiniert. Hierbei sind in Bezug auf das (später erschienene) Wärmeplanungsgesetz folgende Maßnahmen zu nennen:

- [Wä-02] Konzepte zur CO2-neutralen Wärmeversorgung für öffentliche Wärmenetze
- [Wä-04] Unterstützung des Ausbaus von Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme
- [Wä-06] Aktivierung der Gebäudesanierung und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien für einen klimaneutralen Gebäudebestand
- [Wä-12] Wärmeanalysen und -konzepte auf Gemeindeebene
- [Wä-15] Steigerung der Nutzung industrieller und gewerblicher Abwärme
- [Wä-16] Fortführung der Aktivitäten zur solaren Nah- und Fernwärme
- [Wä-17] Pilotprojekt zur Einbindung von Geothermie in hybride Energieanlagen

### LANDESENTWICKLUNGSPROGRAMM THÜRINGEN

Quelle:

Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2025): Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025. Thüringen im Wandel. Herausforderungen annehmen – Vielfalt bewahren – Veränderungen gestalten. Lesefassung der ersten Änderung vom 06.08.2024

Das aktuell gültige Landesentwicklungsprogramm (LEP) Thüringen von 2014 wurde 2024 zum ersten Mal geändert. Mit diesem Programm werden die grundlegenden Ziele und Prioritäten der Landesentwicklung definiert, die maßgeblich für die nachgeordneten Planungen, insb. Regionalpläne

sind. Als Steuerungsinstrument bündelt das LEP fachliche Anforderungen und übergeordnete Entwicklungsabsichten und liefert so klare Orientierungspunkte für eine nachhaltige und zukunftsgerichtete Gestaltung des Landes.

Die Stadt Eisenberg ist im LEP als Mittelzentrum definiert. Die Stadt fungiert als historisch gewachsener Impulsgeber und Ankerpunkt, der zentrale Versorgungsfunktionen für sein Umland bereitstellt. Mittelzentren wie Eisenberg sichern durch ihre gute Erreichbarkeit, ihren ausgeprägten Einzugsbereich und ihre überdurchschnittlichen Entwicklungspotenziale die gleichwertigen Lebensbedingungen im gesamten Land. Angesichts des demografischen Wandels müssen sie ihre Aufgaben jedoch kontinuierlich an neue Rahmenbedingungen anpassen, um ihre Funktionalität langfristig zu erhalten. Besonders in Regionen mit besonderen Herausforderungen übernehmen Mittelzentren zudem eine stabilisierende Funktion für die Daseinsvorsorge, etwa in der medizinischen Versorgung. Eisenberg liegt im landesbedeutsamen Entwicklungskorridor A 9, in welchem die Stärkung der Standortgunst Thüringens und seiner Teilräume besonderes Gewicht beigemessen werden soll.

### Klimaneutrale Landesverwaltung 2030

Quelle:

Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2023): Klimaneutrale Landesverwaltung 2030. CO2-Minderungspotenzial der Landesgebäude (ohne Hochschulen) und Maßnahmen zur Potenzialerschließung. 12 Punkte-Programm „energetische Sanierung Landesgebäude 2030 ff.“.

https://digitales-infrastruktur.thueringen.de/fileadmin/Bau/Staatlicher_Hochbau/Energieeeffizienz/eSFP_CO2_MP_LG_o_HS_RB_EF.pdf

Der Plan verfolgt das Ziel, die Thüringer Landesverwaltung bis zum Jahr 2030 vollständig klimaneutral auszurichten. Kern dieses Vorhabens ist ein 12-Punkte-Programm zur energetischen Sanierung, das aufzeigt, wie landeseigene Gebäude durch umfassende Modernisierungs- und Effizienzmaßnahmen ihren CO2 Ausstoß deutlich reduzieren können. Die Landesverwaltung möchte damit eine klare Vorbildfunktion übernehmen und demonstrieren, dass konsequenter Klimaschutz und wirtschaftliches Handeln miteinander vereinbar sind. Ein weiterer Schwerpunkt des Programms liegt im stärkeren Ausbau erneuerbarer Energien. Einerseits sollen öffentliche Gebäude zunehmend mit selbst erzeugtem grünem Strom versorgt werden. Andererseits ist der ergänzende Bezug von grünem Strom vorgesehen, um den Energiebedarf vollständig klimaneutral decken zu können.

### Studie „Neue Energie für Thüringen – Potenzialanalyse“

Quelle:

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (2011): Neue Energie für Thüringen. Ergebnisse der Potenzialanalyse.

https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/001_TMUEN/Unsere_Themen/Energie/Erneuerbare_Energie/neue_energie_fuer_thueringen_kurzfassung.pdf

Die Studie verdeutlicht, wie vielfältig die Potenziale der erneuerbaren Energieträger wie Solar- und Windenergie, Wasserkraft, Geothermie, Abwasserwärme sowie Biogas und Biomethan in Thüringen sind. Zusammengenommen stellen sie wichtige Bausteine für die zukünftige Energieversorgung des Landes dar. Des Weiteren arbeitet die Studie diese Potenziale räumlich differenziert heraus und stellt sie für Planungsregionen, Landkreise und Kommunen detailliert dar. Auf dieser Grundlage eröffnet die Studie konkrete Handlungsoptionen und liefert wertvolle Orientierungen für weitere Projekte. Das LEP 2025 greift diese Erkenntnisse auf und integriert sie in seine Entwicklungsziele. Gleichzeitig

schafft die Studie eine wichtige Entscheidungsbasis für die Kommunen, die damit den für sie passenden lokalen Energiemix gezielt gestalten können.

#### STUDIE ZUR TRANSFORMATION DES FREISTAATES THÜRINGEN

Quelle:

Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2024): Auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität. Studie zur Transformation des Freistaates Thüringen. Endbericht.

Die Studie „Auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität" untersucht verschiedene Transformationsszenarien, durch die Thüringen bis 2045 bzw. 2040 treibhausgasneutral werden kann. Dabei werden die notwendigen Investitionen beleuchtet und Maßnahmen aufgezeigt, mit denen der Freistaat Thüringen zu diesen Zielen beitragen kann. Unter dem Kapitel „Entwicklungsnotwendigkeiten der Energieversorgung und der öffentlichen Infrastrukturen" gibt es auch einen Abschnitt zu Wärmenetzen und zur Wärmeerzeugung (S. 138-143). Dabei zeigt sich, dass Fernwärme mit Ausnahmen nur in den großen Städten einen relevanten Anteil zur Wärmeversorgung beiträgt. Doch auch in kleineren Städten befinden sich Netze, auf denen aufgebaut werden kann. Für die Transformation wird bis zum Zieljahr 2045 ein Energiemix in den Wärmenetzen zu großen Teilen mit Wasserstoff und Großwärmepumpen prognostiziert. Dabei werden, auch für den Zubau neuer Netzteile und -anlagen, mit Investitionen von 73 Mio. € pro Jahr bis 2045 gerechnet.

### 2.3.2 regionale Planungsregion

#### REGIONALPLAN OSTTHÜRINGEN

Quelle:

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (2020): Sachlicher Teilplan Windenergie Ostthüringen (vom Thüringer Oberverwaltungsgericht, Urteil vom 28. September 2026, Az. 5 N 54/26 für unwirksam erklärt).

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (2025): Regionalplan Ostthüringen.

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (in Aufstellung): Sachlicher Teilplan Windenergie und Sicherung des Kulturerbes Ostthüringen.

Die Stadt Eisenberg befindet sich im Landkreis Saale-Holzland-Kreis und gehört damit zur regionalen Planungsgemeinschaft Ostthüringen. Der Regionalplan Ostthüringen 2025 ist am 12.01.2026 in Kraft getreten. Der Plan geht auf die Raumstruktur, Siedlungsstruktur, Infrastruktur und Freiraumstruktur der Region ein. Bei der Infrastruktur sind Ziele und Grundsätze zur Errichtung von Energieanlagen (insbesondere Wind und Photovoltaik) aufgeführt. Für die Freiraumstruktur werden Vorrang- und Vorbehaltsgebiete ausgewiesen.

Der Sachliche Teilplan Windenergie und Sicherung des Kulturerbes Ostthüringen 2020 wurde durch das Thüringer Oberverwaltungsgericht am 28.09.2026 für unwirksam erklärt.

Derzeit befindet sich der Sachliche Teilplan Windenergie und Sicherung des Kulturerbes Ostthüringen in Aufstellung. Im Entwurf vom 05.06.2025 waren auf dem Gebiet der Stadt Eisenberg sowie der erfüllten Gemeinden die Vorranggebiete Windenergie W-17 "Heideland/Königshofen" sowie W-38 "Rauschwitz" enthalten.

### 2.3.3 Kreisebene

#### KLIMASCHUTZ- & KLIMAFOLGENANPASSUNGSKONZEPT (2024–2025)

Quelle:

Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungs-konzept für den Saale-Holzland-Kreis (Dezember 2025)

Das integrierte Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungskonzept des Saale-Holzland-Kreises verbindet erstmals Klimaschutz und Klimaanpassung in eine sogenannte Doppelstrategie. Es basiert auf einer umfassenden Energie- und Treibhausgasbilanz, Potenzialanalyse sowie einer Untersuchung klimabedingter Risiken. Für das Basisjahr 2021 wurden Treibhausgasemissionen von 13,76 t $CO_2$eq pro Einwohner ermittelt. Durch konsequente Maßnahmen in den Bereichen Energie, Gebäude, Mobilität, Landwirtschaft und Landnutzung kann dieser Wert bis 2045 auf 2,0 t $CO_2$eq pro Einwohner reduziert werden. Unter Einbeziehung der natürlichen Senkenleistungen von Wald- und Freiflächen wird bilanziell Klimaneutralität erreicht. Die größten Potenziale liegen im Ausbau erneuerbarer Energien, der energetischen Gebäudesanierung, der Elektrifizierung des Verkehrs sowie im natürlichen Klimaschutz. Gleichzeitig zeigen die Klimaanalysen eine deutliche Zunahme von Hitze, Trockenstress und Starkregenereignissen. Besonders betroffen sind Gesundheit, Siedlungsentwicklung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Katastrophenschutz. Im Rahmen eines breit angelegten Beteiligungsprozesses wurden 46 Maßnahmen entwickelt und daraus 22 prioritäre Maßnahmen ausgewählt. Diese umfassen Klimaschutz-, Klimaanpassungs- und Synergiemaßnahmen, die sowohl Emissionsminderungen als auch die Stärkung der Klimaresilienz unterstützen. Ergänzt werden die Maßnahmen durch Konzepte zur Verstetigung, Erfolgskontrolle und Kommunikation. Das Konzept bildet damit die strategische Grundlage für eine nachhaltige, klimaresiliente und zukunftsfähige Entwicklung des Saale-Holzland-Kreises.

### 2.3.4 Kommunalebene

Quelle:

ENERGIE WERKSTADT (2024): Integriertes Energetisches Quartierskonzept Eisenberg West.

ENERGIE WERKSTADT (2024): Integriertes Energetisches Quartierskonzept Kursdorf.

Geodateninfrastruktur-Thüringen (2026): Flächennutzungspläne der Stadt Eisenberg und der beauftragenden Gemeinden.

Geodateninfrastruktur-Thüringen (2026): Bebauungspläne der Stadt Eisenberg und der beauftragenden Gemeinden.

#### INTEGRIERTES ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT EISENBERG WEST

Im Gebiet Eisenberg West dominiert derzeit die Wärmeversorgung über Fernwärme und Erdgas, während erneuerbare Energien bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Untersuchung zeigt erhebliche Energieeinsparpotenziale durch die energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden. Zusätzlich bestehen relevante Ausbaupotenziale für Photovoltaik und weitere erneuerbare Wärmequellen. Aufgrund der vorhandenen Infrastruktur stellt die Weiterentwicklung und

Erweiterung von Wärmenetzen eine zentrale Transformationsoption dar. Die Maßnahmen tragen dazu bei, den Endenergieverbrauch zu senken und die Treibhausgasemissionen langfristig deutlich zu reduzieren. Ergänzend leisten Maßnahmen in den Bereichen Mobilität, Klimafolgenanpassung und blau-grüne Infrastruktur wichtige Beiträge zur nachhaltigen Quartiersentwicklung. Die Bürgerbeteiligung hat gezeigt, dass großes Interesse an einer zukunftssicheren, bezahlbaren und klimafreundlichen Wärmeversorgung besteht. Für die erfolgreiche Umsetzung sind ein kontinuierliches Sanierungsmanagement, zielgerichtete Beratungsangebote sowie die Nutzung von Förderprogrammen erforderlich.

### Integriertes Energetisches Quartierskonzept Kursdorf

Im Ortsteil Kursdorf dominiert derzeit die Wärmeversorgung über Heizöl, ergänzt durch Brennholz, Flüssiggas und vereinzelt Wärmepumpen, während leitungsgebundene Wärmeversorgung bislang nicht vorhanden ist. Die Untersuchung zeigt erhebliche Energieeinsparpotenziale durch die energetische Sanierung des überwiegend privaten Wohngebäudebestandes mit seinen dörflichen und kleinteiligen Strukturen. Zusätzlich bestehen relevante Ausbaupotenziale für Photovoltaik, Solarthermie sowie weitere erneuerbare Wärmequellen. Aufgrund der vorhandenen Wärmebedarfsdichte und der regional verfügbaren Biomasseressourcen stellt die Errichtung eines Nahwärmenetzes auf Basis von Hackschnitzeln und Solarthermie eine zentrale Transformationsoption dar. Die Maßnahmen tragen dazu bei, den Endenergieverbrauch zu senken und die Treibhausgasemissionen langfristig deutlich zu reduzieren. Ergänzend leisten Maßnahmen in den Bereichen Mobilität, Klimafolgenanpassung, Landschaftspflege sowie blau-grüne Infrastruktur wichtige Beiträge zur nachhaltigen Ortsentwicklung. Die Bürgerbeteiligung hat gezeigt, dass großes Interesse an einer zukunftssicheren, bezahlbaren und klimafreundlichen Wärmeversorgung sowie an Informationen zu erneuerbaren Energien besteht. Für die erfolgreiche Umsetzung sind ein kontinuierliches Sanierungsmanagement, zielgerichtete Beratungsangebote sowie die Nutzung von Förderprogrammen erforderlich. Gleichzeitig bietet die Nutzung lokaler Energiequellen die Chance, die regionale Wertschöpfung zu stärken und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

### Flächennutzungspläne/Bebauungspläne der Stadt Eisenberg und der beauftragten Gemeinden

Die Flächennutzungspläne sowie die Bebauungspläne und Satzungen der Stadt Eisenberg und der beauftragenden Gemeinden dienen der räumlichen Einordnung bestehender und geplanter Nutzungen im Gemeindegebiet und bilden eine wichtige Grundlage für die kommunale Wärmeplanung. Über die Verlinkungen zu den Planunterlagen können relevante Informationen zur Siedlungsentwicklung, Flächennutzung, planungsrechtlichen Rahmenbedingungen sowie zu zukünftigen Flächenpotenzialen berücksichtigt werden. Die Auswertung unterstützt insbesondere die Identifikation geeigneter Potenzialflächen für erneuerbare Energien, Wärmenetze und weitere energiebezogene Infrastrukturmaßnahmen. Dadurch können räumliche Entwicklungsperspektiven und Restriktionen frühzeitig in die strategische Planung der Wärmewende integriert werden. Während die Datengrundlage zu den Bebauungsplänen und Satzungen bereits vollständig verfügbar ist, besteht nicht für alle untersuchten Gemeinden ein wirksamer Flächennutzungsplan. Aktuell liegen wirksame Flächennutzungspläne für die ehemals eigenständige Gemeinde Kursdorf und die

Gemeinde Hainspitz vor. Der gesamtstädtische Flächennutzungsplan der Stadt Eisenberg befindet sich derzeit in Aufstellung.

## 2.4 Gebäude- und Siedlungsstruktur

### 2.4.1 Siedlungstypen

**Datenquellen:**

Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) – WFS (Version 2.0)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen; © GeoBasis-DE / LVermGeo ST)

Stadtraumtypen und Siedlungstypen nach Everding 2007
Everding, Dagmar (2007): Solarer Städtebau. Kohlhammer

Eigene Erhebung

Die Einteilung des Untersuchungsgebietes orientiert sich an der Flächennutzung. Der Großteil der Flächen im Untersuchungsgebiet (ca. 56 %) ist landwirtschaftlich geprägt (Tabelle 2). Mit 31 % der Gemeindefläche nehmen Wald- oder Gehölzflächen einen beträchtlichen Anteil ein. Etwa 11 % der Gemeinde sind bebaute Wohn- oder Industrie- und Gewerbeflächen, was im ländlichen Charakter der beauftragenden Gemeinden begründet liegt.

Tabelle 2: Anteile der Flächennutzung bezogen auf das Untersuchungsgebiet Eisenberg und erfüllte Gemeinden

| Flächennutzung | Fläche in ha | % |
|---|---|---|
| Siedlungsfläche | 832,49 | 15,3 |
| Wald-, Gehölz- und Heideflächen | 1841,79 | 33,9 |
| Gewässer | 22,29 | 0,4 |
| Verkehrsfläche, Deponie, Halde, Platz | 22,96 | 0,4 |
| Landwirtschaft und Gartenbau | 2714,93 | 50,0 |

5.434,46 Die Wohnflächen im Gebiet der Stadt und der beauftragenden Gemeinden wurden entsprechend ihrer Siedlungs- und Bebauungsstruktur weiter differenziert (Tabelle 3). Die kleineren Ortsteile weisen überwiegend eine dörfliche, kleinteilige Struktur auf, die durch historische Dorfkerne, ehemalige Gehöfte und eine lockere, meist ein- bis zweigeschossige Bebauung geprägt ist. Ergänzend finden sich in nahezu allen Ortsteilen Ein- und Zweifamilienhausgebiete unterschiedlicher Baualtersklassen und Bauweisen.

Mehrfamilienhäuser und dichtere Wohnformen treten vor allem in der Kernstadt Eisenberg auf, die als zentraler Siedlungsschwerpunkt eine höhere bauliche Dichte und vielfältigere Gebäudetypologien aufweist.

Die Einteilung von Siedlungstypen erfolgt im Rahmen der Wärmeplanung anhand der folgenden Siedlungsbereiche: Stadt Eisenberg, Friedrichstanneck, Saasa, Kursdorf, Petersberg, Kischlitz, Rauschwitz, Hainspitz, Gösen und Mertendorf.

Tabelle 3: Siedlungstypen und Merkmale der Siedlungsbereiche

| Ortsteil | Siedlungstypen und Merkmale |
|---|---|
| Kernstadt Eisenberg | Historische Altstadt mit dichter Block- und Mischbebauung<br>Jüngere Stadterweiterungen (Wohnsiedlungen, Heimstätten-Siedlung)<br>Hochverdichteter Siedlungskern mit zentralen Versorgungsfunktionen<br>Gewerbe- und Dienstleistungsstandort (Kreisstadt)<br>Topografie: Hochebene, steile Talränder |
| Friedrichstanneck | Eingemeindeter Siedlungsbereich nördlich der Kernstadt<br>Kleinsiedlungsstruktur mit überwiegend Einfamilienhäusern<br>Waldnahe Lage, lockere Bebauung |
| Saasa | Ehemalige eigenständige Gemeinde, heute Siedlungsbereich von Eisenberg<br>Dorfartiger Siedlungstyp, überwiegend Wohnnutzung<br>Randlage mit guter Anbindung an die Kernstadt |
| Kursdorf | Jüngster eingemeindeter Siedlungsbereich (1994)<br>Kleiner ländlicher Siedlungskern<br>Nähe zum Eisenberger Mühltal (touristisch bedeutsam) |
| Petersberg | Eigenständige Gemeinde im Verflechtungsraum Eisenberg (nicht eingemeindet, aber funktional angebunden)<br>Dorfstruktur mit Ortsteilen Aubitz und Kischlitz<br>Landwirtschaftlich geprägtes Umfeld mit Gewerbefläche im Süden der Gemeinde, zwischen A9 und B7 |
| Kischlitz | Kleiner ländlicher Ortsteil mit Streu- und Hofbebauung<br>Geringe Siedlungsdichte |
| Rauschwitz | Gemeinde im direkten Umland Eisenbergs mit mehreren Ortsteilen (Dollschütz, Pretschwitz, Karsdorfberg, Schmörschwitz)<br>Ausgeprägt landwirtschaftlich<br>Kleine, verstreute Siedlungskerne |
| Hainspitz | Nachbargemeinde Eisenbergs, funktional eng angebunden<br>Dorfkern mit Einfamilienhausbebauung, Gewerbefläche in der Nähe der B7<br>Wald- und Seenähe |
| Gösen | Kleine Gemeinde nördlich von Eisenberg |

| | |
|---|---|
| | Dorfstruktur, lockere Bebauung |
| Mertendorf | Sehr kleiner Ortsteil im Eisenberger Verflechtungsraum (149 Einwohner)<br>Ländlich geprägt, geringe Gebäudedichte |

Neben der Einteilung der Ortschaften in übergeordnete Siedlungstypen wurde für die Gemeinden auf Grundlage von Geodaten zudem eine Darstellung der verschiedenen Flächennutzungen erstellt. Diese ist nachfolgend Abbildung 2 abgebildet.

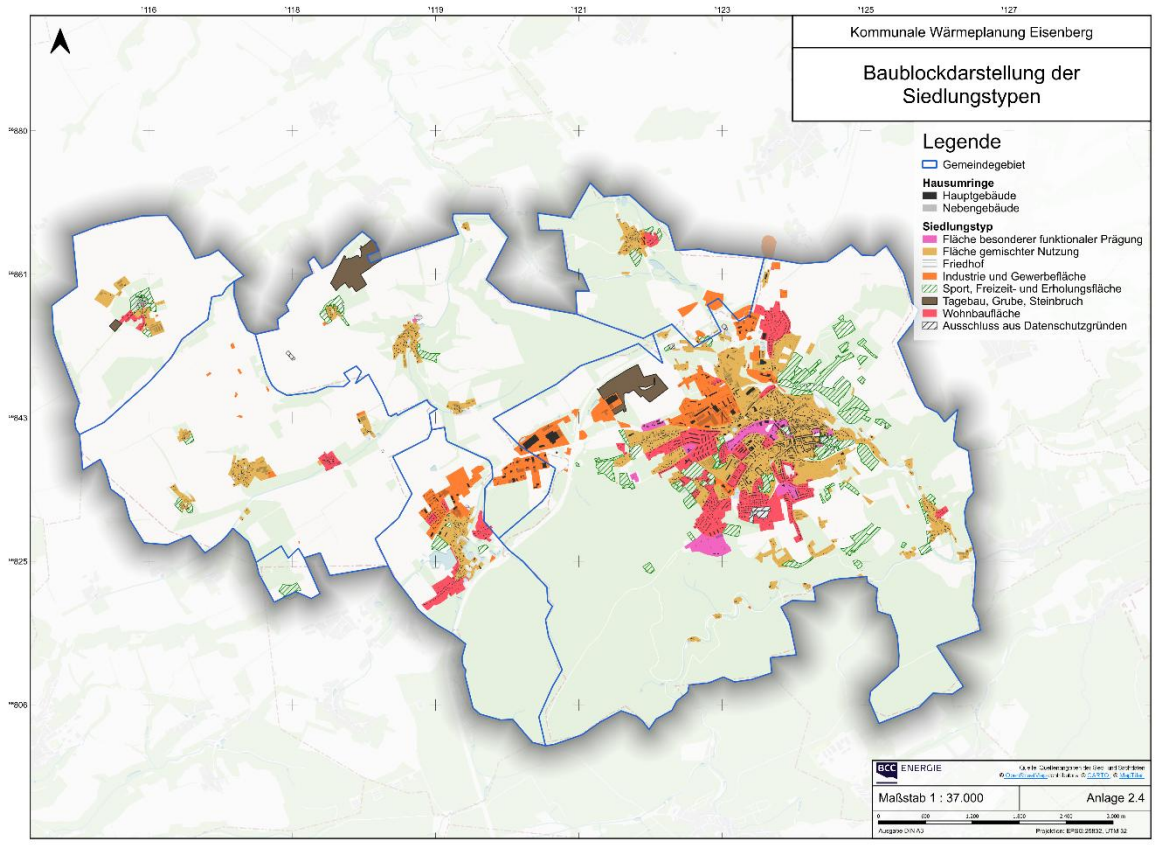



Abbildung 2: Einteilung des Siedlungsgebietes der Stadt Eisenberg nach Flächennutzungstyp

## 2.4.2 Denkmalschutz

**Datenquellen:**

Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie
Auszug aus der Liste der Kulturdenkmale gemäß § 2 ThürDSchG

Im Bereich des Denkmalschutzes gelten besondere rechtliche Anforderungen, etwa bei der Sanierung der Gebäudehülle, der Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen sowie der Nutzung von Freiflächen. Bei baulichen Maßnahmen an Kulturdenkmalen sowie bei Maßnahmen, die deren Erscheinungsbild oder Umgebung beeinträchtigen können, ist regelmäßig eine denkmalrechtliche

Genehmigung beziehungsweise Abstimmung mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde erforderlich.

In Thüringen bildet das „Thüringer Gesetz zur Pflege und zum Schutz der Kulturdenkmale“ (ThürDSchG) vom 14. April 2004 (zuletzt geändert am 18. Dezember 2018) die maßgebliche Grundlage. Demnach bedarf jede Veränderung des äußeren Erscheinungsbildes eines Denkmals der Genehmigung durch die zuständige Denkmalschutzbehörde (vgl. § 13 ThürDSchG).

Nach Auskunft des Thüringer Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie werden Anträge für Photovoltaik- und Solarthermieanlagen in der Praxis häufig genehmigt (nach eigener Angabe in mehr als 95 % der Fälle, Anfrage #280296 fragdenstaat.de). Begründet wird dies unter anderem mit § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), wonach der Ausbau erneuerbarer Energien im überragenden öffentlichen Interesse liegt und als vorrangiger Belang in die Abwägung einzustellen ist.

Im gesamten Untersuchungsgebiet finden sich viele Bau-, Kultur- sowie Bodendenkmale, die in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgelistet sind.

Tabelle 4: Denkmalliste nach Gebieten

| Gebiet | Denkmalliste |
|---|---|
| Aubitz | 1 Bodendenkmal |
| Döllschütz | 1 Bodendenkmal |
| Eisenberg | 1 Bodendenkmal, 4 Denkmalsensemble und 60 Einzeldenkmale |
| Friedrichstanneck | 1 Einzeldenkmal |
| Gösen | 2 Einzeldenkmale |
| Hainspitz | 1 Einzeldenkmal |
| Kischlitz | 2 Einzeldenkmale |
| Kursdorf | 5 Bodendenkmale und 1 Einzeldenkmal |
| Mertendorf | 1 Bodendenkmal und 1 Einzeldenkmal |
| Petersberg | 1 Bodendenkmal und 1 Einzeldenkmal |
| Rauschwitz | 2 Einzeldenkmale |
| Saasa | 1 Bodendenkmal und 2 Einzeldenkmale |

### 2.4.3 Gebäudenutzung

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

3D-Gebäudemodelle LoD2 Deutschland (LoD2-DE)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

Die Informationen über die Gebäude im Untersuchungsgebiet stammen aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS). Das Attribut „Gebäudefunktion" (GFK) wird genutzt, um die Gebäude nach Nutzung aufzuteilen. Von den insgesamt 11.715 Gebäuden sind 3.030 Gebäude genau verortbar – haben also eine Adresse. Für sechs dieser Adresspunkte konnte kein Verbrauch zugeordnet werden; Informationen zu Baualter und Gebäudefunktion liegen jedoch vor und bleiben für die entsprechenden Strukturauswertungen erhalten. Der vollständige Adressbestand ist daher von der Teilmenge mit zugeordneter Wärmeversorgung zu unterscheiden. Die sonstigen Gebäude ohne Adresse sind oftmals eine Art Anbau oder Garage. Der Großteil der Gebäude (ca. 90 %) wird als Wohngebäude genutzt. Die übrigen Gebäude werden hauptsächlich für Gewerbezwecke genutzt (Tabelle 5). Durch die Einteilung nach der Zuordnungslogik des KWW-Leitfadens und des KWW-Technikkatalogs (KWW = „Kompetenzzentrum Wärmewende" der dena (Deutsche Energie Agentur)) werden keine der im Untersuchungsgebiet befindlichen Gebäude in den Sektor Industrie eingeteilt. Darunter fallen nach dem Leitfaden nur bestimmte Gewerbezweige, wie beispielsweise stahlverarbeitende Betriebe oder auch Raffinerien.

Tabelle 5: Gebäudenutzung – Einteilung nach Sektoren nach KWW-Leitfaden

| | Haushalte \ Wohngebäude | Gewerbe, Handel, und Dienstleistungen | Industrie | Sonstiges | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| Gesamt | 2717 | 301 | 0 | 12 | 3030 |
| % | 90 | 9,9 | 0 | 0,4 | 100 |

Neben der Aufschlüsselung in der obenstehenden Tabelle ist nachfolgend (Abbildung 3) auch die Einteilung der Baublöcke je überwiegendem Gebäudesektor vorgenommen worden.

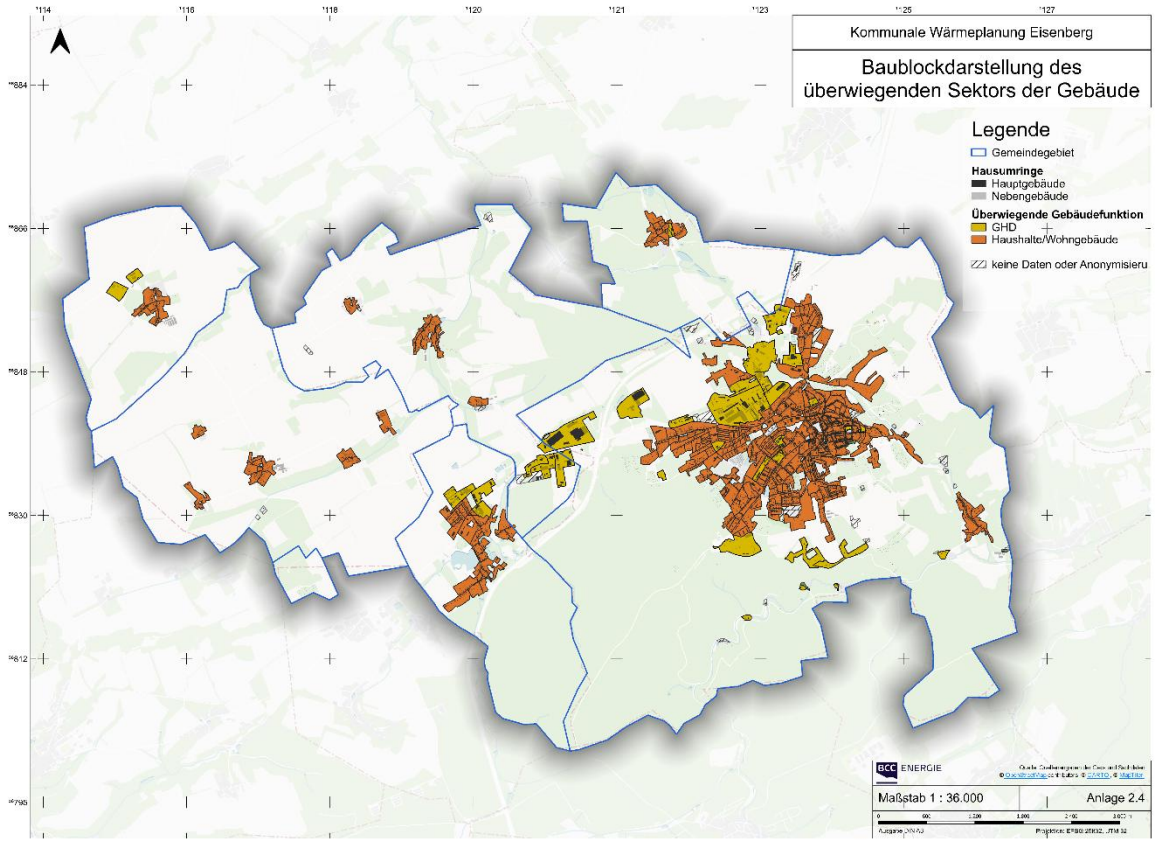



Abbildung 3: Einteilung des Siedlungsgebietes nach dem überwiegenden Gebäudesektor

### 2.4.4 Baualtersklassen

**Datenquellen:**

Zensus 2022 – Gebäude und Wohnungen
(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Die Grundlage für die Baualtersklassen bildet der Zensus 2022. Die Auswertung auf Gemeindeebene (sogenannte Regionaltabelle) zeigt für 3.276 Adressen im Untersuchungsgebiet folgende Ergebnisse (Tabelle 6):

Tabelle 6: Baualtersklassen Wohngebäude

| Kategorie | vor 1919 | 1919 - 1948 | 1949 - 1978 | 1979 - 1990 | 1991 - 2000 | 2001 - 2010 | 2011 - 2019 | 2020 - später | keine Daten |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl | 1296 | 327 | 335 | 214 | 273 | 58 | 16 | 18 | 739 |
| % | 39,6 | 10,0 | 10,2 | 6,5 | 8,3 | 1,8 | 0,5 | 0,5 | 22,6 |

Die Baualtersstruktur wird von älteren Gebäuden geprägt: Knapp die Hälfte der Wohngebäude wurde vor 1949 errichtet, rund drei Viertel des Bestands (74,6 %) stammen aus der Zeit vor 2001. Die Neubautätigkeit seit der Jahrtausendwende fällt vergleichsweise gering aus; lediglich rund 2,8 % der

Wohngebäude wurden seit 2001 errichtet. Da die Datengrundlage auf dem Zensus 2022 basiert, sind Gebäude aus den Jahren 2022 bis 2025 noch nicht erfasst. Zudem liegen für 22,6 % der Wohngebäude aufgrund datenschutzbedingter Anonymisierungen keine Informationen zur Baualtersklasse vor.

In nachfolgender Grafik (Abbildung 4) sind die Informationen des Zensus in Baublockdarstellung aufgezeigt.

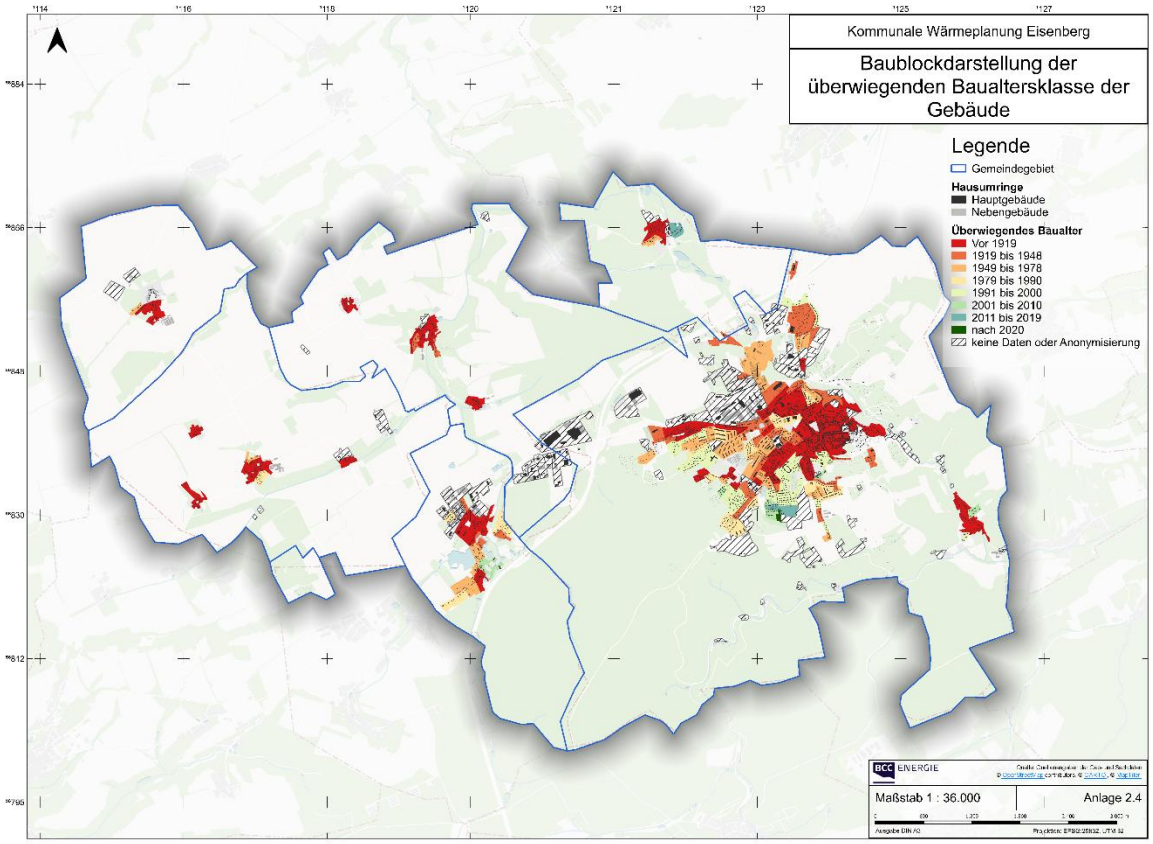



Abbildung 4: Überwiegende Baualtersklasse je Baublock

## 2.5 Energieinfrastruktur

Für die erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors ist nicht nur die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen entscheidend. Ebenso bedeutsam sind die Infrastrukturen, zu denen Wärmenetze, Gasnetze, Wärmespeicher, usw. und die Gebäude selbst gehören. Um niedrig temperierte Wärme aus erneuerbaren Quellen und Abwärme effizient nutzen zu können, sind Wärmenetze mit möglichst geringen Verteilungsverlusten und geeigneten Temperaturniveaus erforderlich. Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch möglich, den Bedürfnissen der Wärmekunden entspricht und für die Betreiber des Wärmenetzes wirtschaftlich tragbar ist. Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Wärmenetzen stellt sich die Frage nach der zukünftigen Rolle der aktuell weit verbreiteten Gasnetze. Da eine hohe Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen entscheidend ist, sollte vermieden werden, dass Wärmenetze und Gasnetze in Konkurrenz treten und sich gegenseitig schwächen. Gasnetze könnten zukünftig als Speichermedium dienen, indem sie vermehrt biogene und synthetische Gase aufnehmen und transportieren.

Im folgenden Abschnitt werden die gesammelten Daten zu den im Untersuchungsgebiet vorhandenen und geplanten Energieinfrastrukturen zusammengestellt. Die Gemeinde ist vor allem geprägt durch eine Wärmeversorgung über das Gasnetz. Neben dieser prägnanten Infrastruktur,

werden nachfolgend auch die potenzielle Wasserstoffinfrastruktur behandelt und abschließend eine Auswertung der Beheizungsstruktur durchgeführt.

**Gasnetzinfrastruktur**

Die Wärmeversorgung erfolgt zum größten Teil über ein Gasnetz. Dieses liegt flächendeckend in der Stadt Eisenberg und in Hainspitz, sowie in Teilen von Petersberg vor. Der Gasnetzbetreiber in der Stadt Eisenberg ist die Netzgesellschaft Eisenberg GmbH. In Hainspitz und Petersberg betreibt die Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG (TEN) das Gasnetz.

Bei einer gesamten Leitungslänge von insgesamt 94,2 km resultiert aktuell ein Anschlussgrad von rund 57 % bezogen auf die Anzahl der Adressen im Untersuchungsgebiet.

**Wärmenetzinfrastruktur**

In der Stadt Eisenberg gibt es aktuell ein in Betrieb befindliches Wärmenetz. Das Netz versorgt einen Teil der Innenstadt und wird von der Eisenberger Bädergesellschaft mbH betrieben.

### 2.5.1 Wärmenetze und -leitungen

**Datenquellen:**

Eisenberger Bädergesellschaft mbH

Wärmenetzstrategie 2040: Eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung bis 2040 (BHE Bioheizkraftwerk Eisenberg GmbH, Konzept zur Erfüllung der Erfordernisse von § 8 Abs. 5 Thüringer Klimagesetz vom 18. Dezember 2018, Eisenberg, 22,12.2022)

In Eisenberg betreibt die Eisenberger Bädergesellschaft mbH ein Wärmenetz (Abbildung 5). Versorgt werden über das Netz Bereiche der Kernstadt mit unterschiedlicher Bebauungsstruktur. Ein Großteil der angeschlossenen Gebäude ist dem Mehrgeschosswohnungsbau zuzuordnen.

Das Fernwärmenetz ist sternförmig aufgebaut und umfasst eine Trassenlänge von etwa 9 km. Die unterirdisch verlegten Rohrleitungen weisen Nennweiten zwischen DN 32 und DN 200 auf. Die Hausanschlussstationen befinden sich im Eigentum der jeweiligen Anschlussnehmer. Das Netz wird mit vergleichsweise hohen Systemtemperaturen betrieben. Während der Heizperiode liegen die Vor- und Rücklauftemperaturen bei 95 °C beziehungsweise 75 °C. Außerhalb der Heizperiode werden Temperaturen von 85 °C im Vorlauf und 65 °C im Rücklauf gefahren. Diese Betriebsweise entspricht einem klassischen Fernwärmenetz der dritten Generation und ermöglicht die Versorgung der angeschlossenen Gebäude mit Raumwärme und Warmwasser.

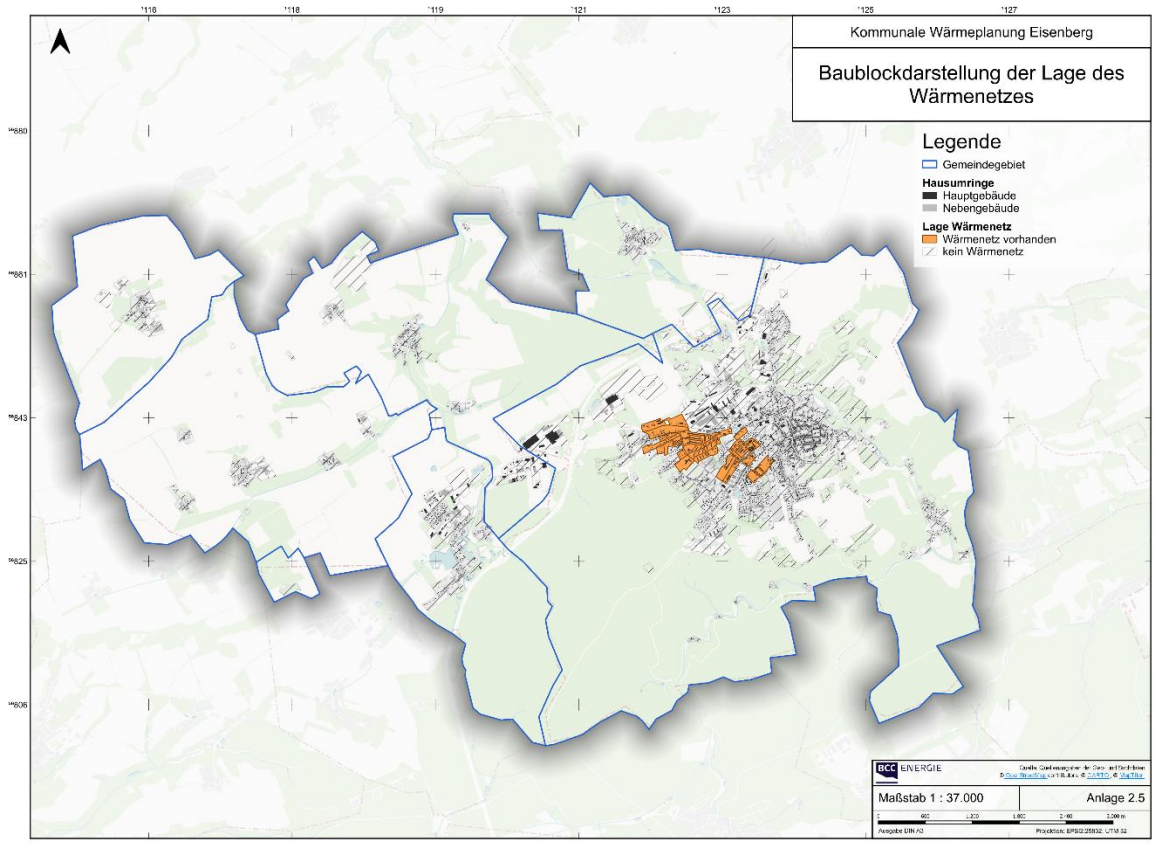



Abbildung 5: Baublockdarstellung der Lage des Wärmenetzes in Eisenberg

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die wichtigsten Kerndaten des Wärmenetzes aufgeführt.

Tabelle 7: Kernparameter des Fernwärmenetzes Eisenberg

## Wärmenetz Eisenberg

| | |
|---|---|
| Art des Mediums | Wasser |
| Jahr der Inbetriebnahme | 1970 |
| Temperaturniveau Vorlauf/Rücklauf | Sommerbetrieb:<br>85 °C / 65 °C<br><br>Winterbetrieb:<br>95 °C / 75 °C |
| Rohrleitungslänge in km (Vor- und Rücklauf) | 14,8 |
| Gesamtanzahl der Anschlüsse | 142 |
| Wärmeverluste im Drei-Jahres-Mittel | 16,7 % |
| Netzeinspeisung im Drei-Jahres-Mittel | 13,23 GWh |
| Wärmeabsatz im Drei-Jahres-Mittel | 11,02 GWh |

### 2.5.2 Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen

**Datenquellen:**

Eisenberger Bädergesellschaft mbH

Wärmenetzstrategie 2040: Eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung bis 2040 (BHE Bioheizkraftwerk Eisenberg GmbH, Konzept zur Erfüllung der Erfordernisse von § 8 Abs. 5 Thüringer Klimagesetz vom 18. Dezember 2018, Eisenberg, 22,12.2022)

Die Wärme für das Fernwärmenetz wird an einem zentralen Erzeugungsstandort im Westen des Netzgebietes bereitgestellt. Der Standort umfasst drei Erzeugungsanlagen mit einer installierten thermischen Gesamtnennleistung von 8,86 MW. Die Wärmebereitstellung erfolgt überwiegend auf Basis von Biomethan, das rund 65 % der erzeugten Wärme ausmacht, während die verbleibenden 35 % durch Erdgas bereitgestellt werden. Für den Betrieb des Wärmenetzes wird darüber hinaus Elektroenergie als Hilfsenergie für die Wärmeverteilung und den Wärmetransport eingesetzt.

In Abbildung 6 ist der Standort der zurzeit in Betrieb befindlichen Wärmeerzeugungsanlagen verortet. Es ist zudem in der Baublockdarstellung das Wärmenetzgebiet orange markiert.

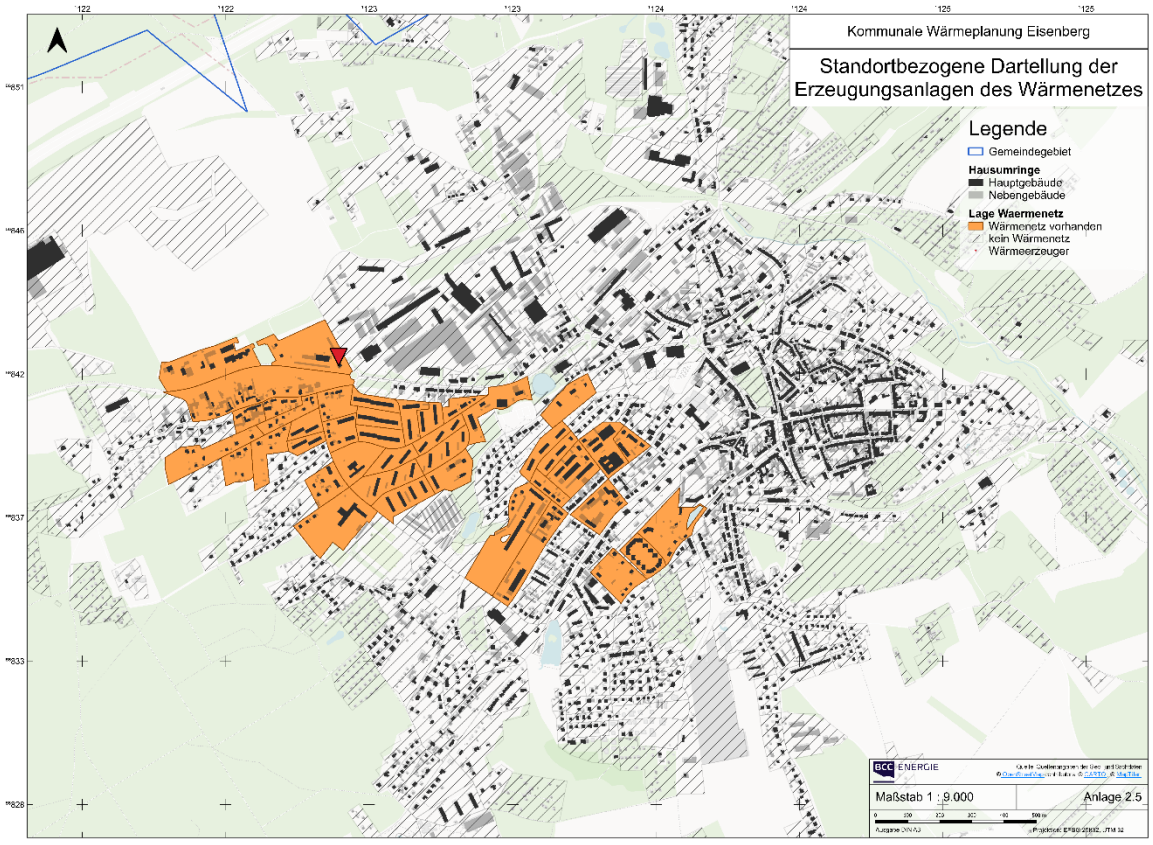



Abbildung 6: standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen in Eisenberg

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die wichtigsten Daten zu den Wärmeerzeugern aufgeführt.

Tabelle 8: Auflistung der Wärmeerzeugungsanlagen im Wärmenetz Eisenberg

**Wärmeerzeugungsanlagen**

| BHKW | |
|---|---|
| Nennleistung | 1,56 MW thermisch / 1,56 MW elektrisch |
| Inbetriebnahmedatum | 2012 |
| Energieträger | Biomethan |
| **Kessel 1** | |
| Nennleistung | 3,5 MW thermisch |
| Inbetriebnahmedatum | nicht bekannt |
| Energieträger | Erdgas |
| **Kessel 2** | |
| Nennleistung | 3,8 MW thermisch |
| Inbetriebnahmedatum | nicht bekannt |
| Energieträger | Erdgas |
| **Installierte Gesamtleistung** | **8,86 MW thermisch / 1,6 MW elektrisch** |

### 2.5.3 Gasnetze und -leitungen

| Datenquellen: |
|---|
| Netzgesellschaft Eisenberg mbH |
| TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG |

Im Gebiet der erfüllenden Gemeinde Eisenberg sowie der beauftragenden Gemeinden bestehen zwei voneinander getrennte Erdgasversorgungsgebiete. Das Stadtgebiet Eisenberg wird über das Gasverteilnetz der Netzgesellschaft Eisenberg mbH versorgt. Darüber hinaus befinden sich im Verwaltungsgebiet der beauftragenden Gemeinden weitere Bereiche, die an das Gasnetz der Thüringer Energienetze (TEN) angeschlossen sind. Dies betrifft insbesondere die Gemeinde Hainspitz sowie einen zum Petersberger Gemeindegebiet gehörenden Gewerbestandort östlich von Hainspitz.

Darüber hinaus gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau oder die Erweiterung des Netzes.

Wie in Abbildung 7 ersichtlich, ist das Erdgasnetz in Eisenberg flächendeckend ausgebaut und ein Hauptbestandteil der Wärmeerzeugung der Gemeinde. Zur Erzeugungsstruktur gibt es mit Kapitel 2.5.8 einen separaten Abschnitt.

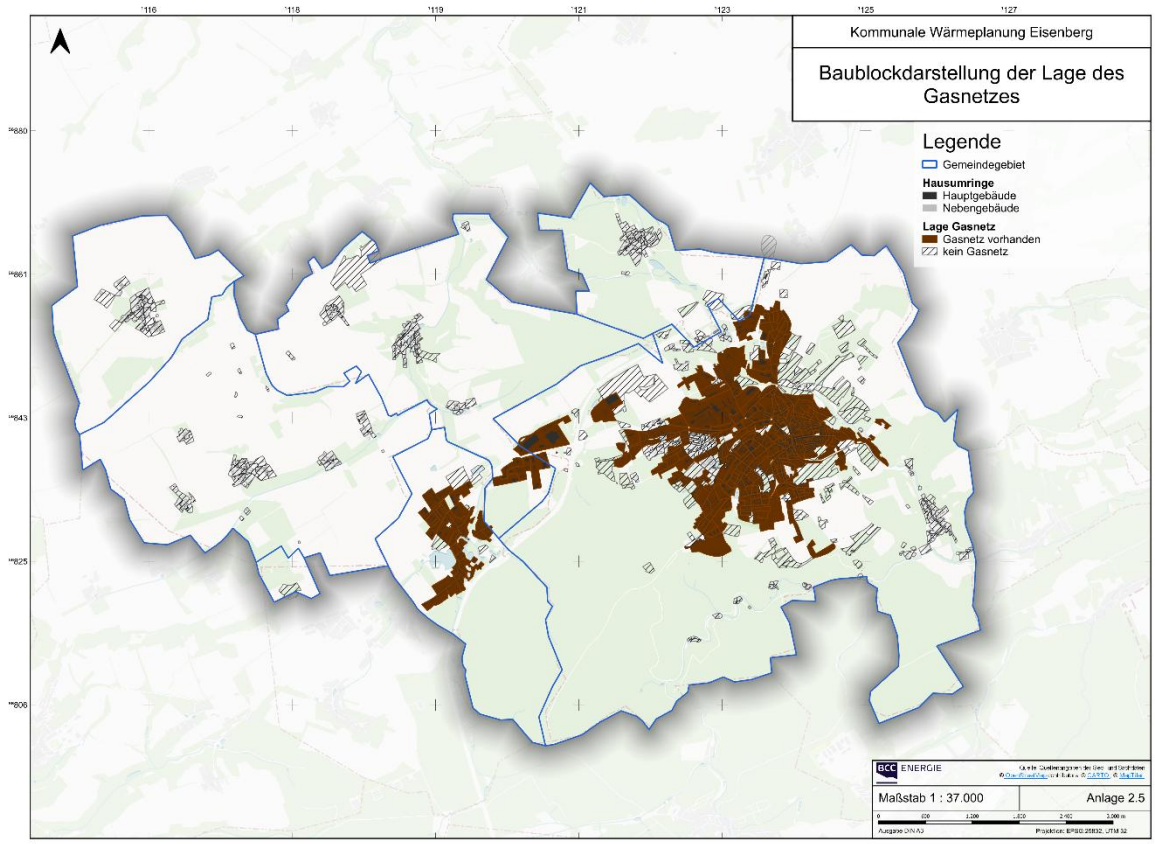



Abbildung 7: Baublockdarstellung der Lage der Gasnetze in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

Nachfolgend ist die Tabelle 9 mit den wichtigsten Daten zur Gasinfrastruktur in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden aufgestellt. Es ist ersichtlich, dass Gas eine entscheidende Rolle bei der Wärmeversorgung der Gemeinden einnimmt.

Tabelle 9: Kerndaten der Gasnetze in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

| Gasnetz Netzgesellschaft Eisenberg | |
|---|---|
| Art des Mediums | Methan |
| Jahr der Inbetriebnahme | 1966 |
| Trassenlänge | 74,8 km |
| Gesamtanzahl der Anschlüsse | 2.171 |
| Jahresgesamtenergiemenge Gas (Mittelwert 2023 – 2025) | 119,49 GWh |
| **Gasnetz Thüringer Energienetze (TEN)** | |
| Art des Mediums | Methan |
| Jahr der Inbetriebnahme | nicht bekannt |
| Trassenlänge | 19,4 km |
| Gesamtanzahl der Anschlüsse | 167 |
| Jahresgesamtenergiemenge Gas (Mittelwert 2023 – 2025) | 16,68 GWh |

Mit einer abgenommenen Energiemenge von ca. 136,18 GWh/a ist Erdgas außerdem ein entscheidender Faktor bei den Treibhausgasemissionen der Gemeinden und sollte somit eine wichtige Rolle beim Dekarbonisierungspfad bis 2045 einnehmen

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie in Abbildung 7 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

### 2.5.4 Stromnetze

| Datenquellen: |
| --- |
| TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG |

Zur Erreichung der Ziele der Treibhausgasneutralität spielt die Elektrifizierung des Wärmesektors eine wichtige Rolle. Wärmepumpen nehmen nicht nur bei der dezentralen Versorgung einen hohen Stellenwert ein, sie ermöglichen es auch niedertemperierte Umweltwärme- und Abwärmequellen zu erschließen und für die Wärmeversorgung nutzbar zu machen. Auch die Einbindung von regenerativ erzeugtem Strom wie beispielsweise über Photovoltaik- oder Windkraftanlagen ist ein wichtiger Baustein in der zukünftigen Energieversorgung. Dementsprechend entscheidend sind die Stromnetzinfrastruktur und deren Ausprägung sowie die vorhandenen Möglichkeiten zur Einbindung erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen. In den Geodaten, welche von BCC-Energie zur Verfügung gestellt werden, befindet sich eine Übersicht der bestehenden Windenergieanlagen sowie Photovoltaikanlagen mit einer Leistung > 50 kW.

#### Netzbetreiber und Netzstruktur

Die Stromversorgung im Untersuchungsgebiet erfolgt durch zwei Netzbetreiber. Die Stadtwerke Eisenberg versorgen die Stadt Eisenberg sowie Friedrichstanneck, Saasa und Kursdorf über Mittelspannungsnetze mit Nennspannungen von 10 kV und 20 kV. Die Gemeinden Hainspitz, Rauschwitz, Mertendorf, Petersberg und Gösen werden durch die Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG (TEN) aus den umliegenden Umspannwerken über ausgedehnte Mittelspannungsnetze mit einer Nennspannung von 20 kV versorgt. An diese sind Ortsnetzstationen sowie Kundenstationen von Gewerbe- und Industriebetrieben angeschlossen.

#### Gegenwärtige Netzkapazität

Nach Angaben der TEN beträgt die derzeit freie Anschlusskapazität für zusätzlichen Leistungsbezug lediglich wenige Megawatt. Zusätzliche Leistungsbedarfe im Mittel- und Niederspannungsnetz müssen daher standortbezogen geprüft werden. Gleichzeitig bestehen derzeit deutliche Einschränkungen hinsichtlich des Anschlusses zusätzlicher Erzeugungsanlagen.

#### Bedeutung für die zukünftige Wärmeversorgung

Mit zunehmender Elektrifizierung der Wärmeversorgung ist von einer steigenden Belastung der Stromnetzinfrastruktur auszugehen. Nach Einschätzung der TEN deuten Prognosen bis 2045 auf einen zusätzlichen gleichzeitigen Leistungsbedarf im zweistelligen Megawattbereich je Umspannwerk hin. Darin sind insbesondere zusätzliche Bedarfe durch Wärmeanwendungen und

Elektromobilität berücksichtigt. Mögliche zusätzliche Leistungsbedarfe infolge der Elektrifizierung von Gewerbe- und Industrieprozessen sind darin noch nicht enthalten.

Der hierfür erforderliche Netzausbau hängt von den konkreten lokalen Rahmenbedingungen ab. Als Orientierungswerte für Thüringen nennt die TEN bis 2045 einen erforderlichen Verstärkungs- oder Neubaubedarf bei Mittelspannungsleitungen im Umfang von rund 22 % der aktuellen Netzlänge sowie bei Niederspannungsleitungen von rund 14 % der aktuellen Netzlänge. Bei den Netzstationen wird ein Verstärkungs- oder Neubaubedarf von rund 40 % des aktuellen Bestands angegeben. Daraus ergibt sich perspektivisch ein Bedarf an weiteren Trassen und insbesondere an zusätzlichen Trafostationen zur Versorgung neuer Lastschwerpunkte. Entsprechende Flächenbedarfe sollten frühzeitig in der kommunalen Planung berücksichtigt und mit dem Netzbetreiber abgestimmt werden.

### 2.5.5 Abwassernetze

| Datenquellen: |
| --- |
| Zweckverband Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung Eisenberg |

Auf dem Gebiet der Stadt Eisenberg befindet sich eine Kläranlage. Der zuständige Abwasserzweckverband stellte für die kommunale Wärmeplanung Informationen zur Lage relevanter Abwasserleitungen mit einer Nennweite von DN 800 oder größer bereit. Insgesamt wurden Kanalabschnitte mit einer Länge von rund 4,5 km und Nennweiten zwischen DN 800 und DN 3100 erfasst.

Für die einzelnen Kanalabschnitte liegen keine Angaben zu den Abflussmengen, Abwassertemperaturen oder deren jahreszeitlichen Verläufen vor. Die verfügbaren Daten ermöglichen daher eine räumliche Identifikation potenziell relevanter Kanalabschnitte, jedoch keine quantitative Bestimmung des dort nutzbaren Abwasserwärmepotenzials.

Unabhängig vom Kanalnetz wurde die Kläranlage hinsichtlich einer möglichen Nutzung der dort anfallenden Abwasserwärme gesondert betrachtet. Hierfür liegt unter anderem der Trockenwetterabfluss der Kläranlage vor. Die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung für das Kanalnetz und die Kläranlage werden in Kapitel 3.3.1.2 dargestellt.

### 2.5.6 Wärme- und Gasspeicher

In dem Untersuchungsgebiet sind derzeit keine bestehenden Wärme- oder Gasspeicher vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau solcher Anlagen.

### 2.5.7 Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen

| Datenquellen: |
| --- |
| TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG |

In dem Untersuchungsgebiet sind derzeit keine bestehenden Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau entsprechender Anlagen.

Allerdings lässt sich auf Grundlage der aktuellen Planungen des Wasserstoffkernnetzes der Bundesrepublik Deutschland (Stand: März 2025) die räumliche Entfernung des Untersuchungsgebietes zu einem möglichen zukünftigen Trassenverlauf darstellen. Nach den derzeit verfügbaren Informationen verläuft das geplante Wasserstoff-Kernnetz in der Nähe des Untersuchungsgebietes. Der Verlauf des geplanten Wasserstoffnetzes ist in Abbildung 8 dargestellt.

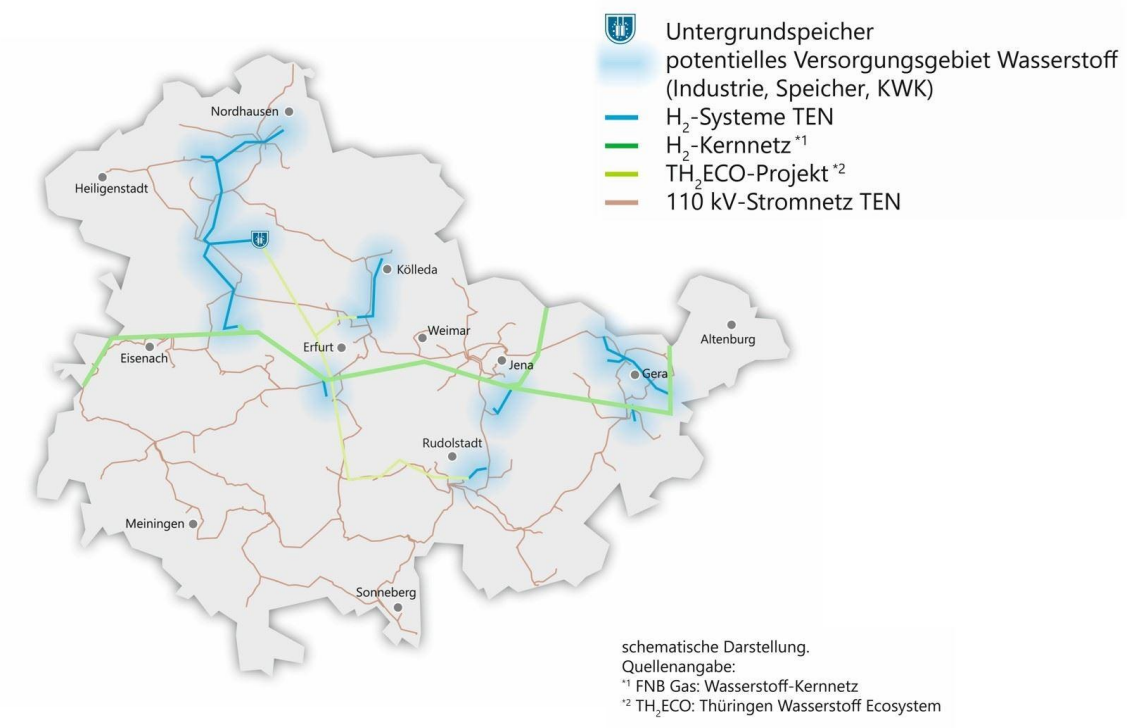



Abbildung 8: Verlauf des geplanten Wasserstoffnetzes in Thüringen (Quelle: TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG)

Aufgrund der derzeit begrenzten Verfügbarkeit, der voraussichtlich hohen Kosten und fehlender konkreter Umstellungsplanungen wird Wasserstoff für die dezentrale Gebäudeheizung im Untersuchungsgebiet gegenwärtig nicht als vorrangige Versorgungsoption bewertet.

### 2.5.8 Beheizungsstruktur

**Datenquellen:**

Stadtwerke Eisenberg

Daten der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger im Untersuchungsgebiet der erfüllenden Gemeinde Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

Zensus 2022 – Gebäude
(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

C.A.R.M.E.N. e. V.: Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen – Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz.
(Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. ( C.A.R.M.E.N. e. V. ). Merkblatt. Online verfügbar unter: https://www.energiesystemtechnik.de/images/pdf/Merkblatt_Nahwaerme_CARMEN.pdf (Abruf: 15.10.2026))

Zum Abschluss dieses Kapitels werden die eingeholten Daten zusammen ausgewertet, um ein Gesamtbild für die Beheizungsstruktur des Untersuchungsgebietes zu liefern. Neben den Daten der Netzbetreiber und der Schornsteinfeger werden hierfür die Daten zu den Energieträgern aus den Ergebnissen des Zensus 2022 herangezogen und gemeinsam konsolidiert und verarbeitet.

Der überwiegende Wärmeenergieträger je Baublock ist in der Abbildung 9 dargestellt. Der überwiegende Heizungsenergieträger ist dabei diejenige Beheizungsform, welche innerhalb des Baublocks den größten Anteil an der Beheizung hat. Dabei wurden die bereitgestellten Daten der Netzbetreiber, sowie die Daten des Zensus 2022 zur Auswertung herangezogen.

Man erkennt bereits in der Übersichtskarte, dass Gas eine prägnante Rolle im gesamten Untersuchungsgebiet spielt. Zudem sieht man den Wärmenetzbereich im Gebiet der Stadt Eisenberg. Eine wichtige Rolle in den Ortsteilen ohne Gasversorgung spielt Heizöl. Dies ist dort der wichtigste Energieträger zur Beheizung der Gebäude.

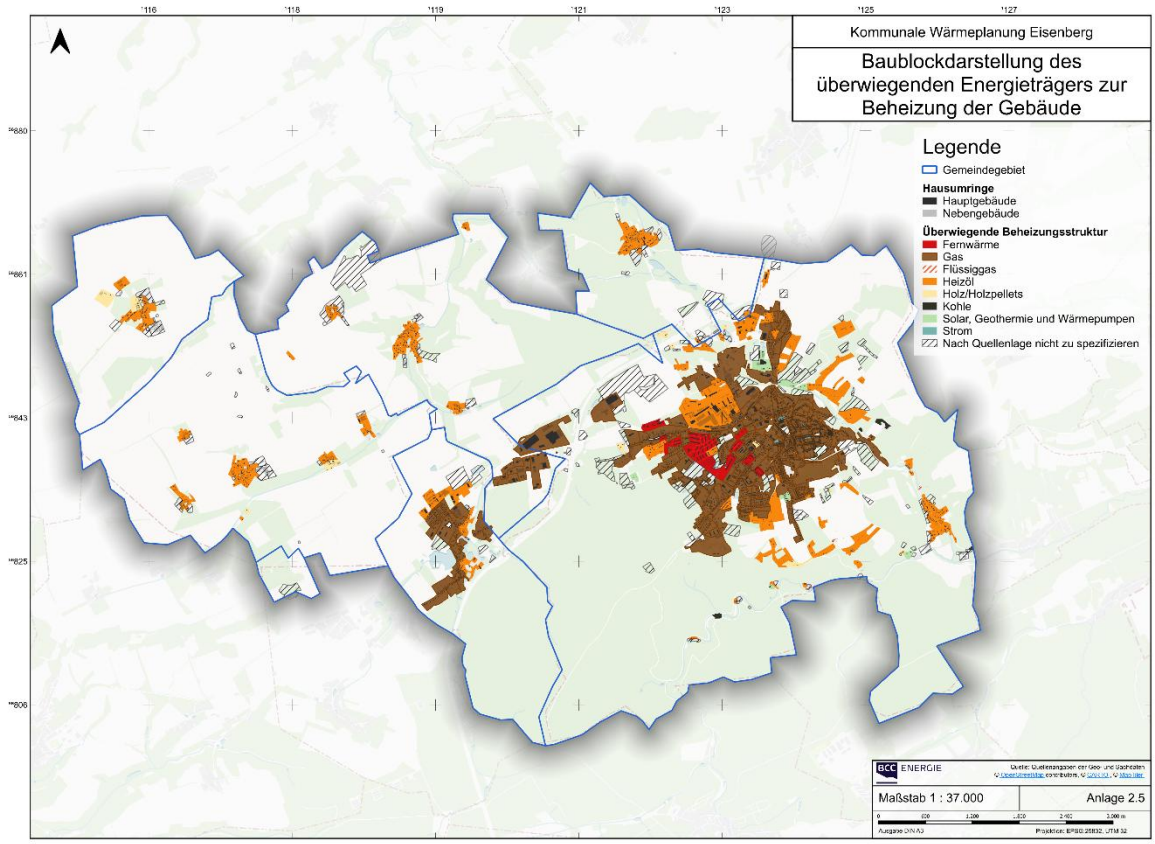



Abbildung 9: Baublockdarstellung der überwiegenden Beheizungsart im Gebiet der Stadt Eisenberg und der beauftragenden Gemeinden

Die wichtigsten Energieträger im Untersuchungsgebiet sind Gas, Fernwärme und Heizöl. Diese machen den überwiegenden Teil der Beheizungsstruktur aus. Eine prozentuale Auswertung ist in Abbildung 10 dargestellt. Dabei wurden in der Berechnung der Anteile die Daten der Energieinfrastrukturen um die Daten des Zensus 2022 und des Wärmekatasters der ThEGA erweitert. Im Zensus werden in 100x100m-Zellen die absoluten Zahlen der einzelnen Energieträger je Wohneinheit aufgeführt. Zu beachten ist, dass sich die Beheizungsstruktur auf den Wärmeverbrauch/-bedarf bezieht.

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung haben die übrigen Energieträger, insbesondere die Erneuerbaren, einen vernachlässigbar kleinen Anteil an der Gesamtversorgung. Dies sollte sich im Hinblick auf die Treibhausgasneutralität und dem damit verbundenen Absenkpfad allerdings ändern. Die entwickelten Maßnahmen werden dies besonders im Fokus haben und Lösungen anbieten, mit welchen der Anteil fossiler Energieträger an der Beheizungsstruktur gesenkt bzw. abgelöst werden kann.

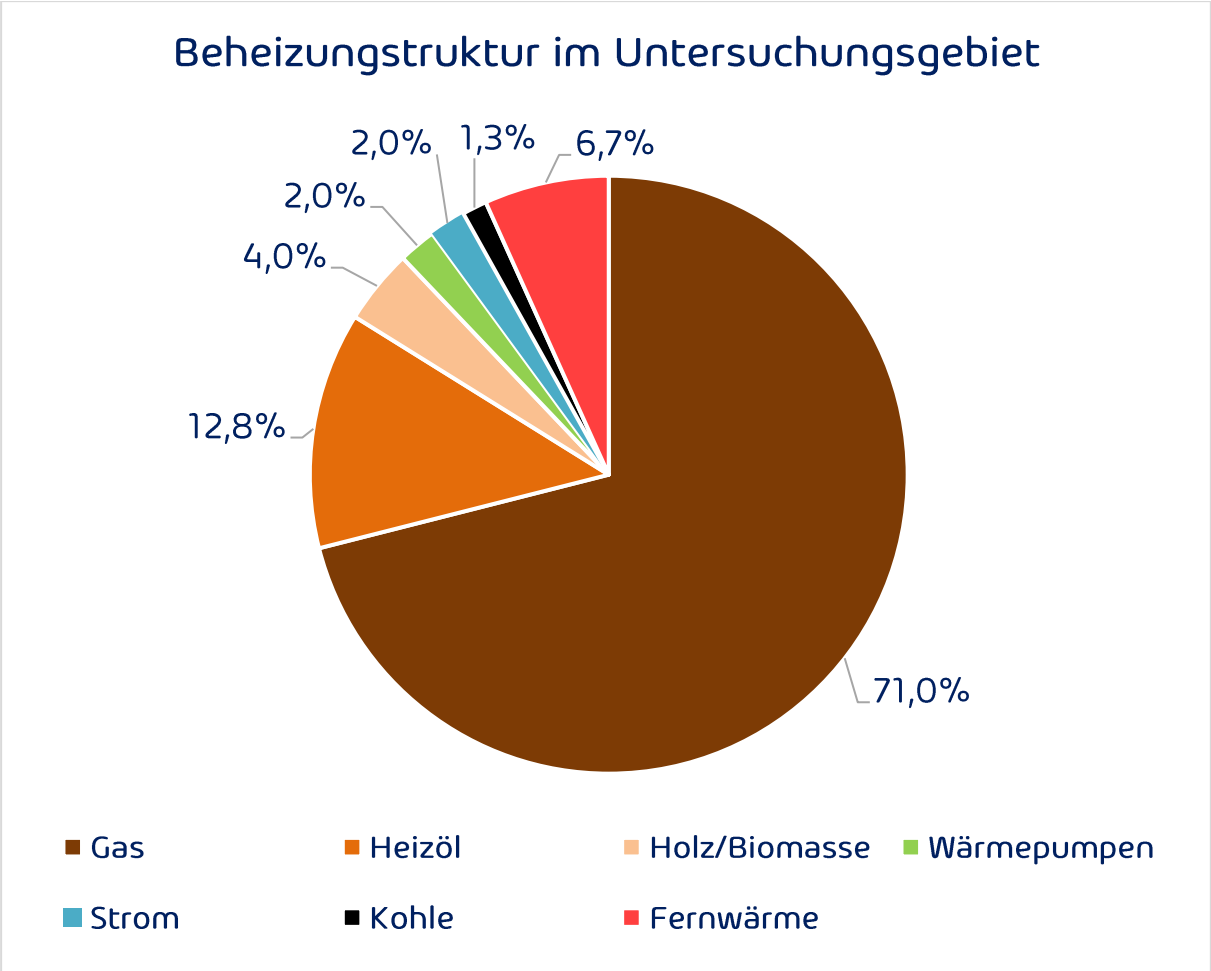



Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Beheizungsstruktur im Untersuchungsgebiet je Energieträger

## 2.6 Energieverbrauchs- und Energiebedarfserhebungen

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden von den Betreibern von Energieinfrastruktur diverse Daten abgefragt, dabei soll ein möglich vollständiges Bild der Kommunen im Hinblick auf deren Energieversorgung entstehen. Da standort- oder adressbezogene Daten nicht für das gesamte Untersuchungsgebiet vorhanden bzw. bereitgestellt werden konnten, werden zu den Auswertungen der Energieverbräuche zudem auch die Energiebedarfe in den Kommunen ermittelt. Dies passiert auf Grundlage einer Modellierung mit verschiedenen Eingangsparametern, wie beispielsweise dem Gebäudealter, dem Gebäudetyp oder der Geometrie des Gebäudes.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich um Berechnungen handelt, werden Abweichungen im Vergleich zu den realen Verbrauchsdaten auftreten. Diese Abweichungen werden entsprechend im Bericht eingeordnet und im Hinblick auf die Maßnahmen mit bewertet und beachtet.

Die relevanten Verbrauchsdaten für die Kommunen sind vor allem die Verbrauchsdaten der Gasnetzbetreiber und Wärmenetzbetreiber. Dabei ist zu beachten, dass der Gasverbrauch nicht mit dem Wärmeverbrauch im Gebäude gleichzusetzen ist. Die Art der Wärmeerzeugung, sowie die Nutzung des Gases nach dem Anschluss bspw. für Prozesse oder zum Kochen sind Faktoren, die die Aussagekraft in Bezug auf Wärmeverbräuche in gasversorgten Gebieten beeinflussen. Nichtsdestotrotz können mithilfe der Gasdaten fundierte Aussagen über Treibhausgasemissionen und der Transformation der Kommunen zu Treibhausgasneutralität getroffen werden.

### 2.6.1 Endenergieverbrauch und Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung

In diesem Abschnitt werden die Verbrauchs- und Bedarfsdaten der verschiedenen Energieträger im Untersuchungsgebiet ausgewertet. Dabei werden auf die Datensätze der Energieversorger, sowie des Zensus und kommunale Daten zurückgegriffen.

Die Darstellung in diesem Kapitel bildet den Endenergieverbrauch bzw. -bedarf für die Wärmeversorgung ab. Für fernwärmeversorgte Gebäude wird dabei die bezogene Fernwärme berücksichtigt. Der zur Erzeugung dieser Fernwärme eingesetzte Gasverbrauch wird nicht zusätzlich als Endenergieverbrauch der versorgten Gebäude angesetzt, da dies zu einer Doppelzählung führen würde. Davon zu unterscheiden ist die Gasnetzauswertung in Kapitel 2.6.2.2: Diese erfasst den gesamten Gasverbrauch einschließlich des Gaseinsatzes zur Fernwärmeerzeugung.

#### 2.6.1.1 Gesamtübersicht und Energieträgerstruktur

In Abbildung 11 ist der Energieverbrauch bzw. -bedarf des Wärmesektors der Gemeinden aufgeführt. Man erkennt klar den markanten Anteil von Gas am Gesamtenergieverbrauch/-bedarf.

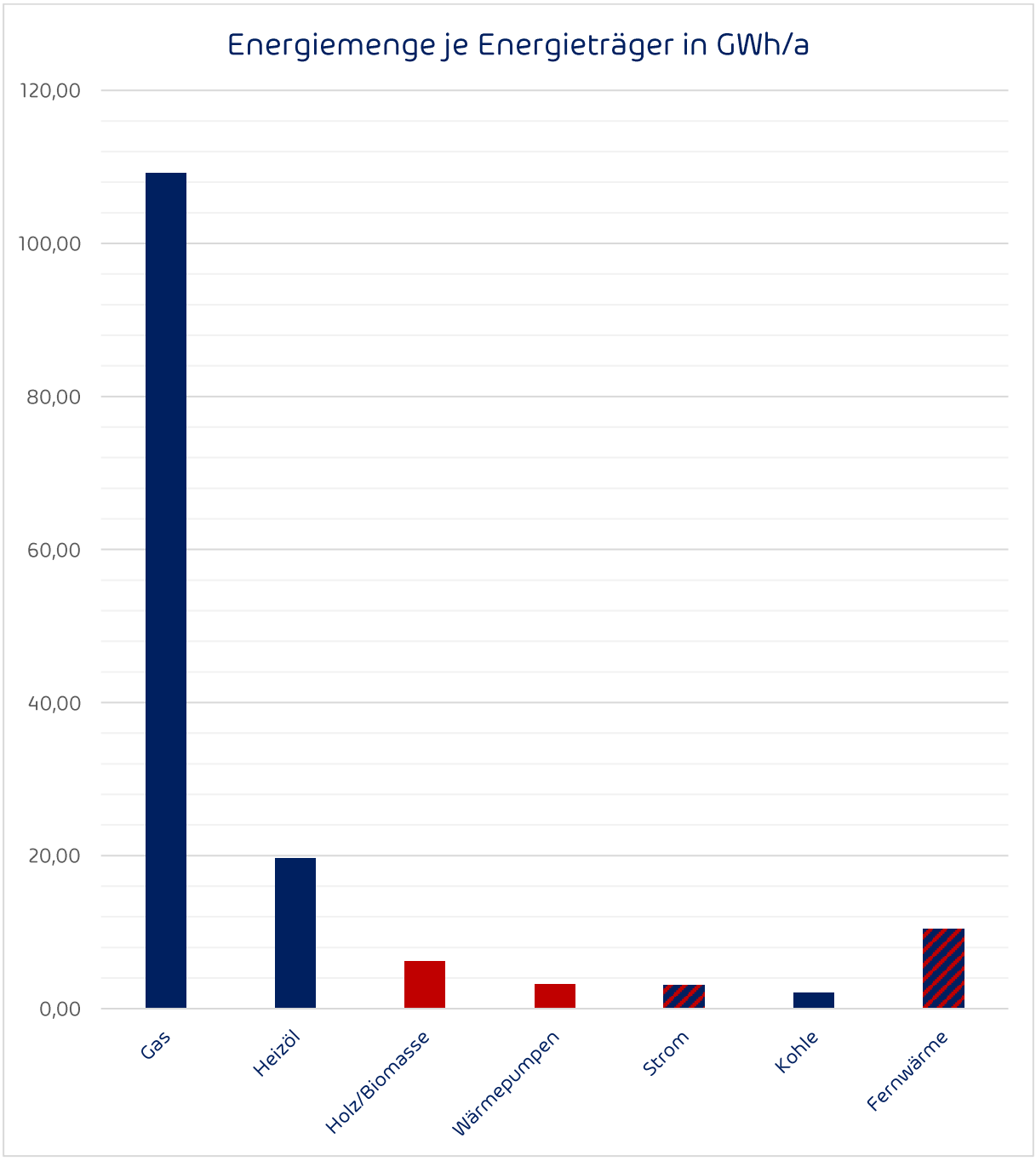



Abbildung 11: Jährlicher Endenergieverbrauch bzw. -bedarf für die Wärmeversorgung nach Energieträgern (Blau: fossil; Rot: erneuerbar; Blau-Rot gestreift: fossile und erneuerbare Anteile)

In der darauffolgenden Abbildung 12 ist der Anteil der erneuerbaren Energien an dem vorher aufgezeigten Energieverbrauch bzw. -bedarf dargestellt. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans, ist dieser Anteil mit ca. 12,4 % noch gering.

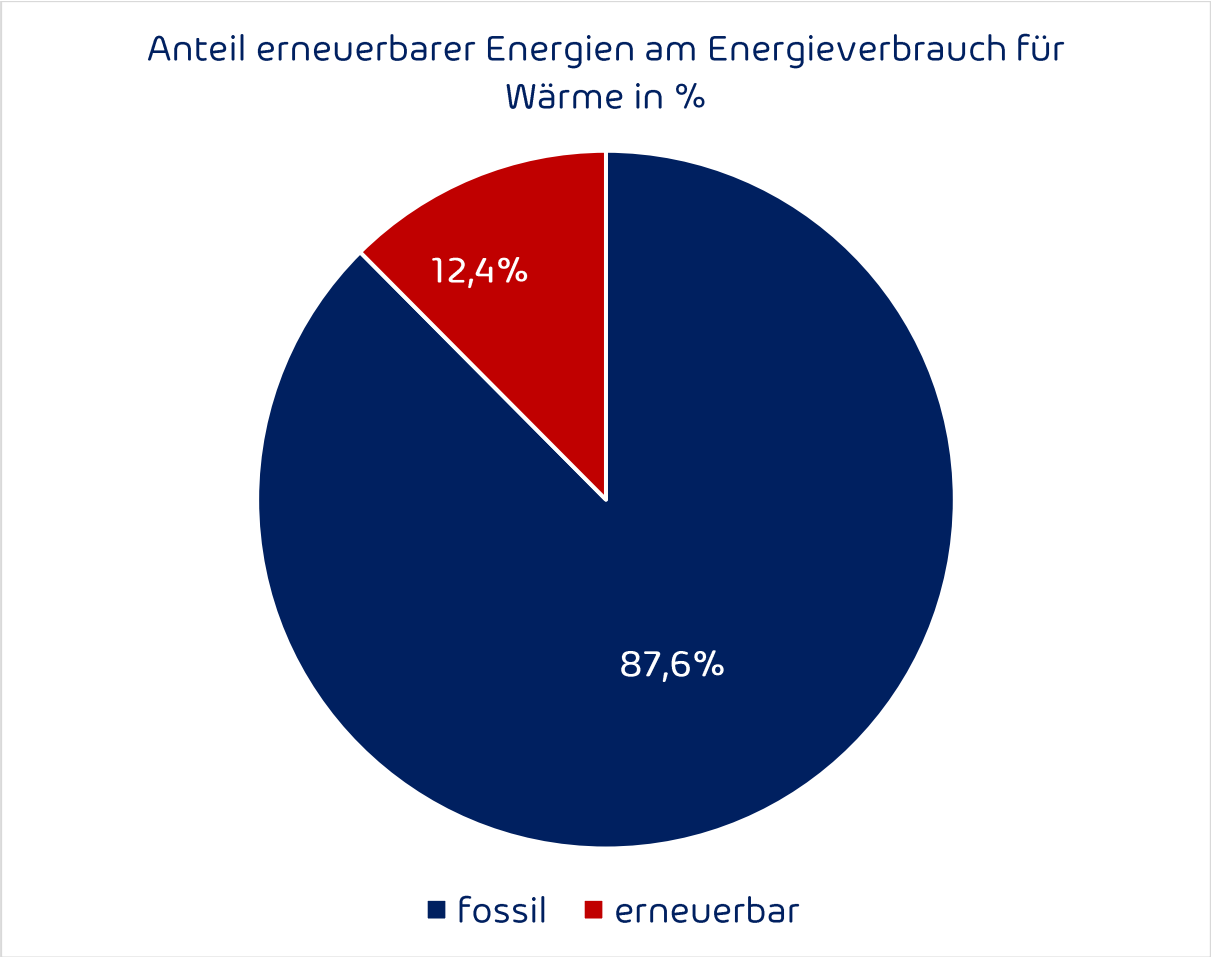



Abbildung 12: Anteil fossiler und erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch/-bedarf (Wärme)

#### 2.6.1.2 Auswertung nach Gemeinden

**Datenquellen:**

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

Eisenberger Bädergesellschaft mbH

Energieagentur des Landes Thüringen (ThEGA)

Gebäude in öffentlicher Hand

Netzgesellschaft Eisenberg mbH

Schornsteinfegerdaten

Thüringer Energienetze (TEN)

Thüringer Wärmekataster

Wohnungsgenossenschaft Eisenberg

Der Wärmeverbrauch bzw. -bedarf wird auf Grundlage lokal erhobener Daten, sowie öffentlich verfügbarer Datensätze, insbesondere des Thüringer Wärmekatasters ermittelt. Hierzu zählen unter

anderem Daten der Schornsteinfeger, der Wohnungsgenossenschaft und der Netzbetreiber. Um eine Darstellung entsprechend den Vorgaben des WPG zu ermöglichen, werden die Daten mithilfe geografisch-statistischer Verfahren auf die festgelegten Baublöcke übertragen. Der vollständige Datensatz umfasst 3.030 Adresspunkte. Für sechs Adresspunkte konnte kein Verbrauch zugeordnet werden; sie bleiben aufgrund der vorhandenen Informationen zu Baualter und Gebäudefunktion Bestandteil der entsprechenden Strukturauswertungen. Tabelle 10 umfasst die 3.024 Adresspunkte mit zugeordneter Wärmeversorgung und die zugehörigen aggregierten Wärmemengen auf Gemeindeebene. Die sechs Adresspunkte ohne Zuordnung gehen nicht in diese Wärmemengen ein; die fehlende Zuordnung ist nicht mit einem Verbrauch von null gleichzusetzen.

Tabelle 10: Wärmeverbrauch/-bedarf in den Gemeinden

| Gemeinde | Anzahl Adresspunkte | summierte Wärmemengen (MWh/a) |
|---|---|---|
| Eisenberg | 2.449 | 127.117,05 |
| Gösen | 76 | 2.869,58 |
| Hainspitz | 242 | 16.249,10 |
| Mertendorf | 53 | 1.534,81 |
| Petersberg | 123 | 4.929,65 |
| Rauschwitz | 81 | 2.180,02 |
| **Gesamtgebiet** | **3.024** | **154.880,22** |

### 2.6.1.3 Räumliche Verteilung und Wärmedichten

Ergänzend zur Gesamtübersicht und zur Auswertung nach Gemeinden werden im Folgenden die räumliche Verteilung und die Wärmedichten auf Basis von Geodaten dargestellt. Zunächst einmal wird in Abbildung 13 mittels einer Baublockdarstellung die lokal aufgelöste Wärmedichte angegeben. Dabei sind die Bereiche, welche einen höheren Energieverbrauch haben, in der Grafik röter dargestellt.

Die Wärmedichte beschreibt den räumlich bezogenen Endenergieverbrauch bzw. -bedarf für die Wärmeversorgung. Sie basiert, soweit verfügbar, auf tatsächlichen Verbrauchsdaten. Bestehende Datenlücken werden durch statistisch oder modellbasiert ermittelte Bedarfswerte ergänzt.

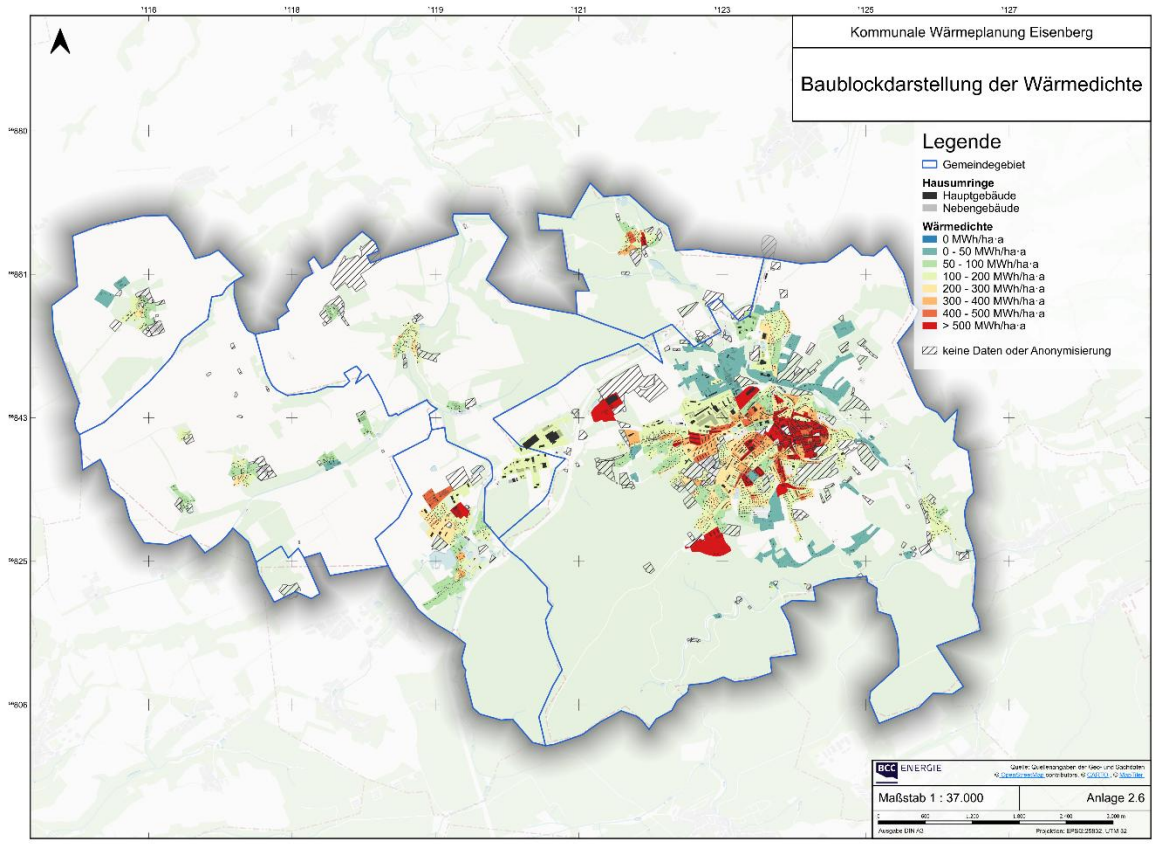



Abbildung 13: Baublockdarstellung der Wärmedichte in der Stadt Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

Neben der Baublockdarstellung der Ergebnisse der Datenauswertung, ist in Abbildung 14 zudem auch eine auf Straßenabschnitte bezogene Darstellung abgebildet. Diese zeigt auf Straßenebene die Wärmemengen der jeweils an dem Abschnitt liegenden nächsten Adresspunkte bzw. Verbraucher, bezogen auf die Länge des Straßenabschnitts. Insbesondere für die Verortung von Wärmenetzen kann dies ein hilfreicher Hinweis sein, da hohe Wärmemengen pro Leitungsmeter meist mit einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Fernwärmeversorgung korrespondieren. Die gewählten Kategorien korrespondieren dabei mit den üblichen Annahmewerten für die Erschließbarkeit von Gebieten durch Wärmenetze aus der bisherigen Praxis. Hierbei ist ein Wert von über 1,5 MWh/(m*a) ein Anhaltspunkt für ein wirtschaftlich betreibbares Netz, da bei Wärmeliniendichten unter 1,5 MWh/(m*a) die prozentualen Wärmeverluste stark ansteigen (C.A.R.M.E.N. e. V., *Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen).*

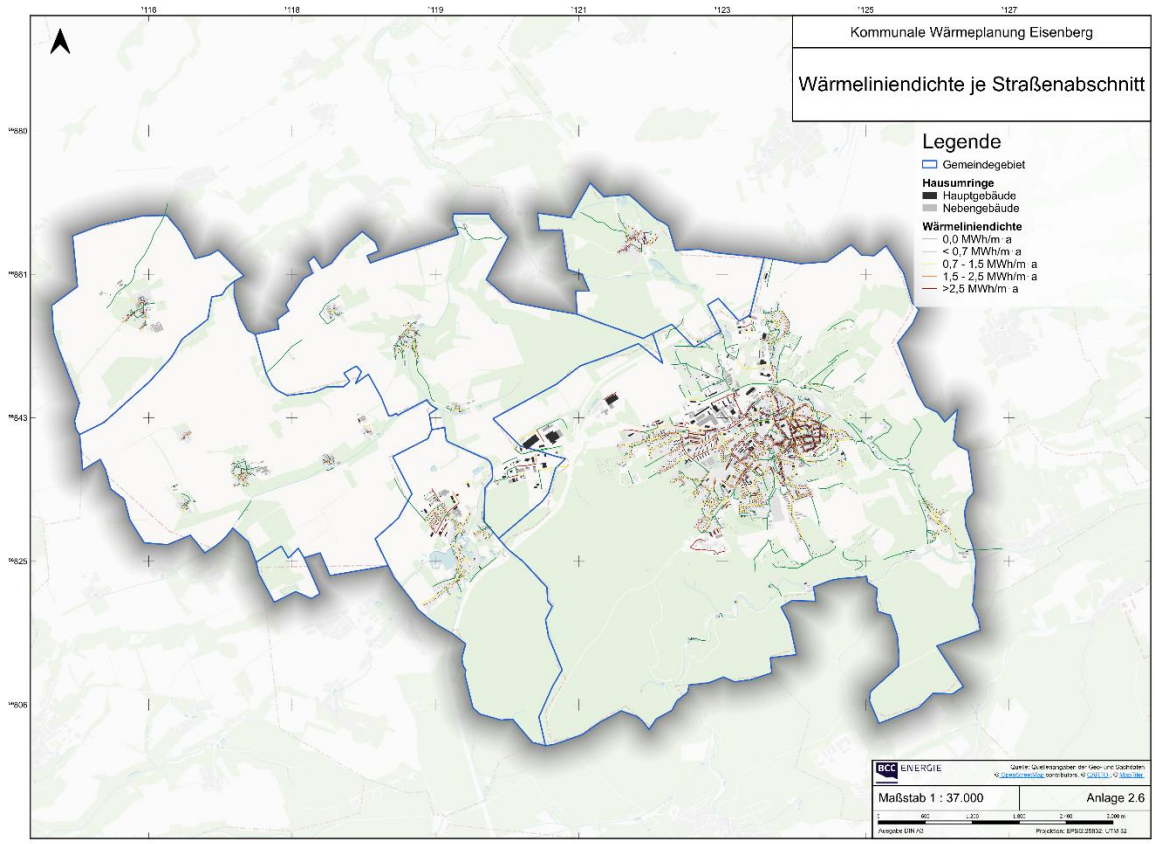



Abbildung 14: Wärmeliniendichtedarstellung der Wärmeverbräuche in der Stadt Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

Anhand der Daten lassen sich Aussagen treffen über den Aufwand der Umstellung der Infrastruktur auf erneuerbare Energien und die Anzahl der betroffenen Gebäude und Haushalte.

## 2.6.2 Verbrauchsauswertung der leitungsgebundenen Energieversorgung

### 2.6.2.1 Fernwärmeabnahme

In der Stadt Eisenberg gibt es aktuell ein in Betrieb befindliches Wärmenetz

Die Verbräuche der an ein Wärmenetz angeschlossenen Gebäude wurden vom Wärmenetzbetreiber geliefert, jeweils bezogen auf die Übergabestationen. Dargestellt sind nachfolgend die absoluten Werte in anonymisierter und aggregierter Form.

Zur Visualisierung der Verbräuche durch an das Wärmenetz angeschlossene Gebäude sind in Abbildung 15 die Baublockdarstellung mit entsprechender Färbung, je nach Höhe des Verbrauches, dargestellt. Dabei können sich in einem Baublock auch Gebäude befinden, die nicht über ein Wärmenetz versorgt werden, zugunsten der Anonymisierung wurde dennoch diese Darstellung gewählt.

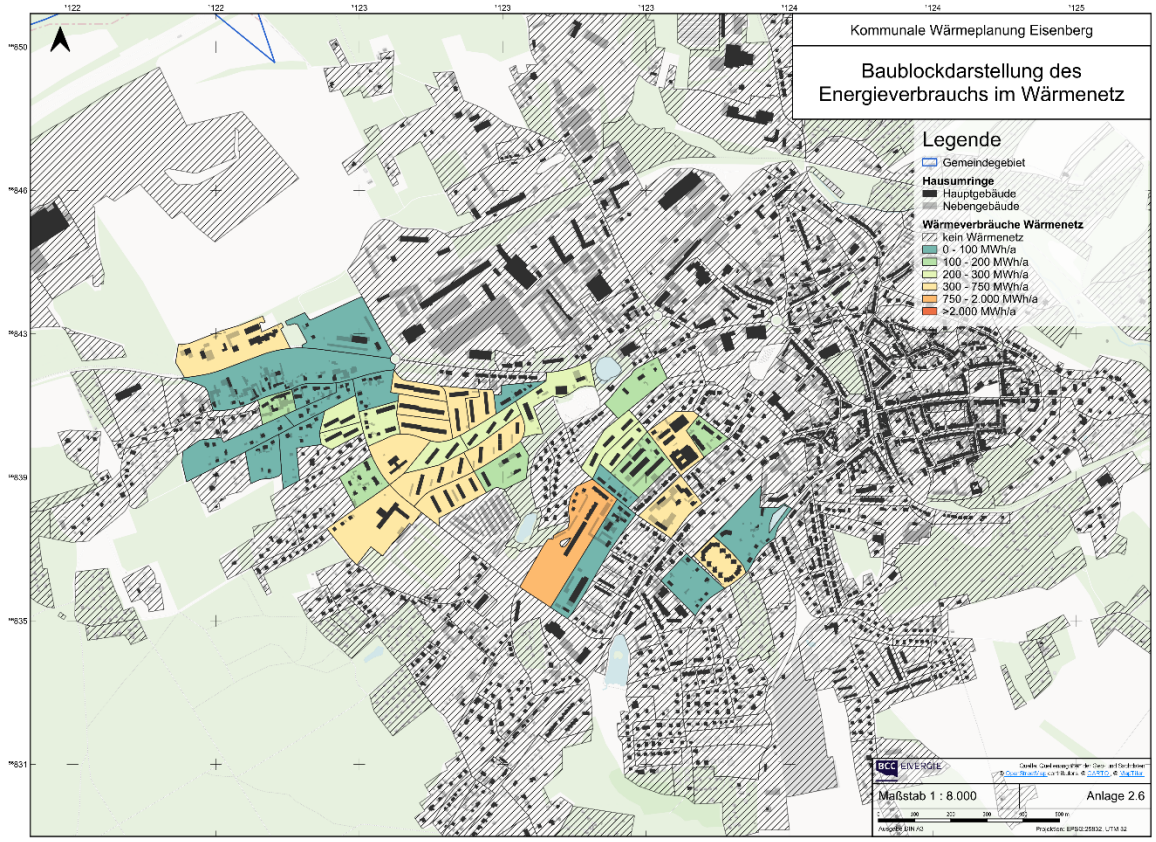



Abbildung 15: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche im Fernwärmenetz Eisenberg

Die Darstellungen geben einen Eindruck, in welchem Netzbereich die höchsten Wärmeverbräuche zu verorten sind. Ausgehend von dem Plan können ebenfalls Planungen zur eventuellen Erweiterung der Wärmenetzinfrastruktur vorgenommen oder Schwachstellen in der Netztopologie erkannt werden.

#### 2.6.2.2 Gesamter Gasverbrauch einschließlich Fernwärmeerzeugung

| Datenquellen: |
| --- |
| Netzgesellschaft Eisenberg mbH |
| TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG |

Die Gasnetze der Netzgesellschaft Eisenberg und der Thüringer Energienetze spielen eine wesentliche Rolle für die Energieversorgung im Untersuchungsgebiet. Entsprechend hoch ist der Anteil von Erdgas am Gesamtenergieverbrauch/-bedarf. Aufgrund dieser Bedeutung werden die vorliegenden Gasverbrauchsdaten im Folgenden gesondert ausgewertet und dargestellt.

Die nachfolgende Gasnetzauswertung umfasst den gesamten über die Gasnetze erfassten Gasverbrauch im Untersuchungsgebiet. Darin enthalten ist auch der Gasverbrauch der Anlagen zur Wärmeerzeugung für das Fernwärmenetz. Anders als die Endenergiedarstellung in Kapitel 2.6.1 beschreibt diese Auswertung somit den Gasabsatz unabhängig davon, ob das Gas unmittelbar in Gebäuden oder zur vorgelagerten Fernwärmeerzeugung eingesetzt wird. Die in Tabelle 11und Abbildung 16 dargestellten Gasverbräuche sind daher nicht als zusätzlicher Beitrag zur Endenergiebilanz aus Kapitel 2.6.1 zu verstehen und dürfen nicht zu den dort ausgewiesenen Energiemengen addiert werden.

Neben den kartografischen Darstellungen sind die Gasverbräuche nachfolgend ebenso tabellarisch aufgeführt und die summierten Gasverbräuche der Gemeindegebiete, sowie die Anschlussquote im Vergleich zur Gesamtzahl der erfassten Adressen in der jeweiligen Gemeinde angegeben (Tabelle 11).

Dabei entfällt der Hauptteil der gasversorgten Adressen erwartungsgemäß auf die Stadt Eisenberg (ca. 57 %), da dort die meisten Gebäude liegen. Zudem besteht auch in Hainspitz (ca. 61 %) eine hohe Anschlussquote, bezogen auf die Gesamtzahl der erfassten Adressen.

Tabelle 11: Gasverbräuche und Anschlussquoten je Gemeinde

| Gemeinde | Gasnetzbetreiber | summierte Gasverbräuche (MWh/a) | Anschlussquote Gas (%) |
| --- | --- | --- | --- |
| EISENBERG | Netzgesellschaft Eisenberg mbH | 119.499,87 | 70,45 |
| GÖSEN | - | 0 | 0 |
| HAINSPITZ | TEN | 14.056,01 | 61,31 |
| MERTENDORF | - | 0 | 0 |
| PETERSBERG | TEN | 2.628,25 | 14,63 |
| RAUSCHWITZ | - | 0 | 0 |
| **Gesamt** | | **136.184,13** | **57,06** |

Zur Veranschaulichung sind die Daten aus der Tabelle 11 in Abbildung 16 in einem Balkendiagramm dargestellt. Hier ist klar zu erkennen, dass in der Stadt Eisenberg der Hauptteil des Gasverbrauchs verortet ist.

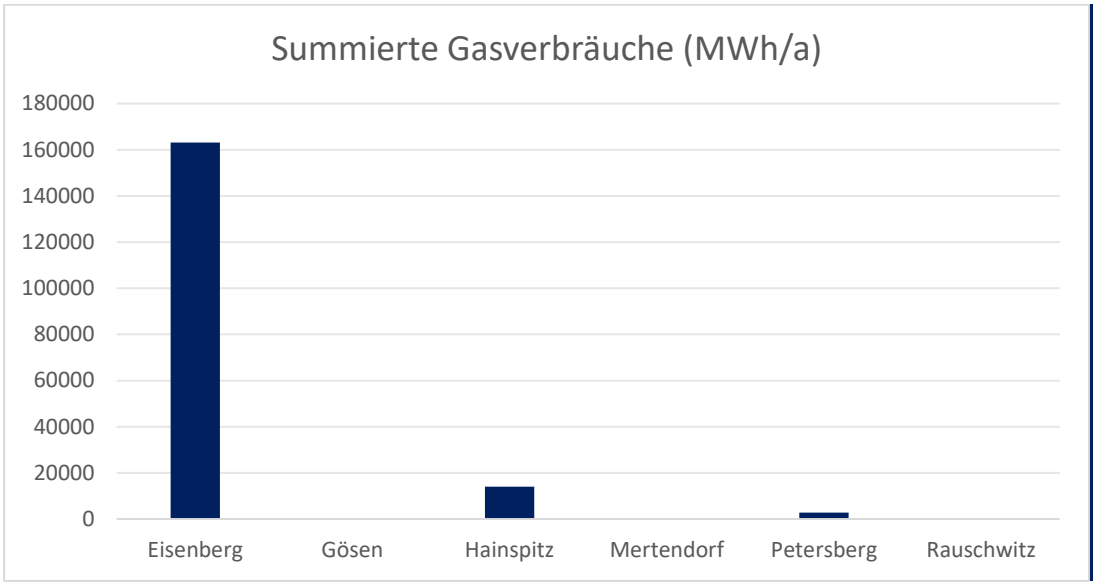



Abbildung 16: summierte Gasverbräuche je Gemeinde in MWh/a

### 2.6.3 Großverbraucher und Energieerzeugungsstandorte

Auf Grundlage der bereitgestellten Informationen zum Wärme- und Gasnetz, können Großverbraucher von Energie hervorgehoben werden. Zur Einteilung in diese Kategorie, wurden Abnehmer ausgewählt, deren Energieverbrauch größer als 0,5 GWh/a ist. Dabei sind hier Verbraucher an Gas- als auch an Fernwärme gleichermaßen aufgezeigt und kategorisiert. Zu beachten ist dabei, dass in dem Datensatz auch Anlagen auftauchen, die gasversorgt sind, allerdings als Erzeugertechnik für das Wärmenetz fungieren und demnach keine klassischen Verbraucher darstellen.

Großverbraucher sind insbesondere für die Zielszenarien von größerer Bedeutung, da hier die Möglichkeit der Energieeinsparung und des Energieträgerwechsels einen großen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz und die Emissionen der Gemeinden haben. Die Verbraucher sind dabei vor allem öffentliche Gebäude, wie große Schulen, aber auch Kliniken und produzierendes Gewerbe.

In untenstehender Abbildung 17 sind die Großverbraucher standortbezogen dargestellt.

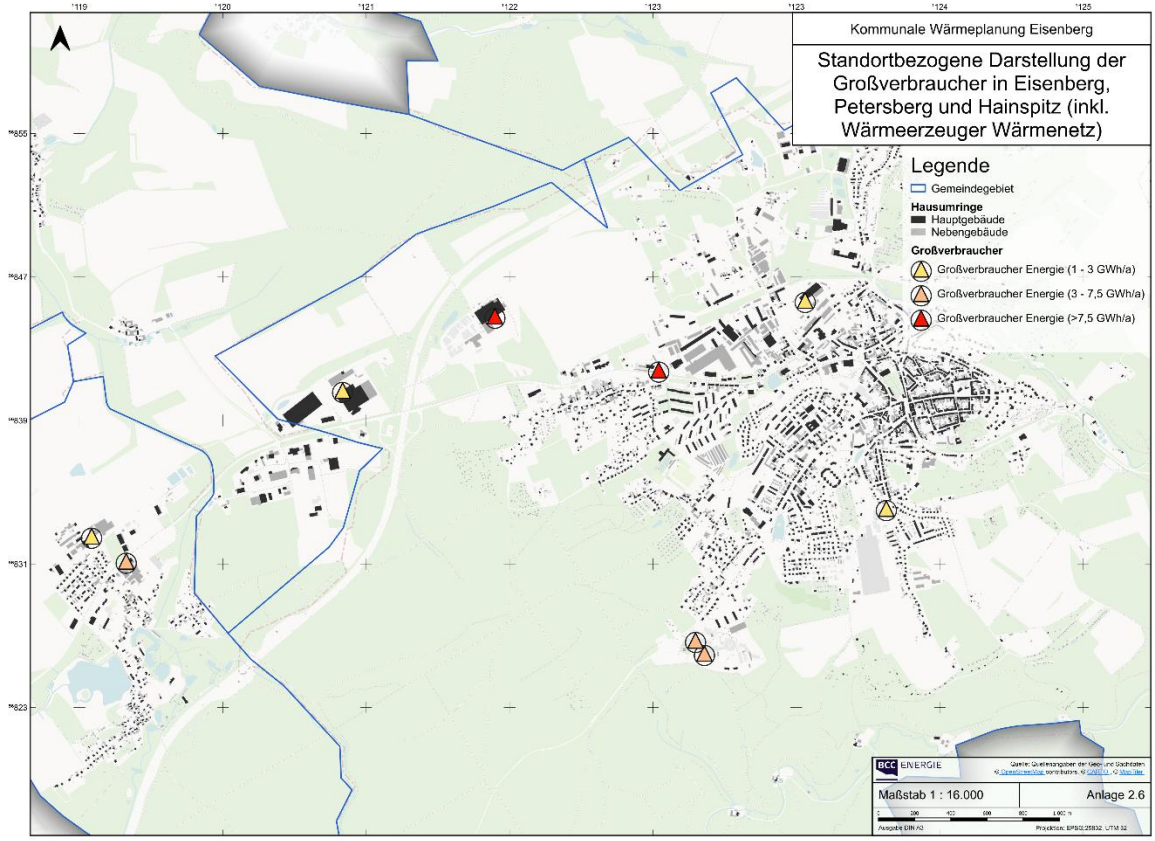



Abbildung 17: Großverbraucher Energie in dem Gemeindegebiet von Eisenberg, Petersberg und Hainspitz

## 2.7 Treibhausgasbilanz auf Basis der Verbrauchs-/Bedarfsdaten

**Datenquellen:**

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

Informationsblatt $CO_2$-Faktoren
(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung
(dena)

Wärmenetzstrategie 2040: Eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung bis 2040
(BHE Bioheizkraftwerk Eisenberg GmbH, Konzept zur Erfüllung der Erfordernisse von § 8 Abs. 5 Thüringer Klimagesetz vom 18. Dezember 2018, Eisenberg, 22,12.2022)

Die in den vorherigen Kapiteln abgeleiteten Ergebnisse sollen nach Anlage 2 des WPGs auch in Hinblick auf die $CO_2$-Emissionen bewertet werden. Es werden die aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchsdaten bzw. Endenergiebedarfe für Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen dargestellt. Die Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet basiert vorwiegend auf fossilen Energieträgern.

Für die Berechnung der THG-Emissionen werden die Wärmebedarfe mittels Umrechnungsfaktoren in die entsprechenden energieträgerspezifischen $CO_2$-Emissionen umgewandelt. Die $CO_2$-Faktoren, welche für die Umrechnung genutzt wurden, stammen aus Vorgaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bzw. der Deutschen Energie-Agentur (dena). Für die Ermittlung des Emissionsfaktors des Wärmenetzes in Eisenberg wurde auf die Wärmenetzstrategie 2040 der BHE Bioheizkraftwerk Eisenberg GmbH (Stand 2022) zurückgegriffen. Für die Stromversorgung wird der deutsche Strommix des Jahres 2025 zugrunde gelegt, sodass die damit verbundenen Emissionen berücksichtigt werden.

Sämtliche zugrunde liegenden Daten wurden in einer gemeinsamen Datenbasis zusammengeführt und ausgewertet. In Abbildung 18 sind die Treibhausgasemissionen für das gesamte Untersuchungsgebiet, nach Energieträgern aufgeteilt, als Ergebnis der vorher erwähnten Berechnungen und Annahmen, dargestellt.

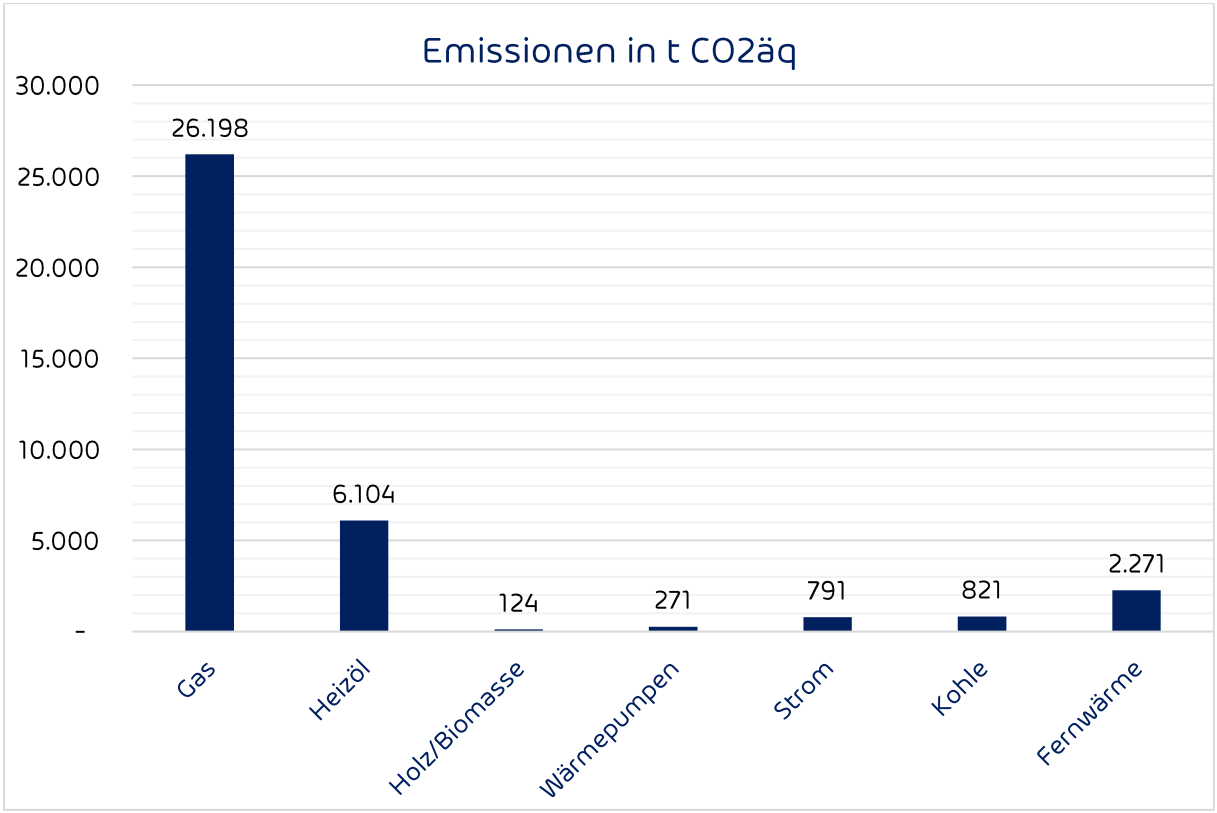



Abbildung 18: THG-Emissionen des Wärmesektors nach Energieträger im Untersuchungsgebiet

# 3. Potenzialanalyse

## 3.1 Energieeinsparpotenziale

Neben einer möglichen Wärmeversorgung durch effiziente Wärmenetze bietet die energetische Ertüchtigung und Sanierung bestehender Gebäudestrukturen maßgebliche Einsparpotenziale. Um eine mögliche Reduzierung von benötigter Primärenergie und daraus resultierendem CO2-Ausstoß einschätzen zu können, wäre es notwendig, jedes Gebäude separat zu betrachten. Dabei stellen gebäudeeigene Eigenschaften wie Kubatur, wärmeleitende Eigenschaften der Gebäudehülle und die verbaute Anlagentechnik die größten Faktoren dar.

An typischen Referenzgebäuden in Deutschland wurde eine energetische Bewertung des Gebäudes und Berechnung des Einsparpotentials für verschiedene Maßnahmen durchgeführt. Die Berechnung wurde entsprechend der DIN V 18599 durchgeführt. Dazu wurde von zwei typischen Gebäuden die reale Gebäudestruktur inkl. Anlagentechnik im Energieberaterprogramm „Hottgenroth Software ETU-Planer" dreidimensional aufgenommen, abgebildet und anschließend berechnet. Als Referenzgebäude dient ein freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr um 1970) sowie ein freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr um 1900). Bei beiden Gebäuden wird davon ausgegangen, dass Ende der 1990er Jahre einfache Sanierungsmaßnahmen an der Außenwand, eine Erneuerung der Fenster sowie des Daches durchgeführt wurde. Dabei handelt es sich um Referenzgebäude in Deutschland und nicht explizit um Gebäude aus dem Stadtgebiet von Eisenberg. Da bei einer individuellen Berechnung sämtliche Daten des Gebäudes (Gebäudehülle, Schnitt, Bauteilkatalog, Angaben zur Anlagentechnik) benötigt werden und ebenfalls eine Freigabe des Gebäudeeigentümers zur Nutzung und Veröffentlichung dieser Daten und Ergebnisse erforderlich ist, ist keine individuelle Berechnung möglich. Die Aussagekraft von Referenzgebäuden bleibt erhalten, auch wenn keine Gebäude aus dem Untersuchungsgebiet berechnet wurden.

Die erzielten Ergebnisse lassen sich bei ähnlicher Kubatur und Baualtersklasse ebenfalls im Ansatz auf andere Gebäude gleichen Typs übertragen, sollten für belastbare Ergebnisse jedoch im Einzelfall überprüft werden.

### 3.1.1 Referenzgebäude - Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970 (teilsaniert)

Als Beispiele wurden sowohl ein Mehrfamilienhaus als auch ältere Einfamilienhäuser (Massivbau und Fachwerkbau) herangezogen (Abbildung 19). Die Berechnung beruht auf der Grundlage der DIN V 18599 in seiner Novellierung von 2024, die eine ganzheitliche Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Hinblick auf resultierenden Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf ermöglicht. Dabei werden alle relevanten Wechselwirkungen zwischen Anlagentechnik, Gebäudehülle und Nutzung berücksichtigt.




Abbildung 19: freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr ca. 1970) in Plattenbauweise

Das für die Stadt Eisenberg beispielhaft betrachtete Mehrfamilienhaus weist eine Plattenbauweise auf, die für das Baujahr um 1970 bis 1989 sowie die Lokalisierung in der ehemaligen DDR typisch ist. Das Mehrfamilienhaus kann typischerweise in die dazu passende Baualtersklasse zwischen 1969 und 1978 eingeordnet werden. In Eisenberg kann davon ausgegangen werden, dass das Gebäude Ende der 90er-Jahre teilsaniert wurde. Es werden folgende Teilsanierungen berücksichtigt:

- Austausch der Fenster
- Dämmung der Außenwände
- Erneuerung des Daches (keine energetischen Auswirkungen, da der Dachboden unbeheizt ist)

In der Annahme einer Vollbelegung aller zur Verfügung stehenden Wohneinheiten und die für den Errichtungszeitraum typischen wärmeleitenden Eigenschaften der Gebäudehülle (Außenwände, Fenster, Hauseingangstür, Dach und Abgrenzung zum unbeheizten Keller) und unter Berücksichtigung der Teilsanierung, lässt sich ein resultierender Primärenergiebedarf und damit Ist-Zustand von 185 kWh/m²a abschätzen.

Aufbauend auf dem Ist-Zustand, den baualtersklassen-typischen Hülleigenschaften sowie der o.g. Teilsanierung lassen sich durch Sanierung der Gebäudehülle erreichbare Einsparpotenziale abschätzen. Da die Teilsanierung vor über 30 Jahren durchgeführt wurde, wird von einer wiederholten Erneuerung der Fenster bzw. weiteren Dämmung der Außenwand ausgegangen. Die Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke wird erstmalig durchgeführt. Die Betrachtung unterscheidet dabei zwischen folgenden Maßnahmen:

1. Fenstertausch
2. Dämmung der Außenwände durch WDVS oder andere Maßnahmen
3. Dämmung der Kellerdecke und thermische Abgrenzung zum nicht beheizten Keller
4. Dämmung der oberen Geschossdecke / des Dachs

Die Sanierungsmaßnahmen und daraus resultierende Einsparpotenziale werden im Folgenden separat, also nicht aufeinander aufbauend betrachtet und in der Abbildung 20 zusammengefasst. Dabei ist zu unterstreichen, dass resultierende Einsparpotenziale stark von der gebäudeeigenen Kubatur, Flächenverteilung und dem baulichen Ausgangszustand abhängen. Für einen möglichen

betrachteten Austausch wurden dabei immer Eigenschaften gewählt, die den förderfähigen Standards der BAFA und KfW entsprechen und somit auf einem energetisch sehr hohen Niveau liegen.

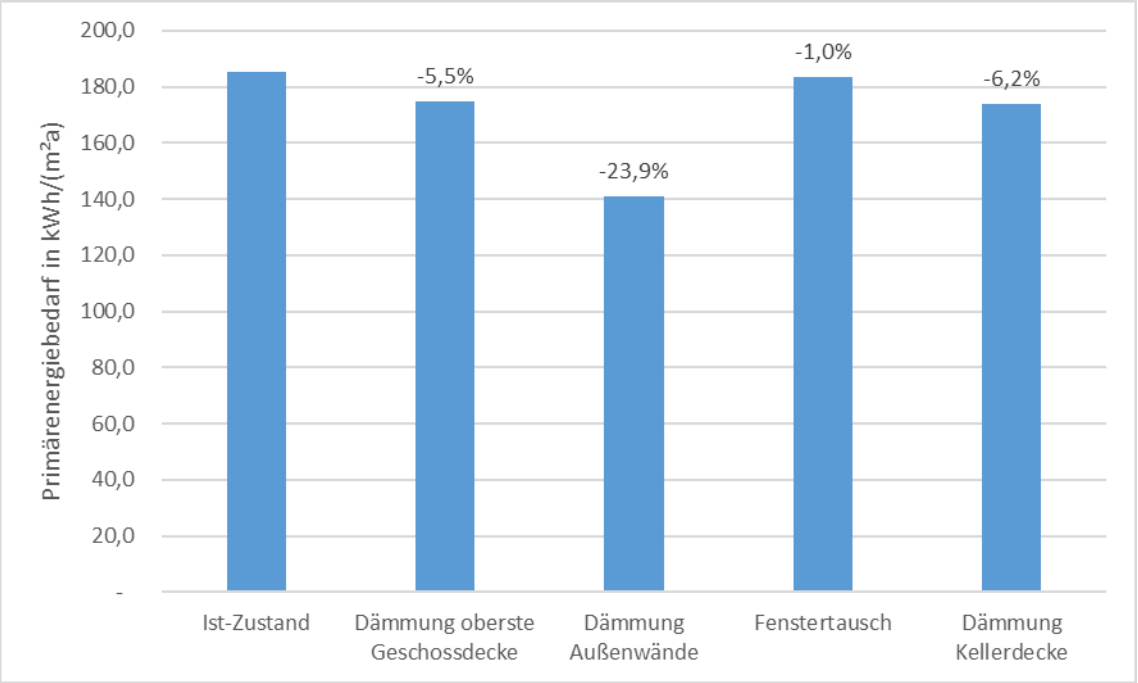



Abbildung 20: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für das Beispielgebäude der Gebäudekategorie MFH um 1970 (teilsaniert) (Werte beziehen sich auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes)

Die Ergebnisse (Tabelle 12) zeigen, dass das größte Einsparpotential (ungeachtet der Sanierungskosten) in der Dämmung der Außenhülle liegt. Mit einer Einsparung von 24 % gegenüber dem Ist-Zustand weist diese Einzelmaßnahme das größte Potenzial auf, auch wenn die Außenhülle bereits energetisch verbessert wurde. Dies liegt begründet in dem großen Anteil der Außenwand in Bezug auf die gesamte Hüllfläche des Gebäudes. Andere Maßnahmen, wie die Dämmung der obersten Geschossdecke oder die Kellerdeckendämmung weisen aufgrund des geringen Hüllflächenanteils eine weitaus geringere Wirkung auf und haben daher auch eine geringere Wirkung auf eingesparte $CO_2$-Emissionen. Gleiches gilt für die Energieeinsparung durch den Austausch der Fenster. Da diese bereits bei der letzten Erneuerung energetisch verbessert wurden, ist das Potenzial gering.

Tabelle 12: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für die Gebäudekategorie MFH um 1970, teilsaniert

| Nr. | Maßnahme | Einsparpotenzial |
|---|---|---|
| 1 | Fenstertausch (inkl. Hauseingangstür) | 1,0 % |
| 2 | Dämmung der Außenwände | 23,9 % |
| 3 | Dämmung der Kellerdecke | 6,2 % |
| 4 | Dämmung der obersten Geschossdecke | 5,5 % |

Die Abbildung 21 vergleicht den Primärenergiebedarf des betrachteten Mehrfamilienhauses im modellierten Ist-Zustand (grau) mit dem Primärenergiebedarf nach Umsetzung aller betrachteten Sanierungsmaßnahmen (farbig).




Abbildung 21: Primärenergiebedarf des betrachteten MFH nach DIN V 18599 und Primärenergiebedarf nach Umsetzung aller Maßnahmen

### 3.1.2 Referenzgebäude - Freistehendes Einfamilienhaus um 1900 (teilsaniert)

39,6 % des Gebäudebestandes im Untersuchungsgebiet ist der Baualtersklasse, vor 1919 zuzuordnen. Um die Sanierungspotenziale und mögliche $CO_2$-Einsparungen dieser Gebäudeklasse betrachten zu können, wurde als weiteres Referenzgebäude ein freistehendes Einfamilienhaus entsprechender Bauklasse betrachtet (Abbildung 22). Da eine detaillierte Einschätzung des Gebäudes hinsichtlich energetischer Merkmale ohne Begehung nicht möglich ist wurden auch hier die baualtersklassentypischen Werte angenommen. In Eisenberg und den erfüllten Gemeinden kann davon ausgegangen werden, dass das Gebäude Ende der 90er Jahre teilsaniert wurde. Es werden folgende Teilsanierungen berücksichtigt:

- Austausch der Fenster
- Dämmung der Außenwände
- Erneuerung des Daches (keiner energetischen Auswirkungen, da der Dachboden unbeheizt ist)

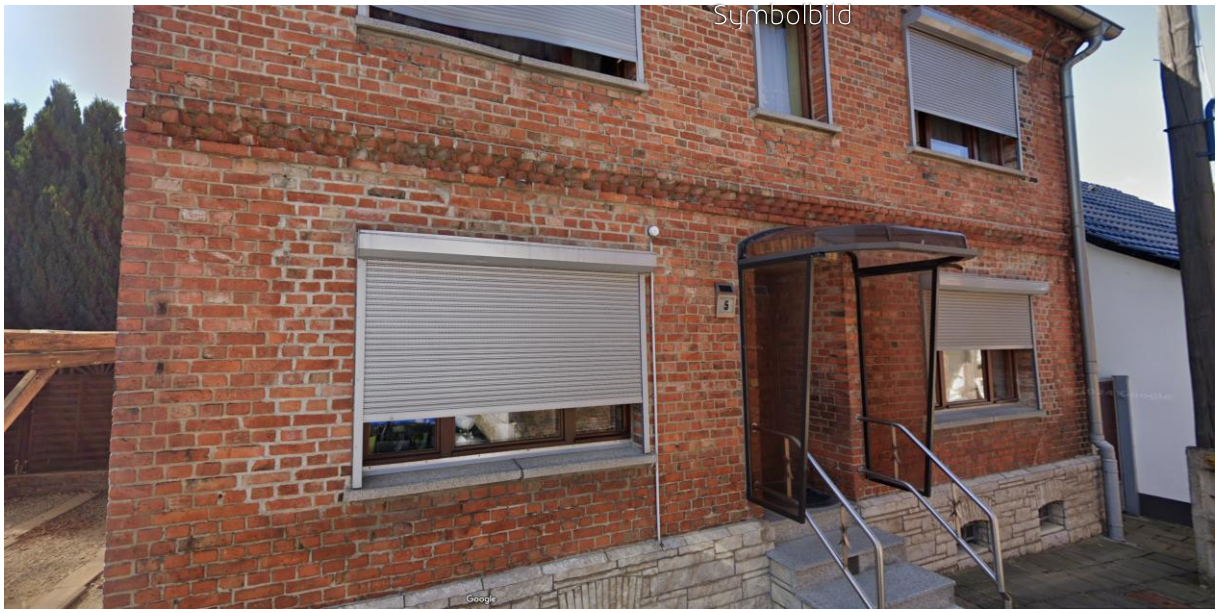



Abbildung 22: freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr ca. 1900) in Ziegelbauweise

Die Ergebnisse decken sich mit Erfahrungswerten, die hinsichtlich des Gebäudebestandes dieser Baujahre zu erwarten sind. Trotz einer günstigen Kubatur (Verhältnis der Außenflächen der thermischen Gebäudehülle zu beheiztem Innenvolumen – A/V-Verhältnis) liegt der geschätzte

Primärenergiebedarf (Q_p) mit 316 kWh/(m²a) im sehr hohen Bereich und erfüllt die Merkmale eines Worst-Performing-Buildings (Q_p > 250 kWh/(m²a).

Aufbauend auf dem Ist-Zustand, den baualtersklassen-typischen Hülleigenschaften sowie der o.g. Teilsanierung lassen sich durch Sanierung der Gebäudehülle erreichbare Einsparpotenziale abschätzen. Da die Teilsanierung vor über 30 Jahren durchgeführt wurde, wird von einer wiederholten Erneuerung der Fenster bzw. weiteren Dämmung der Außenwand ausgegangen. Die Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke wird erstmalig durchgeführt. Es wurden die gleichen Modernisierungsoptionen wie bei dem betrachteten Mehrfamilienhaus betrachtet:

1. Fenstertausch
2. Dämmung der Außenwände durch WDVS oder andere Maßnahmen
3. Dämmung der Kellerdecke und thermische Abgrenzung zum nicht beheizten Keller
4. Dämmung der oberen Geschossdecke / des Dachs

Abbildung 23 stellt die Ergebnisse dar. Auch hier wird deutlich, dass die größten Einsparpotenziale mit ca. 36 % in der Dämmung der Außenwände liegen, obwohl diese bereits energetisch ertüchtigt wurden (

Tabelle 13). Im Vergleich zu einem Mehrfamilienhaus, nehmen die oberste Geschossdecke und die Kellerdecke einen größeren Anteil an der Gebäudehülle ein, wodurch hier ein deutlicher Einspareffekt durch die Dämmung der beiden Bauteile zu verzeichnen ist. Dementsprechend werden die $CO_2$-Emissionen reduziert. Die Dämmung der obersten Geschossdecke bewirkt einen ähnlich großen Einspareffekt wie die Dämmung der Kellerdecke. Beim EFH gilt ebenfalls, dass das Einsparpotenzial über den Fenstertausch gering ist, da diese bereits energetisch verbessert wurden und nur einen geringen Anteil an der gesamten thermisch wirksamen Gebäudehülle haben.

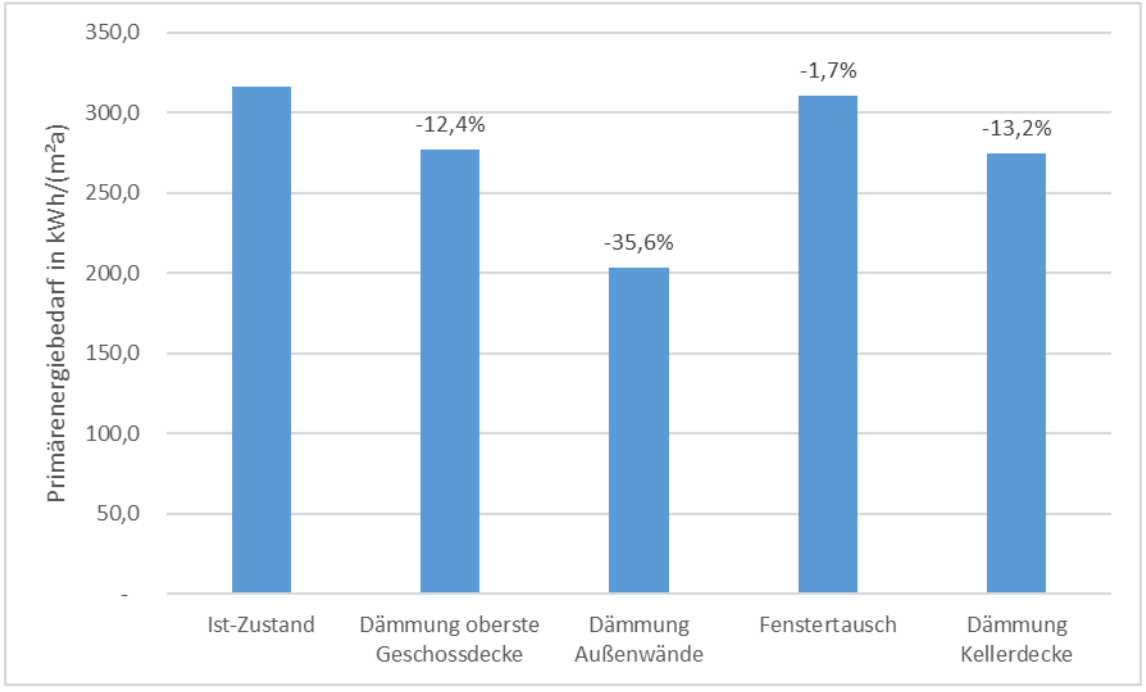



Abbildung 23: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotentiale für Referenzgebäude EFH

Tabelle 13: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für die Gebäudekategorie EFH um 1900, teilsaniert

| Nr. | Maßnahme | Einsparpotenzial |
|---|---|---|
| 1 | Fenstertausch (inkl. Hauseingangstür) | 1,7 % |
| 2 | Dämmung der Außenwände | 35,6 % |
| 3 | Dämmung der Kellerdecke | 13,2 % |
| 4 | Dämmung der obersten Geschossdecke | 12,4 % |

Die Abbildung 24 vergleicht den Primärenergiebedarf des betrachteten Einfamilienhauses im modellierten Ist-Zustand (grau) mit dem Primärenergiebedarf nach Umsetzung aller betrachteten Sanierungsmaßnahmen (farbig).




Abbildung 24: Primärenergiebedarf des betrachteten EFH nach DIN V 18599 und Primärenergiebedarf nach Umsetzung aller Maßnahmen

## 3.2 Restriktionsgebiete

**Datenquellen:**

Regionalplan Ostthüringen
(Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (2025)

Naturrechtliche Schutzgebiete
Bundesamt für Naturschutz (dl-de/by-2-0)

Wasserrechtliche Schutzgebiete
Bundesanstalt für Gewässerkunde (cc by 4.0)

Auf sogenannten Restriktionsflächen ist bereits eine vorrangige Nutzung ausgewiesen, welche nicht durch Nutzungskonkurrenz beeinträchtigt werden darf. Diese Nutzungen sind meist rechtlich abgesichert. Zu den für die kommunale Wärmeplanung relevanten Restriktionsflächen zählen:

- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete des Regionalen Entwicklungsplanes
- Schutzgebiete mit naturrechtlichen Belangen
- Schutzgebiete mit wasserrechtlichen Belangen
- aktive und ehemalige Bergbaugebiete
- Denkmalschutz (vgl. Abschnitt 2.4.2)

Dabei stellen Restriktionsflächen nicht grundsätzlich einen Ausschluss für die hier betrachteten Potenziale dar. Vielmehr sind die zuständigen Fachbehörden im weiteren Verfahren zwingend zu beteiligen und deren Belange entsprechend zu berücksichtigen.

Die nachfolgende Tabelle 14 gibt einen Überblick über alle im Gemeindegebiet Eisenberg geltenden Restriktionsgebiete und deren Lage sowie die mit den jeweiligen Restriktionstypen verbundenen Einschränkungen.

Tabelle 14: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen in der erfüllenden Gemeinde Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden

| Restriktionstyp | Fläche im Gemeingebiet Eisenberg | Einschränkung |
|---|---|---|
| | **Vorranggebiete** | |
| Landwirtschaftliche Bodennutzung | • LB-55 Eisenberg – Etzdorf – Thiemendorf – Walpernhain<br>• LB-56 Trotz – Döllschütz – Rauschwitz | Maßnahmen möglich, wenn mit nachhaltiger Entwicklung der Landbewirtschaftung vereinbar |
| Freiraumsicherung | • FS-65 Beuche, Wethautal, Eselsholz<br>• FS-68 Raudaer Hänge, Teisker<br>• FS-70 Holzland, An den Ziegenböcken, Rote Pfütze, | Maßnahmen möglich, wenn mit Erhaltung der schutzgutorientierten Freiraumfunktionen der Naturgüter Boden, Wald, Wasser, Klima, Flora und Fauna |

| | | |
|---|---|---|
| | Alltenrodaer Grund, Hainspitzer See | sowie des Landschaftsbildes vereinbar |
| Rohstoffgewinnung | • K-1 Tünschütz/Kischlitz<br>• KIS-33 Mertendorf<br>• T-2 Aubitz<br>• T-3 Döllschütz<br>• T-4 Eisenberg/Saasa<br>• T-5 Eisenberg/Süd | raumbedeutsame Nutzungen eingeschränkt bzw. ausgeschlossen, wenn sie mit der Rohstoffgewinnung nicht vereinbar sind oder diese dauerhaft verhindern könnten |
| Windenergie | • W-17 Heideland/Königshofen (Entwurf)<br>• W-38 Rauschwitz (Entwurf) | |
| **Naturrechtliche Schutzgebiete** | | |
| Natura 2000 (FFH, SPA) | • Beuche - Wethautal (FFH) in Geusa und Petersberg<br>• Hainspitzer See und Park (FFH) | Verträglichkeitsprüfung nach §34 BNatSchG erforderlich |
| Landschaftsschutzgebiet | • Hainspitzer See | Eingriffe möglich, aber genehmigungspflichtig; landschaftsverträgliche Planung notwendig |
| **Wasserrechtliche Schutzgebiete** | | |
| Wasserschutzgebiete | • WSG Mühltal Eisenberg<br>• WSG Altenrodaer Grund Hainspitz<br>• WSG Stünzmühle Petersberg<br>• WSG Wethautal<br>• WSG Rauda | Nutzung eingeschränkt, insbesondere für Bohrungen und geothermischen Anlagen zum Schutz des Grund- und Trinkwassers |

## 3.3 Wärmesektor

### 3.3.1 Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Abwasser und Kläranlagen

Eine einheitliche gesetzliche Definition des Begriffs „Abwärme" existiert bislang weder auf Bundes- noch auf Landesebene. In den relevanten Gesetzen, Verordnungen und Förderprogrammen fehlt eine klare und konsistente Begriffsbestimmung. Für die Zwecke der Wärmeplanung – insbesondere im Kontext der Nutzung von Abwärme in Wärmenetzen auf Quartiers-, Gemeinde- oder Stadtebene – bietet jedoch die Definition der AGFW (Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.) eine praxisnahe Orientierung:

*„**Abwärme**: Wärme, die in einem Prozess entsteht, dessen Hauptziel die Erzeugung eines Produktes oder die Erbringung einer Dienstleistung (inkl. Abfallentsorgung) oder einer Energieumwandlung ist, und die dabei als ungenutztes Nebenprodukt an die Umwelt abgeführt werden müsste."* (Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

Zur Veranschaulichung dieser Definition lassen sich verschiedene Prozesskategorien benennen, in denen Abwärme typischerweise anfällt:

- Produktion, etwa in Raffinerien, der Stahlverarbeitung oder der chemischen Industrie,
- Dienstleistungen, wie sie in Rechenzentren, Wäschereien, Kühlhäusern oder der (Ab-) Wasserwirtschaft erbracht werden,
- Abfallentsorgung, beispielsweise durch thermische Abfallbehandlung oder innerbetriebliche Stoffkreisläufe,
- Energieumwandlung, etwa in Kondensationskraftwerken, bei der Nutzung von Abgaswärme aus Verbrennungsprozessen oder bei der Wasserstoffelektrolyse. (Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

In Abbildung 25 sind die möglichen Quellen und Senken von Abwärme anhand ihrer Temperaturniveaus abgebildet.

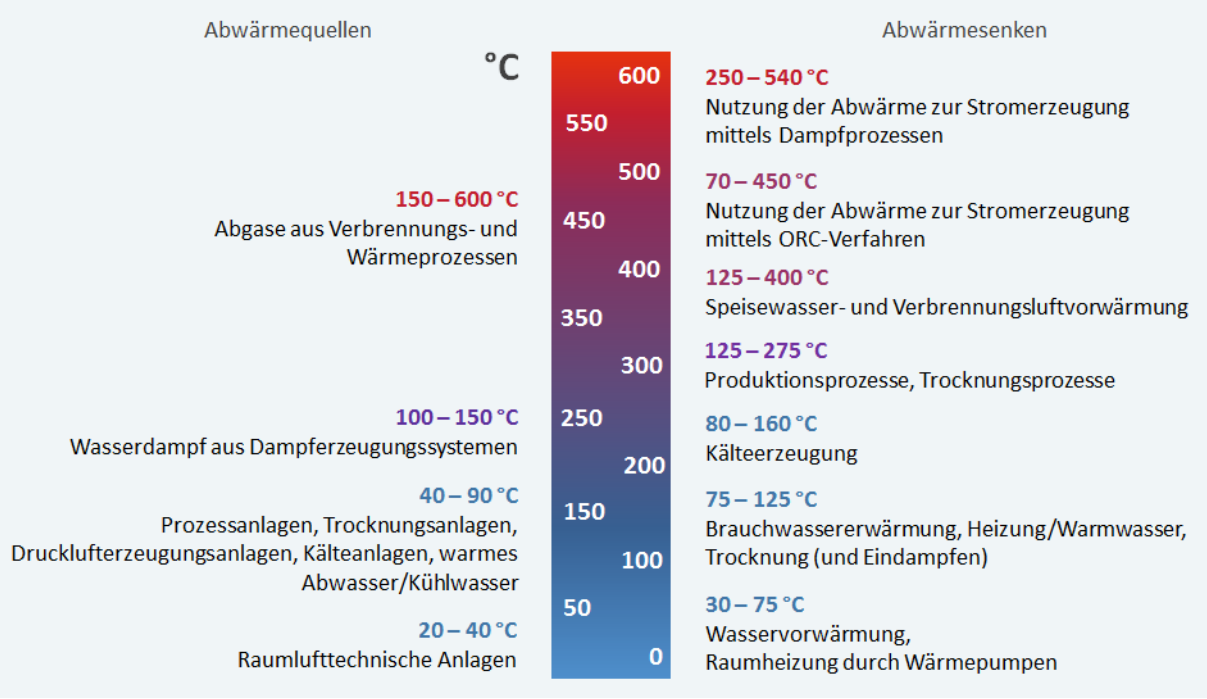



Abbildung 25: mögliche Abwärmequellen und Abwärmesenken (Quelle: DENA, Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen, Darstellung: Österreichische Energieagentur)

#### 3.3.1.1 Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

**Datenquelle:**

Plattform für Abwärme
(© 2026 Bundesstelle für Energieeffizienz beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). The European Waste Heat Map. ReUseHeat project – Recovery of Urban Excess Heat. Last update: 2022-05-31.

In der erfüllenden Gemeinde Eisenberg bestehen gemäß der Plattform für Abwärme und dem Projekt ReUseHeat die in Tabelle 15 dargestellten Abwärmepotenziale aus Industrie und Gewerbe. Die für Kaufland ausgewiesene Wärmemenge basiert auf den an die Plattform für Abwärme gemeldeten Daten. Die Wärmemengen der weiteren Supermärkte stammen hingegen aus Modellierungen im Rahmen des Projekts ReUseHeat.

Tabelle 15: Kennwerte für identifizierte Abwärmepotenziale in Eisenberg

| Name | Bezeichnung | Wärmemenge pro Jahr [MWh/a] | Quelle |
|---|---|---|---|
| Kaufland Vertrieb 78 GmbH & Co. KG | Abwärme aus Gewerbekälteanlage | 925 | Plattform für Abwärme |
| ALDI Nord | Lebensmittel-Einzelhandel | 895 | ReUseHeat |
| Edeka | Lebensmittel-Einzelhandel | 895 | ReUseHeat |
| Lidl | Lebensmittel-Einzelhandel | 895 | ReUseHeat |
| REWE | Lebensmittel-Einzelhandel | 895 | ReUseHeat |
| Penny | Lebensmittel-Einzelhandel | 597 | ReUseHeat |

Diese Abwärmepotenziale müssen im weiteren Verlauf des Projekts noch präzisiert und plausibilisiert werden. Dafür muss auch geprüft werden, ob die Wärme aus den Prozessen aufgrund von räumlicher und zeitlicher Rahmenparameter nutzbar ist.

Zur Einschätzung der tatsächlichen Verfügbarkeit und des potenziellen Beitrags industrieller Abwärme zur Wärmeversorgung wurden ansässige Gewerbe- und Industriebetriebe entweder über Fragebögen oder im direkten Austausch kontaktiert. Ziel war es insbesondere, das Potenzial für eine Nutzung der Abwärme außerhalb des jeweiligen Unternehmens zu bewerten.

Grundsätzlich wird industrielle Abwärme am effizientesten direkt am Entstehungsort durch den Betreiber selbst genutzt – dies minimiert rechtliche und wirtschaftliche Hürden sowie externe Abhängigkeiten. Im Zuge der kommunalen Wärmewende und des Ausbaus von Wärmenetzen gewinnt jedoch auch die Einspeisung industrieller Abwärme in öffentliche Wärmenetze zunehmend an Bedeutung. Um bestehende rechtliche und wirtschaftliche Barrieren zu überwinden, bietet sich eine enge Zusammenarbeit mit kommunalen Gemeindewerken an. Diese können als langfristig verlässliche Partner sowohl für Unternehmen als auch für Kommunen eine zentrale Rolle bei der Integration industrieller Abwärme in die öffentliche Wärmeversorgung übernehmen.

### Abwärmenutzung aus dem Lebensmittel-Einzelhandel

Im Untersuchungsgebiet bestehen Potenziale zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme aus den Kälteanlagen des Lebensmittel-Einzelhandels. Die für die Betrachtung identifizierten Standorte weisen ein geschätztes jährliches Abwärmepotenzial von insgesamt 4.177 MWh/a auf. Darüber hinaus wurde für den Standort Kaufland aufgrund der vorhandenen Gewerbekälteanlage ein zusätzliches Potenzial von 925 MWh/a ermittelt.

Die Abwärme entsteht als Nebenprodukt der Kälteerzeugung und kann grundsätzlich über Wärmerückgewinnungssysteme für die Wärmeversorgung genutzt werden. Aufgrund der dezentralen Lage der Standorte und der im Rahmen der Datenerhebung nicht verfügbaren Angaben zu Temperaturniveau, Leistungswerten und zeitlicher Verfügbarkeit ist eine belastbare Bewertung der technischen Nutzbarkeit derzeit jedoch nicht möglich.

Für eine weiterführende Einschätzung sind standortspezifische Detailinformationen erforderlich. Dazu zählen insbesondere Angaben zur verfügbaren Wärmeleistung, zu den Temperaturniveaus der Abwärme sowie zu den jährlichen Betriebs- und Lastprofilen der Kälteanlagen.

Die Nutzung von Abwärme aus dem Lebensmittel-Einzelhandel stellt grundsätzlich eine interessante Möglichkeit zur Erschließung lokaler Wärmequellen dar. Aufgrund der derzeit begrenzten Datengrundlage wird das Potenzial jedoch als perspektivische Option betrachtet, die im Zuge weiterer Planungen und konkreter Projektentwicklungen vertieft untersucht werden sollte.

#### 3.3.1.2 Abwasser und Kläranlagen

Durch die hohe spezifische Wärmekapazität von cp ≈ 4,2 kJ/(kgK) kann Wasser eine große Menge an Wärmeenergie speichern. Mit jedem Kelvin Temperaturunterschied kann einem Kubikmeter Wasser etwa 1,16 kWh Wärme entzogen werden. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss [m³/h] und der Temperaturunterschied [K] zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich das potenziell nutzbare Wärmeangebot. Neben Grund- und Flusswasser bietet sich auch Abwasser als Wärmequelle an.

**Abwasser**

Abwärme aus Abwasser ist eine dauerhaft verfügbare, jedoch weitgehend ungenutzte Energiequelle. Über das tägliche Nutzungsverhalten, insbesondere durch den Verbrauch von Warmwasser in Haushalten, Gewerbe und Industrie, gelangt eine erhebliche Menge an Wärmeenergie in die Kanalisation. Dadurch ergeben sich jahreszeitabhängige Abwassertemperaturen von etwa 10 bis 12 °C im Winter und 17 bis 20 °C im Sommer. Mithilfe von Wärmepumpen kann diese thermische Energie nutzbar gemacht werden – entweder zur direkten Versorgung einzelner Gebäude oder zur Einspeisung in kommunale Wärmenetze.

Grundsätzlich lässt sich Energie aus Abwasser auf zwei Wegen gewinnen: Entweder durch Wärmetauscher im öffentlichen Kanalnetz bzw. direkt am Einleiter oder durch Nutzung in Abwassersammlern bzw. auf dem Gelände einer Kläranlage. Insbesondere bei letzterem muss berücksichtigt werden, dass eine zu starke Abkühlung des Abwassers die biologische Reinigungsleistung beeinträchtigen kann. Daher ist eine enge Abstimmung mit dem Betrieb der Kläranlage erforderlich. Voraussetzung für eine wirtschaftlich sinnvolle Wärmeentnahme sind ein ausreichend großes Energieangebot und geeignete bauliche Bedingungen, die den Einbau und die Wartung von Wärmetauschern ermöglichen.

Technische Rahmenbedingungen, die sich für die Abwärmenutzung als besonders geeignet gezeigt haben, sind Kanalabschnitte mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm und Trockenwetterabflussmengen ab ca. 10 l/s. Sie ermöglichen nicht nur einen sicheren Betrieb der Wärmetauscher, sondern weisen in der Regel auch stabile Abwassertemperaturen auf. Ideal sind möglichst gerade Kanalabschnitte mit einer Länge von 20 bis 150 m, abhängig von der Leistungsanforderung der geplanten Wärmepumpenanlage.

Die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen hängt maßgeblich von kurzen Wegen zwischen Wärmequelle und Verbraucher ab. Besonders geeignet sind Gebäude mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Während „warme" Fernwärmenetze eine Entfernung von bis zu 200 m ermöglichen, sind bei „kalten" Netzen auch Distanzen von über einem Kilometer realisierbar.

Das technische Potenzial ist beachtlich: Studien zeigen, dass bis zu 15 % des Wärmebedarfs im deutschen Gebäudesektor – entsprechend bis zu 100 TWh – aus Abwasser gedeckt werden könnten.

Dabei wurden bereits realisierte Entzugsleistungen zwischen 20 kW und 2,1 MW dokumentiert. Wärmenetze mit Zieltemperaturen von bis zu 80–90 °C erlauben eine ganzjährige Nutzung.

Geeignete Standorte für die Wärmegewinnung finden sich sowohl in städtischen Verdichtungsräumen als auch in kleineren Kommunen, vorausgesetzt, es existieren ausreichend große Abwassersammler. Für eine Standortbewertung sind drei Kernfragen entscheidend:

- Wo liegen der nächstgelegene Kanal oder die Kläranlage mit geeigneter Einbaulänge?
- Wie viel Abwasser ist dort kontinuierlich verfügbar?
- Welche Temperatur hat das Abwasser?

Während die Projektierung solcher Vorhaben früher komplex und langwierig war, bieten inzwischen einige Kanalnetzbetreiber online verfügbare Energiekarten an. Diese erleichtern eine rasche Bewertung und Planung erheblich – ein Zeichen dafür, dass sich der Markt zunehmend öffnet und Abwasserwärme zu einem relevanten Bestandteil der kommunalen Energiewende werden könnte. (Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

### Kläranlagen

Kläranlagen stellen einen der bedeutendsten Energieverbraucher in Deutschland dar. Die knapp 10.000 kommunalen Kläranlagen verbrauchen jährlich etwa 4.400 Gigawattstunden Strom, was etwa dem Output eines durchschnittlichen Kohlekraftwerks entspricht. Dadurch tragen sie nicht nur maßgeblich zu den Stromkosten der Kommunen bei, sondern sind auch ein bedeutender Faktor im kommunalen Klimaschutz, indem sie jährlich rund drei Millionen Tonnen $CO_2$ emittieren.

Jedoch bieten sich hier erhebliche Möglichkeiten zur Verbesserung: Einerseits können bestehende Anlagen energieeffizienter betrieben werden, andererseits können die bei den Klärprozessen entstehenden Faulgase zur Energieerzeugung genutzt werden (Abbildung 26). Dies ermöglicht es, fossile Energieträger in der Strom- und Wärmeversorgung durch erneuerbare Energiequellen zu ersetzen. Dies ist bereits in einigen Kommunen erfolgreich umgesetzt worden, wo Kläranlagen mindestens genauso viel Energie produzieren wie sie verbrauchen und somit als 'energieautark' bezeichnet werden können (Björn Weber, 2023).

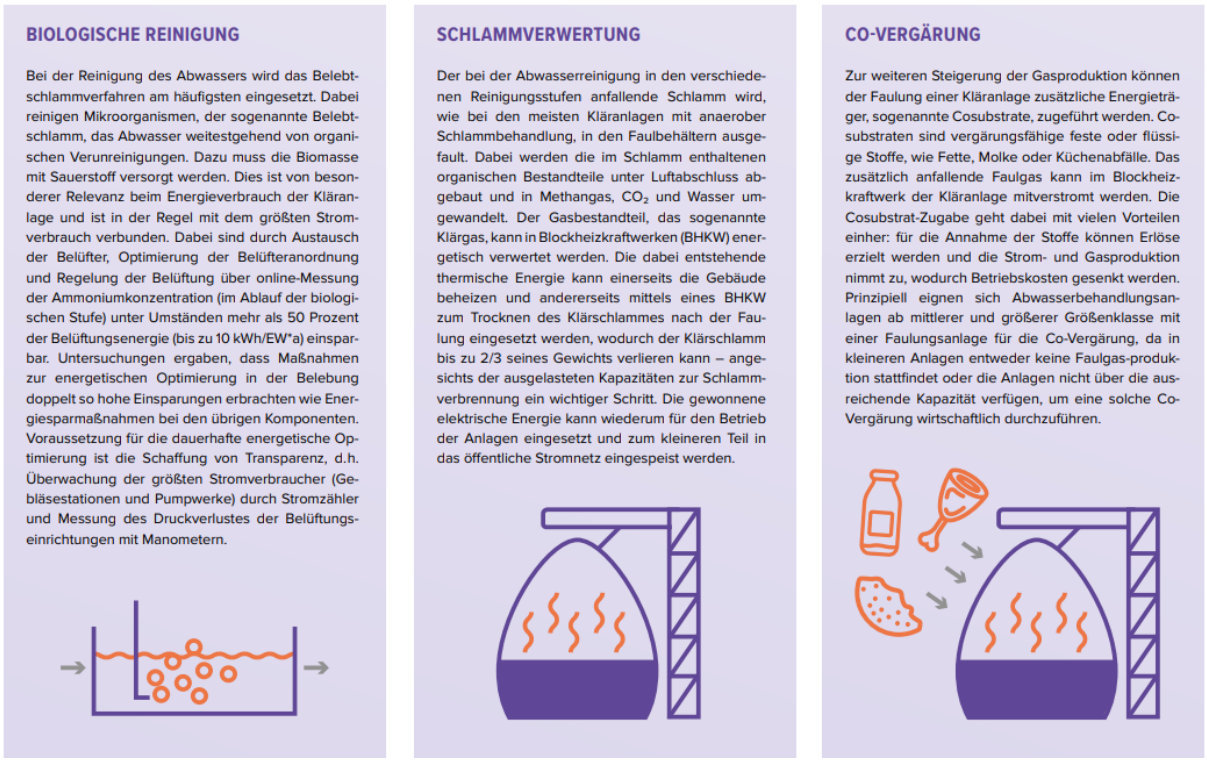



Abbildung 26: Hauptpotenziale zur Steigerung der Energieeffizienz von Kläranlagen (Quelle (Björn Weber, 2023))

#### *3.3.1.2.1 Potenzial vor Ort*

**Abwasserleitungen**

Im Untersuchungsgebiet bestehen mehrere Kanalabschnitte, die aufgrund ihrer Dimensionierung grundsätzlich für eine weiterführende Untersuchung hinsichtlich einer Nutzung von Abwasserwärme in Betracht kommen. Die betrachteten Leitungen weisen Nennweiten zwischen DN 800 und DN 3100 auf und erstrecken sich über eine Gesamtlänge von rund 4,5 km. Ihre räumliche Lage ist in Abbildung 27 dargestellt.

Eine quantitative Ermittlung des theoretischen bzw. technisch nutzbaren Wärmepotenzials ist auf Grundlage der verfügbaren Daten nicht möglich, da für die einzelnen Kanalabschnitte keine Angaben zu Abflussmengen und Abwassertemperaturen vorliegen. Die dargestellten Kanalabschnitte sind daher zunächst als räumliche Suchräume für eine mögliche Nutzung von Abwasserwärme zu verstehen. Für eine weiterführende Bewertung sind neben diesen Betriebsdaten insbesondere die technische Eignung der Kanalabschnitte sowie die räumliche Nähe und das Temperaturniveau potenzieller Wärmeabnehmer zu untersuchen.

Bei einer Wärmeentnahme aus dem Kanalnetz ist zudem deren Einfluss auf den nachgelagerten Klärprozess zu berücksichtigen. Eine zu starke Abkühlung des Abwassers kann die temperaturabhängigen biologischen Abbauprozesse in der Kläranlage beeinträchtigen. Das zulässige Maß der Wärmeentnahme ist daher unter Berücksichtigung der betrieblichen Anforderungen der Kläranlage standortspezifisch zu prüfen.

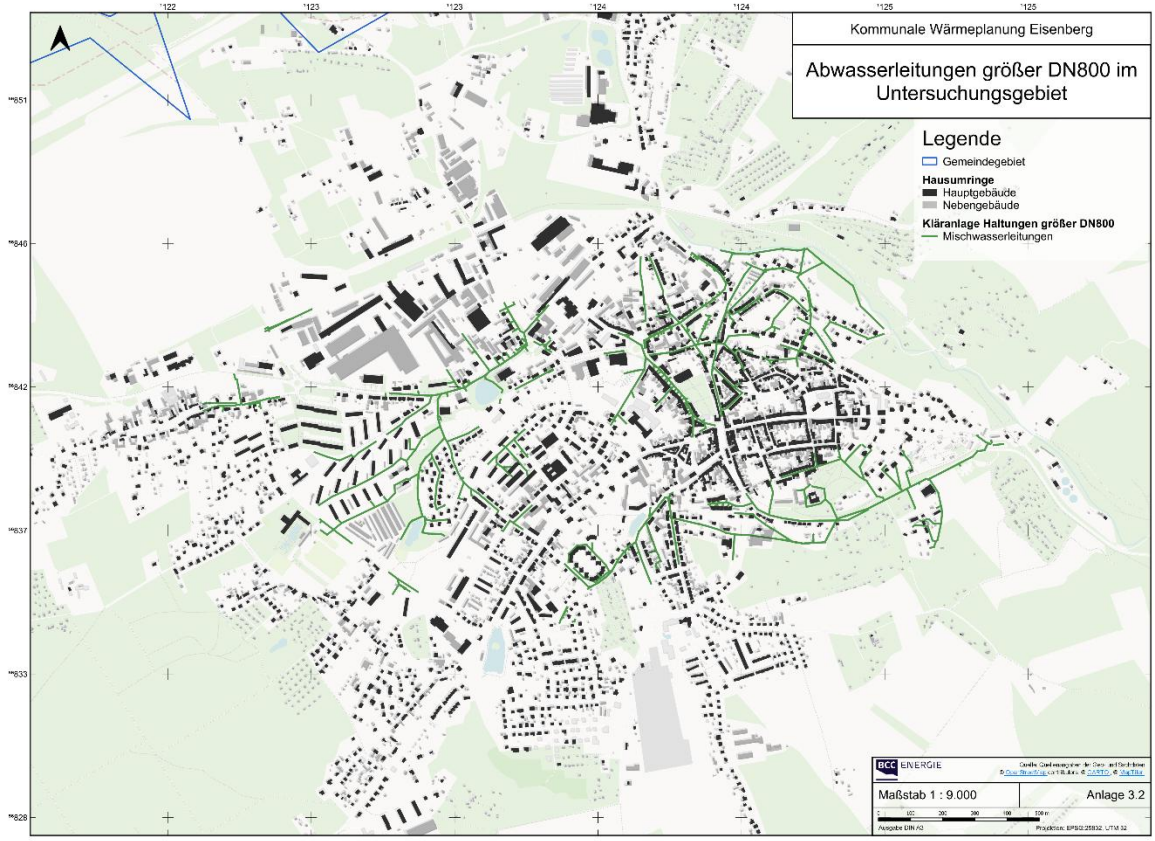



Abbildung 27: Lage der Abwasserleitungen größer DN 800 in der Stadt Eisenberg

### Klärwerk Eisenberg

Für den abgefragten Gemeindebereich betreibt der Zweckverband Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung Eisenberg (ZWE) eine Kläranlage. Das im Stadtgebiet Eisenberg anfallende Abwasser wird der Kläranlage im Südwesten des Stadtgebiets als Mischwasser zugeführt (vgl. Abbildung 28)

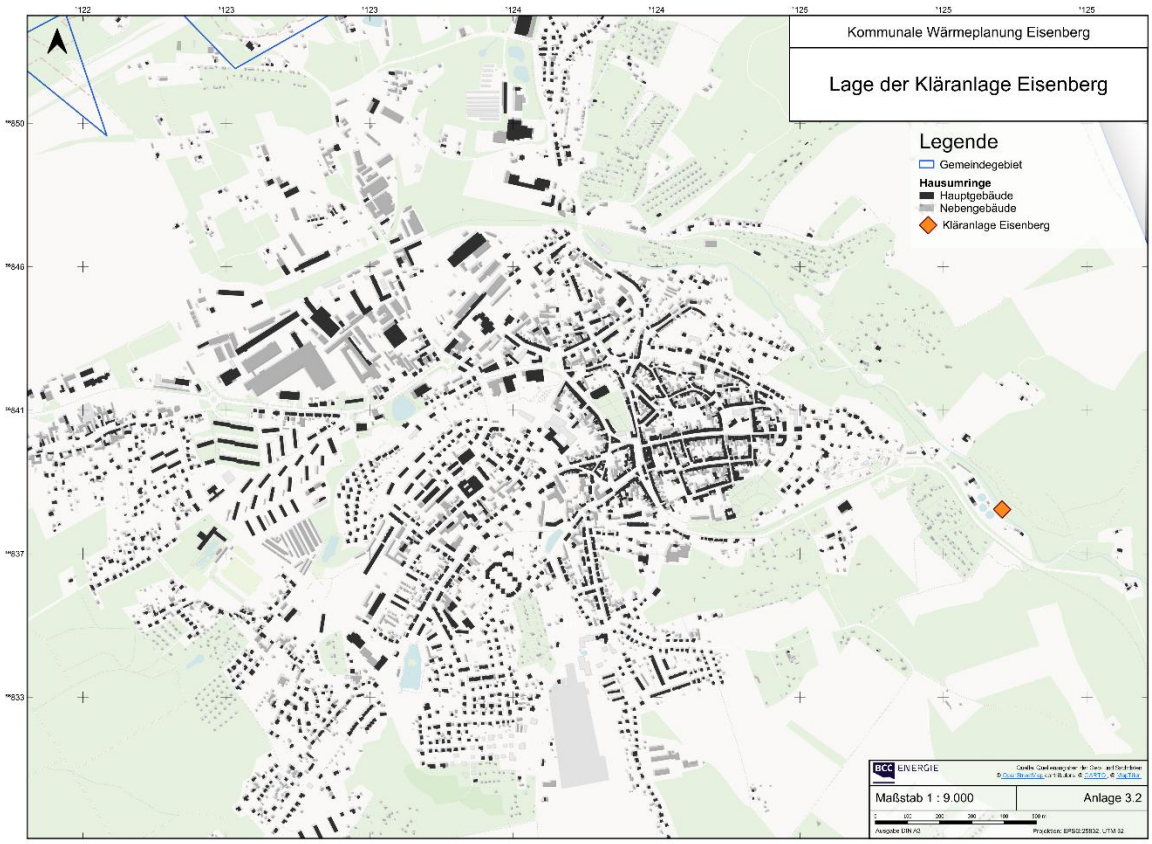



Abbildung 28: Lage der Kläranlage in der Stadt Eisenberg

Die Temperaturen des Abwassers am Ablauf schwanken in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur über das Jahr um einen Mittelwert von 12 °C, mit einer minimalen Temperatur von 4 °C wodurch für die Nutzung der Wärme eine Wärmepumpe notwendig wird. Die Zulaufmenge und damit auch die Abflussmenge schwanken ebenfalls und erreichen in Trockenwetterperioden den Tiefstwert.

Für eine potenzielle Abwasserwärmenutzung vor dem Eintritt in die Kläranlage ist zu beachten, dass die Betriebstemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden darf, da ansonsten die Funktionsfähigkeit der Anlage gefährdet ist.

Tabelle 16: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Abwärme aus Abwasser in Eisenberg

| Parameter | Wert/Annahme | Quelle/Bemerkung |
|---|---|---|
| Trockenwetterabfluss | 102 m³/h | ZWE Eisenberg |
| Temperaturdaten | Jahresmittelwert 12°C | ZWE Eisenberg |
| Vorlauftemperatur Zielwert | 65 °C | Technische Systemanforderung |
| Betriebsstunden | ca. 2.500 h/Jahr | Heizperiode, saisonal gewichtet |
| Maximale Temperaturspreizung | 5 K | Technische Begrenzung (Kühlung vs. Mischgrenze) |

Aus den Informationen über die Ablaufwassermenge und deren Temperaturniveau lässt sich eine Entzugsleistung abschätzen. Diese wird unter Annahme einer Temperaturabsenkung von maximal 5 K berechnet.

Nach dem aktuellen Kenntnisstand ist eine thermische Nutzung am Ablauf nicht zu jedem Zeitpunkt möglich, da die Temperatur des Abwassers zeitweise bis auf 4 °C absinken kann. Eine saisonale Nutzung ab dem Frühjahr bis in den November hinein erscheint jedoch technisch sinnvoll und betrieblich umsetzbar.

Mit einem Trockenwetterabfluss von 102 m³/h und den Durchschnittstemperaturen erhält man eine theoretische Entzugsleistung von ca. 591 kW.

Daraus folgt mit den jährlichen Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe von 2.500 h, eine jährliche Wärmemenge von 2090 MWh/a bei einer Jahresarbeitszahl von ca. 3,3. Je nach Abwassertemperatur, Ablaufvolumenstrom und Vollbenutzungsstunden kann auch mehr Energie bzw. weniger entzogen und genutzt werden.

### Klärwerk Mertendorf

In der Gemeinde Mertendorf befindet sich eine Kläranlage mit einer Ausbaugröße von 160 Einwohnerwerten (EW). Die Anlage wurde im Auftrag des Zweckverbands Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung Eisenberg errichtet. Die Planung und Umsetzung erfolgte im Zeitraum von Februar 2013 bis Januar 2017. Für den Neubau wird eine Investitionssumme von rund 398.500 Euro angegeben.

Aufgrund der geringen Ausbaugröße von 160 EW ist von einem sehr begrenzten Abwasserwärmepotenzial auszugehen. Eine weitergehende Betrachtung als relevante Wärmequelle für die kommunale Wärmeversorgung erfolgt daher nicht.

#### 3.3.1.3 KWK-Anlagen mit biogenen Energieträgern [Landwirtschaft und Gewerbe]

Biogasanlagen haben im Kontext der Energie- und Wärmewende an Bedeutung gewonnen, insbesondere als alternative Quelle zu fossilen Energieträgern wie Erdgas und Heizöl. Während der Ausbau von Biogasanlagen zur Stromerzeugung politisch zunehmend in den Hintergrund tritt, rückt die Nutzung von Biogas in aufbereiteter Form – etwa als Biomethan oder als Ausgangsstoff für synthetische Kraftstoffe – stärker in den Fokus.

Im Zusammenhang mit der kommunalen Wärmeplanung spielen Biogasanlagen eine wichtige Rolle (Abbildung 29). Sie können sowohl als Lieferanten von klimafreundlichen Wärmeenergieträgern als auch durch die Nutzung ihrer Abwärme zur Versorgung von Nahwärmenetzen beitragen.

Für Anlagenbetreiber besteht ein wirtschaftlicher Anreiz zur Nutzung der Abwärme, da gemäß Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) ein Bonus für die Einspeisung innovativer erneuerbarer Wärme gewährt wird – etwa bei der Einspeisung in Wärmenetze oder der Nutzung zur Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kälteerzeugung oder als Prozesswärme.

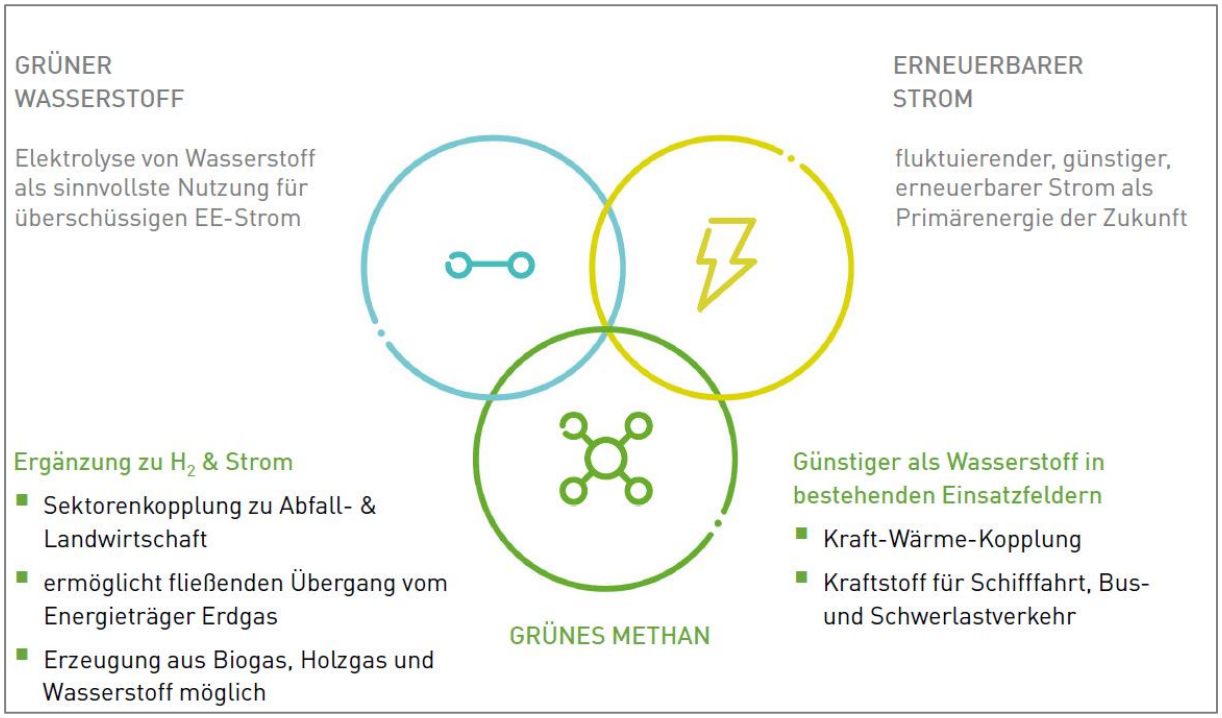



Abbildung 29: Biomethan als Energieträger, Quelle: (Christian Löffler, 2022)

**BHKW**

Nutzbare Abwärmemengen entstehen in Biogasanlagen aufgrund der Verstromung des Biogases in KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen). Es handelt sich um Abwärme aus Abgasen und Motorabwärme des Generators. Die nutzbaren Abwärmetemperaturen liegen zwischen 80 und 90°C.

In den meisten Biogasanlagen wird die Abwärme, zumindest teilweise, für die Beheizung der Fermenter, für die Eigenversorgung in der Heizungsanlage oder die Wärmeversorgung in angeschlossenen Stallanlage genutzt. Dennoch geht häufig ein mehr oder weniger großer Anteil der Abwärme verloren, insbesondere außerhalb der Heizperiode.

### Biomethan-Einspeisung

Wird das erzeugte Biomethan nicht oder nur teilweise zur Stromerzeugung genutzt, kann es in ein bestehendes oder neu errichtetes Netz eingespeist und zur Wärmeversorgung in der Kommune verwendet werden. Diese Option gewinnt weiter an Bedeutung, da die Rolle von Biogas und Biomethan im Zuge der Energieversorgungsstrategie gestärkt wurde – insbesondere im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und die Reduzierung fossiler Energieimporte.

Politische Maßnahmen der vergangenen Jahre zielten darauf ab, die Biogasproduktion kurzfristig zu flexibilisieren und perspektivisch auszubauen. Hierzu zählten unter anderem befristete Ausnahmen von Produktionsobergrenzen sowie Anpassungen im EEG, KWKG und Baugesetzbuch. Ergänzt wurden diese durch eine Anschlussförderung für Bestandsanlagen und neue Ausschreibungsbedingungen für flexible Biomethan-Betriebe. Ziel ist es, die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas gezielt dort zu ermöglichen, wo sie netzdienlich und effizient einsetzbar ist.

Zunehmend rückt dabei die direkte Wärmenutzung über Nahwärmenetze und Einspeisung in kommunale Infrastrukturen in den Fokus. So kann Biomethan nicht nur als Brennstoff für Spitzenlastkraftwerke dienen, sondern auch einen verlässlichen Beitrag zur Defossilierung der kommunalen Wärmeversorgung leisten.

Auch wenn viele Maßnahmen ursprünglich als kurzfristige Reaktion auf geopolitische Herausforderungen eingeführt wurden, zeichnet sich ab, dass sie langfristig strukturelle Veränderungen einleiten könnten. Es ist daher sinnvoll, frühzeitig den Dialog mit Biogasanlagenbetreibern zu suchen, um Potenziale für eine intensivere Nutzung von Biomethan und Abwärme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu identifizieren und systematisch zu erschließen.

### Direkte Abwärmenutzung

Abwärme für ein niedertemperiertes oder kaltes Wärmenetz bietet ggf. der Gärresteaustrag in der Biogasanlage. Vorteilhaft ist ein kontinuierlicher Gärresteaustrag aus dem Nachgärer in das Gärrestelager. Aber auch ein diskontinuierlicher Gärresteaustrag ermöglicht die Abwärmenutzung. Die Gärreste sind ein flüssiges Medium mit ca. 6 % TS-Anteil. Sie verlassen den Nachgärer mit Temperaturen zwischen 35 und 42 °C. Die spezifische Wärmekapazität entspricht nahezu der von Wasser. Eine Temperaturabsenkung auf ca. 25 °C kann je nach Durchflussmenge ganzjährig eine Wärmeleistung für ein niedertemperiertes oder kaltes Wärme mit einer max. Rücklauftemperatur von 25 °C beisteuern.

#### 3.3.1.3.1 Potenzial vor Ort

Im Untersuchungsgebiet befinden sich drei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen), die mit Biogas betrieben werden (Abbildung 30). Alle drei Anlagen liegen in der Gemeinde Rauschwitz.

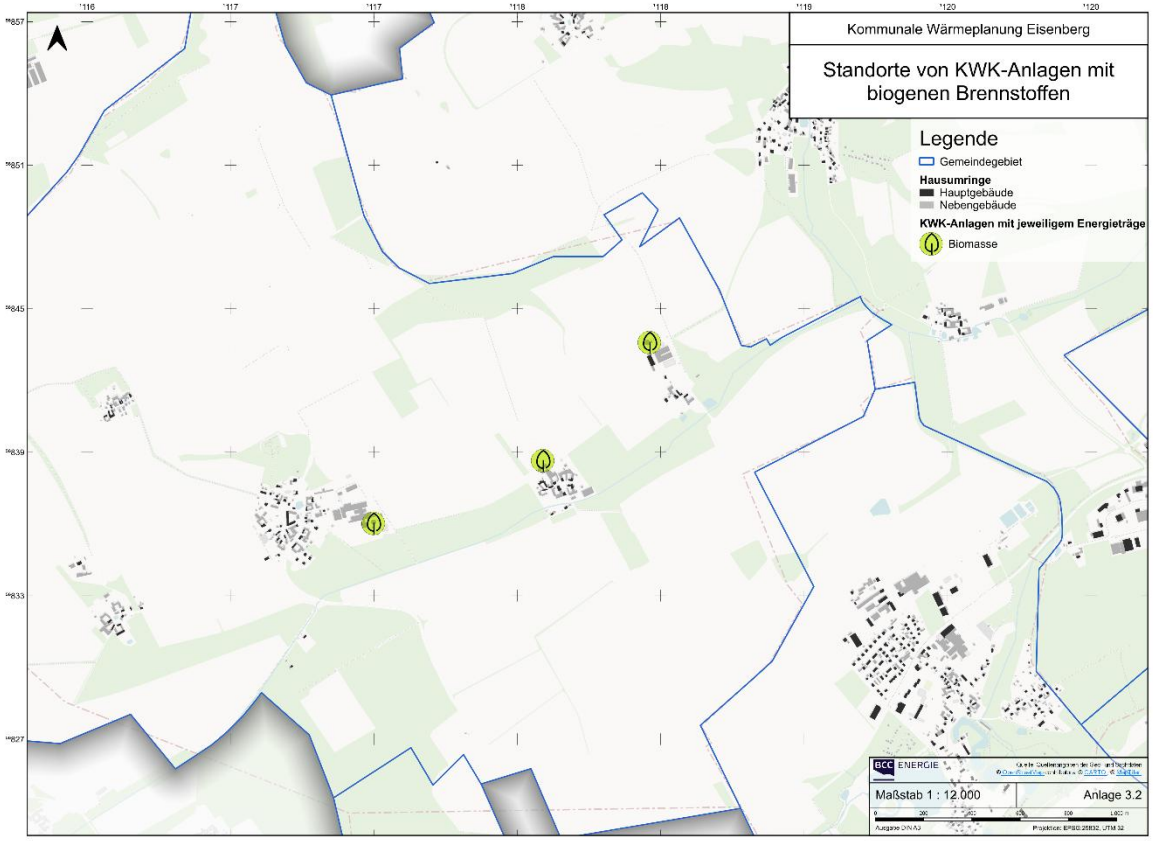



Abbildung 30: Standorte von Biogasanlagen in Gemeindegebiet

Für die Anlagen konnten technische Kenndaten aus dem Marktstammdatenregister recherchiert werden. Die daraus abgeleiteten Angaben zur Anlagentechnik, installierten Leistung sowie zu den potenziell bereitstellbaren Wärmemengen sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

Eine Bewertung hinsichtlich des Potenzials zur Nutzung von Wärme aus diesen Anlagen wird für konkrete Fälle analysiert, im Zusammenhang mit den Maßnahmen. Für bestehende Anlagen ist eine Nutzung von Wärme eher unrealistisch, allerdings können die verfügbaren Mengen an bspw. Biogas durch ein neues BHKW, welches konkret für den Zweck der Wärmebereitstellung oder auch einer stromgeführten Betriebsweise errichtet wird, genutzt werden. Somit ergibt sich auch nach dem Auslaufen der Bestandsanlagen aus der EEG-Vergütung eine wirtschaftlich sinnvolle Möglichkeit der Nutzung der biogenen Energieträger.

Tabelle 17: Kennwerte der KWK-Anlagen in Eisenberg

## KWK-Anlagen

| Biogasanlage Rauschwitz – Abtei Bäuerliche AG | |
|---|---|
| Nennleistung | 265 kW elektrisch<br>200 kW thermisch |
| Inbetriebnahmedatum | 2011 |
| Energieträger | Biogas |
| Erzeugungsart | BHKW |
| **BHKW Pretschwitz - Abtei Energie GmbH** | |
| Nennleistung | 170 kW |
| Inbetriebnahmedatum | 2013 |
| Energieträger | Biogas |
| Erzeugungsart | BHKW |
| **Biogasanlage Döllschütz – Agrarprodukt Hainspitz GmbH** | |
| Nennleistung | 250 kW |
| Inbetriebnahmedatum | 2011 |
| Energieträger | Biogas |
| Erzeugungsart | BHKW |

Zur Veranschaulichung des Potenzials ist nachfolgend berechnet, wieviel Wärme ein Biogas-BHKW mit einer Größenklasse analog zu den Anlagen in Tabelle 17 erzeugen würde.

$$Q_{BHKW} = P_{th,BHKW} \cdot t_{VBH}$$

Für die Abschätzung des nutzbaren Wärmepotenzials werden 4.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr sowie eine thermische Nennleistung von insgesamt 620 kW angesetzt. Daraus ergibt sich eine theoretisch bereitstellbare Wärmemenge von rund 2,48 GWh pro Jahr. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Wärmeverbrauch zwischen 15.500 und 20.000 kWh pro Haushalt und Jahr entspricht dies dem Wärmebedarf von etwa 124 bis 160 Haushalten. Trotz der vergleichsweise geringen Siedlungsdichte im Umfeld der Anlagenstandorte können sich lokal geeignete Voraussetzungen für eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz ergeben. Insbesondere bei räumlicher Nähe zwischen Biogas-BHKW und potenziellen Wärmeabnehmern bietet sich eine vertiefte Prüfung an. Die Anlagen leisten dennoch einen Beitrag zur regionalen Erzeugung erneuerbarer Energien und können zur Versorgung benachbarter Gebäude und Betriebe mit Wärme beitragen.

## 3.3.2 Solarthermie

### 3.3.2.1 Dachanlagen

**Datenquellen:**

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

3D-Gebäudemodelle LoD2
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

Es wurde das Solarthermiepotenzial der Dächer im gesamten Untersuchungsgebiet berechnet. Die Errichtung von Solarthermieanlagen auf denkmalgeschützten Gebäuden ist grundsätzlich möglich, bedarf jedoch einer denkmalrechtlichen Einzelfallprüfung

(siehe Kapitel 2.4.2). Aus diesem Grund wurden die Denkmalschutzgebäude in der thermischen und energetischen Solarpotenzialberechnung mitbetrachtet. Es wurden nur Gebäude innerhalb der festgelegten Baublöcke analysiert und innerhalb dieser aggregiert. Eine Bewertung von Dachflächen hinsichtlich des Vorhandenseins von bereits errichteten Solarenergieanlagen findet nicht statt.

Die Berechnung des Solarpotenzials (Solarthermie) erfolgt auf Basis eines GIS-Berechnungsmodells unter der Berücksichtigung der solaren Einstrahlung. Als Grundlage für die Verortung der Gebäude und für die Berechnung dienen der Gebäudeumriss (ALKIS) und die 3D-Gebäudemodelle im Detaillierungsgrad LoD2 (Level of Detail 2) vom Geodatenportal Thüringen.

Für die Identifizierung geeigneter Dächer wird in der ersten Berechnungsphase die Neigung und die Ausrichtung der Dachflächen bewertet und kategorisiert.

Teildachflächen mit einer Nord-Ausrichtung (Azimut außerhalb von 67,5° bis 292,5°, d. h. Nord, Nordost und Nordwest) sowie Teildachflächen unter 10 m² werden ausgeschlossen. Flachdächer (Neigung ≤ 5°) gelten unabhängig von der Ausrichtung als geeignet. Für die verbleibenden Dächer wird anschließend eine Einteilung hinsichtlich der Ausrichtung vorgenommen. Dabei werden Süddächer und Ost-/Westdächer, sowie Flachdächer unterschieden.

Das Energiepotenzial wurde anschließend wie folgt ermittelt:

$$E_{solar} = A_{Kollektor}[\mathrm{m}^2] \cdot spez.Ertrag_{PV\ o.\ ST}\left[\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{a}}\right]$$

Wobei für die nutzbare Kollektorfläche $A_{Kollektor}$ angenommen wurde, dass etwa 70 % der Schrägdachfläche und 40 % der Flachdachfläche belegt werden können. Der geringere Wert für Flachdächer berücksichtigt den notwendigen Abstand zwischen aufgeständerten Modulreihen zur Vermeidung von Eigenverschattung. Für den spezifischen Ertrag wurden bei der Photovoltaik ein Modulwirkungsgrad von 20%, die Ausrichtung und Neigung jeder Teildachfläche sowie die Systemverluste berücksichtigt, bei der Solarthermie die Systemverluste sowie der solare Nutzungsgrad.

Letzterer beschreibt den Anteil an Energie der tatsächlich im System genutzt werden kann, im Vergleich zu der Energiemenge, den die Anlage erzeugt bzw. erzeugen könnte.

Für das Flachdach ist außerdem angenommen, dass hier eine optimale Aufstellung der Module hinsichtlich Neigung (30°) und Ausrichtung nach Süden erfolgen kann.

Der Einfluss von Ausrichtung und Neigung der Dachflächen wird über einen Einstrahlungsfaktor berücksichtigt, der den Anteil am optimalen Ertrag (Süd, 30° Neigung) angibt.

Für die Solarthermie und deren spezifischen Ertrag sind folgende Werte zu Grunde gelegt worden (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten und solarem Nutzungsgrad von 40%):

- Flachdach: 490 kWh/m²*a
- Süddach: 490 kWh/m²*a
- Ost-/Westdach: 350 kWh/m²*a

Die Berechnung des Energiepotenzials erfolgt nur mit groben Kennzahlen. Je nach individueller Lage und Gegebenheiten schwanken die errechneten Werte um den tatsächlich zu erwartenden Wert. Der Datensatz, indem die einzelnen Dachflächen mit Ihren Parametern verfügbar sind, wird der Kommune zur Verfügung gestellt.

Abbildung 31 fasst das Solarthermiepotenzial am Kollektor je Baublock zusammen.

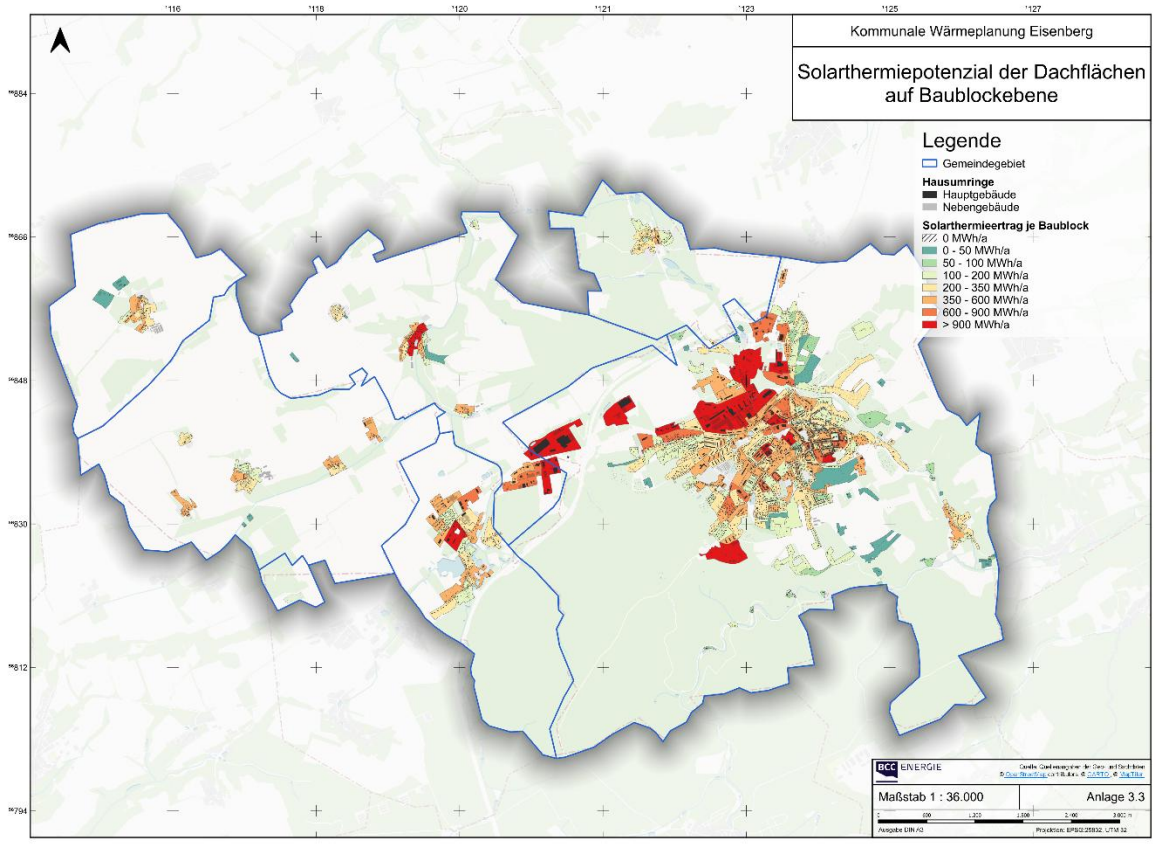



Abbildung 31: Solarthermie-Potenzial von Dachanlagen im Untersuchungsgebiet

Insgesamt ergibt sich auf den Dachflächen im Gemeindegebiet ein theoretisches Solarthermiepotenzial von rund 137.780 MWh pro Jahr. Die höchsten Solarerträge werden in den Sommermonaten erzielt, während der Wärmebedarf vor allem im Winter am größten ist. Für eine ganzjährige Nutzung der Wärme wären daher geeignete Speicherlösungen erforderlich. Im Hinblick auf eine mögliche netzgebundene Wärmeversorgung sind insbesondere die größten Dachflächen im Gemeindegebiet von Bedeutung. Auffällig hohe Potenziale finden sich vor allem in den Industrie- und Gewerbegebieten, in denen sich großflächige Gewerbe- und Industriegebäude befinden. Diese

Standorte bieten grundsätzlich Möglichkeiten zur solaren Wärmeerzeugung für Wärmenetze und ermöglichen zugleich eine Mehrfachnutzung bereits versiegelter Flächen. Die gebäudescharf ermittelten Potenziale dienen als Orientierungshilfe für die weitere Planung sowie für individuelle Investitionsentscheidungen.

#### 3.3.2.2 Freiflächenanlagen

**Datenquellen:**

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Thüringen, © 2024 Geodatenportal Thüringen)

Thüringer Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten (Thüringer Photovoltaik-Freiflächenverordnung – ThürPVFflVO)
(Thüringer Landesregierung (2023))

Hinweise zur Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen
(Thüringer Landesverwaltungsamt (2025))

Das solare Energiepotenzial kann neben Dachflächen auch durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen erschlossen werden. Für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind verschiedene planungs-, raumordnungs- und naturschutzrechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die Thüringer Photovoltaik-Freiflächenverordnung (ThürPVFflVO) erweitert die Flächenkulisse für die Förderung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen der EEG-Zuschlagsverfahren auf bestimmte Flächen in benachteiligten Gebieten. Ausgenommen sind unter anderem Natura-2000-Gebiete, Naturschutzgebiete, gesetzlich geschützte Biotope sowie Vorranggebiete für Landwirtschaftliche Bodennutzung, Freiraumsicherung, Rohstoffe und Hochwasserrisiko.

Für das Stadtgebiet Eisenberg liegt derzeit kein gesamträumliches Konzept zur Steuerung großflächiger Photovoltaik-Freiflächenanlagen vor. Da sich der Flächennutzungsplan derzeit noch in Aufstellung befindet, liegen zudem keine entsprechenden Darstellungen von Flächen für die solare Energieerzeugung im Flächennutzungsplan vor.

Die Potenzialanalyse konzentriert sich daher auf Flächen entlang der Autobahn A9 und ehemalige Deponien. Photovoltaik-Freiflächenanlagen im planungsrechtlichen Außenbereich sind entlang von Autobahnen bis zu einer Entfernung von 200 m vom äußeren Fahrbahnrand unter den Voraussetzungen des § 35 Abs. 1 Nr. 8 Buchst. b BauGB privilegiert.

Nach Ausschluss von Wald- und Siedlungsflächen sowie entgegenstehenden Vorranggebieten, insbesondere für Landwirtschaftliche Bodennutzung, Freiraumsicherung und Rohstoffgewinnung, verbleiben im untersuchten Korridor drei potenziell geeignete Flächen mit einer Gesamtfläche von rund 14,26 ha. Die ermittelten Potenzialflächen sind in der nachfolgenden Karte dargestellt (Abbildung 32). Neben den identifizierten landwirtschaftlich genutzten Flächen entlang der Autobahn wurde eine Brachfläche als weitere potenzielle Fläche berücksichtigt. Dabei handelt es sich um eine ehemalige Deponie nördlich der A9 auf dem Flurstück 16/2 der Flur 2 in der Gemarkung Gösen. Das Flurstück weist eine amtliche Fläche von 67,8 ha auf, ist jedoch nur teilweise für eine Bebauung geeignet. Unter Ausschluss der nicht bebaubaren Teilflächen ergibt sich eine potenziell nutzbare Fläche von rund 4,3 ha.

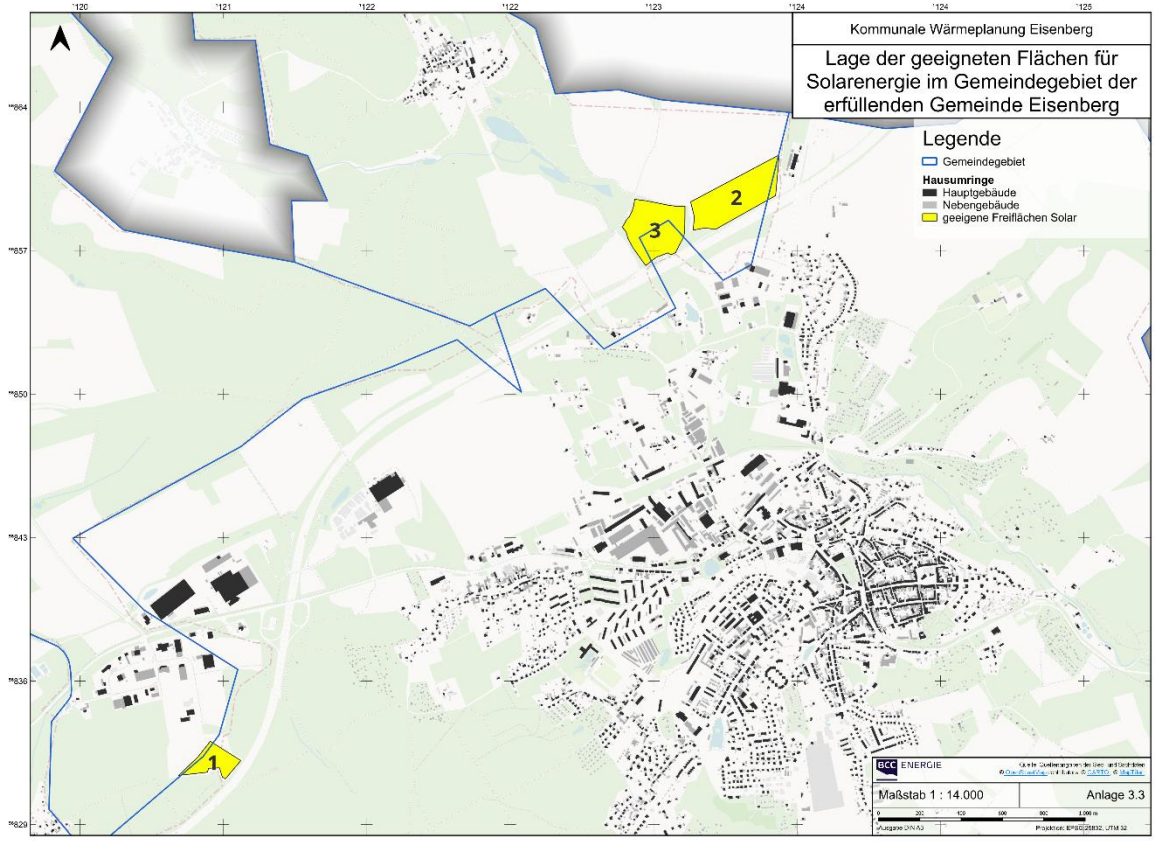



Abbildung 32: potenzielle Flächen für Solarfreiflächenanlagen im Untersuchungsgebiet

Auf Grundlage der Flächen lässt sich abschätzen, wieviel Energie eine jeweils auf dem Areal errichtete Freiflächenanlage bereitstellen könnte. Für die Solarthermiefreiflächenanlagen wurde dabei davon ausgegangen, dass die verfügbare Fläche zu 80 % mit Kollektoren belegt werden kann. Als Anhaltspunkt für den Ertrag wurde der Wert von 4.500 MWh/a pro Hektar als zu erwartender Ertrag gewählt. Da im Falle der Solarthermie nicht die gesamte Energie nutzbar ist wurde ein solarer Nutzungsgrad von 60 % angesetzt. Dies beinhaltet bereits die Annahme, dass die Anlage zusammen mit einem Großwärmespeicher betrieben wird. Mit diesen Annahmen ergeben sich für die Flächen folgende Ertragswerte (Tabelle 18):

Tabelle 18: Erträge der Solarthermie-Freiflächenanlagen auf den geeigneten Flächen

| Nr. | Verfügbare Fläche in ha | Ertrag in MWh/a |
|---|---|---|
| 1 | 2,40 | 5.180 |
| 2 | 7,56 | 16.300 |
| 3 | 4,30 | 9.290 |
| Summe | 14,26 | 30.770 |

Eine Bewertung der Flächen hinsichtlich der Nutzbarkeit findet, falls geeignet, in der Maßnahmenentwicklung des Zielszenarios statt.

Weitere für Solarnutzung prädestinierte Flächen sind Parkplätze. Da diese schon versiegelt sind, lohnt es sich, deren Nutzungsgrad zu maximieren. Außerdem führt die Überdachung solcher Flächen, die im Sommer zu Hitze Hot-Spots werden, zu positiven Effekten in Hinblick auf der Lebensqualität in den Siedlungsbereichen. Für diese Berechnung wurden alle Parkplatzflächen ermittelt (OSM – Amenity/Parking).

Für diese Flächen wurden die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie berechnet. Die Ergebnisse für das Solarthermie-Potenzial können Tabelle 19 entnommen werden.

Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Dachflächen geneigt (10-30°)
- Ausrichtung Süd, West oder Ost
- Abzug von 30% für verschattete Flächen, Denkmalgeschützte Bereiche, Sichtbehinderung, etc.
- Verhältnis von Dachfläche zu Parkplatzfläche bei >1.000m²: 0,560
- Verhältnis von Dachfläche zu Parkplatzfläche bei <1.000m²: 0,475 (-10% Sicherheitsabzug)
- spezifischer Ertrag (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten und solarem Nutzungsgrad von 40%): 350 kWh/ m²*a

Tabelle 19: Solarthermie-Potenzial für Parkplatzflächen in der Gemeinde

| Gemeindegebiet | Parkplätze (<1.000m² je Parkplatz) | Parkplätze (>1.000m je Parkplatz) | Alle Parkplätze |
|---|---|---|---|
| Anzahl Parkplätze | 85 | 38 | 123 |
| Nutzbare Fläche (m²) | 8.821,56 | 30.728,49 | 39.550,05 |
| Ertrag (MWh/a) | 3.088 | 10.755 | 13.843 |

## 3.3.3 Biomasse

### 3.3.3.1 Waldholz / Forstwirtschaft

Die Nutzung von Holz ist aus Umweltsicht nicht das Mittel der Wahl zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, so das Umweltbundesamt (UBA) (Gudrun Schütze, 2021).

Eine Zeitreihe der AGEE-Stat zeigt, dass die Nutzung fester Biomasse zur Strom- und Wärmebereitstellung in den letzten Jahren relativ stabil geblieben ist, allerdings auf einem hohen Niveau. Das nachhaltig verfügbare Holzpotenzial zur energetischen Nutzung ist nach den Ergebnissen einer Studie im Auftrag des UBA (BioRest) bereits jetzt übernutzt (Horst Fehrenbach, 2018).

Das Gemeindegebiet von Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ist von teils ausgedehnten Waldflächen geprägt – besonders südlich von Eisenberg. Diese stellen grundsätzlich ein regional verfügbares Biomassepotenzial dar, das insbesondere in Form von Waldrestholz, Durchforstungsholz oder weiteren forstwirtschaftlichen Nebenprodukten energetisch genutzt werden kann. Die nachhaltige Nutzung dieser Ressourcen ist jedoch durch naturschutzfachliche und forstwirtschaftliche Anforderungen begrenzt, sodass nur ein Teil des jährlichen Holzzuwachses für energetische Zwecke zur Verfügung steht. Eine belastbare Quantifizierung des Wärmepotenzials setzt daher detaillierte Informationen zu Waldfläche, Baumartenbestand, Holzzuwachs sowie den nachhaltig verfügbar entnehmbaren Holzmengen voraus.

Hinzu kommt, dass die langfristige Verfügbarkeit von Energieholz generell unsicher ist. In den vergangenen Jahren sind aufgrund von Dürre- und Borkenkäfer-Schäden große Mengen an Restholz angefallen, deren Auswirkungen weiterhin spürbar sind. Gleichzeitig läuft bundesweit eine Aufforstungs- und Waldumbauphase, in der ehemalige Nadelbaum-Monokulturen zu klimaresistenteren Mischwäldern umgestaltet werden. Dies führt zwar langfristig – in etwa 20 bis 30 Jahren – zu einem höheren Holzanfall, jedoch ist bis dahin mit eingeschränkten und schwer planbaren Holzmengen zu rechnen.

Studien zeigen, dass bei nachhaltiger Bewirtschaftung lediglich 1,8 Festmeter pro Hektar und Jahr als Energieholz entnommen werden können. Zudem ist davon auszugehen, dass die tatsächlich eingeschlagene Holzmenge derzeit unter dem möglichen nachhaltigen Niveau liegt und zusätzliche Vorräte nur mit erheblichem Aufwand mobilisiert werden könnten. Gleichzeitig gelangen durch Kalamitätsereignisse wie Hitze, Dürre und Borkenkäfer unvorhersehbare Holzmengen auf den Markt, was die Planbarkeit weiter erschwert.

### 3.3.3.2 Grünschnitt / Biogene Abfälle aus Haushalten/Gewerbe

Grünschnitt, der bei der Pflege städtischer beziehungsweise kommunaler Grünflächen anfällt oder aus der Bewirtschaftung und Pflege privater Gärten und Kleingartenanlagen stammt, kann gesammelt und anschließend energetisch genutzt werden. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass regionale Biomasse nutzbar gemacht werden kann, anstatt anderweitig entsorgt zu werden, sondern reduziert zusätzlich Emissionen aus unsachgemäßen, individuellen Verbrennungen des Grünschnitts. Grundsätzlich ist die energetische Nutzung von Grünschnitt eine nachhaltige und $CO_2$-neutrale Option bei gleichzeitiger Steigerung der regionalen Wertschöpfung, die dem überregionalen Einkauf von Pellets, Holzhackschnitzeln oder fossilen Brennstoffen vorzuziehen ist.

Bei der Errichtung von Sammelstellen ist jedoch zu beachten, dass diese aktuell nach 4. BImSchV genehmigt werden müssen, wodurch halbjährlich Kosten von rund 10.000 € entstehen. Das Potenzial an zu sammelndem Grünschnitt durch Privatpersonen, ist stark abhängig von der räumlichen

Entfernung der Sammelstellen und der Öffnungszeiten dieser. So variiert die jährlich gesammelte Masse an Grünschnitt in der Praxis zwischen 10 kg pro Einwohner bei nur kurzen Öffnungszeiten und bis zu 200 kg bei langen Öffnungszeiten und der Abgabemöglichkeit auch an Sonntagen (Roman Adam DBFZ-Deutsches Biomasseforschungszentrum, 2023).

Es gibt keine Pflicht zur voranging stofflichen Nutzung von Grünabfällen aber nur die stoffliche oder kombinierte Nutzung wird gefördert; beispielsweise bei Anwendung in Vergäranlagen (kombiniert) oder die reine Kompostierung. Da Grünschnitten vorerst als Abfall definiert ist, müssen die Anlagen zur Verbrennung entsprechend "Müllverbrennungsanlagen" die Anforderungen nach 17.BImschV erfüllen. Alternativ sind die Abfälle aufzubereiten und müssen durch die regionale Abfallbehörde als Stoff ohne Abfalleigenschaften definiert werden. Grünschnitt kann als Brennstoff genutzt werden, wobei abhängig von der Anlagenleistung die Anforderungen der 1. bzw. 4. BImSchV zu beachten sind.

Die aktuelle (2023) Kommunalrichtlinie (KRL) fördert unter Punkt 4.2.6 investive „Maßnahmen zur Förderung klimafreundlicher Abfallwirtschaft“. Darunter fallen a) Aufbau von Strukturen zur Sammlung von Garten- und Grünabfällen aus dem privaten, kommunalen und gewerblichen Bereich und b) Errichtung von emissionsarmen, effizienten Bioabfallvergärungsanlagen.

Unter 4.2.6 a) wird die Errichtung zusätzlicher dezentraler Übergabepunkte für Garten- und Grünabfalle gefördert, wenn diese anschließend einer Kompostierung und anschließenden Verwertung zu Erden und Substraten zugeführt werden.

Unter 4.2.6. b) wird die Errichtung einer Vergärungsanlage oder die Erweiterung einer Kompostierungsanlage zur kombinierten stofflichen und energetischen Nutzung von Abfällen, die mittels Biotonnen getrennt gesammelt wurden.

Grundsätzlich kann eine Vergärungsanlage auch zusätzlich mit Grünschnitten beschickt werden. Das bei der Vergärung entstehende Gas wird in Blockheizkraftwerken zu Strom- und Wärmeenergie umgewandelt und das verbleibende Substrat wird nach flüssig und fest getrennt. Das flüssige Substrat kann nach einer Aufbereitung als Dünger eingesetzt werden. Das feste Substrat wird getrennt in Grob- und Feinanteil. Der Feinanteil kann ebenfalls, als natürliche Düngemittel verwendet werden, der Grobanteil kann nach der Trocknung als Brennstoff in Biomasseheizkesseln dienen.

Zur energetischen Nutzung ist es nötig, den gesammelten Grünschnitt aufzubereiten und zu homogenisieren. Im Regelfall wird hierzu ein Häcksler genutzt, der das Material in eine einheitliche Stückgröße (Hackschnitzel) zerkleinert. Daran anschließend kann eine Siebung des Materials vorgenommen werden, wenn eine hohe Anforderung an Größe oder Geometrie der Hackschnitzel gestellt wird, oder Fremdstoffe zu extrahieren sind. Je nach Art des Grünschnitts, liegt ein Heizwert zwischen 4.000 und 10.000 KJ/kg FS (FS=Frisch-Substrat) bei Wassergehalten zwischen 30 -40 % vor. Je höher der Wasseranteil, desto geringer der Heizwert der Frischmasse. Eine Trocknung des Hackguts kann die Lagerbarkeit verbessern und erhöht zeitgleich den Heizwert der resultierenden Grünschnitthackschnitzel. Möglich sind hierfür natürliche und technische Trocknungsverfahren. Natürliche Trocknung kann mittels Sonnenenergie und Windüberstreichung über das dünnschichtige Auslegen auf dem Boden erfolgen. Je nach Witterungsbedingung und Menge an zu trocknendem Material kann die Trocknung innerhalb eines Tages abgeschlossen sein. Auch wenn diese Methode kostenarm ist und keinen weiteren Energieeinsatz benötigt, ist der Prozess durch die Wetterabhängigkeit nur schwer planbar und nicht kontinuierlich möglich. Technisch kann die Trocknung von Grünschnitt durch Kaltluft oder Warmluft erfolgen. Wenn die Be- und Durchlüftung der auf einem durchlässigen Boden gelagerten Hackgutmasse bei Kaltlufttrocknung mit

unkonditionierter Umgebungsluft erfolgt, besteht kein Energiebedarf für die Erwärmung der Luft, wie bei der Warmlufttrocknung, allerdings kann es bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit im Winter zu Rückbefeuchtung des Hackguts kommen. Eine Vorwärmung der Trocknungsluft ist daher vorteilhaft für den Trocknungsprozess, sollte jedoch nur umgesetzt werden, wenn die Energie zur Luftaufheizung aus erneuerbaren oder Abwärmequellen stammt.

Auch konventionelle Systeme wie Satztrockner, die in Form von Container-, Silo- oder Kastentrocknern verfügbar sind, kommen infrage. Das Aufgabegut wird hierbei nicht gefördert, sondern liegt im Trockner als Schüttung vor. Der Chargenbetrieb erfordert zwar einen hohen manuellen Arbeitsaufwand, jedoch weisen die Systeme dadurch einen technisch unkomplizierten Aufbau auf, wodurch die Anschaffungskosten relativ gering sind. Grundsätzlich gibt es auch Anlagen mit mechanischem Transport und somit höherem Durchsatz, diese sind allerdings um ein Vielfaches kostenintensiver anzuschaffen. Auch bei konventionellen Trocknungssystemen erfolgt die Luftvorwärmung im besten Fall durch die Nutzung von Abwärme (z.B. Blockheizkraftwerken, Biogasanlagen, usw.). (Jan Schalk, 2017).

In der Stadt Eisenberg befindet sich in der Mozartstraße 4 eine Sammelstelle für Grünschnitt sowie weitere Abfallfraktionen. Die im Auftrag des Landkreises tätige Veolia Umweltservice Ost GmbH transportiert die erfassten Abfälle entweder zur Müllumladestation des Zweckverbandes Restabfallbehandlung Ostthüringen in Großlöbichau oder direkt zur Abfallverwertungsanlage in Zorbau. Grundsätzlich können organische Abfälle ein energetisch nutzbares Potenzial darstellen. Eine belastbare Bewertung des daraus ableitbaren Wärmepotenzials ist jedoch erst möglich, wenn Angaben zu Art, Zusammensetzung und Mengen der erfassten Abfälle vorliegen.

#### 3.3.3.3 Pyrolyse-Anlage / Holzvergaser

Um eine stoffliche Nutzung von Waldholz auch bei Energieholz einer Verbrennung vorzuziehen, ist der Einsatz einer Pyrolyse-Anlage sinnvoll. Als Pyrolyse wird die pyrolytische Verkohlung pflanzlicher Ausgangsstoffe bezeichnet. Eingangsstoffe sind u.a. Holzhackschnitzel, Grünschnitte, Bioabfälle oder Gärreste. Im Ergebnis und als Hauptzweck der Pyrolyse entsteht Holzkohle, auch Biochar genannt, die je nach Weiterverarbeitung das darin enthaltene $CO_2$ dauerhaft, oder zumindest mittelfristig bis zu Zersetzung, bindet.

Gärreste aus Biogasanlagen (Abbildung 33) können als Substrat ebenfalls in der Pyrolyse-Anlage eingesetzt werden. Das könnte Hackschnitzel teilweise ersetzen, womit die Hackschnitzel wiederum als Brennmaterial zur Abdeckung der Spitzenlasten in den kommunalen Wärmenetzen zur Verfügung stünden. Die Gesamtbilanz muss in Absprache mit den Biogasanlagen erstellt werden.



Abbildung 33: Gärreste aus beispielhafter Biogasanlage

Beim Pyrolyse-Prozess entsteht Abwärme, je nach Anlagenbetrieb mit 140 °C oder mit ca. 90 °C Abwärmetemperatur. Die Pyrolyse-Anlage arbeitet bis auf 3 bis 4 Wartungsunterbrechungen durchgehend und kann somit auch nahezu durchgehend im Jahr Abwärme liefern.

Der Einsatz von Pyrolyse-Anlagen stellt grundsätzlich ein eigenständiges Geschäftsmodell dar, in dem die Nutzung von Holz als Brennstoff in die stoffliche Nutzung von Holz unter permanenter Speicherung von $CO_2$ gewandelt wird. Der wirtschaftliche Fokus einer Pyrolyse-Anlage besteht aus der Produktion von Pyrolyse-Öl, Pyrolyse-Gas und Pflanzenkohle, die je nach Reinheitsgrad als Bestandteil eines Bodenverbesserers in der Landwirtschaft, als Begleitstoff für Futtermittel oder in der Pharmazie oder als Basismaterial für Dämmstoffe und Produkte zur Substitution von Erdöl Einsatz finden. In der vorliegenden Analyse wird nur die thermische Nutzung der unvermeidbaren, industriellen Abwärme bilanziert.

Das Pyrolyse-Öl und das Pyrolyse-Gas haben ähnliche Eigenschaften wie Erdöl und Erdgas und können in bestehende Produktionskreisläufe mit geringen Anpassungen der Anlagentechnik eingebunden werden.

## 3.3.4 Geothermie

Datenquellen:

ARGE 2013.
(ARGE Geothermie Thüringen: Machbarkeitsstudien Tiefe Geothermie Meiningen und Tiefe Geothermie Suhl, Jena 2013)

Thermische Leitfähigkeit der Böden in Deutschland
(Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR))

### 3.3.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe von bis zu 400 Metern. Da die dort verfügbaren Temperaturen für die direkte Wärmebereitstellung nicht ausreichen, muss die gewonnene Wärme zunächst auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Dafür werden Wärmepumpen eingesetzt, welche die Erdwärme als Wärmequelle nutzen. Dabei werden typischerweise Jahresarbeitszahlen von 4-6 erreicht. Das bedeutet, für jede eingesetzte Kilowattstunde Strom werden 4 bis 6 kWh Wärme bereitgestellt.

Zu den Vorteilen oberflächennaher Geothermie:

- Nahezu konstante Wärmequelle
- Temperaturniveau sehr gut für Wärmepumpen geeignet
- Geringe Betriebskosten
- Lange Lebensdauer

Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie bringt aber ebenso Hindernisse mit sich, z.B.:

- Bergbaurechtliche und Wasserwirtschaftliche Aspekte
- Regelungen des Lagerstättengesetzes
- Standortabhängigkeit
- Erschließung teuer
- Auskühlung des Erdreichs möglich

Grundsätzlich werden drei verschiedene Arten der „Gewinnung" der Erdwärme unterschieden, dargestellt in nachfolgender Grafik (Abbildung 34).

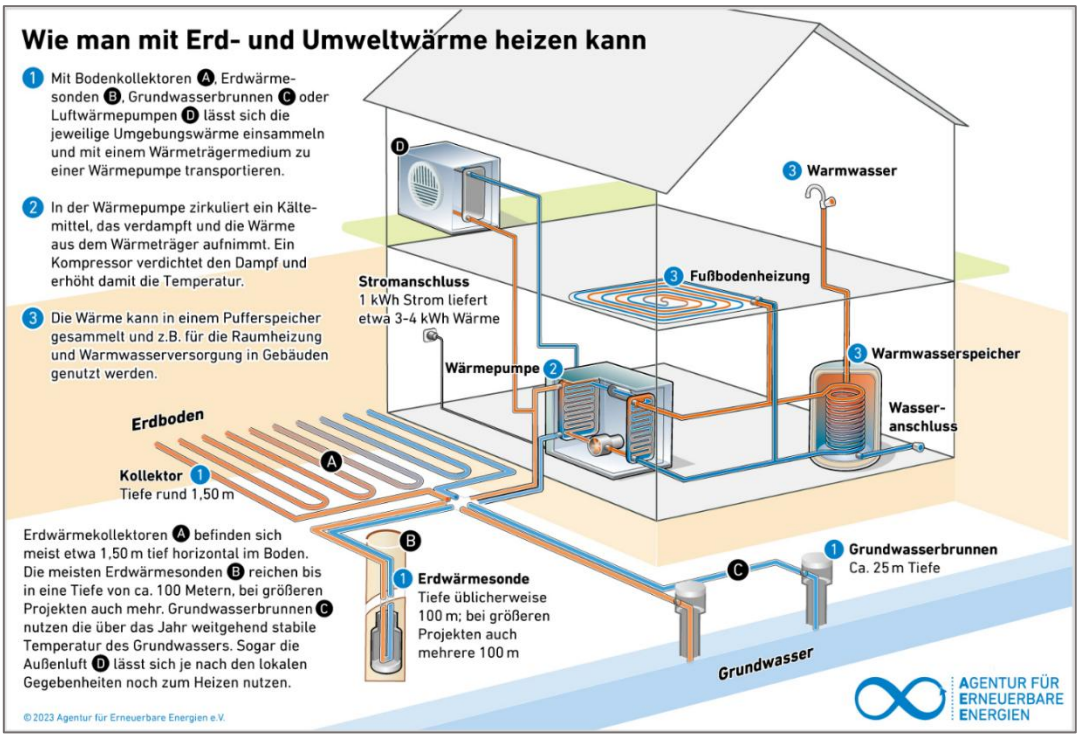



Abbildung 34: Erdwärme als Wärmequelle zur Gebäudeheizung; Quelle: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/78361.AEE_Oberflaechennahe_Geothermie_Maerz23.jpg

#### *3.3.4.1.1 Erdwärmesonden*

Erdwärmesonden (Tabelle 20) werden als senkrechte Bohrungen niedergebracht, in die Rohre eingelassen und durch eine Art Zement fest eingebaut. Die Rohre sind mit einer Wärmeträgerflüssigkeit, normalerweise Wasser mit einem speziellen Frostschutzmittel, gefüllt, die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Oberfläche zur Wärmepumpe transportiert. Ein bis zwei Bohrungen reichen für die Beheizung eines Einfamilienhauses aus. Auch komplette Wohngebiete lassen sich auf diese Weise versorgen.

Bei größeren Anlagen, für die viele Erdwärmesondenlöcher gebohrt werden müssen, führt man vor der Erstellung eines solchen Sondenfeldes einen so genannten Thermal Response Test durch. Er liefert Daten über den Untergrund, wie beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Dadurch kann ein Planer berechnen, wie viele Bohrungen mit welcher Tiefe benötigt werden. Dadurch können Bohrmeter und damit Kosten eingespart werden, während gleichzeitig sichergestellt ist, dass sich die einzelnen Sondenbohrungen in ihrer Leistung nicht gegenseitig beeinträchtigen.

Tabelle 20: Kennwerte der Erdwärmesonden

| Erdwärmesonden | |
|---|---|
| Typische Tiefen | 40 – 100 m |
| Platzbedarf | eine oder mehrere vertikale Bohrungen mit einem Bohrdurchmesser von mind. 150 mm<br>Abstände der Sonden zur Grundstücksgrenze mind. 3 m und untereinander mind. 6 m |
| Material | Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt aus PE-X oder PE-RC-100 Kunststoffe); frostfreier Betrieb oder Frost-Tau-Wechsel-beständiges sowie thermisch verbessertes Verpressmaterial |
| Baulicher Aufwand | Erdbohrung(en) mittels Bohrgerät |
| Investitionskosten | 550–850 € pro kW Heizleistung |

#### *3.3.4.1.2 Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren)*

Erdwärmekollektoren (Tabelle 21) werden in horizontalen Schlangenlinien in Tiefen von 80 bis 160 Zentimetern verlegt. Ähnlich wie bei Erdwärmesonden zirkuliert hier eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen in diesen Tiefen beeinflussen die Untergrundtemperaturen. Im Vergleich zu Erdwärmesonden sind die nutzbaren Temperaturen im Winter niedriger, aber dennoch ausreichend für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen. Es ist wichtig, dass die Kollektoren in einem Untergrund verlegt werden, der Feuchte halten kann, um die Wärmeleitfähigkeit zu maximieren. Überbauungen sollten vermieden werden, da Regenwasser Wärme in den Boden einbringt. Eine alternative Variante sind Spiralkollektoren, auch Erdwärmekörbe genannt, die in bestimmten Abständen in den Boden eingebracht werden und weniger Aushubarbeiten erfordern.

Tabelle 21: Kennwerte der Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren)

| Erdwärmekollektoren | |
|---|---|
| Typische Tiefen | ca. 1,20–1,50 m; ca. 30 cm unter der örtlichen Frostgrenze |
| Platzbedarf | Als Richtwert ~2x beheizte Wohnfläche an Kollektorfläche erforderlich |
| Material | Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt PE-X oder PE-RC 100 Material) |
| Baulicher Aufwand | Ganzflächiges Abtragen und Wiederaufbringen des Erdreichs |
| Investitionskosten | 250–350 € pro kW Heizleistung |

#### *3.3.4.1.3 Grundwasserbrunnen*

Aufgrund der in Deutschland ganzjährig konstanten Grundwassertemperaturen von 8-11 °C kann Grundwasser, in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Voraussetzungen vor Ort, eine energetisch effiziente Wärmequelle darstellen (Tabelle 22). In Siedlungsgebieten sind die Grundwassertemperaturen sogar noch etwas höher.

Benötigt werden zwei Brunnen von rund 20 Metern Tiefe. Durch einen Förderbrunnen wird das Grundwasser an die Oberfläche gepumpt. Dort wird die Wärme des Grundwassers übertragen, bevor das Wasser über einen Schluckbrunnen wieder ins Erdreich zurückgeführt wird. Brunnensysteme erfordern eine gewisse Pflege und häufig Filtereinrichtungen, die verhindern sollen, dass Fremdstoffe im Wasser die Schluckbrunnen verstopfen.

Grundwasserwärmepumpen lassen sich daher gewöhnlich erst ab einer Mindestgröße (ca. 35 kW Wärmebedarf) wirtschaftlich sinnvoll errichten. Dann sind sie jedoch durch die vergleichsweise hohen Wärmeleistungen pro Brunnenbohrung sehr günstig. Bei größeren Gebäuden sind Grundwasserwärmepumpen daher eine interessante Alternative. Steht genügend Grundwasser zur Verfügung können Grundwasserbrunnenanlagen in Verbindung mit Wärmepumpen auch zur Versorgung ganzer Wohngebiete eingesetzt werden. Statt des Grundwassers können in ähnlicher Form auch Oberflächengewässer genutzt werden.

Tabelle 22: Kennwerte der Grundwasserbrunnen

| Grundwasserbrunnen | |
|---|---|
| Typische Tiefen | abhängig von den hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnissen; beim Ein- und Zweifamilienhaus sind Tiefen bis 30 m wirtschaftlich |
| Platzbedarf | zwei Brunnen (einer zur Förderung, einer zur Rückführung des Grundwassers) mit einem Mindestabstand von in der Regel 10–15 m; Ausbaudurchmesser der Brunnen je nach örtlichen Verhältnissen von 12,5 bis 150 cm |
| Material | Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt aus PE-X oder PE-RC-100 Kunststoffe); frostfreier Betrieb oder Frost-Tau-Wechsel-beständiges sowie thermisch verbessertes Verpressmaterial |
| Baulicher Aufwand | Bohrungen mittels Bohrgerät<br>fachgerechter Brunnenausbau nach den entsprechenden Richtlinien |
| Investitionskosten | je nach Tiefe und Untergrundbeschaffenheit beim Ein- oder Mehrfamilienhaus etwa 3.000–9.000 € inkl. Förderpumpe |

### Potenzial vor Ort

Der Parameter der thermischen Leitfähigkeit stellt einen guten Indikator für das Potenzial der oberflächennahen Geothermie dar. Die thermische Leitfähigkeit des Untergrunds beschreibt dabei die Wärmeleistung je Meter Sonde im Erdreich bei einer Temperaturdifferenz von 1 K. Praktisch bedeutet dies, dass eine 100 m lange Sonde in einem Untergrund mit einer spezifischen Entzugsleistung von 1 W/mK bei einer Temperaturdifferenz zwischen Wärmeträgermedium und Erdreich von 5 K eine Wärmeleistung von 500 W bereitstellen kann. Entsprechend sind Gebiete mit einer höheren spezifischen Entzugsleistung besser für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie geeignet.

Die thermische Leitfähigkeit ist innerhalb des Untersuchungsgebietes räumlich unterschiedlich ausgeprägt (Abbildung 35). Die niedrigsten Werte treten im Stadtzentrum von Eisenberg auf (<0,5 W/mK). In anderen Teilen der Stadt Eisenberg, sowie in der Gemeinde Hainspitz werden Werte von über 2 W/mK erreicht. Damit bestehen grundsätzlich günstige geologische Voraussetzungen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie. Die tatsächliche Eignung einzelner Standorte kann jedoch durch nutzungs- und schutzbedingte Einschränkungen begrenzt werden. Dies betrifft insbesondere Bergbaufolgelandschaften, naturschutzrechtlich geschützte Flächen, Überschwemmungsgebiete, Waldflächen, Gewässer sowie bereits bebaute oder versiegelte Bereiche. In diesen Gebieten ist die Nutzung oberflächennaher Geothermie nur eingeschränkt oder nicht möglich.

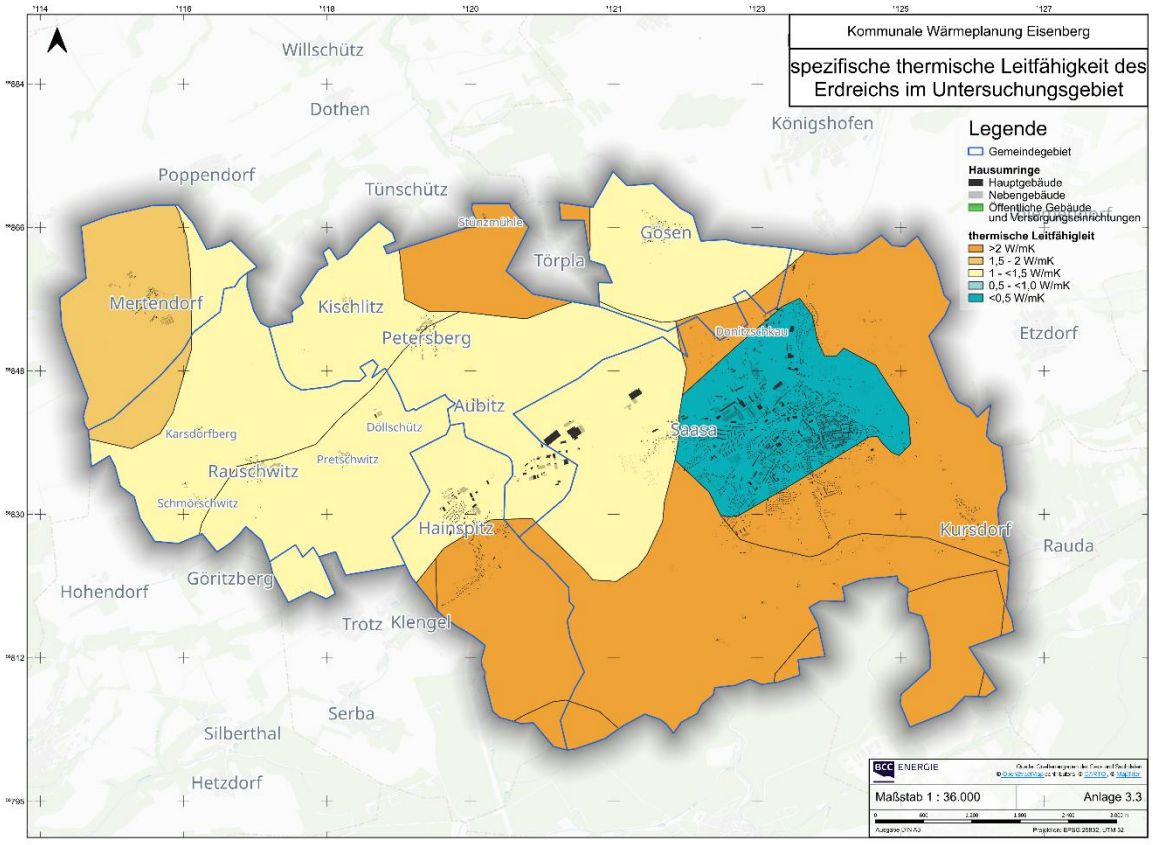



Abbildung 35: Karte der thermischen Leitfähigkeit als Potenzial für Oberflächennahe Geothermie für das Untersuchungsgebiet.

Für den Betrieb einer Sole-Sole Wärmepumpe mit 1800 Jahresvollaststunden und einer spez. Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs von 1,5 W/mK kann demnach eine Sonde am Standort etwa 3 kW Heizlast bereitstellen. Ein Einfamilienhaus mit 150 m² Wohnfläche aus dem Baujahr 1980–1995 weist

typischerweise eine Heizlast von 10 bis 20 kW auf. Um diese Leistung vollständig zu decken, wäre in diesem Fall und für diesen Standort eine größere Anzahl an Erdwärmesonden erforderlich.

Die VDI-Richtlinie 4640 stellt für kleinere Anlagen mit Heizleistungen bis zu 30 kW Tabellen zur Verfügung, welche die Entzugsleistung abhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds und der Anzahl der am Standort installierten, Erdwärmesonden enthalten. Es wird angenommen, dass die Sonden in einem Abstand von 6 m zueinander in den Untergrund eingelassen werden und die minimale Temperatur des Wärmeträgermediums bei Austritt aus der Wärmepumpe ≥ 0 °C beträgt.

Bei der Installation mehrerer Erdwärmesonden mit dem beschriebenen Abstand ist zu berücksichtigen, dass thermische Wechselwirkungen zwischen den Sonden auftreten können, welche die Entzugsleistung der einzelnen Sonden mindern. Infolgedessen steigt die Gesamtentzugsleistung nicht proportional mit der Anzahl der installierten Sonden. Laut Angaben der VDI ergibt sich bei der Installation von drei Sonden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/mK beispielsweise eine Gesamtentzugsleistung von etwa 8 kW. Die genaue Leistung und Anzahl an Sonden für den speziellen Anwendungsfall muss allerdings durch Testbohrungen noch genau bestimmt und an die Rahmenbedingungen angepasst werden. Die hier aufgeführten Werte sind allerdings als eine erste Indikation nutzbar.

#### 3.3.4.2 Tiefe und Mitteltiefe Geothermie

Tiefe Geothermie (Tabelle 23) bezeichnet die Nutzung der Erdwärme, die aus Bohrtiefen von typischerweise mehr als 400 Metern gewonnen wird, wobei einige Definitionen Tiefen von 500 Metern oder sogar 1000 Metern ansetzen. In diesen Tiefen sind die Temperaturen deutlich höher als in oberflächennahen Schichten. Die Unterscheidung ist von entscheidender Bedeutung, da die tiefe Geothermie direkt hohe Temperaturen für Fernwärme und industrielle Prozesse sowie zur Stromerzeugung liefern kann, während oberflächennahe Systeme hauptsächlich für Anwendungen mit niedrigeren Temperaturen konzipiert sind.[3] In der Erdkruste steigt die Temperatur durchschnittlich um etwa 3 bis 5 °C pro 100 Meter Tiefe an, was eine konstante Wärmezufuhr gewährleistet.

Um geeignete Standorte für die Nutzung von Tiefengeothermie zu finden, ist es wichtig zu wissen, wo sich natürliche Risse und Bruchzonen im Gestein befinden. In vielen porösen Gesteinen fließt Wasser nur sehr schlecht, sodass solche Brüche den Wassertransport deutlich erleichtern können. Das gezielte Auffinden dieser gut durchlässigen Zonen ist daher oft entscheidend für den Erfolg einer geothermischen Erschließung. Im Rahmen einer weiterführenden geothermischen Vorerkundung sollten die Charakteristika vorhandener Störungszonen und ihre Orientierung im regionalen Spannungsfeld möglichst genau interpretiert werden, um das Fündigkeitsrisiko zu minimieren. Entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse können die Zielbereiche einer geothermischen Exploration festgelegt werden.

Risiken bei der geothermischen Erschließung umfassen unter anderem aufsteigende sulfathaltige Wässer. Dies führt zu erhöhten Anforderungen an Wärmetauscherflächen und die Nutzung von sulfatresistenten Beton.

Tabelle 23: Kennwerte für Tiefe und Mitteltiefe Geothermie

| Tiefe und mitteltiefe Geothermie | |
|---|---|
| Typische Tiefen | 400 – 5.000 m |
| Platzbedarf | Relativ geringer oberirdischer Platzbedarf: ca. 2.000 – 5.000 m2 für eine Dublette |
| Material | Bohrtechnik: Spezialbohrgestänge, Bohrspülung, Zementierung<br>Rohrleitungen: korrosionsbeständige Materialien<br>Wärmetauscher & Pumpen: für hohe Temperaturen und mineralhaltiges Wasser ausgelegt |
| Baulicher Aufwand | Tiefenbohrung technisch anspruchsvoll,<br>mehrere Wochen bis Monate Bohrzeit pro Bohrung,<br>Genehmigungsverfahren und geologische Vorerkundung erforderlich |
| Investitionskosten | hängt stark von Standort, Bohrtiefe, geologischen Bedingungen und Systemauslegung ab;<br>für mittlere Anlagen etwa 1.500-3.000 €/kW Heizleistung |

### Potenzial vor Ort

Eine Machbarkeitsstudie zur tiefengeothermischen Nutzung in Thüringen (ARGE, 2013) weist Eignungs- und Vorranggebiete für die Nutzung tiefer Geothermie aus (Abbildung 36). Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb der ausgewiesenen Eignungsgebiete und wird als derzeit ungünstig für eine wirtschaftliche Nutzung bewertet. Eine Nutzung könnte künftig durch technologische Weiterentwicklungen oder verbesserte wirtschaftliche Rahmenbedingungen ermöglicht werden. Nach aktuellem Kenntnisstand ist das Potenzial der tiefen Geothermie im Untersuchungsgebiet jedoch als gering einzuschätzen.

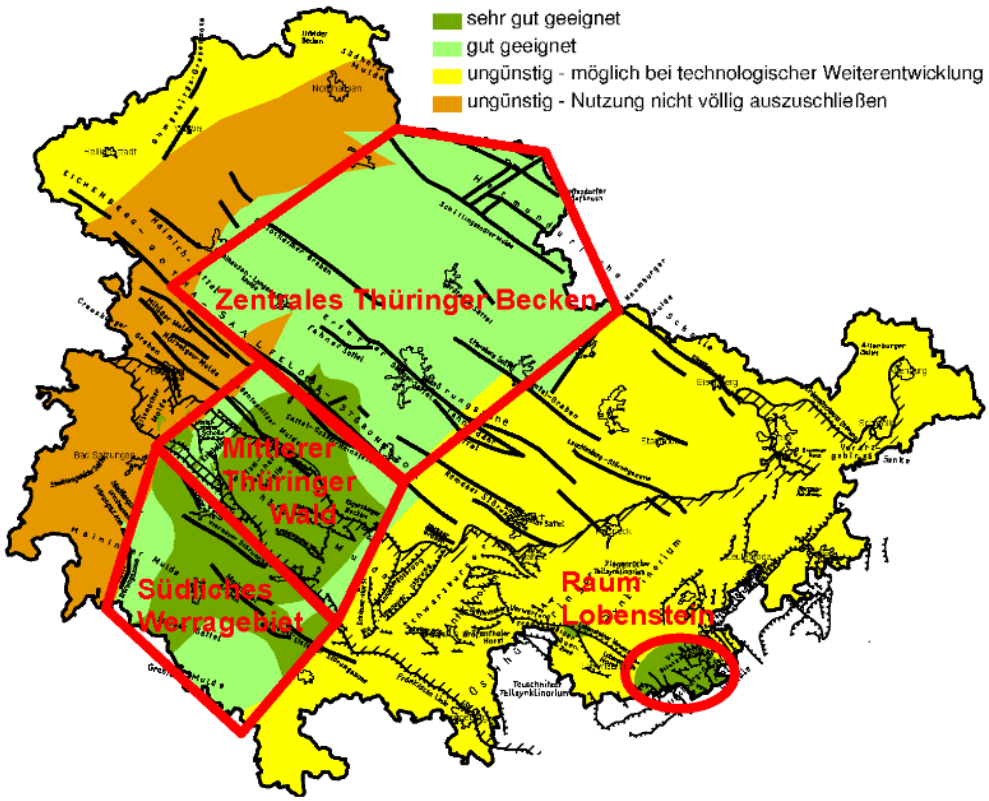



Abbildung 36: Eignung und Vorranggebiete für Tiefe Geothermie in Thüringen

#### 3.3.4.3 Grubenwasser und Hohlräume

Grubenwasser ist Wasser, das sich in gefluteten, stillgelegten Bergbauschächten und Stollensystemen ansammelt. Dieses Wasser nimmt die Temperatur des umgebenden Gebirges an, wobei die Temperatur mit zunehmender Teufe entsprechend dem geothermischen Gradienten ansteigt. Typische Temperaturen liegen zwischen 20 und 30 °C, können aber in einigen Fällen auch bis zu 48 °C erreichen.

Das grundlegende Prinzip der thermischen Nutzung beruht auf einem Kreislauf: Warmes Grubenwasser wird aus dem Grubensystem gefördert, seine thermische Energie wird genutzt, und das abgekühlte Wasser wird anschließend wieder in das Grubensystem zurückgeführt.[5] Dieser Prozess gewährleistet eine konstante Wasserbilanz und ermöglicht eine kontinuierliche Energiegewinnung. Die großen, künstlich geschaffenen Wärmeübertragungsflächen innerhalb der gefluteten Grubengebäude, verbunden mit einer hohen Wasserdurchlässigkeit zwischen Kavernen, Schächten und Stollen, führen zu erheblichen Wärmepotenzialen. Für die Gewinnung der Erdwärme aus Grubenwasser existieren im Wesentlichen zwei Verfahren: das Dublettensystem, das eine größere Energiemenge kontinuierlich gewinnen kann, und das Einzelsondensystem, das kostengünstiger ist.

##### Potenzial vor Ort

Das Potenzial zur Nutzung von Grubenwasser wurde im Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Aufgrund fehlender bergbaulicher Aktivitäten sowie nicht vorhandener stillgelegter Schächte oder Grubenbaue bestehen im Untersuchungsgebiet keine nutzbaren Grubenwasserressourcen. Dieses Potenzial wird daher für die weitere Wärmeplanung nicht berücksichtigt.

### 3.3.5 Aquathermie

Neben der Umgebungsluft, dem Erdreich, der Sonnenstrahlung und Abwasser stellen Oberflächengewässer eine potenziell nutzbare Wärmequelle und -senke dar. Durch die hohe spezifische Wärmekapazität cp ≈ 4,2 kJ/(kgK) von Wasser können Oberflächengewässer eine große Menge an Wärmeenergie speichern. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss [m³/s] und der Temperaturunterschied [K] zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich das potenziell nutzbare Wärmedargebot. Obwohl mit jedem Kelvin Temperaturunterschied einem Kubikmeter Wasser ≈ 1,16 kWh Wärme entzogen werden kann, werden Oberflächengewässer bislang jedoch nur selten als Wärmequelle bzw. Wärmesenke genutzt. Für die wärmeenergetische Nutzung von Oberflächengewässern kann grundsätzlich zwischen einem offenen und geschlossenen System unterschieden werden. Bei einem offenen System wird dem Gewässer Rohwasser über ein Entnahmebauwerk entnommen und aufbereitet, dem Verdampfer der Wärmepumpe zugeführt und anschließend wieder in das Gewässer eingeleitet. Um eine wasserrechtliche Nutzung gemäß § 9 WHG zu vermeiden, ist alternativ ein geschlossenes Funktionsprinzip möglich. Hierbei findet der Wärmeaustausch über einen separaten Wärmetauscher ohne eine Wasserentnahme unmittelbar im Gewässer statt. (Steve Borchardt, 2017) Beim Einsatz eines Wärmetauschers in natürlichen Gewässern besteht die Gefahr der Korrosion, die durch die Materialwahl weitestgehend begrenzt werden sollte. Zudem muss beachtet werden, dass Ablagerungen und Algenbildung die Wärmeübertragung am Wärmtauscher beeinträchtigen kann und somit die Effizienz der Wärmepumpenanlage gemindert werden kann. Auch müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit bei Undichtheiten kein Kältemittel aus dem Kreislauf ins Wasser gelangt. Die Einsatzfähigkeit von Oberflächenwasser zur wärmeenergetischen Nutzung kann durch verschiedene Faktoren beschränkt werden. Die Wassertemperatur von Flüssen, Bächen und Seen ist von der Lufttemperatur abhängig und unterliegt somit jahreszeitlichen Schwankungen. Im Winter, wenn die Außentemperaturen sehr gering sind, bedeutet dies gegebenenfalls eine sinkende Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe. Zudem besteht die Gefahr des Einfrierens des Gewässers, was, je nach Ausführung, negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Wärmeübertragers haben kann oder die Nutzung gänzlich verhindert. Auch der Durchfluss von Fließgewässern schwankt. So ist es bei kleineren Flüssen und Seen möglich, dass sie in sehr trockenen Perioden trockenfallen.

Das Wärmepotenzial entspricht der Wärmeentzugsleistung ($W_{th}$). Diese gibt an, wieviel Wärmeenergie einem Oberflächengewässer in einer bestimmten Zeit entzogen werden kann:

$$W_{th} = \rho_w \cdot c_w \cdot Q_{nutz} \cdot \Delta T$$

| | | |
|---|---|---|
| $W_{th}$ | Wärmeentzugsleistung | in kJ/s bzw. in kW |
| $\rho_w$ | Dichte des Wassers | 1.000 kg/m3 |
| $c_w$ | Wärmekapazität des Wassers | 4,19 kJ/kg |
| $Q_{nutz}$ | Verfügbarer/nutzbarer Volumenstrom des Wassers | in m3/s |
| $\Delta$ T | Zulässige Temperaturänderung | in K |

Die realisierbaren Temperaturspreizungen sind durch physikalische (Gefrierpunkt von Wasser) und ökologische Faktoren begrenzt und liegen üblicherweise zwischen 0,5 und 5 K. Die zulässige Temperaturänderung wird durch die zuständige Behörde vorgegeben.

Die meisten Wasser-Wasser-Wärmepumpen erfordern Mindestwassertemperaturen von 4 °C oder höher. Daraus ergeben sich technische Einschränkungen der thermischen Flusswassernutzung in

Abhängigkeit von der eingesetzten Wärmepumpe in den Wintermonaten. Dies muss bei einer technischen Planung berücksichtigt werden. Sollte es die Temperatur des Gewässers bzw. dessen Durchfluss ermöglichen, mit größeren Temperaturspreizungen zu arbeiten bzw. größere Wassermengen zu entnehmen, erhöht sich entsprechend des thermischen Potenzials.

#### 3.3.5.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Installation und der Betrieb von Anlagen, die die Gewässertemperatur verändern, stellen eine Gewässernutzung dar, für die eine wasserrechtliche Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltgesetz (WHG 2023) im Rahmen eines wasserrechtlichen Erlaubnisverfahrens erforderlich ist, das in der Regel von der unteren Wasserbehörde unter Einbeziehung der unteren Naturschutzbehörde durchgeführt wird.

In der EU-WRRL (2000) wird die Temperatur als eine physikalisch-chemische Qualitätskomponente benannt. So ist der gute Zustand von Gewässern nur gegeben, wenn „die Werte für die Temperatur, … nicht über den Bereich hinaus(gehen), innerhalb dessen die Funktionsfähigkeit des Ökosystems … für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet" ist. Die Anforderungen der EU-WRRL haben dementsprechend Eingang in die Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) gefunden. Während die OGewV für Fließgewässer hinsichtlich Temperaturveränderungen und der maximal zulässigen Temperatur Anforderungen an den durch die Gewässernutzung nicht zu beeinträchtigenden sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand und das höchste bzw. gute ökologische Potenzial vorgibt, werden für Seen keine entsprechenden Vorgaben gemacht. Für Fließgewässer beträgt die maximal zulässige Temperaturerhöhung in Abhängigkeit vom Gewässertyp und der Fischgemeinschaft zwischen 0 K im Sommer bzw. ≤ 1 K bis ≤ 3 K im Winter für den sehr guten ökologischen Zustand und zwischen ≤ 1 K bis ≤ 3 K über das gesamte Jahr für den guten ökologischen Zustand (OGewV 2016). Verminderungen der Temperatur werden nicht berücksichtigt.

#### 3.3.5.2 Gewässerökologische Aspekte

Konventionelle Wärmepumpen, die Oberflächengewässer als Energiequelle nutzen, kühlen das dem Gewässer entnommene Wasser im Wärmetauscher des Primärkreislaufs um etwa 2 bis 4 K ab. Damit ist für diese Anlagen eine Mindesttemperatur des Wassers von ca. 4 °C notwendig, damit es zu keiner Vereisung der Anlage kommt. Ein ganzjähriger Anlagenbetrieb wird durch neuere Entwicklungen wie Vakuum-Flüssigeiserzeuger ermöglicht, die auch die latente Wärme des Wassers beim Phasenübergang nutzen können (ILK Dresden o.J.).

Die Temperatur hat weitreichende Bedeutung nicht nur für in Gewässern ablaufende biochemische Prozesse und die Besiedlung durch Organismen, sondern auch für die limnophysikalischen Eigenschaften des Wasserkörpers (Gaudard et al. 2018, 2019). Ökologische Anforderungen an die thermische Nutzung von Gewässern, insbesondere Seen, müssen daher folgende Punkte beinhalten:

- Keine physiologisch wirksame Veränderung der Wassertemperaturen mit in der Folge Änderungen von Artenzusammensetzung, Dominanzstrukturen, Biomasse.
- Keine nachteilige Beeinflussung des Sauerstoffhaushalts und der Nährstoffkreisläufe aufgrund veränderter Primärproduktion und mikrobieller Aktivität.
- Keine Veränderung des natürlichen Durchmischungsverhaltens von Seen, insbesondere hinsichtlich der Einstellung der sommerlichen Schichtung in Bezug auf Tiefenlage der Thermokline und Dauer der Stagnationsperiode (Stabilität der sommerlichen Schichtung des Wasserkörpers, Volumen des Hypolimnions, Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt).

• Keine Veränderung, insbesondere Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Seen im Winter (Dauer der Winterstagnation, Sauerstoffhaushalt des Sees).

• Keine mechanische Schädigung von Wirbeltieren (insbes. Fische) durch Pumpenbetrieb.

Für den Schutz von Fischpopulationen in Fließgewässern liegen Empfehlungen für maximal tolerierbare Temperaturveränderungen durch Gewässernutzungen vor. Abhängig von der Fischregion und der Jahreszeit lassen Temperaturveränderungen zwischen 1 und 3 K erwarten, dass keine negativen Auswirkungen auf Fische zu verzeichnen sind (van Treeck & Wolter 2021). Limnophysikalische Modellierungen ermöglichen es, seespezifisch optimale Varianten der Entnahme und Rückleitung von Wasser zu ermitteln, durch die es zu nur minimalen Veränderungen der Temperaturverteilung im Wasserkörper kommt und auch die Sauerstoffverteilung in Seen nicht nachteilig verändert wird. Dadurch kann sichergestellt werden, dass in tiefen Seen eine ausreichende Stabilität der Thermokline während Schichtungsperioden bestehen bleibt. Ebenso ist ein Transport von Nährstoffen aus dem Tiefenwasserköper in die oberflächennahen Wasserschichten während der Vegetationsperiode zu verhindern. Insbesondere im Hinblick auf den Sauerstoffhaushalt kann zudem eine Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Bedeutung sein. Auch dies lässt sich mit limnophysikalischen Modellen seespezifisch betrachten (Gaudard & Schmid 2017, Gaudard et al. 2019). Entsprechend konnten für Seen, wie z.B. dem Zwenkauer See bei Leipzig, Studien erstellt werden, die die thermische Nutzung von Seewasser nicht nur unter technischen, juristischen und ökonomischen Gesichtspunkten, sondern auch hinsichtlich gewässerökologischer Anforderungen betrachten (Böttger et al. 2022). (Dieter Leßmann, 2022)

#### 3.3.5.3 Potenzial der Seethermie vor Ort

Im Untersuchungsgebiet zeigt sich, dass eine Nutzung seethermischer Potenziale aufgrund fehlender größerer stehender Gewässer limitiert ist. Der Hainspitzer See stellt grundsätzlich eine potenzielle Umweltwärmequelle dar, aufgrund seiner geringen Tiefe, des begrenzten Speichervolumens sowie seiner hohen naturschutzfachlichen Bedeutung erscheint eine Nutzung für Wärmenetze jedoch nur eingeschränkt geeignet.

#### 3.3.5.4 Potenzial der Flussthermie vor Ort

Im Untersuchungsgebiet sind mit der Rauda, dem Malzbach sowie dem Wethau-System mehrere Fließgewässer vorhanden. Aufgrund der überwiegend geringen Wasserführung und teilweise hohen naturschutzfachlichen Bedeutung verfügen die Gewässer nur über ein begrenztes Potenzial für die Nutzung von Umweltwärme. Als grundsätzlich prüfwürdige Quelle kann die Rauda betrachtet werden. Für Wärmenetze sind die vorhandenen Gewässer nach einer ersten Einschätzung jedoch nur eingeschränkt geeignet. Eine detaillierte Potenzialanalyse erfordert hydrologische und ökologische Untersuchungen.

## 3.4 Stromsektor

### 3.4.1 Photovoltaik

Obwohl Photovoltaik nicht direkt zur Wärmebereitstellung beiträgt, ist sie ein zentraler Baustein für die Dekarbonisierung des lokalen Energiesystems. Der künftig steigende Strombedarf durch Wärmepumpen und Wärmenetze sowie die bundesweiten Klimaziele im Stromsektor – 80 % erneuerbarer Strom bis 2030 und ein nahezu treibhausgasfreier Stromsektor ab 2035 – machen einen erheblichen Ausbau der PV-Erzeugung erforderlich. Dies betrifft auch die kommunale Ebene, da die lokalen PV-Potenziale maßgeblich zur zukünftigen Strombereitstellung beitragen und somit die Transformation des Energiesystems unterstützen.

#### 3.4.1.1 Dachanlagen

Die Ermittlung des PV-Potenzials erfolgt nach denselben methodischen Grundsätzen wie die Ermittlung des Solarthermiepotenzials (siehe Kapitel 3.3.2.1 Dachanlagen). Damit ergeben sich für den spezifischen Ertrag für die Berechnung des Photovoltaikpotenzials folgende Werte (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten von 20 %, Dachneigung 30°):

- Flachdach: 184 kWh/m²*a
- Süddach: 184 kWh/m²*a
- Südost-/Südwestdach: 177 kWh/m²*a
- Ost-/Westdach: 166 kWh/m²*a

Hinsichtlich des Leistungsverhältnis von PV-Anlagen ist im Laufe der Zeit mit einer Leistungsdegradation der PV-Module zu rechnen.

Die Photovoltaik-Potenziale je Baublock sind in der Abbildung 37 zusammengefasst. Die Verteilung des Photovoltaikpotenzials ist ähnlich zum Solarthermiepotenzial. Auch hier finden sich die größten Potenziale in den Baublöcken mit der höchsten Gebäudeanzahl und einzelnen sehr großen Dachflächen. Insgesamt ergibt sich ein PV-Potenzial von ca. 53.833 MWh/a auf Dachflächen zur Stromerzeugung. Wärme könnte anschließend beispielsweise mit Hilfe einer Wärmepumpe erzeugt werden. Das hier ermittelte theoretische Potenzial ist je Dach bei der Anlagenplanung genauer zu quantifizieren.

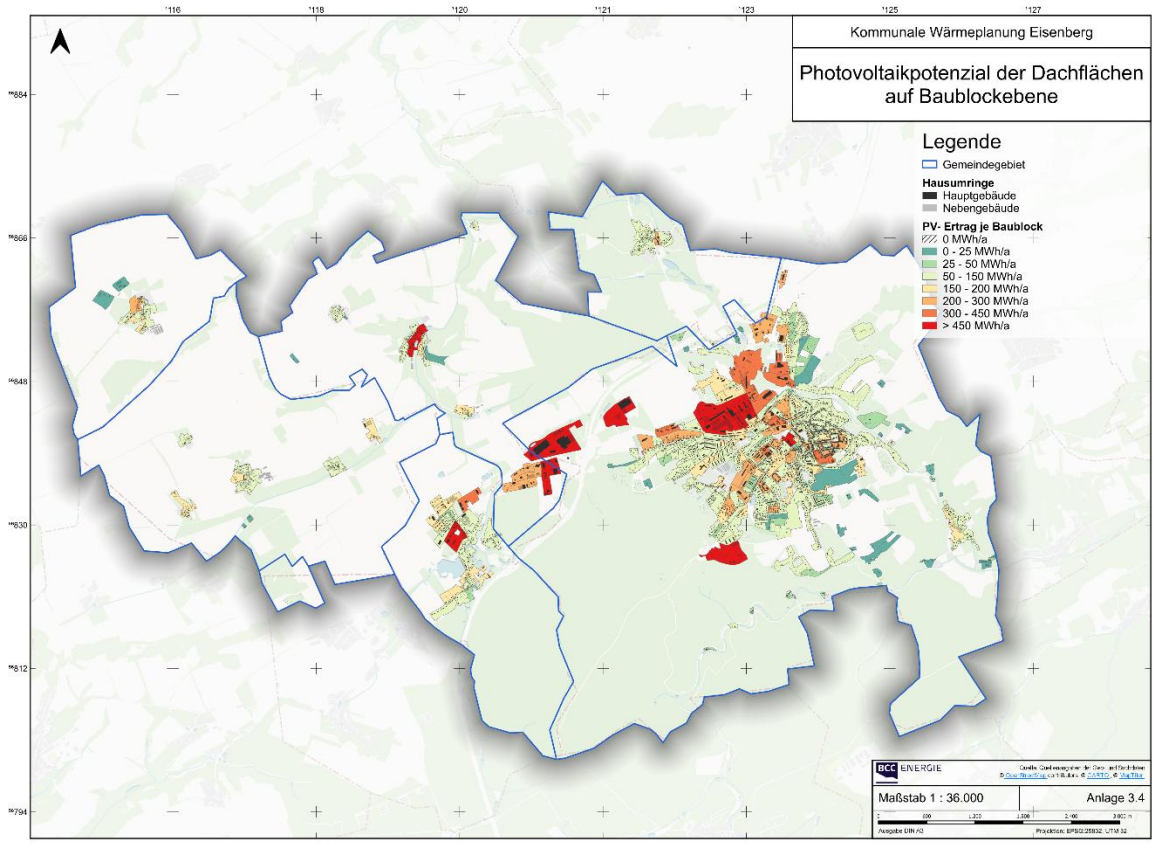



Abbildung 37: Photovoltaik-Potenzial von Dachanlagen im Untersuchungsgebiet nach Baublöcken

#### 3.4.1.2 Freiflächenanlagen

Für die Betrachtung des Potenzials für Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen wurden, wie in Kapitel 3.3.2.2 beschrieben, die geeigneten Flächen übernommen.

Für die Photovoltaikfreiflächenanlagen wurde dabei davon ausgegangen, dass die verfügbare Fläche zu 80 % mit Kollektoren belegt werden kann. Als Anhaltspunkt für den spezifischen Ertrag pro Hektar wurde ein Wert von 800 MWh/a als zu erwartender Ertrag gewählt. Mit diesen Annahmen ergeben sich für die Flächen folgende Ertragswerte (Tabelle 24):

Tabelle 24: Erträge der PV-Freiflächenanlagen auf den geeigneten Flächen

| Nr. | Verfügbare Fläche in ha | Ertrag in MWh/a |
|---|---|---|
| 1 | 2,40 | 1.540 |
| 2 | 7,56 | 4.840 |
| 3 | 4,30 | 2.750 |
| Summe | 14,26 | 9.130 |

Das Solarenergie-Potenzial zur Nutzung von Parkplatzflächen wurde bereits in Kapitel 3.3.2.2 beschrieben. Analog zu der Berechnung für Solarthermieanlagen wurden für diese Flächen die Potenziale für Photovoltaik und berechnet, welche Tabelle 25 zu entnehmen sind.

Tabelle 25: Photovoltaik -Potenzial für Parkplatzflächen in der Gemeinde

| Gemeindegebiet | Parkplätze (<1.000m² je Parkplatz) | Parkplätze (>1.000m je Parkplatz) | Alle Parkplätze |
|---|---|---|---|
| Anzahl Parkplätze | 85 | 38 | 123 |
| Nutzbare Fläche (m²) | 8.821,56 | 30.728,49 | 39.550,05 |
| Ertrag (MWh/a) | 1.676 | 5.838 | 7.514 |

Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Dachflächen geneigt (10-30°)
- Ausrichtung Süd, West, Ost
- Abzug von 30% für verschattete Flächen, Denkmalgeschützte Bereiche, Sichtbehinderung, etc.
- Verhältnis von Dachfläche zu Parkplatzfläche bei >1.000m²: 0,560 (-5% Sicherheitsabzug)
- Verhältnis von Dachfläche zu Parkplatzfläche bei <1.000m²: 0,475 (-10% Sicherheitsabzug)
- kWp pro m² PV-Fläche: 0,223 kWp/m²
- kWh/kWp: 800

## 3.4.2 Wind

Datenquellen:

MaStR. Marktstammdatenregister

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (2020): Sachlicher Teilplan Windenergie Ostthüringen (vom Thüringer Oberverwaltungsgericht, Urteil vom 28. September 2026, Az. 5 N 54/26 für unwirksam erklärt).

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen (in Aufstellung): Sachlicher Teilplan Windenergie und Sicherung des Kulturerbes Ostthüringen.

### 3.4.2.1 Repowering

Auf dem Gemeindegebiet (Rauschwitz) befinden sich sechs Windenergieanlagen mit einer Nennleistung von jeweils 1,5 bis 3 MW. Drei Anlagen wurden 2011 bzw. 2014 in Betrieb genommen; ihre EEG-Förderung läuft voraussichtlich noch bis 2031 bzw. 2034. Durch ein Repowering könnte die Stromerzeugung am Standort deutlich gesteigert werden. Moderne Windenergieanlagen erreichen heute typischerweise Leistungen von rund 6 MW und können bei vergleichbaren Volllaststunden eine zwei- bis vierfach höhere Strommenge erzeugen. Aufgrund ihrer größeren Abmessungen benötigen diese Anlagen jedoch mehr Fläche, sodass mehrere Bestandsanlagen möglicherweise nur durch eine einzelne neue Anlage ersetzt werden können. Dennoch wäre insgesamt mit einer höheren Stromerzeugung zu rechnen.

#### 3.4.2.2 Vorranggebiete für neue Windenergieanlagen

Im Untersuchungsgebiet bestehen derzeit keine rechtskräftig ausgewiesenen Vorranggebiete für die Windenergienutzung. Im Entwurf des Sachlichen Teilplans „Windenergie und Sicherung des Kulturerbes" Ostthüringen sind jedoch mit den Vorranggebieten W-17 und W-38 Flächen vorgesehen, die das Untersuchungsgebiet betreffen. Diese Flächenausweisungen befinden sich derzeit noch im Planungsverfahren und sind daher noch nicht rechtskräftig.

# 4. Zusammenfassung Bestands- und Potenzialanalyse

Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) für die Stadt Eisenberg basiert auf dem seit 1. Januar 2024 gültigen Wärmeplanungsgesetz (WPG), das alle Kommunen verpflichtet, einen strategischen Wärmeplan zu erstellen. Für Gemeinden unter 100.000 Einwohnern gilt eine Frist bis zum 30. Juni 2028. Ziel ist es, Fehlinvestitionen zu vermeiden, die lokale Energieversorgung langfristig zu sichern und einen technologieoffenen Transformationspfad zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu entwickeln.

Eisenberg ist die Kreisstadt des Saale-Holzland-Kreises in Thüringen. Das Stadtgebiet umfasst die Kernstadt sowie die Siedlungsbereiche Friedrichstanneck, Saasa und Kursdorf. Zusätzlich wird die Kommunale Wärmeplanung für die beauftragenden Gemeinden Rauschwitz, Petersberg, Hainspitz, Gösen und Mertendorf erstellt. Zusammen umfasst das Planungsgebiet rund 12.000 Einwohner. Die Bevölkerungszahl ist in den vergangenen Jahren leicht zurückgegangen. Auch künftig sind demografische Veränderungen zu erwarten, die sich auf den Wärmebedarf auswirken können. Hintergrund ist, dass sowohl die Zahl der Haushalte als auch deren Alters- und Nutzungsstruktur den Energieverbrauch wesentlich prägen.

Der Gebäudebestand in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ist historisch gewachsen und weist unterschiedliche Baualtersklassen auf. Die Eisenberger Altstadt sowie die Siedlungsbereiche des 20. Jahrhunderts prägen das Stadtbild, während die kleineren Gemeinden überwiegend durch Ein- und Zweifamilienhausstrukturen geprägt sind. Ein Teil der Gebäude wurde in den vergangenen Jahrzehnten modernisiert, sodass energetische Defizite zwar weiterhin bestehen, jedoch nicht auf dem Niveau vollständig unsanierter Altbauten liegen. Diese bauliche Heterogenität beeinflusst sowohl den aktuellen als auch den zukünftigen Wärmebedarf im gesamten Planungsgebiet.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung derzeit überwiegend auf fossilen Energieträgern basiert. Erdgas stellt mit Abstand den wichtigsten Energieträger dar (71%), während erneuerbare Energien bislang nur einen geringen Anteil an der Wärmeversorgung einnehmen.

In Eisenberg befindet sich derzeit ein in Betrieb befindliches Wärmenetz, das große Teile des Stadtgebiets versorgt. Die angeschlossenen Bereiche umfassen unterschiedliche Bebauungsstrukturen, wobei ein erheblicher Anteil der belieferten Gebäude dem mehrgeschossigen Wohnungsbau zuzuordnen ist. Insgesamt werden rund 6,7 % des städtischen Wärmebedarfs über Fernwärme gedeckt.

Relevante Potenziale ergeben sich insbesondere aus der Nutzung von Abwärme, unter anderem aus den Biogasanlagen in Rauschwitz

Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Untersuchungsgebiet verschiedene Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen sowie zur Nutzung erneuerbarer und klimaneutraler Wärmequellen bestehen. Relevante Potenziale ergeben sich insbesondere aus der Nutzung von Abwärme, unter anderem aus den Biogasanlagen in Rauschwitz, Pretschwitz und Döllschütz. Weitere Wärmepotenziale bestehen im Bereich der Kläranlage sowie im Kanalnetz, wobei für Letzteres aufgrund der begrenzten Datengrundlage nur eine qualitative Potenzialbewertung möglich ist.

Für die oberflächennahe Geothermie zeigen sich räumlich unterschiedliche Voraussetzungen. Eine abschließende Bewertung des tatsächlich nutzbaren Potenzials erfordert jedoch eine standortbezogene Betrachtung. Die Potenziale von Biomasse und Waldholz werden aufgrund ökologischer Restriktionen, Unsicherheiten hinsichtlich der langfristig verfügbaren Holzmengen sowie naturschutzfachlicher Anforderungen als nachrangig bewertet. Auch Aquathermie und tiefe Geothermie weisen nach den vorliegenden Untersuchungen nur begrenzte Potenziale auf.

Solarthermie stellt sowohl auf geeigneten Dachflächen als auch auf Freiflächen und Parkplätzen eine weitere Nutzungsmöglichkeit dar, wobei insbesondere die verfügbaren Freiflächenpotenziale begrenzt sind. Neben den Wärmequellen bestehen Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung durch Photovoltaik, insbesondere auf geeigneten Dachflächen sowie ergänzend auf Freiflächen und Parkplätzen.

# 5. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der erfüllenden Gemeinde Eisenberg in Thüringen ..... 7

Abbildung 2: Einteilung des Siedlungsgebietes der Stadt Eisenberg nach Flächennutzungstyp ..... 17

Abbildung 3: Einteilung des Siedlungsgebietes nach dem überwiegenden Gebäudesektor ..... 20

Abbildung 4: Überwiegende Baualtersklasse je Baublock ..... 21

Abbildung 5: Baublockdarstellung der Lage des Wärmenetzes in Eisenberg ..... 23

Abbildung 6: standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen in Eisenberg ..... 24

Abbildung 7: Baublockdarstellung der Lage der Gasnetze in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ..... 26

Abbildung 8: Verlauf des geplanten Wasserstoffnetzes in Thüringen (Quelle: TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG) ..... 29

Abbildung 9: Baublockdarstellung der überwiegenden Beheizungsart im Gebiet der Stadt Eisenberg und der beauftragenden Gemeinden ..... 31

Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Beheizungsstruktur im Untersuchungsgebiet je Energieträger ..... 32

Abbildung 11: Jährlicher Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung nach Energieträgern (Blau: fossil; Rot: erneuerbar; Blau-Rot gestreift: fossile und erneuerbare Anteile) ..... 34

Abbildung 12: Anteil fossiler und erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch (Wärme) ..... 35

Abbildung 13: Baublockdarstellung der Wärmeverbrauchsdichte in der Stadt Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ..... 37

Abbildung 14: Wärmeliniendichtedarstellung der Wärmeverbräuche in der Stadt Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ..... 38

Abbildung 15: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche im Fernwärmenetz Eisenberg ..... 39

Abbildung 16: summierte Gasverbräuche je Gemeinde in MWh/a ..... 41

Abbildung 17: Großverbraucher Energie in dem Gemeindegebiet von Eisenberg, Petersberg und Hainspitz ..... 42

Abbildung 18: THG-Emissionen des Wärmesektors nach Energieträger im Untersuchungsgebiet ..... 44

Abbildung 19: freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr ca. 1970) in Plattenbauweise ..... 46

Abbildung 20: Primärenergiebedarf des betrachteten MFH nach DIN V 18599Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildung 21: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für das Beispielgebäude der Gebäudekategorie MFH um 1970 (teilsaniert) (Werte beziehen sich auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes) ..... 47

Abbildung 22: freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr ca. 1900) in Ziegelbauweise ..... 48

Abbildung 23: Primärenergiebedarf des betrachteten EFH nach DIN V 18599 ..... 50

Abbildung 24: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotentiale für Referenzgebäude EFH ..... 49

Abbildung 25: mögliche Abwärmequellen und Abwärmesenken (Quelle: DENA, Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen, Darstellung: Österreichische Energieagentur) ..... 54

Abbildung 26: Hauptpotenziale zur Steigerung der Energieeffizienz von Kläranlagen (Quelle (Björn Weber, 2023)) ..... 58

Abbildung 27: Lage der Abwasserleitungen größer DN 800 in der Stadt Eisenberg ..... 59

Abbildung 28: Lage der Kläranlage in der Stadt Eisenberg ..... 60

Abbildung 29: Biomethan als Energieträger, Quelle: (Christian Löffler, 2022) ..... 62

Abbildung 30: Standorte von Biogasanlagen in Gemeindegebiet ..... 64

Abbildung 31: Solarthermie-Potenzial von Dachanlagen im Untersuchungsgebiet ..... 67

Abbildung 32: potenzielle Flächen für Solarfreiflächenanlagen im Untersuchungsgebiet ..... 69

Abbildung 33: Gärreste aus beispielhafter Biogasanlage ..... 74

Abbildung 34: Erdwärme als Wärmequelle zur Gebäudeheizung; Quelle: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/78361.AEE_Oberflaechennahe_Geothermie_Maerz23.jpg ..... 76

Abbildung 35: Karte der thermischen Leitfähigkeit als Potenzial für Oberflächennahe Geothermie für das Untersuchungsgebiet ..... 79

Abbildung 36: Eignung und Vorranggebiete für Tiefe Geothermie in Thüringen ..... 82

Abbildung 37: Photovoltaik-Potenzial von Dachanlagen im Untersuchungsgebiet nach Baublöcken 87

# 6. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Daten zu Eisenberg ..... 8

Tabelle 2: Anteile der Flächennutzung bezogen auf das Untersuchungsgebiet Eisenberg und erfüllte Gemeinden ..... 15

Tabelle 3: Siedlungstypen und Merkmale der Siedlungsbereiche ..... 16

Tabelle 4: Denkmalliste pro Gebiete ..... 18

Tabelle 5: Gebäudenutzung – Einteilung nach Sektoren nach KWW-Leitfaden ..... 19

Tabelle 6: Baualtersklassen Wohngebäude ..... 20

Tabelle 7: Kernparameter des Fernwärmenetzes Eisenberg ..... 23

Tabelle 8: Auflistung der Wärmeerzeugungsanlagen im Wärmenetz Eisenberg ..... 25

Tabelle 9: Kerndaten der Gasnetze in Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ..... 26

Tabelle 10: Wärmeverbrauch in den Gemeinden ..... 43

Tabelle 11: Gasverbräuche und Anschlussquoten je Gemeinde ..... 40

Tabelle 12: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für die Gebäudekategorie MFH um 1970, teilsaniert ..... 47

Tabelle 13: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für die Gebäudekategorie EFH um 1900, teilsaniert ..... 50

Tabelle 14: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen in der erfüllenden Gemeinde Eisenberg und den beauftragenden Gemeinden ..... 51

Tabelle 15: Kennwerte für identifizierte Abwärmepotenziale in Eisenberg ..... 55

Tabelle 16: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Abwärme aus Abwasser in Eisenberg ..... 60

Tabelle 17: Kennwerte der KWK-Anlagen in Eisenberg ..... 65

Tabelle 18: Erträge der Solarthermie-Freiflächenanlagen auf den geeigneten Flächen ..... 69

Tabelle 19: Solarthermie-Potenzial für Parkplatzflächen in der Gemeinde ..... 70

Tabelle 20: Kennwerte der Erdwärmesonden ..... 77

Tabelle 21: Kennwerte der Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren) ..... 77

Tabelle 22: Kennwerte der Grundwasserbrunnen ..... 78

Tabelle 23: Kennwerte für Tiefe und Mitteltiefe Geothermie ..... 81

Tabelle 24: Erträge der PV-Freiflächenanlagen auf den geeigneten Flächen ..... 87

Tabelle 25: Photovoltaik -Potenzial für Parkplatzflächen in der Gemeinde ..... 88