

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE VG EISENBERG

ENDBERICHT 2025



Verbandsgemeinde
EISENBERG (Pfalz)

Förderprojekt

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Erstellung des Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes der Verbandsgemeinde Eisenberg ist im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), vertreten durch den Projektträger Z-U-G gefördert worden.

Förderkennzeichen: 67K25756

Laufzeit: 01.11.2023 – 31.10.2025

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der VG Eisenberg und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

VG Eisenberg

Hauptstraße 86

67304 Eisenberg (Pfalz)

Tel.: +49 06351 407-110

Ansprechpartner: Andreas Lill

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Robert-Bosch-Straße 11b

63225 Langen (Hessen)

Tel.: +49 6103 376698-14

Ansprechpartnerin: Maren Wenzel



Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	12
1.1 Hintergrund & Motivation	12
1.2 Wärmeplanungsgesetz	12
1.3 Projektstruktur	13
2 Bestandsanalyse.....	16
2.1 Beschreibung der Verbandsgemeinde Eisenberg	16
2.1.1 Demographische Entwicklung.....	16
2.1.2 Wirtschaft.....	17
2.1.3 Gebäudebestand	17
2.1.4 Heizungsanlagen im Bestand.....	18
2.2 Energie- und THG-Bilanz	20
2.2.1 Wärmeverbrauch VG Eisenberg	25
2.2.2 THG-Emissionen in der VG Eisenberg.....	26
2.2.3 Zusammenfassung	27
2.3 Wärmebedarf auf Baublockebene	28
2.3.1 Überwiegende Gebäudenutzung	28
2.3.2 Überwiegende Baualtersklasse	28
2.3.3 Wärmebedarf.....	30
2.3.4 Wärmeliniendichte.....	32
2.3.5 Überwiegender Energieträgeranteil	33
2.3.6 Infrastrukturanalyse.....	34
3 Potenzialanalyse	35
3.1 Wärmebedarfsentwicklung	36
3.2 Bioenergie.....	44
3.2.1 Lokale Biomasse	44
3.2.2 Biomasse	45
3.3 Geothermie	47
3.3.1 Tiefengeothermie.....	47
3.3.2 Oberflächennahe Geothermie.....	49

3.3.3	Geologische Besonderheit: Klebsandschicht im Eisenberger Becken.....	53
3.4	Abwärme	54
3.4.1	Industrielle Abwärme	54
3.4.2	Abwasserwärmenutzung	56
3.5	Umweltwärme.....	59
	Luft-Wasser-Wärmepumpen	60
3.6	Solarenergie.....	60
3.6.1	Solarthermie.....	60
3.6.2	Photovoltaik.....	61
3.7	Windenergie	63
3.8	Wasserstoff	65
4	Eignungsgebiete, Szenarien und Entwicklungspfade	68
4.1	Vorgehen und Kriterien zur Ausweisung der Gebiete	68
4.1.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz & Beschreibung.....	72
4.1.2	Wärmewendestrategie, Rahmenbedingungen für die Transformation & Potenziale zur Wärmeversorgung.....	73
4.2	Eignungsgebiete	75
4.2.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz.....	75
4.2.2	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff	76
4.2.3	Eignung für dezentrale Versorgung.....	77
4.2.4	Prüfgebiete.....	78
4.2.5	Gebiete mit Sanierungspotenzial	78
4.3	Gebietsausweisung.....	79
4.4	Szenarien	80
5	Fokusgebiete.....	83
5.1	Untersuchungsmethodik der Fokusgebiete.....	83
5.2	Fokusgebiet „Innenstadt“	87
5.2.1	Kurzbeschreibung Fokusgebiet.....	87
5.2.2	Versorgungsvarianten	90
5.2.3	Umsetzungsplan	94
5.3	Fokusgebiet „Schulstraße“	95
5.3.1	Kurzbeschreibung Fokusgebiet.....	95
5.3.2	Versorgungsvarianten	97
5.3.3	Umsetzungsplan	101

5.4	Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“	102
5.4.1	Kurzbeschreibung Fokusgebiet.....	102
5.4.2	Versorgungsvarianten	104
5.4.3	Umsetzungsplan	108
6	Umsetzungsstrategie	109
6.1	Maßnahmenkatalog	111
6.2	Controllingkonzept.....	113
6.2.1	Controllingkonzept	113
6.2.2	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz.....	113
6.2.3	Monitoring von Hauptindikatoren.....	114
6.2.4	Indikatoren für die Maßnahmen	116
6.2.5	Indikatoren für den Prozess	117
6.3	Verstetigung	119
6.3.1	Rollierende Planung.....	119
6.3.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen	119
6.3.3	Politische Absicherung.....	120
6.3.4	Kommunikation	120
6.3.5	Weitere Regelungen.....	121
7	Zusammenfassung.....	122
8	Glossar.....	125
9	Literatur	131
Anhang	[aktualisiert und eingefügt ()]	134
	Teilgebietssteckbriefe	134
	Maßnahmensteckbriefe	134

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Zeitschiene Projekt VG Eisenberg nach Wiederaufnahme Projektbearbeitung (energielenker projects)	15
Abbildung 2-1 Wärmebedarf nach Gebäudetypp, Stand 2023	17
Abbildung 2-2 Heizungsanlagen nach Brennstoffart, Stand 2023	18
Abbildung 2-3 Anzahl der Heizungen nach Baujahr, Stand 2023.....	19
Abbildung 2-4: Wärmeverbrauch der VG Eisenberg nach Energieträger im Bilanzjahr 2023 (eigene Darstellung).....	25
Abbildung 2-5: THG-Emissionen nach Energieträgern für das Jahr 2022 (Quelle: eigene Darstellung).....	26
Abbildung 2-6: THG-Emissionen pro Einwohner	27
Abbildung 2-7 Überwiegende Gebäudenutzung in der VG Eisenberg	28
Abbildung 2-8 Überwiegende Baualtersklassen in der VG Eisenberg	29
Abbildung 2-9: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr 2023 der VG Eisenberg.....	31
Abbildung 2-10: Wärmedichte 2023 auf Baublockebene in der VG Eisenberg	31
Abbildung 2-11: Wärmelinien-dichte der VG Eisenberg für das Basisjahr 2023	32
Abbildung 2-12: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der VG Eisenberg	33
Abbildung 2-13 Lage des Gasnetzes in VG Eisenberg	34
Abbildung 3-1: Übersicht zu potenziell relevanten Technologien zur Energieerzeugung im Gebiet der VG (eigene Darstellung)	35
Abbildung 3-2: Projektion des zukünftigen Wärmebedarfs für die Verbandsgemeinde Eisenberg	41
Abbildung 3-3: Gebäudespezifische Sanierungsrate im Referenzszenario (eigene Darstellung)	42
Abbildung 3-4: Gebäudespezifische Sanierungsrate im Klimaschutzszenario (eigene Darstellung).....	42
Abbildung 3-5: Entwicklung des Wärmebedarfs im Referenzszenario bis 2045 (eigene Darstellung).....	43
Abbildung 3-6: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario bis 2045 (eigene Darstellung).....	43
Abbildung 3-7 Verwendungsmöglichkeiten von Bioenergie	44
Abbildung 3-8: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU, 2024))	47
Abbildung 3-9: Übersicht der vermuteten Temperaturniveaus in 1000m Tiefe in Eisenberg (LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2025)	48
Abbildung 3-10: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gebiet der VG Eisenberg	50
Abbildung 3-11: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gebiet der VG von Eisenberg	52
Abbildung 3-12: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus.....	55
Abbildung 3-13: Akteurskataster KWP VG Eisenberg	56
Abbildung 3-14: Darstellung der Abwasserkanäle.....	58
Abbildung 3-15: Durchfluss und Temperatur des Abflusses der Kläranlage in Eisenberg	59
Abbildung 3-16: Potenzialanalyse PV-Freiflächen (Quelle: VG Eisenberg)	63
Abbildung 3-17: Windpotenzialflächen VG Eisenberg (Quelle: VG Eisenberg)	65

Abbildung 3-18: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)	66
Abbildung 3-19: Verlauf des geplanten Wasserstofftransportnetzes	67
Abbildung 4-1: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	69
Abbildung 4-2: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	70
Abbildung 4-3: Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	71
Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung.....	76
Abbildung 4-5: Eignung der Teilgebiete für eine Versorgung mit Wasserstoff	77
Abbildung 4-6: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung	78
Abbildung 4-7: Teilgebiete in Eisenberg mit hohem Sanierungspotenzial.....	79
Abbildung 4-8 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen	80
Abbildung 4-9: Prognose des Wärmebedarfs nach Energieträger in Eisenberg im Szenario „Mittlere Umsetzungsgeschwindigkeit“	81
Abbildung 4-10: Prognose der Wärmebedarfe nach Energieträger in Eisenberg im Szenario „Höhere Umsetzungsgeschwindigkeit“	82
Abbildung 5-1: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Innenstadt" (eigene Darstellung)....	87
Abbildung 5-2: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung).....	91
Abbildung 5-3: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" Eisenberg (eigene Darstellung).....	92
Abbildung 5-4: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung).....	93
Abbildung 5-5: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Schulstraße" (eigene Darstellung)..	95
Abbildung 5-6: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung).....	98
Abbildung 5-7: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung).....	99
Abbildung 5-8: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung).....	100
Abbildung 5-9: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Friedrich-Ebert-Straße" (eigene Darstellung).....	102
Abbildung 5-10: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet "Friedrich-Ebert-Straße" (eigene Darstellung).....	105
Abbildung 5-11: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet "Friedrich-Ebert-Straße" (eigene Darstellung).....	106
Abbildung 5-12: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung).....	108
Abbildung 7-1 Wärmeverbrauch der VG Eisenberg nach Energieträger im Bilanzjahr 2023 (eigene Darstellung).....	122
Abbildung 7-2 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen	123

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Altersgruppen nach Raumordnungsprognose 2045 - Donnersbergkreis (BBSR-Bevölkerungsprognose 2045, 2025).....	16
Tabelle 2-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2024 (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024).....	22
Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2045 in fünfjahresritten aus dem Technikatalog Juni 2024 (Tab 1)	23
Tabelle 2-4: Datengüte des Wärmeverbrauchs.....	24
Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024).....	38
Tabelle 3-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)	39
Tabelle 3-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024). 39	
Tabelle 3-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie, in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)	40
Tabelle 3-5: Übersicht der Potenziale aus Biomasse.....	46
Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Eisenberg	51
Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Eisenberg	52
Tabelle 4-1: Bestandsdaten Teilgebiete.....	72
Tabelle 4-2: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	74
Tabelle 5-1: Überblick kaufmännische Daten.....	84
Tabelle 5-2: Überblick technische Daten.....	89
Tabelle 5-3: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung)	90
Tabelle 5-4: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung)	93
Tabelle 5-5: Überblick technische Daten.....	96
Tabelle 5-6: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet "Schulstraße" (eigene Darstellung).....	97
Tabelle 5-7: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung)	100
Tabelle 5-8: Überblick technische Daten.....	103
Tabelle 5-9: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ (eigene Darstellung)	104
Tabelle 5-10: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet " Friedrich-Ebert-Straße " (eigene Darstellung).....	107
Tabelle 6-1 Übersicht der Maßnahmen	110
Tabelle 6-2 Beispiel Maßnahmensteckbrief	111
Tabelle 6-3: Hauptindikatoren	115
Tabelle 6-4: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus.....	116

Abkürzungsverzeichnis

AGFW	Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., deutscher Verband der Heizkraftwerk- und Fernwärmenetzbetreiber
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BISKO	Bilanzierungssystematik kommunal; Methodik zur Bilanzierung von THG-Emissionen in Kommunen in Deutschland
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent; Wirkung von Treibhausgasen umgerechnet auf CO ₂
COP	coefficient of performance, Leistungszahl von Wärmepumpen bzw. Kälteanlagen, gilt nur für einen konkreten Arbeitspunkt
DN	Nennweite bzw. Nomimeller Durchmesser von Rohrleitungen
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Abkürzung für Ein- und Zweifamilienhäuser
FNP	Flächennutzungsplan
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GEMIS	Globale Emissions-Modell integrierter Systeme
GEOTIS	Geothermische Informationssystem, frei zugängliches Informationssystem für mitteltiefe bis tiefe Geothermie in Deutschland

GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; Kategorie für Gebäude, die auch öffentliche Gebäude umfasst
GIS	Geoinformationssystem, umfasst hier Software aus Verbindung von Datenbank und geografischer Darstellung
GWh	Gigawattstunde
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IGEK	Integriertes Gemeindeentwicklungskonzept
IND	Industrie, hier Gebäude mit Industrienutzung
JAZ	Jahresarbeitszahl, Leistungszahl von Wärmepumpen bzw. Kälteanlagen gemittelt über ein Jahr
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung, z.B. bei Erzeugung und Bereitstellung von elektrischer und thermischer durch eine Verbrennungsanlage
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum kommunale Wärmewende in Halle (Saale)
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LCA	life cycle assessment, Lebenszyklusanalyse
LIAG	Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NWG	Nichtwohngebäude
OPEX	operational expenditure, Betriebskosten
PV	Photovoltaik
SHK	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Handwerk
tCO _{2e}	Tonnen CO _{2e}
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt

VG	Verbandsgemeinde
VKU	Verband kommunaler Unternehmen e. V.
WEA	Windenergieanlage
WE	Wohneinheit
WG	Wohngebäude
Wh	Wattstunde
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz)

1 Einleitung

1.1 Hintergrund & Motivation

Der Klimawandel ist nicht nur messbar, sondern seine Auswirkungen sind auch sicht- und spürbar. Allgegenwärtig sind der Temperaturanstieg sowie schmelzende Gletscher und Polkappen. Zusammen mit der thermischen Ausdehnung der Meere resultiert daraus ein steigender Meeresspiegel. Aber auch die Wüstenbildung ist ein Effekt des Klimawandels. Das Ausmaß der weiteren klimatischen Veränderung und die davon abhängigen Szenarien sind von den realen aktuellen und zukünftigen Emissionen abhängig und damit zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersehbar. Grund dieser Effekte sind vor allem die Emissionen von Treibhausgasen aus der Nutzung fossiler Energieträger sowie der Landnutzung. Die Erdgeschichte ist geprägt davon, dass die Temperaturen und CO₂- Emissionen steigen und fallen. Signifikant ist jedoch die Geschwindigkeit des aktuellen CO₂- Anstiegs, der deutlich macht, wie das menschliche Handeln eindeutig einen negativen Effekt auf unsere Umwelt hat.

Die EU hat sich Ziele gesetzt, um dieser Dynamik der Veränderung entgegenzuwirken: eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft, Klimaneutralität bis 2050 und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Den Weg dahin sollen rund 50 Einzelmaßnahmen weisen, die zugleich den Übergang zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft bereiten.

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) verfolgt das Ziel, bis spätestens 2045 eine nachhaltige, bezahlbare und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien sicherzustellen. Dabei soll auch die Einsparung von Endenergie gefördert werden. Die Bundesländer haben die Möglichkeit, ein früheres Zieljahr festzulegen, dass bei der Umsetzung dieses Gesetzes berücksichtigt wird. Klar ist: Diese Ziele können nur durch gemeinsame Anstrengungen in allen Bereichen erreicht werden.

Die VG Eisenberg hat sich bereits in der Vergangenheit aktiv mit verschiedenen Konzepten zur zukünftigen Gestaltung des Klimaschutzes und der Energiewende auseinandergesetzt. Entwickelte Schlüsselkonzepte sind dabei: ein Klimaschutzteilkonzept sowie integrierte und regionale Entwicklungskonzepte. Das Klimaschutzteilkonzept zielt darauf ab, die CO₂-Emissionen der VG durch die kommunalen Liegenschaften zu reduzieren und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln. Weitere Informationen stehen auch auf der Webseite der Verbandsgemeinde unter „Zukunftsprojekte in der Verbandsgemeinde“ zur Verfügung.

1.2 Wärmeplanungsgesetz

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Instrument, welches den Kommunen ermöglicht, das Thema Wärme im Rahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung zu gestalten. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, den optimalen und kosteneffizientesten Weg zu einer umweltfreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung vor Ort zu finden. Die Wärmeplanung bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Bereich Wärme sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der konsequente Ansatz, der auf Klimaneutralität ausgerichtet ist, gibt den kommunalen Entscheidungsträgern eine strategische Handlungsgrundlage und einen Fahrplan, der ihnen in den kommenden Jahren Orientierung und einen Handlungsrahmen bietet. Ein Wärmeplan ersetzt jedoch niemals eine detaillierte Planung eines Wärmenetzes vor Ort.

Die Bestimmungen zum Umfang, Inhalt und damit verbundenen Befugnissen und Verpflichtungen der kommunalen Wärmeplanung sind im Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Abk. Wärmeplanungsgesetz – WPG) für alle Kommunen festgelegt. Das Wärmeplanungsgesetz wurde am 17. November 2023 vom Bundestag beschlossen und ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten ist. Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet jede Kommune im Bundesgebiet zur Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans. Kommunen mit einer Einwohnergröße über 100.000 Einwohner müssen bis zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan vorlegen, Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner haben bis zum 30. Juni 2028 Zeit.

Im Wärmeplanungsgesetz werden Angaben getätigt, welche Inhalte eine Wärmeplanung erfüllen muss, um den Gesetzesvorgaben zu entsprechen. Mit diesem Vorgehen möchte die Bundesregierung einen einheitlichen, bundesweiten Standard schaffen, der die Planungs- und Investitionssicherheit erhöht sowie klare Zuständigkeiten benennt. Ziel der Wärmeplanung ist es, den vor Ort besten und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln und so das übergeordneten Klimaneutralitätsziel 2045 voranzutragen.

Mit dem Wärmeplanungsgesetz werden die Länder verpflichtet, die Erstellung der Wärmeplanungen in Landesgesetz umzusetzen sowie die Erstellung der Wärmeplanungen durch die Kommunen zu kontrollieren und finanziell zu unterstützen. Die Länder müssen dabei die inhaltlichen Vorgaben des Bundes einhalten, jedoch gibt es auch länderspezifische Vorgaben.

Weiterhin ist das Wärmeplanungsgesetz (WPG) mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) verschnitten. Die Wärmeplanung selbst hat zunächst keine rechtlichen Auswirkungen auf Bürgerinnen und Bürger. Sie dient aber als wichtige Grundlage für weitere Entscheidungen der Kommunen. Auf Basis der Wärmepläne können Kommunen zum Beispiel Detailuntersuchungen zur Machbarkeit der Wärmenetze durchführen lassen. Solche Detailprüfungen können durch eine sogenannte BEW-Machbarkeitsstudie erfolgen, die vom Bund gefördert wird. Auch ohne diese Studie dürfen Kommunen Gebiete ausweisen, in denen der Neu- oder Ausbau, oder ein Wasserstoffnetzausbaubereich entstehen soll. Dieses muss durch einen gesonderten Beschluss ausgewiesen werden.

Wird ein Gebiet offiziell als Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebiet ausgewiesen, gelten dort neue Regeln: Ab einem Monat nach der Bekanntgabe dürfen in diesen Gebieten nur noch Heizungen eingebaut werden, die mindestens 65 % ihrer Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugen (§71 GEG). Bestehende Heizungen sind davon nicht betroffen.

Für Neubaugebiete gilt diese 65 %-Regel bereits seit dem 1. Januar 2024. In Großstädten mit mehr als 100.000 Einwohnern dürfen noch bis zum 30. Juni 2026 neue Öl- und Gasheizungen eingebaut werden, in kleineren Städten bis zum 30. Juni 2028. Danach müssen alle neuen Heizungen den Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Wärme erfüllen.

1.3 Projektstruktur

Zur erfolgreichen Konzepterstellung bedarf es einer ausführlichen Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie projektspezifischen Merkmale

einbeziehen. Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine nach Vorgabe des WPG § 13 gliedern:

1. den Beschluss oder die Entscheidung der planungsverantwortlichen Stelle über die Durchführung der Wärmeplanung
2. Eignungsprüfung
3. Bestandsanalyse
4. Potenzialanalyse
5. Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios
6. Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, sowie die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr
7. Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des beplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen

Die einzelnen Bausteine bauen aufeinander auf und sind nicht trennscharf abzugrenzen. Die Vorgehensweise der einzelnen Arbeitsschritte wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben.

Der ursprüngliche Projektstart fand bereits im Jahr 2023 statt. Aufgrund fehlender Möglichkeiten der Datenbeschaffung für das Gebiet der Verbandsgemeinde, wurde die Bearbeitung aufgeschoben und im Januar 2025 wieder aufgenommen.

Die nachfolgende Abbildung visualisiert die aktualisierte Zeitschiene des Projektes. Diese lässt die gewählte Vorgehensweise sowie den zeitlichen Rahmen der Konzeptarbeit erkennen. Zur Prozessbegleitung fand eine regelmäßige Abstimmung mit dem Auftraggeber statt.

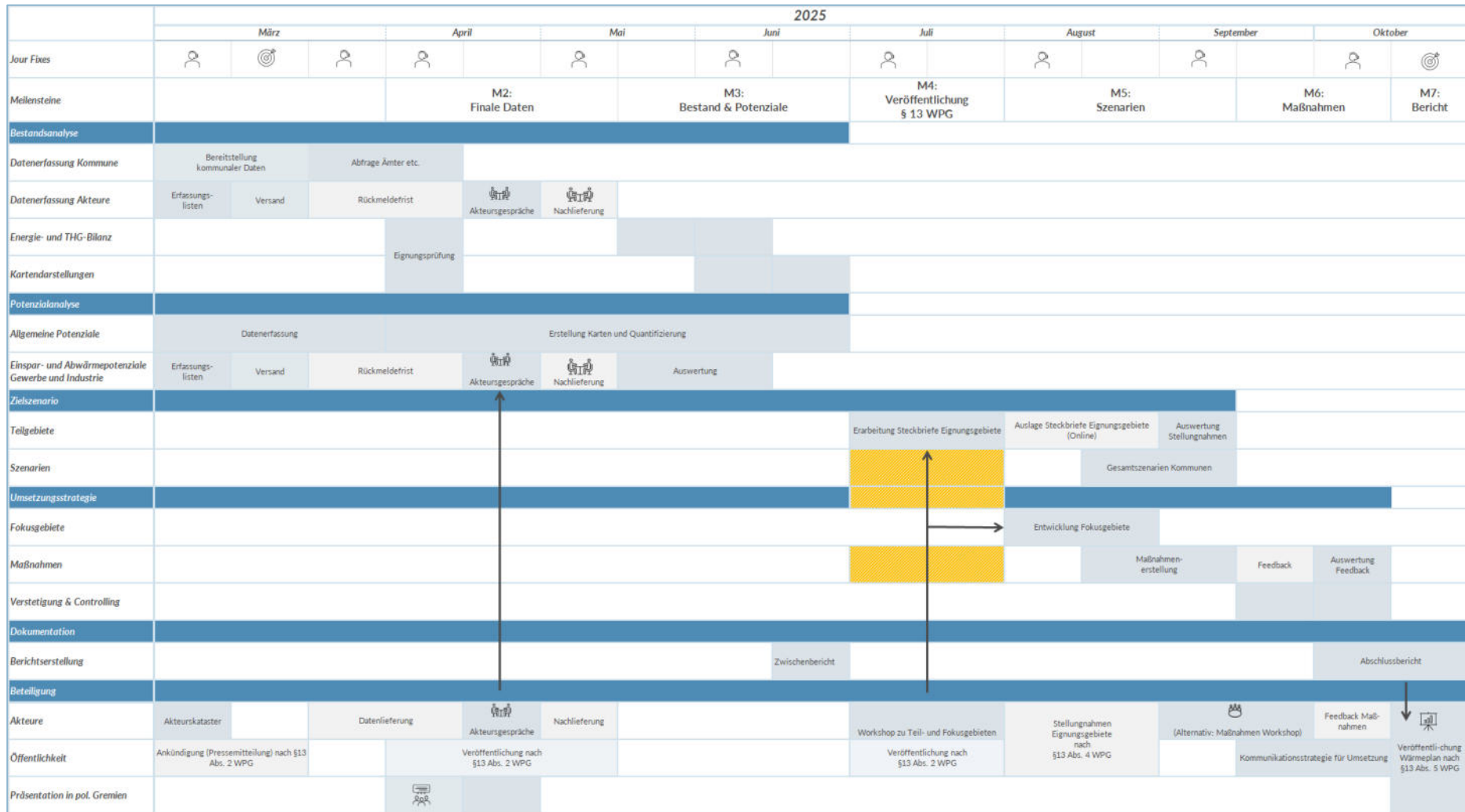


Abbildung 1-1 Zeitschiene Projekt VG Eisenberg nach Wiederaufnahme Projektbearbeitung (energielenker projects)

2 Bestandsanalyse

2.1 Beschreibung der Verbandsgemeinde Eisenberg

Die Verbandsgemeinde Eisenberg (Pfalz) liegt im Donnersbergkreis in Rheinland-Pfalz und bildet eine mittelgroße kommunale Gebietskörperschaft. Sie umfasst die Stadt Eisenberg (Pfalz) sowie die beiden Ortsgemeinden Ramsen und Kerzenheim. Der Verwaltungssitz befindet sich in der Stadt Eisenberg (Pfalz). Mit rund 12.831 Einwohnern (Stand 2023) übernimmt die Verbandsgemeinde zentrale Aufgaben der Daseinsvorsorge, wie Verwaltung, Bildung, Infrastruktur und soziale Dienste, für die angeschlossenen Gemeinden. Die Region zeichnet sich durch eine Mischung aus städtischen Strukturen in Eisenberg und ländlich geprägten Bereichen in Ramsen und Kerzenheim aus, was sich auch in der Bevölkerungs- und Altersstruktur widerspiegelt.

2.1.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2023 lebten 12.831 Menschen in der Verbandsgemeinde (VG) Eisenberg. Laut der BBSR-Bevölkerungsprognose 2045 für den Donnersbergkreis ist bis 2040 insgesamt mit einem Bevölkerungsrückgang von rund 1,7 % zu rechnen. Übertragen auf die aktuelle Einwohnerzahl der VG Eisenberg entspräche dies einem Rückgang um etwa 220 Personen, sodass die Bevölkerung im Zieljahr 2045 voraussichtlich bei rund 12.600 Einwohnern liegen wird.

Die Prognose zeigt zudem deutliche Verschiebungen in der Altersstruktur:

- Die Zahl der unter 20-Jährigen sinkt leicht um etwa 1 % (rund -50 Personen).
- Die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (20 bis unter 67 Jahre) geht um etwa 10,4 % zurück (rund -950 Personen).
- Die Gruppe der über 67-Jährigen nimmt dagegen um rund 24,2 % zu (rund +580 Personen).

Damit ist zwar insgesamt nur ein leichter Bevölkerungsrückgang zu erwarten, gleichzeitig verschiebt sich die Altersstruktur deutlich in Richtung einer alternden Gesellschaft.

Tabelle 2-1: Altersgruppen nach Raumordnungsprognose 2045 - Donnersbergkreis (BBSR-Bevölkerungsprognose 2045, 2025)

Altersgruppe	Bevölkerungsentwicklung 2022 bis 2045 in %
0 bis unter 20 Jahre	-1,0
20 bis unter 67 Jahre	-10,4
67 Jahre und älter	+24,2
Gesamtsumme	-1,7

2.1.2 Wirtschaft

Wirtschaftlich ist die Verbandsgemeinde durch kleine und mittlere Unternehmen geprägt, die überwiegend im Handel, Handwerk und Dienstleistungssektor tätig sind. Landwirtschaft und Weinbau haben in den ländlichen Ortsteilen weiterhin eine wichtige Bedeutung. Die zentrale Lage von Eisenberg innerhalb des Donnersbergkreises, die Anbindung an überregionale Verkehrsachsen sowie die vorhandene Infrastruktur für Bildung, Versorgung und öffentliche Dienstleistungen stärken die Funktion der Verbandsgemeinde als regionales Mittelzentrum.

Besonderes Augenmerk liegt auf dem Industriegebiet im Norden der Kernstadt Eisenberg. Hier sind unter anderem eine Eisengießerei und eine Ziegelbrennerei ansässig, die einen zentralen Beitrag zur wirtschaftlichen Struktur und Beschäftigung in der Verbandsgemeinde leisten. Neben diesen traditionellen Industrieunternehmen haben sich in den letzten Jahren auch Betriebe aus dem Bereich Maschinenbau, Metallverarbeitung und Logistik angesiedelt, was die Diversität der Wirtschaft erhöht.

2.1.3 Gebäudebestand

Insgesamt gibt es auf dem Gebiet von Eisenberg 4.088 Gebäude. Rund 97 % hiervon sind Wohngebäude, die restlichen 3 % sind Nicht-Wohngebäude des Wirtschaftssektors (2 %) oder öffentliche Gebäude (1 %). Einfamilienhäuser machen 65 % der Wohngebäude auf dem Stadtgebiet aus.

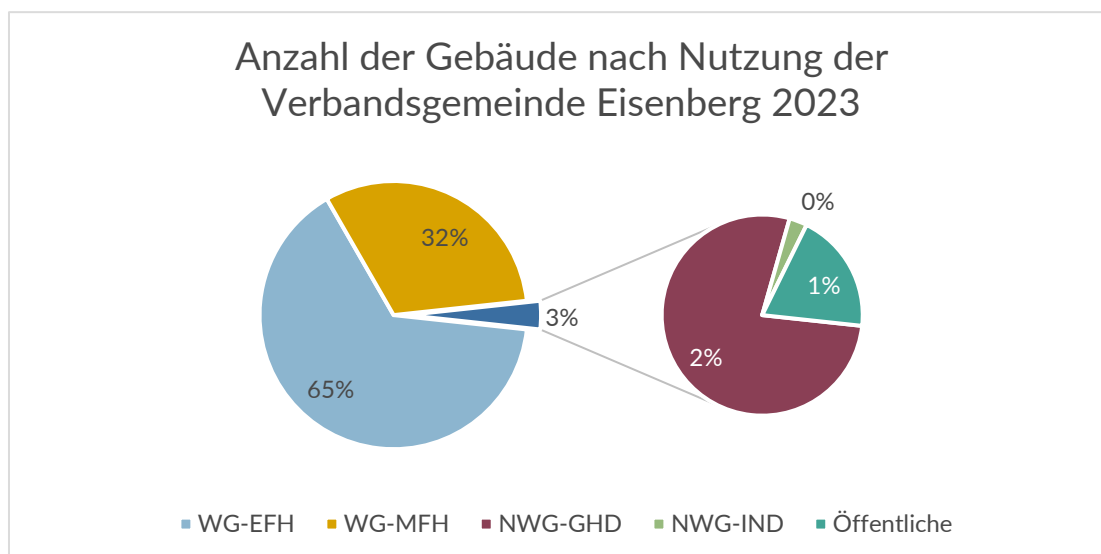


Abbildung 2-1 Wärmebedarf nach Gebäudetyp, Stand 2023

Anmerkung zu Darstellung der Daten und Datenschutz

Die Baualtersklassen wurden aus den Zensusdaten erhoben. Laut der Datenschutzverordnung dürfen die Angaben zu den Baualtersklassen nur in aggregierter Form bereitgestellt werden. Sind unter 5 Adressen in einer Geokoordinate einer Gitterzelle mit einer Seitenlänge von 100 m erhalten, können die Angaben nicht veröffentlicht werden. Daher können manche Baualtersklassen nicht abgebildet werden.

2.1.4 Heizungsanlagen im Bestand

Der Heizungsbestand in der VB Eisenberg konzentriert sich entsprechend Abbildung 2-2 auf die Nutzung von Erdgas als Hauptbrennstoffquelle. Daneben stehen in den Gebäuden zahlreiche Heizanlagen für die Nutzung von Biomasse zur Verfügung, die vor allem Kamine für Scheitholz umfassen. Durch die unterschiedliche Nutzungsdauer weicht die Struktur der Heizungsanlagen von der in den kommenden beschriebenen Brennstoffnutzung ab.

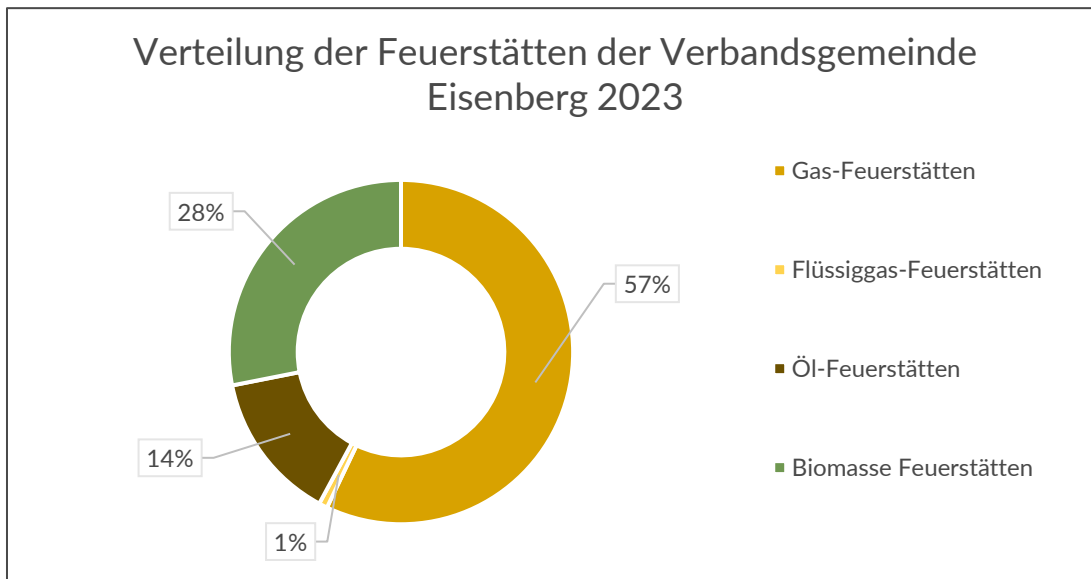


Abbildung 2-2 Heizungsanlagen nach Brennstoffart, Stand 2023

Mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) soll ein Beitrag des Gebäudesektors sowohl für den Klimaschutz als auch den Ressourcenschutz sichergestellt werden. Das Gesetz beinhaltet dabei Anforderungen für die Gebäudehülle als auch die Heizungssysteme. Bei Letzteren wurden mit der ersten Veröffentlichung 2019 Austauschpflichten eingeführt, die mit der Novellierung 2023 eingeschränkt wurden. Das GEG schreibt konkret vor, dass Öl- und Gasheizungen, die älter als 30 Jahre sind und keine Brennwert- oder Niedertemperaturanlagen sind, ausgetauscht werden sollen. Ausnahmeregelungen gestatten dabei in vielen Fällen den Weiterbetrieb, bei einem Eigentümerübergang entfallen diese jedoch weitgehend.

Brennwertheizungen gewinnen aus dem Abgas die Kondensationswärme zurück, sodass sie gegenüber dem Heizwert des eingesetzten Brennstoffes einen Wirkungsgrad von bis zu 109 % erreichen können (bezogen auf den Brennwert 94-98 %). Konventionelle Heizwertkessel und Niedertemperaturkessel liegen mit jeweils 80-90 % bzw. 88-92 % deutlich unter diesem Wert. Daraus resultiert im Sinne des Klimaschutzes und der Ressourceneffizienz ein vorrangiger Austausch der letztgenannten Heizungssysteme als geeignete Maßnahme.

Aus den zur Verfügung gestellten Schornsteinfegerdaten stellt Abbildung 2-3 die Anzahl der Heizungen nach Baujahr dar. In der VB Eisenberg sind derzeit über 546 Heizungen älter als 30 Jahre. Neben den rechtlichen Anforderungen haben diese Heizungsanlagen auch das Ende ihrer technischen Nutzungszeit erreicht. Dieser Wert zeigt daher für die nächsten Jahre einen hohen Austauschbedarf an. Für einen großen Teil der Eigentümer stellt diese Aufgabe eine wirtschaftliche Herausforderung dar.

Zusätzlich zu den Austauschpflichten hat der Gesetzgeber umfangreiche Fördermaßnahmen für den Austausch von Heizungsanlagen geschaffen. Eigentümer älterer Heizungen erhalten bis Dezember 2028 für den Ersatz der Heizungsanlage durch eine klimafreundliche Alternative einen Förderbonus von 20 %, in den nachfolgenden Jahren verringert sich dieser.¹ Die Gesamtförderung beträgt damit mindestens 50 % der Kosten.

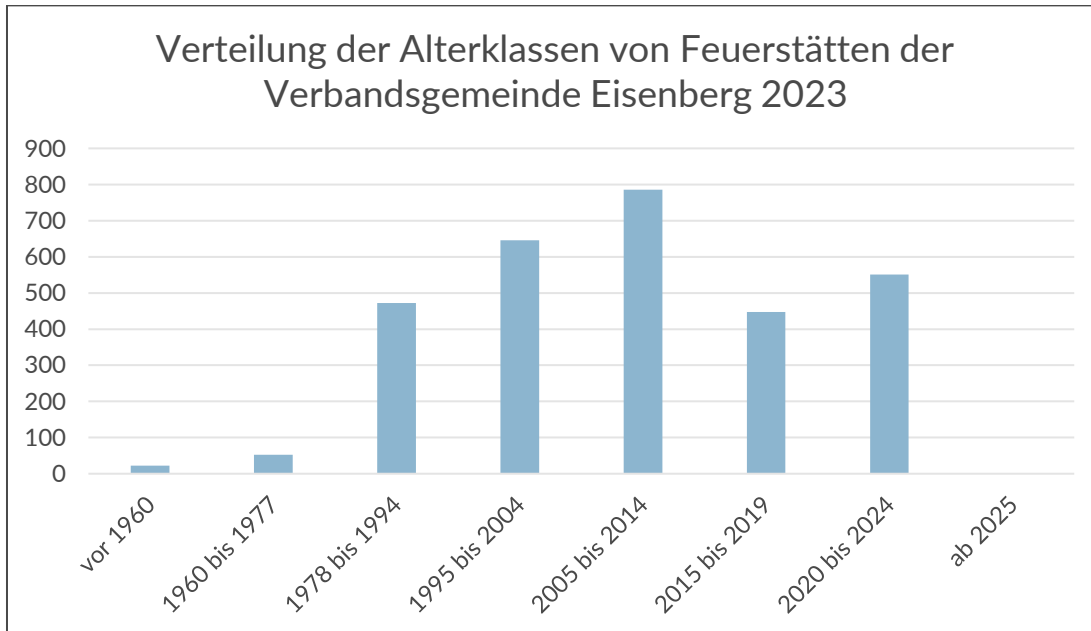


Abbildung 2-3 Anzahl der Heizungen nach Baujahr, Stand 2023

Im Jahr 2023 verfügte die Verbandsgemeinde Eisenberg über insgesamt 2.977 Feuerstätten. Der Großteil wurde zwischen 1978 und 2014 installiert, wobei 472 Anlagen aus den Jahren 1978 bis 1994 stammen, 646 Anlagen aus den Jahren 1995 bis 2004 und 786 Anlagen aus den Jahren 2005 bis 2014. Jüngere Feuerstätten aus den Jahren 2015 bis 2019 und 2020 bis 2024 machen 447 bzw. 551 Anlagen aus. Sehr alte Anlagen, die vor 1960 beziehungsweise zwischen 1960 und 1977 errichtet wurden, sind mit 22 beziehungsweise 52 Feuerstätten nur gering vertreten. Feuerstätten ab 2025 sind praktisch nicht vorhanden. Die Altersverteilung zeigt insgesamt, dass die überwiegende Zahl der Feuerstätten in einem mittleren Altersbereich liegt, während sehr alte und sehr neue Anlagen nur einen kleinen Anteil ausmachen.

¹ Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM), Abs. 8.4.4

2.2 Energie- und THG-Bilanz

Um eine nachhaltige Wärmestrategie zu entwickeln, ist es zunächst notwendig die aktuelle Situation zu analysieren und darzustellen. Im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung wird insbesondere der Wärmesektor betrachtet. Daher fließen in die Bilanzierung ausschließlich die Energieverbrauchsdaten für die Wärmeversorgung der VG Eisenberg ein, während die Sektoren Verkehr, Strom und Landwirtschaft nicht bilanziert werden. Hierfür werden die aggregierten Energieversorgungsdaten der Energieversorger als Basis für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Energieträger ausgewertet. In Eisenberg umfasst dies den Verbrauch von Heizstrom (insbesondere den Wärmestrom) und Gas.

Für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger, wie beispielsweise Heizöl, Kohle oder Biomasse werden die Daten der Bezirksschornsteinfeger in Eisenberg, sowie die Endenergieverbräuche der kommunalen Gebäude hinzugezogen. Aus den Daten der Bezirksschornsteinfeger kann sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (nach Energieträgern) als auch eine Einteilung in Leistungs- sowie Altersklassen erfolgen. Um von der Anlagenleistung der Öl- und Biomasseheizungen auf die eingesetzte Endenergiemenge schließen zu können, werden nutzungs- bzw. artspezifische Volllaststunden angenommen.

Die verbrauchte Menge an Umweltwärme kann nur über den abgerechneten Wärmepumpenstrom abgeschätzt werden. Hierzu wird eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe angenommen und daraus die Wärmeerzeugung berechnet. Zur Verfügung stehen somit nur die über einen separaten Zähler bzw. Tarif abgerechneten oder bezogenen Mengen an Strom.

Für die Erstellung von Reduktionsszenarien ist die Definition einer Ausgangsbilanz erforderlich. Aufgrund der Daten aus verschiedenen Quellen und Jahren (2022-2023) sowie notwendigen Hochrechnungen, ist sie als Annäherung an den tatsächlichen Endenergieeinsatz zu verstehen.

Die Ausgangsbilanz dient als Grundlage, um nach der Bewertung verschiedener Einsparpotenziale in den Sektoren „Private Haushalte“, „Wirtschaft“ und „Kommunale Liegenschaften“ den Endenergiebedarf für das Zieljahr 2040 zu prognostizieren.

Ein interkommunaler Vergleich dieser Bilanz ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede sehr hohen Einfluss auf die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) von Kommunen haben können.

Der Wärmebedarf der VG Eisenberg wurde differenziert nach Energieträgern berechnet. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Erdgas) wurden vom Netzbetreiber, den Gemeindewerken Eisenberg, bereitgestellt. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die kommuneigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Gemeindeverwaltung erhoben und übermittelt.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger werden in der Regel zur Wärmeerzeugung genutzt. Hierzu zählen etwa Heizöl, Biomasse, Flüssiggas, Steinkohle, Umweltwärme und Solarthermie. Die Erfassung der Wärmebedarfsmengen der Gebäude mit diesen Energieträgern und aller weiteren, die nicht durch die Netzbetreiber und Schornsteinfeger bereitgestellten Daten, erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten. Dies geschieht auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornsteinfegerinnung sowie BAFA-Förderdaten.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der VG Eisenberg für das Bilanzjahr 2023 dargestellt. Das Jahr 2023 wurde aufgrund der vollständigen Datenlage herangezogen, da für die Folgejahre zum Zeitpunkt der Datenerhebung die Vollständigkeit der Daten nicht gegeben war. Neben den Endenergien werden auch die Primärenergien sowie die Treibhausgasemissionen erfasst. Als Grundlage für alle Kostenberechnungen wurde der Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) genutzt.

Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch bezieht sich auf die gesamte Energie, die in der Natur verfügbar ist und der Energienutzung zugeführt wird, bevor sie in nutzbare Formen umgewandelt wird. Primärenergie umfasst alle natürlichen Energiequellen wie Kohle, Erdöl, Erdgas, erneuerbare Energien (Sonne, Wind, Wasser) oder Kernenergie.

Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch bezeichnet die Menge an Energie, die den Endverbrauchern (Haushalten, Industrie, Verkehr etc.) tatsächlich zur Verfügung steht und direkt genutzt wird. Es handelt sich also um die Energie, die nach der Umwandlung und dem Transport bei den Verbrauchern ankommt, z. B. in Form von Elektrizität, Benzin, Erdgas oder Fernwärme.

Die Energieverbräuche werden auf Basis der vorliegenden Verbrauchsdaten und die THG-Emissionen auf Basis der Primärenergie anhand von Life Cycle Analysis (LCA)-Parametern beschrieben. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Gemeindegebiet lässt sich damit gut monitoren.

THG-Emissionsfaktoren

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig.

Die empfohlenen THG-Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung), des GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes (UBA). Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. Stickstoffmonoxid (N₂O) und Methan (CH₄)) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) inklusive energiebezogener Vorketten mit ein. Hinsichtlich des Emissionsfaktors für Strom gilt, dass gemäß BSKO (Standardbilanzierung der Kommunen für Treibhausgase) der Bundesstrommix herangezogen wird. In Tabelle 2-2 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt:

Tabelle 2-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2024 (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO _{2e} /kWh]			
Strom	472	Flüssiggas	276
Heizöl	318	Braunkohle	445
Erdgas	247	Steinkohle	433
Holz	22	Heizstrom	472
Umweltwärme	148	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	23	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	121	Benzin	322
Abfall	27	Diesel	327
Kerosin	322	Biodiesel	111

Für die Szenarien-Erstellung werden die Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024) genutzt. Diese sind für die betrachteten Jahre in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2045 in fünfjahresritten aus dem Technikkatalog Juni 2024 (Tab 1)

Emissionsfaktoren der Energieträger in [gCO₂e/kWh]	2025	2030	2035	2040	2045
<i>Heizöl</i>	310	310	310	310	310
<i>Erdgas</i>	240	240	240	240	240
<i>Braunkohle</i>	430	430	430	430	430
<i>Steinkohle</i>	400	400	400	400	400
<i>Holz</i>	20	20	20	20	20
<i>Biogas</i>	137	133	130	126	123
<i>Solarthermie</i>	0	0	0	0	0
<i>Umweltwärme*</i>	81	34	14	8	5
<i>Verbrennung von Siedlungsabfällen</i>	20	20	20	20	20
<i>Abwärme aus Prozessen</i>	39	38	37	36	35
<i>Strom</i>	260	110	45	25	15

* Für Wärmepumpen wird auf Basis einer Jahresarbeitszahl von 3,2 der Emissionsfaktor für Strom eingesetzt. Daraus ergeben sich die hier berechneten Werte.

Gebäudescharfer Wärmebedarf

Für die Darstellung des Wärmebedarfs auf Gebäudeebene wurden unterschiedliche Quellen kombiniert. Vom Gasversorger wurden straßenscharfe Verbrauchsdaten zur Verfügung gestellt. Es wurden Daten aus den Kehrbüchern der örtlichen Schornsteinfeger verwendet, die Informationen über einen Großteil der nicht leitungsgebundenen Versorgung liefern. Alle Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung ausgewiesen werden konnten, sind als nichtleitungsgebunden gekennzeichnet. Die Versorgung mit Heizöl, Biomasse, Wärmepumpe oder sonstigen nichtleitungsgebundenen Energieträgern kann daher nicht weiter unterschieden werden. Für diese Gebäude wurden Wärmebedarfswerte über die Nutzfläche und, soweit vorhanden, einen mittleren spezifischen Wärmebedarf der leitungsgebundenen Versorgung des Baublocks berechnet. In Tabelle 2-4 sind die jeweils genutzten Werte nach Energieträger aufgeführt.

Tabelle 2-4: Datengüte des Wärmeverbrauchs

Energieträger	Zuordnung Energieträger	Wärmeverbrauch/-bedarf
Wärmenetz	Keine	Keine
Erdgas	Hausanschlüsse	Straßenweise
Umweltwärme / Wärmepumpe	Zensus 2022	Berechnet
	Zensus 2022	
Heizöl	Schornsteinfeger/Zensus 2022	Berechnet
Biomasse		
Weitere (z.B. Solarthermie)	Keine Berücksichtigung	Keine Berücksichtigung

2.2.1 Wärmeverbrauch VG Eisenberg

Abbildung 2-4 zeigt den Wärmeverbrauch aufgeschlüsselt nach Sektoren und Energieträgern. Aus der Darstellung wird deutlich, dass im Bilanzjahr 2023 der Wirtschaftssektor mit rund 121.000 MWh (55 %) den größten Anteil am gesamten Wärmeverbrauch hatte. Darauf folgt der private Sektor mit etwa 98.000 MWh (44 %). Öffentliche Einrichtungen trugen mit lediglich 2.000 MWh rund 1 % zum Gesamtverbrauch bei. Insgesamt wird deutlich, dass Gas über alle Sektoren hinweg der am häufigsten verwendete Energieträger ist mit ca. 95 %. Insgesamt hat die VG Eisenberg ein Wärmeverbrauch von 220 GWh im Bilanzjahr 2023.

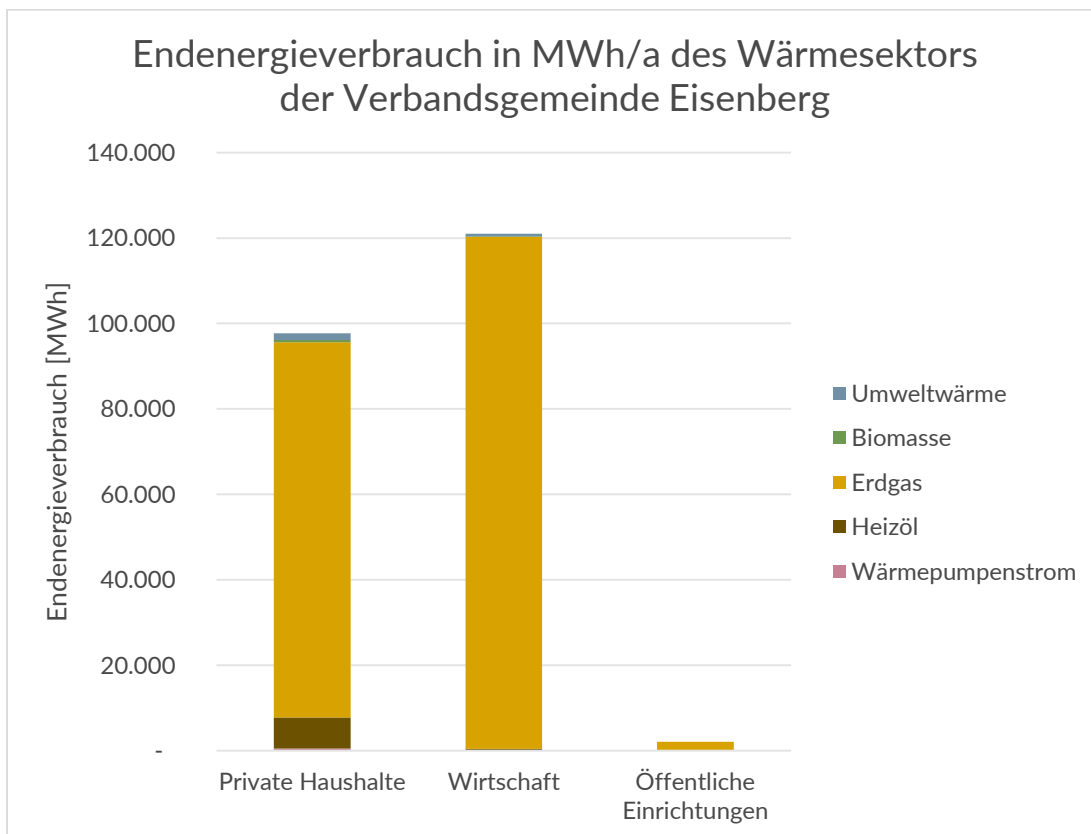


Abbildung 2-4: Wärmeverbrauch der VG Eisenberg nach Energieträger im Bilanzjahr 2023 (eigene Darstellung)

2.2.2 THG-Emissionen in der VG Eisenberg

Nachfolgend werden die Ergebnisse der THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern dargestellt und im Anschluss die Emissionen pro Einwohner*in erläutert.

Im Bilanzjahr 2023 verzeichnet die VG Eisenberg in den Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Wirtschaft insgesamt knapp 53.000 tCO₂e an Treibhausgasemissionen.

Abbildung 2-5 zeigt die Verteilung der Emissionen nach Energieträgern und Sektoren. Der Wirtschaftssektor verursacht mit rund 29.000 tCO₂e (55 %) den größten Anteil der Emissionen. Die privaten Haushalte folgen mit etwa 24.000 tCO₂e (44 %). Öffentliche Einrichtungen tragen mit rund 500 tCO₂e lediglich 1 % zum Gesamtausstoß bei.

Die Betrachtung der THG-Emissionen nach Energieträgern (Abbildung 2-5) verdeutlicht erneut die dominierende Rolle fossiler Energieträger. Während erneuerbare Wärme nur einen geringen Anteil an den Emissionen hat, stammt der Großteil der Treibhausgase aus der Nutzung von Heizöl und Erdgas.

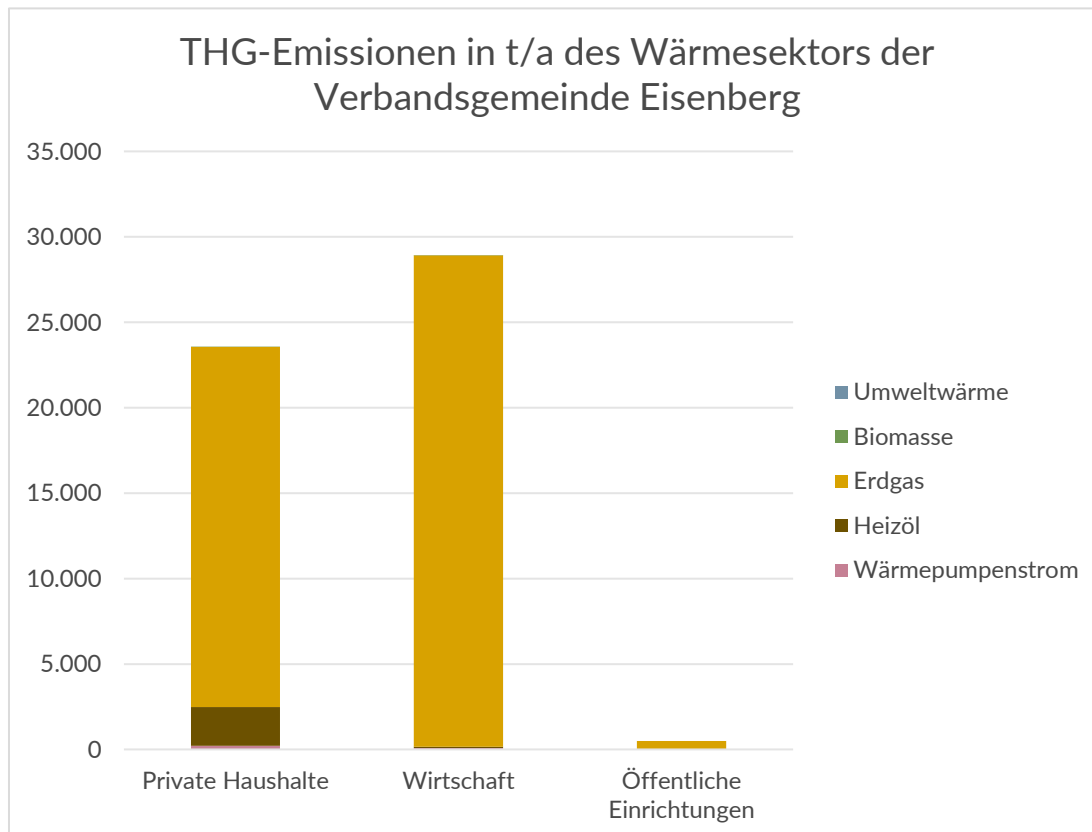


Abbildung 2-5: THG-Emissionen nach Energieträgern für das Jahr 2022 (Quelle: eigene Darstellung)

THG-Emissionen pro Einwohner

Die in Abbildung 2-6 dargestellten sektorspezifischen THG-Emissionen im Bereich Wohnen wurden auf die Einwohnerzahl der VG Eisenberg bezogen. Im Jahr 2023 lebten dort 13.831 Personen. Daraus ergeben sich im Sektor Wohnen THG-Emissionen von 3,8 tCO₂e pro Person.

Damit liegt der Wert deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von rund 2,3 tCO₂e pro Person. Dies macht deutlich, dass die Emissionen im Sektor Wohnen in der VG Eisenberg im Vergleich zur bundesweiten Situation überdurchschnittlich hoch sind und ein erhebliches Reduktionspotenzial aufweisen.

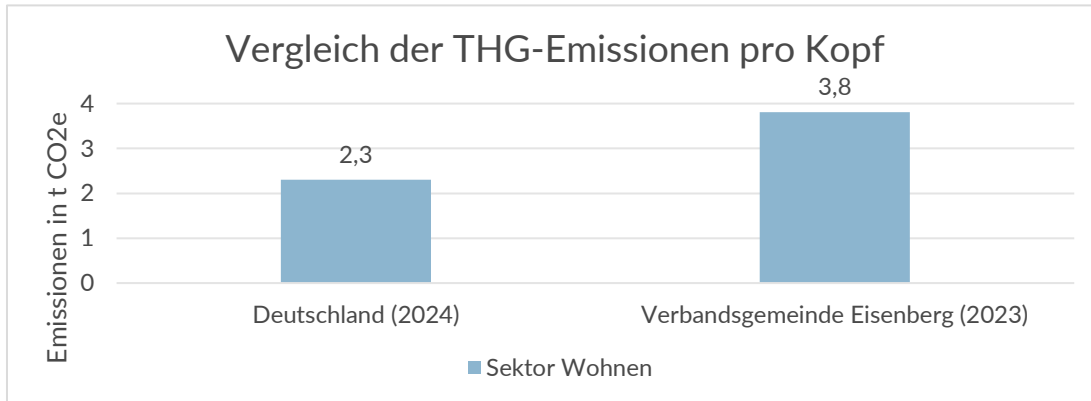


Abbildung 2-6: THG-Emissionen pro Einwohner

2.2.3 Zusammenfassung

Im Jahr 2023 betrug der Endenergieverbrauch für Wärme in Eisenberg in den Sektoren Wirtschaft, private Haushalte und öffentliche Einrichtungen insgesamt etwa 218 GWh. Der größte Anteil entfiel dabei auf den Sektor Wirtschaft mit 55 %, gefolgt von privaten Haushalten mit 44 %. Die öffentlichen Einrichtungen trugen mit lediglich 1 % zum Endenergieverbrauch bei.

Die Aufschlüsselung nach Energieträgern für 2023 zeigt, dass Erdgas mit Abstand den größten Anteil am Wärmeverbrauch hatte. Heizöl spielte hingegen nur eine untergeordnete Rolle. Zusammengenommen erreichten erneuerbare Energien wie Wärmepumpenstrom, Biomasse und Umweltwärme lediglich etwa die Hälfte des Heizölanteils.

Die aus dem Endenergieverbrauch resultierenden Treibhausgasemissionen im Jahr 2023 summierten sich für die Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und öffentliche Einrichtungen auf 53.000 tCO₂e. Die Verteilung der Emissionen entsprach weitgehend der Verteilung des Endenergieverbrauchs in den jeweiligen Sektoren.

Bezogen auf die Einwohnerzahl von Eisenberg ergibt sich aus den THG-Emissionen der Sektoren Gebäude und Verkehr ein Wert von etwa 3,8 t CO₂e pro Jahr und Einwohner.

Durch die Bilanz konnte der Wärmeverbrauch in Eisenberg für das Jahr 2023 genau dargestellt werden. Hierauf aufbauend lassen sich, zusammen mit den Potenzialen, spezifische Szenarien für die VG Eisenberg ausarbeiten.

Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Gemeindegebiet lässt sich damit gut nachzeichnen.

2.3 Wärmebedarf auf Baublockebene

Im Folgenden werden alle kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse beschrieben.

2.3.1 Überwiegende Gebäudenutzung

In Abbildung 2-7 ist die überwiegende Gebäudenutzung der VG Eisenberg für die erstellten Baublöcke dargestellt. Die überwiegende Gebäudenutzung ist in Wohngebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie kategorisiert.

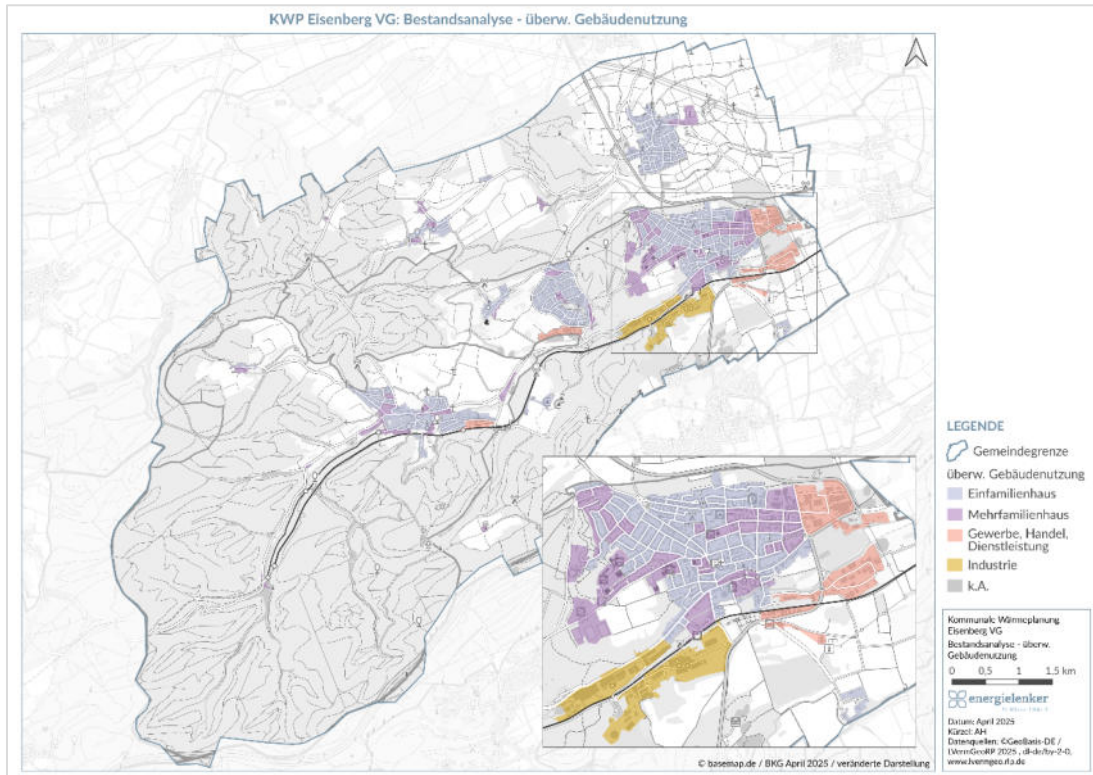


Abbildung 2-7 Überwiegende Gebäudenutzung in der VG Eisenberg

2.3.2 Überwiegende Baualtersklasse

In Abbildung 2-8 sind die überwiegenden Baualtersklassen der Baublöcke dargestellt. Der Großteil der Gebäude ist zwischen 1949 und 1978 erbaut.

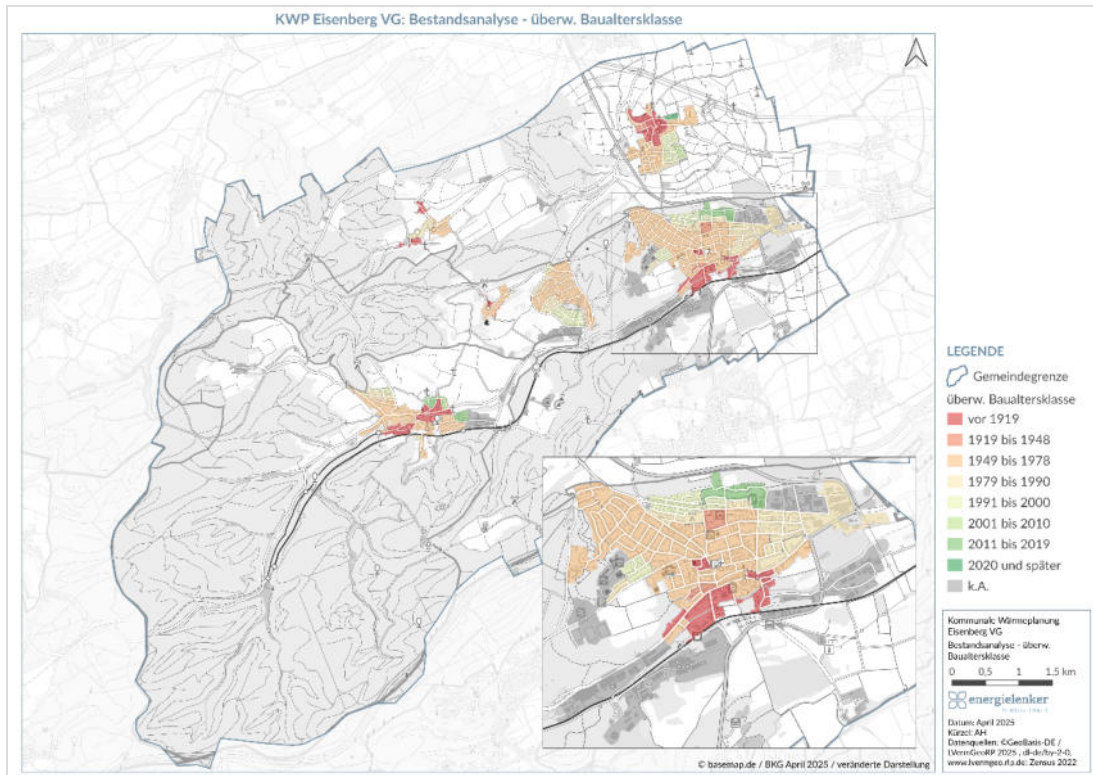


Abbildung 2-8 Überwiegende Baualtersklassen in der VG Eisenberg

Hierzu wurde die Baualtersklasse eines Gebiets von der Kommune bereitgestellt und allen Gebäuden und Baublöcken in diesem Gebiet zugeordnet. Dies bildet also nur einen Durchschnittswert ab, der bspw. Nachverdichtungen nicht berücksichtigt.

Information

Das Kartenmaterial basiert auf eigens erstellten Baublöcken. Diese Baublöcke sind nach siedlungstypischen Merkmalen wie Hauptstraßen, Freiflächen, Gebäuden etc. im Gemeindegebiet abgegrenzt. Umfasst werden hier mindestens 5 Gebäude je Baublock. In den nachfolgenden Kapiteln werden einige Ergebnisse als überwiegendes Merkmal je Baublock dargestellt. Diese Merkmale können bspw. eine vorherrschende Baualtersklasse oder auch Energieträger je Baublock darstellen. Diese Darstellungsweise ermöglicht es, verschiedene Merkmale der Gebäude anzuzeigen, auch wenn keine gebäudescharfen Daten vorliegen, und gleichzeitig datenschutzrechtliche Aspekte zu wahren.

2.3.3 Wärmebedarf

Für die Berücksichtigung eines möglichst hohen Anteils an Realdaten wurden primär adressenspezifische Verbrauchsdaten verwendet. Das waren z. B. die Daten der kommunalen Liegenschaften bzw. Informationen aus Datenabfragen und Akteursgesprächen sowie die adressscharfen Verbrauchswerte der leitungsgebundenen Energieträger.

Im nächsten Schritt wurden die baublockspezifischen Verbrauchsdaten auf die enthaltenen Einzeladressen ohne gebäudespezifischen Verbrauchswert aufgeteilt.

Allen übrigen nicht-leitungsgebundenen Gebäuden wurden spezifische Verbrauchswerte von ähnlichen Gebäuden zugewiesen. Dazu wurden die baublockbezogenen Gasverbrauchsdaten auf die Einzelgebäude anhand deren beheizter Nutzflächen, Nutzung und Baualterklassen aufgeteilt.

Aufgrund der Datengrundlage wurden alle Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung ausgewiesen werden konnten, als nichtleitungsgebunden bezeichnet. Die Versorgung mit Heizöl, Biomasse, Wärmepumpe oder sonstigen nichtleitungsgebundenen Energieträgern kann daher nicht weiter unterschieden werden. Die Kkehrbuchdaten konnten aufgrund der Straßenbezugsebene nicht für die Berechnung der adressscharfen Bedarfe herangezogen werden.

Um die jahresübergreifende Witterung auszugleichen und um eine wetterunabhängige Ausgangsbasis für die Wärmeplanung bereitzustellen, wurden die Verbräuche und die ermittelten Wärmebedarfe mit den Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes witterungsbereinigt (Deutscher Wetterdienst, 2023).

Für die Darstellung der Wärmeverbräuche bzw. -bedarfe (im Folgenden nur noch als Wärmebedarf benannt) wurden anschließend die gebäudescharfen Daten auf Baublockebene aggregiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2-9 dargestellt. Auf Basis der Modellierung des gebäudescharfen Wärmebedarfs ergibt sich für das Basisjahr ein Wärmebedarf von 220 GWh in der VG Eisenberg.

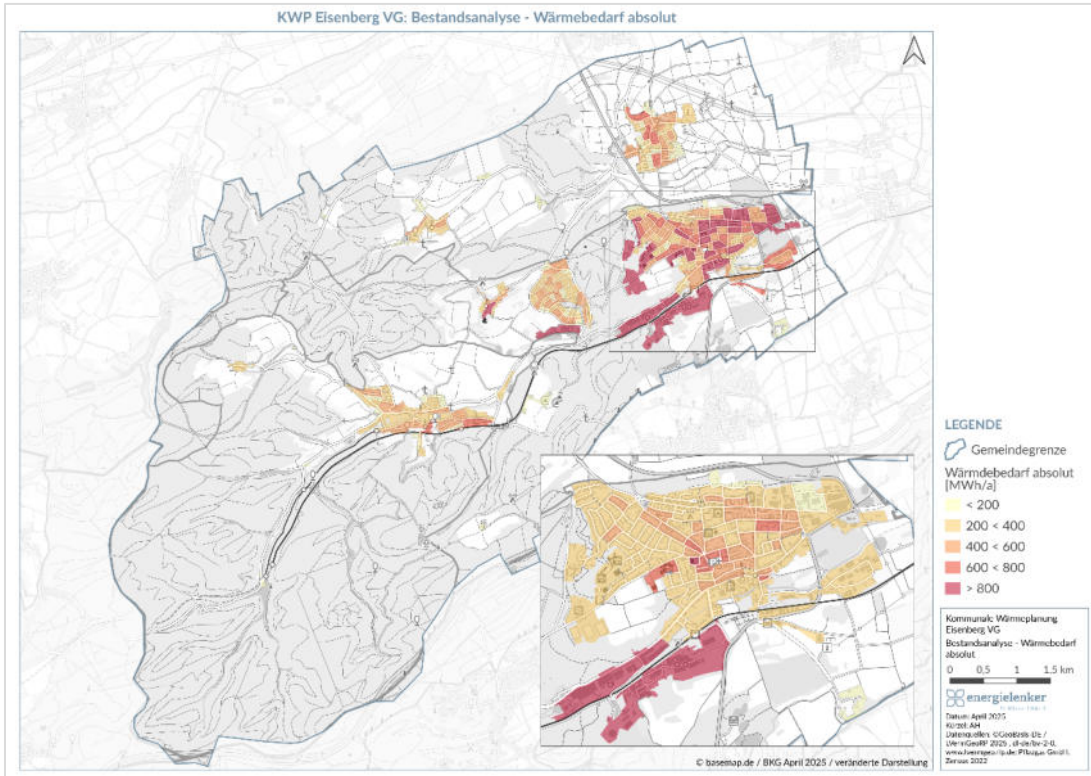


Abbildung 2-9: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr 2023 der VG Eisenberg

In Abbildung 2-10 ist die Wärmedichte auf Baublockebene für die VG Eisenberg dargestellt. Wie zu erwarten ist insbesondere im Gemeindegebiet sowie in den Gewerbe-/Industriegebieten die Wärmedichte sehr hoch.

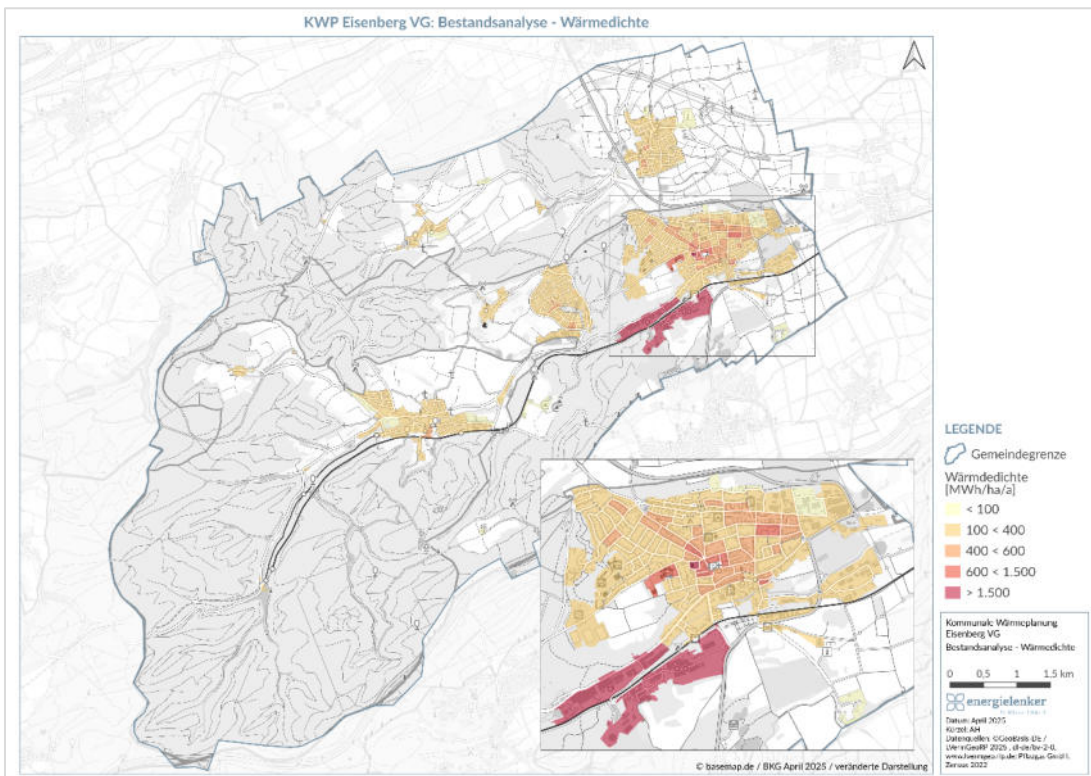


Abbildung 2-10: Wärmedichte 2023 auf Baublockebene in der VG Eisenberg

2.3.4 Wärmelinienichte

Ein weiterer, wichtiger Indikator, insbesondere für die Bewertung einer zentralen Wärmeversorgung, ist die Wärmelinienichte. Sie beschreibt die Wärmemenge, die pro Meter und Jahr entlang einer Straße transportiert werden muss, um alle Gebäude entlang dieser Straße mit Wärme zu versorgen. Eine hohe Wärmelinienichte deutet darauf hin, dass ein mögliches Wärmenetz eine hohe Wärmemenge über eine relativ kurze Strecke transportiert, was auf eine effiziente Nutzung der Leitungen hinweist, und ein Kriterium für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung ist. Hierzu werden die Gebäude anhand ihrer Adresse dem jeweiligen Straßenzug zugeordnet. Hierbei ist zu beachten, dass jede Wärmelinie für sich steht, d.h. es wird nicht berücksichtigt, dass im Falle eines Wärmenetzbaus über die Haupttrasse auch die Wärmemenge von angeschlossenen Straßenzügen transportiert werden muss.

Wie in Abbildung 2-11 dargestellt, sind in der VG Eisenberg hohe Wärmelinienichten insbesondere im Bereich des Gemeindegebiets mit dichter Bebauung zu finden.

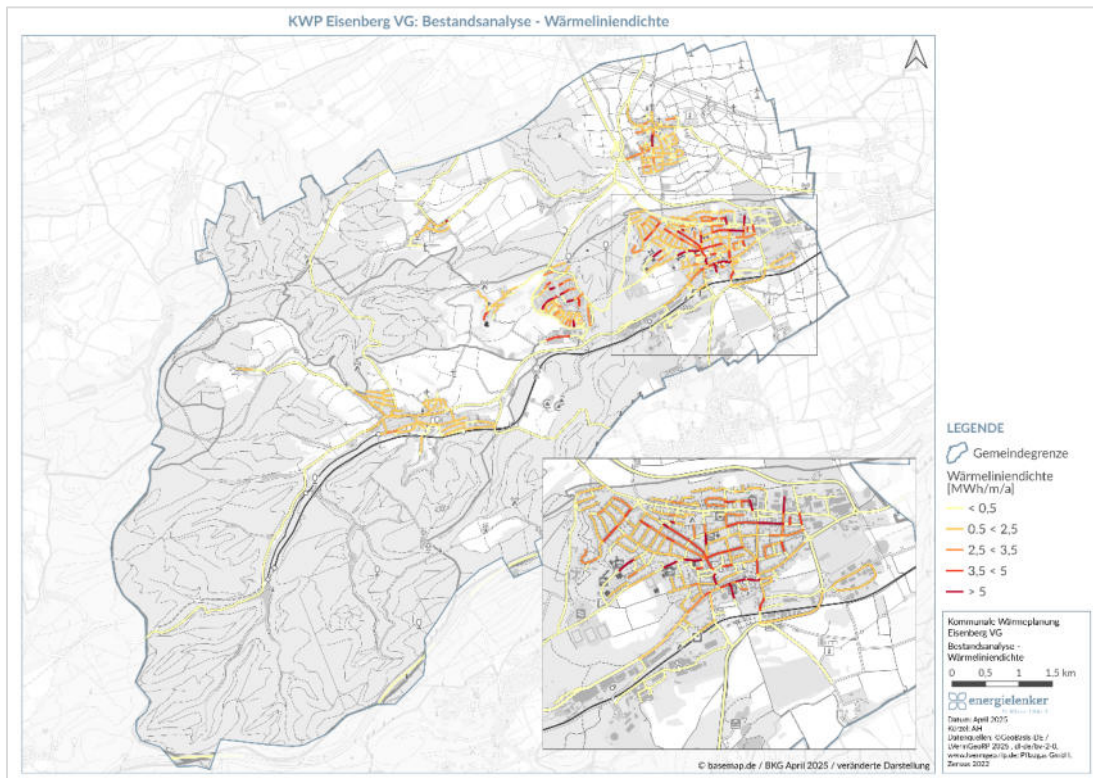


Abbildung 2-11: Wärmelinienichte der VG Eisenberg für das Basisjahr 2023

2.3.5 Überwiegender Energieträgeranteil

In Abbildung 2-12 ist die Verteilung der Versorgung nach Energieträgern bezogen auf die Gebäudeanzahl je Baublock dargestellt. Das gesamte Gemeindegebiet weist eine homogene Verteilung einer Gasversorgungsstruktur auf. Vereinzelt Baublöcke sind überwiegend durch Heizöl, Festbrennstoffe, Wärmepumpenstrom und Solarthermie/Geothermie versorgt.

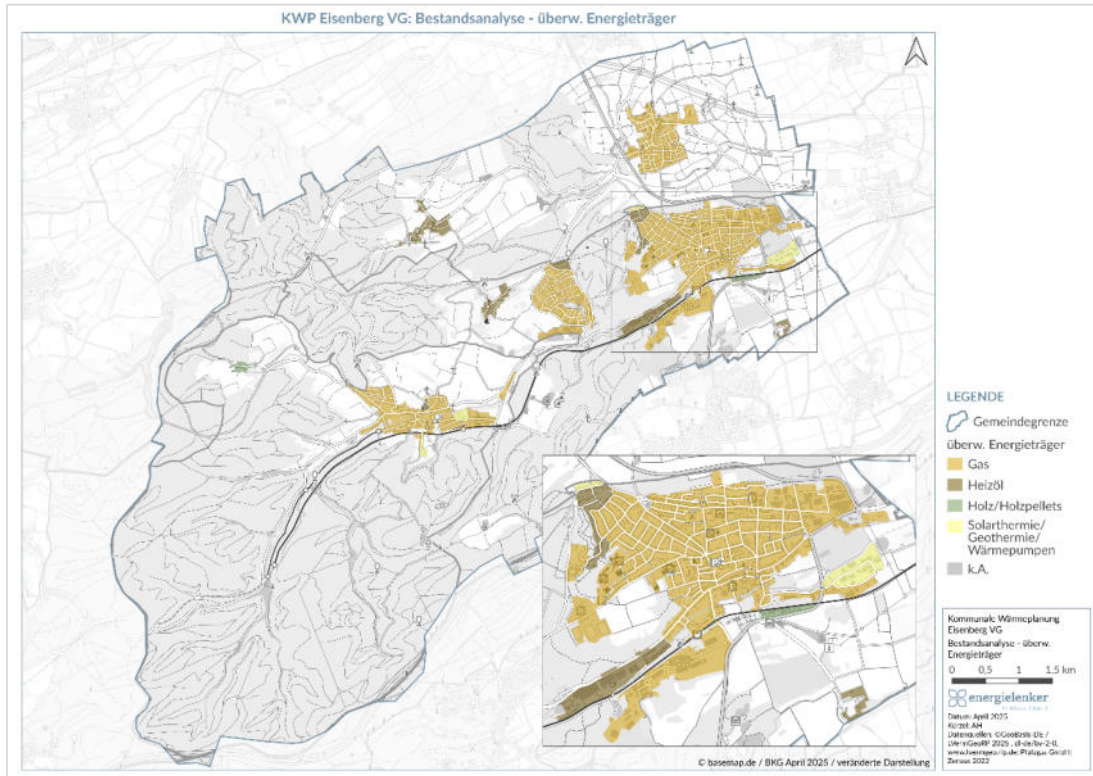


Abbildung 2-12: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der VG Eisenberg

2.3.6 Infrastrukturanalyse

Die Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde Eisenberg erfolgt vorrangig über Erdgas, die Siedlungs- und Gewerbegebiete nahezu vollständig mit dem Erdgasnetz erschlossen. Daneben spielt die dezentrale Versorgung über Heizöl und andere Energieträger eine Rolle. Wärmenetze sind nicht bekannt, in den Industrieunternehmen erfolgt jedoch bereits eine Abwärmenutzung und damit eine lokale Versorgung von Gebäuden über diese.

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass die bisherige Wärmeversorgung ausschließlich individuell erfolgt.

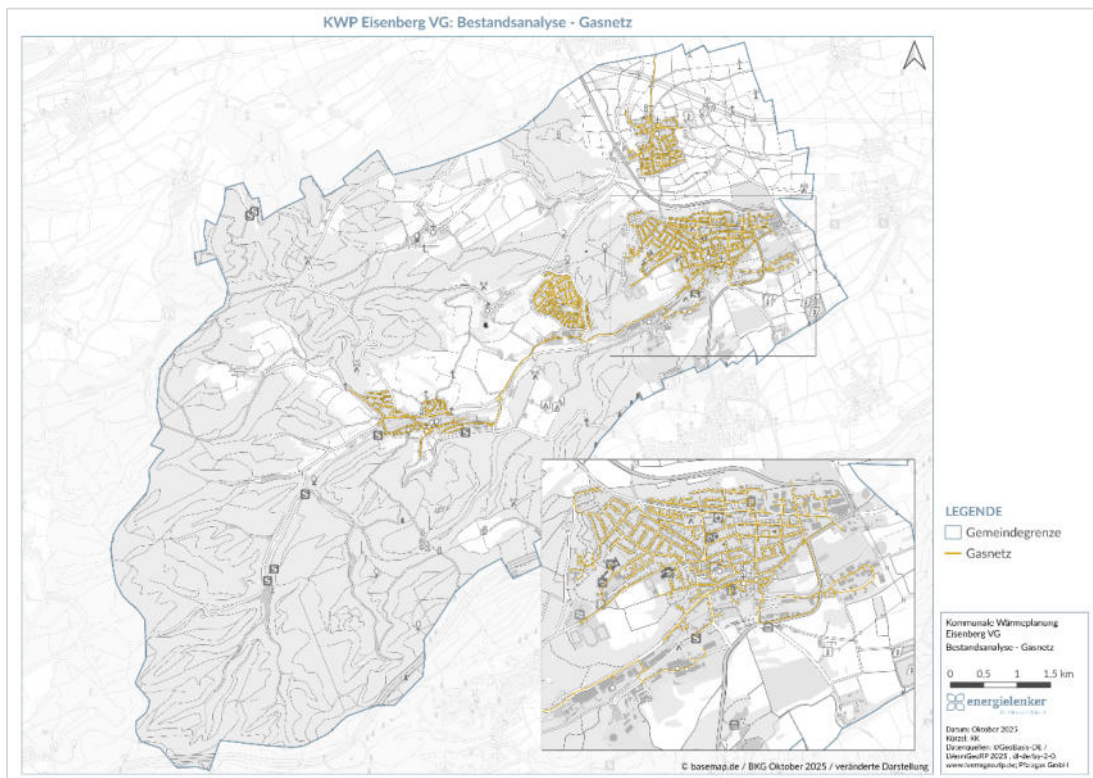


Abbildung 2-13 Lage des Gasnetzes in VG Eisenberg

3 Potenzialanalyse

Zur Erreichung der Klimaschutzziele müssen, neben der Dekarbonisierung des Stromsektors und der Nutzung erneuerbarer Stromquellen, auch die Potenziale lokaler Wärmequellen ausgeschöpft werden. Lokale Wärmequellen können u. a. Solarenergie, Geothermie, Grundwasser, Oberflächengewässer, Abwasser, Abwärme (z. B. aus dem Gewerbe) oder Biomasse sein. Erneuerbare Wärmequellen können sowohl auf Grundstücksebene als auch auf Quartiersebene über Quartiersansätze und Wärmenetze genutzt werden. Neben der Erzeugung und Verteilung der Wärme wird auch die Speicherung thermischer Energie eine wesentliche Rolle spielen.

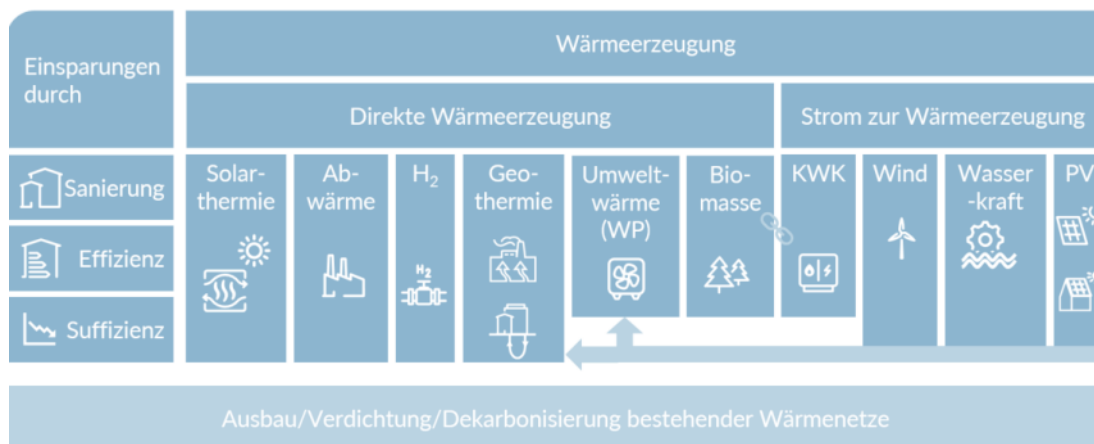


Abbildung 3-1: Übersicht zu potenziell relevanten Technologien zur Energieerzeugung im Gebiet der VG (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung sowie verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind die Grundlage für die im weiteren Verlauf aufgestellten Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Eisenberg und stellen theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren sind. Die ermittelten Potenziale werden in den nachfolgenden Unterabschnitten näher erläutert.

Information

Im Zuge der Potenzialanalyse werden zunächst die **Maximalpotenziale** für eine klimaneutrale Wärmeversorgung durch den Ausbau der EE im Gebiet der VG dargestellt. Hierbei werden beispielsweise sämtliche landwirtschaftliche Nutzflächen betrachtet. Ziel dieser Betrachtung ist aufzuzeigen, wie viel Potenzial die erneuerbaren Energien im Gebiet der VG bieten. Hierbei wird das theoretische Maximalpotenzial lediglich unter Abzügen von gesetzlichen und ökologischen Anforderungen wie Ausschlussflächen, Abstandsregelungen etc. dargestellt, ohne die Konkurrenznutzung miteinzubeziehen.

3.1 Wärmebedarfsentwicklung

Die Wärmewende kann nur durch ein abgestimmtes Zusammenspiel von Wärmeerzeugung und -bedarf erfolgreich umgesetzt werden. Aus Gründen der Nachhaltigkeit ist es ratsam, den Fokus auf die Reduktion des Wärmebedarfs zu legen, bevor die Erzeugung umgestellt wird. Daher ist es neben der Transformation der Wärmeerzeugung auch wichtig, potenzielle Wärmebedarfsreduktionen zu identifizieren. Mittel- und langfristig müssen die Energiebedarfe im Wärmesektor deutlich gesenkt werden, um eine klimaneutrale Gesamtwärmeversorgung der VG Eisenberg zu sozialverträglichen Kosten zu erreichen. Langfristig sollte auch die Effizienzsteigerung des Wärmenetzes durch Temperaturabsenkung in Betracht gezogen werden.

Die Gestaltung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Wärmeversorgung in Kommunen stellt eine der zentralen Herausforderungen im Kontext des Klimaschutzes dar. Insbesondere vor dem Hintergrund der Klimaziele und der Notwendigkeit, den CO₂-Ausstoß drastisch zu reduzieren, werden Städte und VG immer häufiger mit der Frage konfrontiert, wie ihre Wärmeversorgung optimiert werden kann, um sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile zu erzielen.

Die kommunale Wärmeplanung, die auf eine effiziente und ressourcenschonende Wärmebereitstellung abzielt, bietet zahlreiche Potenziale für Einsparungen im Bereich Wärmebedarf, Energieverbrauch und Emissionen. Zu den wichtigsten Hebeln in diesem Kontext gehören die Themen Sanierung, die Effizienz von Heizungsanlagen und der Gedanke der Suffizienz.

Suffizienz: Reduktion durch Verhaltensänderung

Neben der Effizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen gewinnt in der Diskussion um Einsparpotenziale zunehmend auch der Ansatz der Suffizienz an Bedeutung. Suffizienz bedeutet, den tatsächlichen Bedarf an Wärme zu hinterfragen und zu reduzieren, anstatt sich ausschließlich auf die Steigerung der Effizienz zu konzentrieren. Dieser Gedanke ist besonders im Kontext der kommunalen Wärmeplanung von Bedeutung, da er nicht nur ökologische Vorteile bietet, sondern auch soziale und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

Der Suffizienz-Ansatz kann auf verschiedene Weise in die kommunale Wärmeplanung der VG Eisenberg integriert werden. Beispielsweise durch eine verstärkte Sensibilisierung der Bürgern für einen bewussten Umgang mit Wärmeenergie, etwa durch niedrigere Raumtemperaturen oder eine gezielte Nutzung von Wärmequellen in öffentlichen Gebäuden. Auch die Optimierung von Nutzungszeiten und die Vermeidung von Wärmeüberschüssen können dazu beitragen, den Gesamtenergieverbrauch in der VG Eisenberg zu senken.

Ein weiterer Aspekt der Suffizienz ist die Reduktion des Energieverbrauchs durch den Ausbau von quartierspezifischen Lösungen, die eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung gewährleisten. In vielen Fällen ist es nicht notwendig, für jedes Gebäude individuell eine hohe Heizleistung bereitzustellen, wenn durch gemeinschaftliche Lösungen wie Wärmenetze oder effiziente lokale Speichertechnologien der Gesamtenergieverbrauch gesenkt werden kann. Auch in diesem Bereich erfordert die kommunale Wärmeplanung ein Umdenken, weg von einer rein leistungsorientierten Versorgung hin zu einem nachhaltigen Konzept, das mit weniger Energie auskommt.

Effizienzsteigerung durch moderne Heizsysteme

Neben der Reduktion des Konsums durch Verhaltensänderung spielt die Effizienz der Heizungsanlagen eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeversorgung. Moderne Heizsysteme, wie Brennwerttechnik, Wärmepumpen oder Wärmenetzsysteme, bieten erhebliche Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs. Die Umstellung von alten Heizkesseln auf Brennwerttechnologie kann nicht nur die Energieeffizienz steigern, sondern auch den CO₂-Ausstoß deutlich senken, indem die im Abgas enthaltene Wärme zurückgewonnen und für die Heizwärme genutzt wird.

Die Integration von erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Solarenergie oder geothermischer Energie und Umweltwärme mittels Wärmepumpe in bestehende Heizsysteme ist ein weiterer Schritt, der zu einer nachhaltigen Effizienzsteigerung beiträgt. In Kombination mit modernen Speichersystemen, die die Wärmeüberschüsse zu Zeiten geringer Nachfrage speichern können, wird die Heizungsanlage noch flexibler und unabhängiger von externen Energiequellen. Auch die digitale Steuerungstechnik spielt eine wachsende Rolle. Durch smarte Heizsysteme, die den Wärmebedarf in Echtzeit überwachen und regulieren, können weitere Effizienzpotenziale gehoben werden.

Ein gut geplantes Heizsystem, das auf die spezifischen Gegebenheiten vor Ort zugeschnitten ist, kann also nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung erhöhen.

Sanierung zur Reduktion von Wärmeverlusten

Ein wesentliches Einsparpotenzial in der kommunalen Wärmeversorgung liegt in der Sanierung bestehender Gebäude. Besonders in älteren Bestandsgebäuden gehen durch unzureichend gedämmte Gebäudehüllen sowie veraltete Fenster und Türen erhebliche Mengen an Wärme verloren. Laut einer Vielzahl von Studien kann ein erheblicher Teil des Heizenergiebedarfs allein durch die Verbesserung der Dämmung eingespart werden. Doch nicht nur die Gebäudehülle spielt eine Rolle, auch die Sanierung von Heizsystemen, wie zuvor erwähnt, kann erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten und den CO₂-Emissionen mit sich bringen.

Ein integrativer Ansatz der Sanierung, der sowohl die Gebäudehülle als auch die Anlagentechnik umfasst, bietet besonders große Einsparpotenziale. Die energetische Sanierung ist jedoch nicht nur eine Frage der Reduktion von Wärmeverlusten. Sie ist auch eng mit der Frage nach der Nutzung erneuerbarer Energiequellen verbunden. Solche Maßnahmen ermöglichen es, den CO₂-Ausstoß erheblich zu verringern und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Das Potenzial für die VG Eisenberg zur Einsparung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierung wird auf Basis des aktuellen Wärmebedarfs ermittelt. Insgesamt werden zwei Szenarien betrachtet. Zum einen das „Referenzszenario“, welches mit einer festen Sanierungsquote von 0,8 % sanierter Gebäude pro Jahr kalkuliert wird. Zum anderen das „Klimaschutzszenario“, welches mit einer variabel aufsteigenden Sanierungsquote kalkuliert wird. Dieses startet im Bilanzjahr bei einer Sanierungsrate von 0,8 % und steigt kontinuierlich auf eine jährliche Rate von 2,8 % im Zieljahr an. Weitere Definitionen zu den beiden Szenarien werden im Kapitel 4 erläutert.

Weiterhin werden die Gebäude der VG Eisenberg in Wohngebäude (WG) und Nicht-Wohngebäude (NWG) unterteilt. Nichtwohngebäude werden zudem in Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsgebäude (NWG-GHD) sowie in industriell genutzte Gebäude (NWG-IND) unterteilt.

Auf Basis der Baualtersklasse wird nun der spezifische Wärmebedarf geprüft. Als Grenzwerte werden öffentlich Daten des Technikcatalogs der KWW-Halle (Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende) verwendet. Das KWW ist ein Projekt der Deutschen Energie-Agentur GmbH und bietet Kommunen deutschlandweit Orientierung und Knowhow im Feld der kommunalen Wärmewende. Der Technikcatalog verfügt über ein breites Datenspektrum zu folgenden Themen:

- ▶ THG-Emissionsfaktoren für relevante Energieträger
- ▶ Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme
- ▶ Energieverbräuche und Effizienzentwicklung von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden

Auf dieser Datenbasis und gewissen Toleranzwerten, wird das Sanierungspotenzial der einzelnen Gebäude ermittelt und der mögliche Energieverbrauch nach erfolgreicher Sanierung bzw. mögliche Einsparungen ermittelt. Tabelle 3-1 bis Tabelle 3-4 zeigen den Status quo der einzelnen Gebäudetypen und deren Baualtersklassen, sowie das mögliche Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung in den jeweiligen Sanierungsszenarien.

Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Einsparung durch Sanierung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung
WG-EFH - Referenzszenario				
bis 1918	113	33	80	29 %
1919-1948	103	48	55	47 %
1949-1978	93	28	65	30 %
1979-1994	87	38	49	44 %
1995-2011	62	5	57	8 %
2012-2020	48	0	48	0 %
2021-2035	39	0	39	0 %
WG -EFH - Klimaschutzszenario				
bis 1918	113	52	61	46 %
1919-1948	103	55	48	53 %
1949-1978	93	41	52	44 %
1979-1994	87	38	49	44 %
1995-2011	62	23	39	37 %
2012-2020	48	0	48	0 %
2021-2035	39	0	39	0 %

Tabelle 3-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung
WG-MFH - Referenzszenario				
bis 1918	98	24	74	24 %
1919-1948	94	42	52	45 %
1949-1978	86	22	64	26 %
1979-1994	80	32	48	40 %
1995-2011	67	13	54	19 %
2012-2020	43	0	43	0 %
2021-2035	42	0	42	0 %
WG -MFH - Klimaschutzszenario				
bis 1918	98	37	61	38 %
1919-1948	94	48	46	51 %
1949-1978	86	40	46	47 %
1979-1994	80	34	46	43 %
1995-2011	67	29	38	43 %
2012-2020	43	0	43	0 %
2021-2035	42	0	42	0 %

Tabelle 3-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung
NWG-GHD - Referenzszenario				
bis 1978	133	21	112	16 %
bis 2009	69	10	59	14 %
ab 2010	45	2	43	4 %
NWG -GHD - Klimaschutzszenario				
bis 1918	98	37	90	32 %
bis 2009	94	48	43	37 %
ab 2010	86	40	32	30 %

Tabelle 3-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie, in Anlehnung an (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Mittlere Jährliche Reduktion [%]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung
NWG-Industrie - Referenzszenario				
bis 1978	44	-1,8 %	26	41 %
bis 2009	20	-1,6 %	13	35 %
ab 2010	9	-0,2 %	8	11 %
NWG -Industrie - Klimaschutzszenario				
bis 1918	44	-2,6 %	18	59 %
bis 2009	20	-2,4 %	9	55 %
ab 2010	9	-0,8 %	7	22 %

Zur aktuellen Sanierungsquote gibt es keine belastbaren Zahlen für Eisenberg, deswegen wird aktuell von dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 0,8 % ausgegangen. Damit werden im Zeitraum bis 2040 etwa 15 % (im Referenzszenario) bzw. etwa 33 % (im Klimaschutzszenario) der bestehenden Gebäude saniert werden. Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt nach dem größten Einsparpotenzial, da dort der höchste wirtschaftliche Anreiz für eine Sanierung liegt. Für diese Gebäude wird ein neuer Wärmebedarf nach Sanierung ab dem jeweiligen Jahr in die Gesamtbilanz übernommen.

Insgesamt wurden im Referenzszenario für 577 Wohngebäude sowie 13 Nichtwohngebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Dies entspricht etwa 15 % des Gebäudebestands in Eisenberg. Im Klimaschutzszenario wurden für 1.311 Wohngebäude und 25 Nichtwohngebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Das entspricht ca. 33 % des Gebäudebestands

In Abbildung 3-2 wird die Entwicklung des Wärmebedarfs für das Zieljahr 2040 (mit den Zwischenzielen 2030 und 2035) gegenüber dem Bilanzjahr 2023 in den unterschiedlichen Szenarien dargestellt.

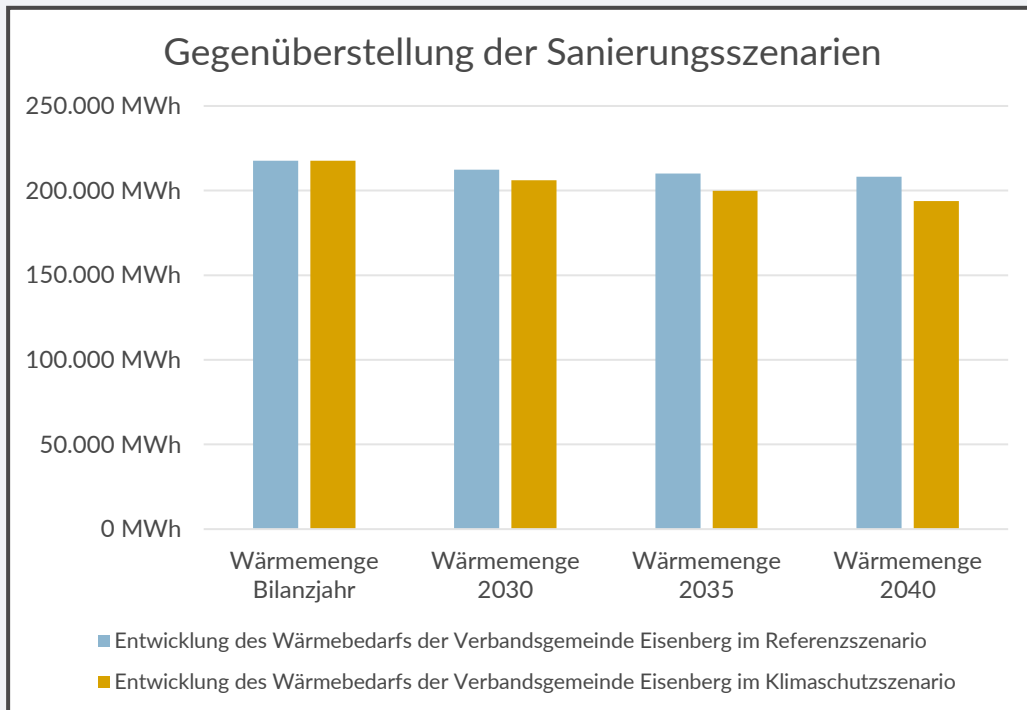


Abbildung 3-2: Projektion des zukünftigen Wärmebedarfs für die Verbandsgemeinde Eisenberg

In den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 3-3 & Abbildung 3-4) werden die Sanierungsraten je Szenario dargestellt. Ebenfalls differenziert dargestellt sind die unterschiedlichen Baualtersklassen sowie Gebäudetypen. Hieraus wird ersichtlich, welche Gebäudetypen in welchen Baualtersklassen die höchsten Sanierungsraten und somit auch Sanierungspotenziale bieten.

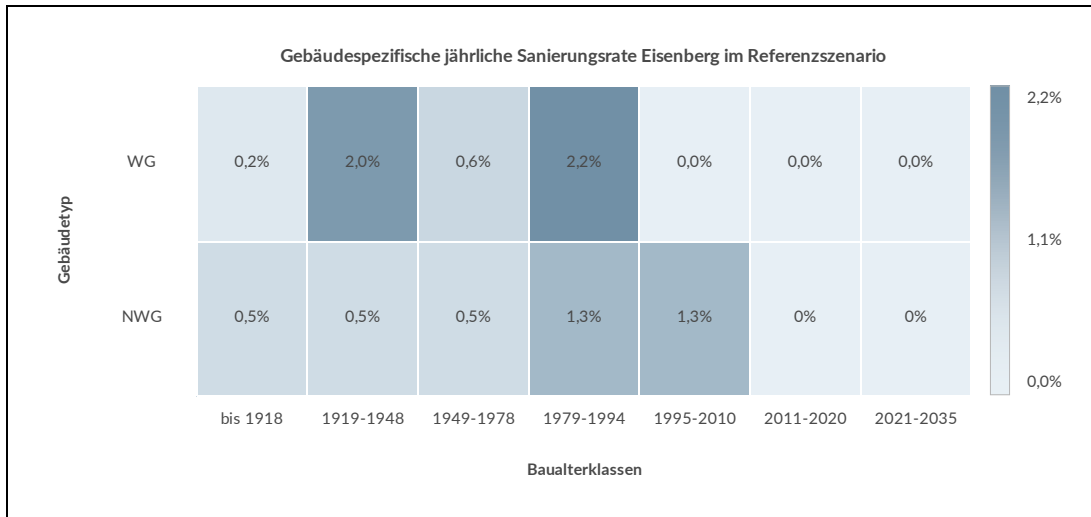


Abbildung 3-3: Gebäudespezifische Sanierungsrate im Referenzszenario (eigene Darstellung)

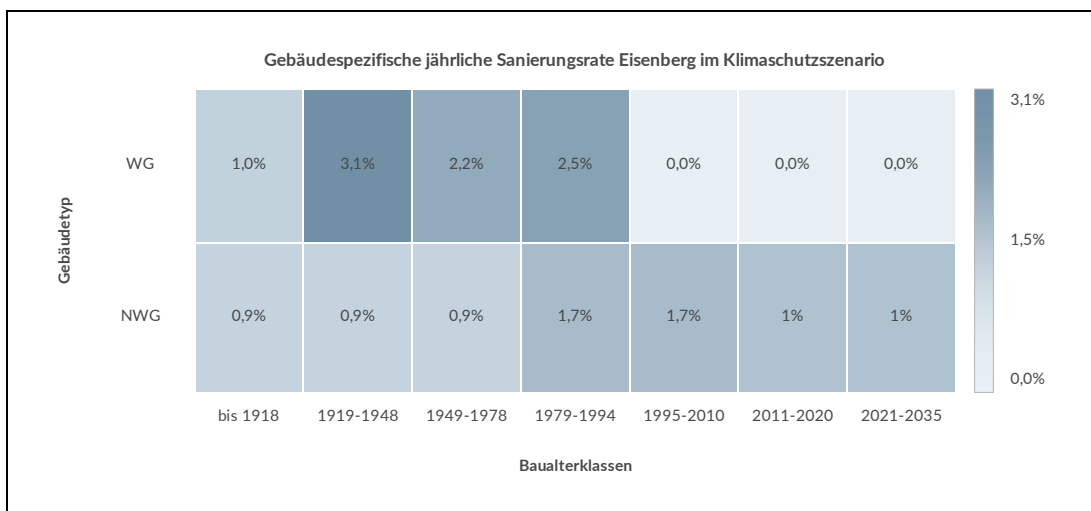


Abbildung 3-4: Gebäudespezifische Sanierungsrate im Klimaschutzszenario (eigene Darstellung)

Nachfolgend werden die potenziellen Einsparungen je Szenario und Nutzungstyp dargestellt (siehe Abbildung 3-5 & Abbildung 3-6). Separat aufgeführt sind hier die Gebäudetypen, die sich in Nichtwohngebäude (GHD & IND) unterscheiden.

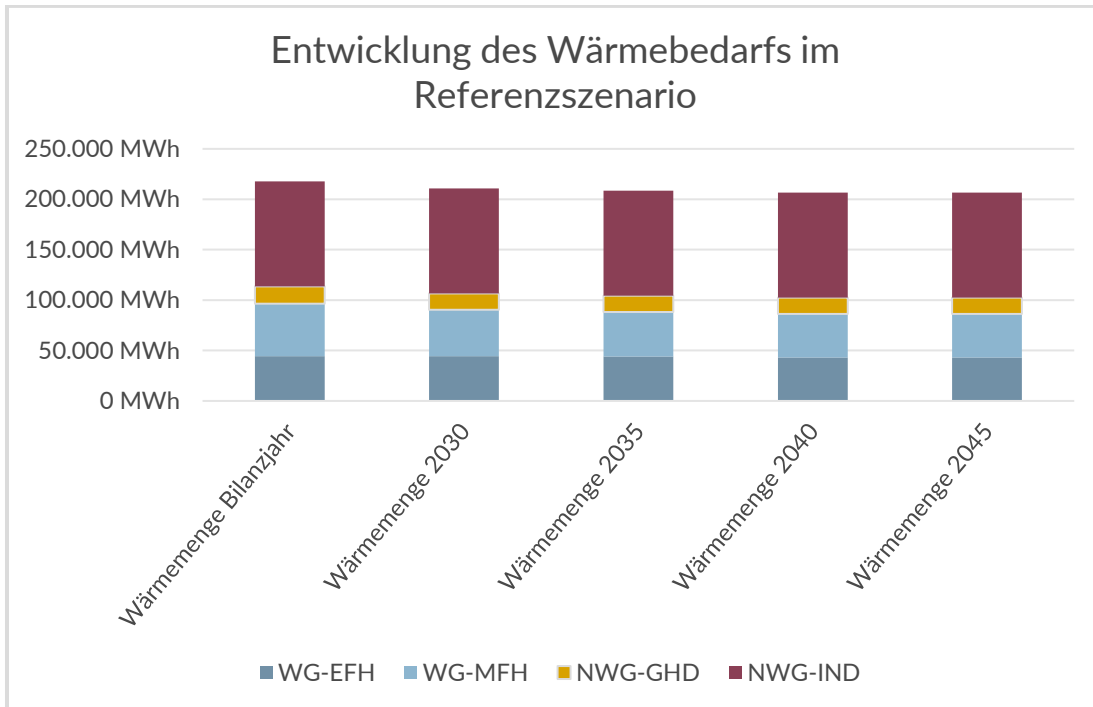


Abbildung 3-5: Entwicklung des Wärmebedarfs im Referenzszenario bis 2045 (eigene Darstellung)

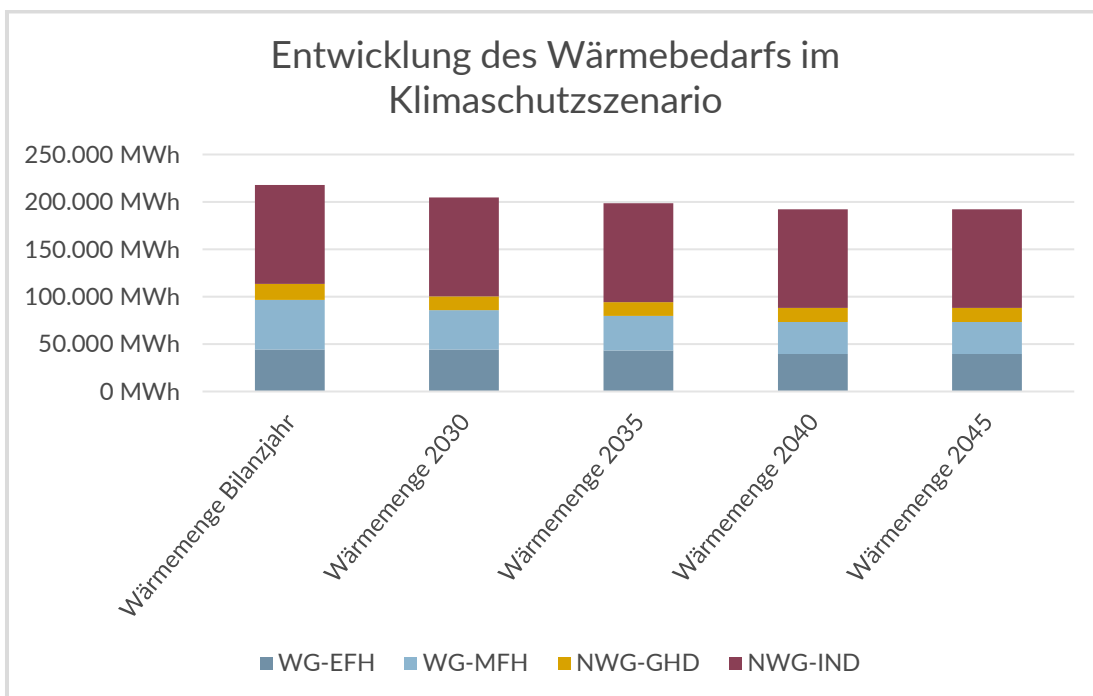


Abbildung 3-6: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario bis 2045 (eigene Darstellung)

3.2 Bioenergie

3.2.1 Lokale Biomasse

Bei der Verwendung von Biomasse als Energieträger wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z. B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

Ein wesentlicher Umweltvorteil der Biomasse liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO₂ freigesetzt werden kann, wie zuvor durch die Biomasse gebunden wurde. Biomasse ist sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass Biomasse zur Erzeugung hoher Temperaturen im industriellen Bereich genutzt werden kann.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll, auch die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten. Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar. Abbildung 3-7 führt die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Bioenergie auf.

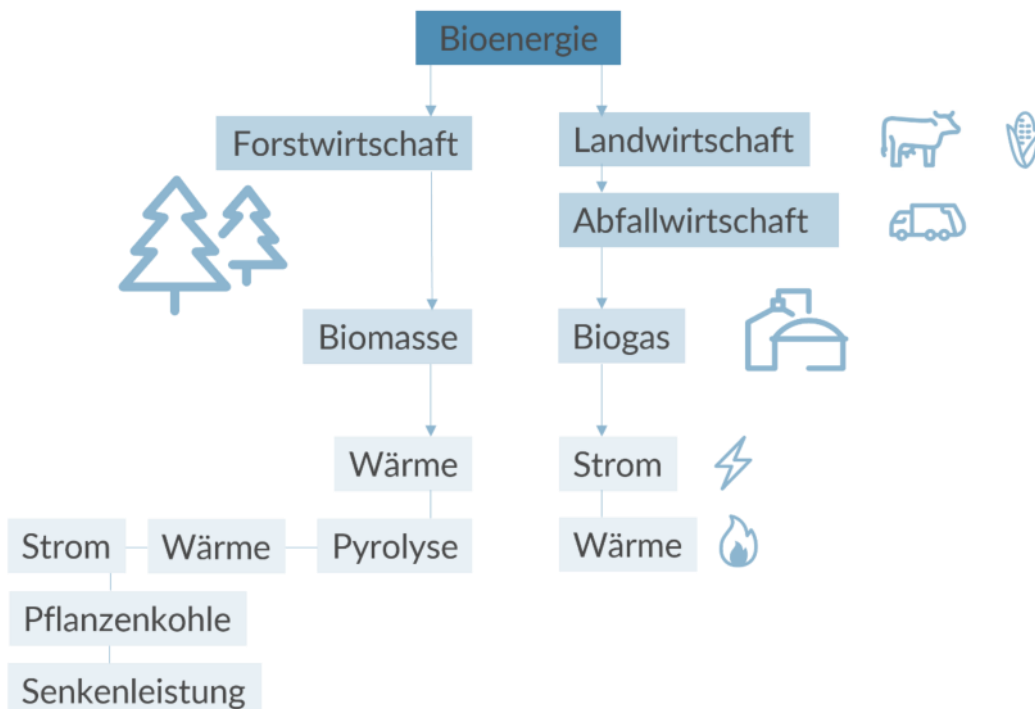


Abbildung 3-7 Verwendungsmöglichkeiten von Bioenergie

3.2.2 Biomasse

Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar.

Als Biomasse werden in diesem Kontext die zur Herstellung von Bioenergie verwendeten Rohstoffe bezeichnet. Diese Rohstoffe entstammen primär der Land-, Forst- und Abfallwirtschaft. Diesbezüglich ist zwischen holzartiger Biomasse, Energiepflanzen, Wirtschaftsdünger aus der Landwirtschaft und biogenen Rest- und Abfallstoffen zu unterscheiden. Bioenergie kann in den Energieformen fest, flüssig und gasförmig genutzt werden. Typisch für feste Biomasse sind verschiedenste Holzbrennstoffe (u. a. Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets). Flüssige Bioenergien sind vor allem Biokraftstoffe wie Pflanzenöl, Biodiesel oder Bioethanol. Als gasförmige Bioenergie ist Biogas zu nennen.

Grundlage der Potenzialanalyse ist vor allem *Teil 3 Potenzialstudie Erneuerbare Energien [LANUV 2015]* zu dem Thema Biomasse-Energie. In der Studie wird das technische und machbare energetische Potenzial der Sektoren Land-, Forst- und Abfallwirtschaft ermittelt. Als technisches Potenzial wird dabei der mögliche Beitrag zur Energiebereitstellung, der sowohl zeit- als auch ortsabhängig aus technischer Sicht zur Verfügung gestellt werden kann, bezeichnet. Dem gegenüber umfasst das machbare Potenzial einen Anteil des technischen Potenzials, der unter Hinzunahme spezifischer Annahmen als mögliche Zielgröße für die tatsächliche, langfristige Realisierung aufgefasst werden kann. Die Potenzialanalyse beinhaltet auch die Berücksichtigung von Veränderung in den Bereichen Düngeverordnung, Naturschutzanforderungen und des EEGs.

Biomasse ist mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark. Zudem gibt es viele kritische Stimmen zur Nutzung von Biomasse als Energielieferant. Hier ist beispielsweise die „Teller oder Tank“-Debatte zu nennen, in der häufig kritisiert wird, dass Biomasse nicht primär zur energetischen Nutzung angebaut, sondern eher auf Reststoffe zurückgegriffen werden sollte. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Biokunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen. Ebenso sollten bei der Nutzung von Holzenergie die Prinzipien der Nachhaltigkeit und der Ressourceneffizienz beachtet werden. Die energetische Nutzung des Rohstoffes Holz sollte am Ende der stofflichen Verwertungskette stehen, die Wertschöpfung und die höhere Klimaschutzleistung stehen im Vordergrund.

Das kritische Auseinandersetzen mit dem Einsatz von Biomasse bedeutet nicht, dass diese überhaupt keinen Beitrag bei der Bewältigung der Energiewende leisten kann. Vielmehr sollte eine umfassende Bewertung der Potenziale, Risiken und Auswirkungen von Biomasse im Kontext der spezifischen regionalen Gegebenheiten durchgeführt werden, um eine verantwortungsvolle und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

- ▶ Nahrungsmittelkonkurrenz
- ▶ Auswirkungen auf die Umwelt (z. B. Artenvielfalt)
- ▶ Energieeffizienz und Energiebilanz (z. B. Umwandlungsverluste)
- ▶ Nachhaltigkeit (z. B. Abholzung oder Monokulturen)
- ▶ Hemmnis bei der Entwicklung alternativer Technologien

Biomasse kann speziell in Nahwärmenetzen als Brückentechnologie hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung dienen. Hierbei werden zunächst Wärmenetze mit einem großen Anteil an

Biomasse und kleine Anteil an strombasierten Wärmeerzeugern eingesetzt, welche im Laufe der Jahre Schritt-für-Schritt vollständig auf strombasierte Energieerzeuger umgestellt werden, um auf die Vorteile des in Zukunft regenerativen Stroms zurückgreifen zu können.

Als Gesamtpotenzial für die VG Eisenberg werden rund 5 GWh Strom und 12 GWh Wärme aus landwirtschaftlicher Biomasse, Forst- und Abfallwirtschaft ausgewiesen. Diese abgeschätzten Potenziale sind jedoch wie die anderen betrachteten Analysen als Maximalpotenziale zu betrachten. Es ist nicht gesichert, dass die beschriebenen Potenziale wirklich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren sind im Rahmen der Studie keine Synergieeffekte, wie die Flächenkonkurrenz o.ä. betrachtet, welches in der Betrachtung der Zahlen berücksichtigt werden muss.

Tabelle 3-5: Übersicht der Potenziale aus Biomasse

<i>Technologie</i>	<i>Möglicher Energieertrag</i>
Biogas Potenzial - elektrisch	5,07 GWh/a
<i>Abfallwirtschaft</i>	3,91 GWh/a
<i>Forstwirtschaft</i>	0,14 GWh/a
<i>Wirtschaftsdünger</i>	0,03 GWh/a
<i>NaWaRo und Erntenebenprodukte</i>	0,99 GWh/a
Biogas Potenzial - thermisch	12,04 GWh/a
<i>Abfallwirtschaft</i>	6,86 GWh/a
<i>Forstwirtschaft</i>	3,62 GWh/a
<i>Wirtschaftsdünger</i>	0,04 GWh/a
<i>NaWaRo und Erntenebenprodukte</i>	1,22 GWh/a

Das dargestellte Biogaspotenzial zeigt deutliche Unterschiede in den einzelnen Quellen. Den größten Beitrag liefert die Abfallwirtschaft, die sowohl im elektrischen (3,91 GWh/a) als auch im thermischen Bereich (6,86 GWh/a) den Hauptanteil ausmacht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass organische Reststoffe in größerem Umfang und kontinuierlich anfallen und damit eine stabile Substratbasis für die Biogaserzeugung bieten. Die Forstwirtschaft trägt vor allem thermisch mit 3,62 GWh/a stärker bei, was auf die energetische Nutzung holziger Biomasse zurückgeht, die jedoch für die Stromerzeugung nur eingeschränkt effizient einsetzbar ist. NaWaRo und Ernte-Nebenprodukte spielen mit rund 1 GWh/a elektrisch und 1,22 GWh/a thermisch eine ergänzende Rolle, ihr Potenzial ist aber aufgrund von Flächenkonkurrenzen begrenzt. Wirtschaftsdünger liefert mit 0,03 GWh/a elektrisch und 0,04 GWh/a thermisch nur einen geringen Beitrag, was auf die geringe spezifische Energieausbeute und den hohen Wassergehalt dieser Substrate zurückzuführen ist. Insgesamt zeigt sich, dass die Abfallwirtschaft das tragende Fundament für die regionale Biogaserzeugung bildet, während die anderen Quellen eher ergänzende Beiträge leisten.

3.3 Geothermie

Als Geothermie wird sowohl die in der Erde gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie (petrothermale und hydrothermale Geothermie) und der oberflächennahen Geothermie differenziert. In Abbildung 3-8 sind unterschiedliche Systeme zur Nutzung von Geothermie dargestellt.

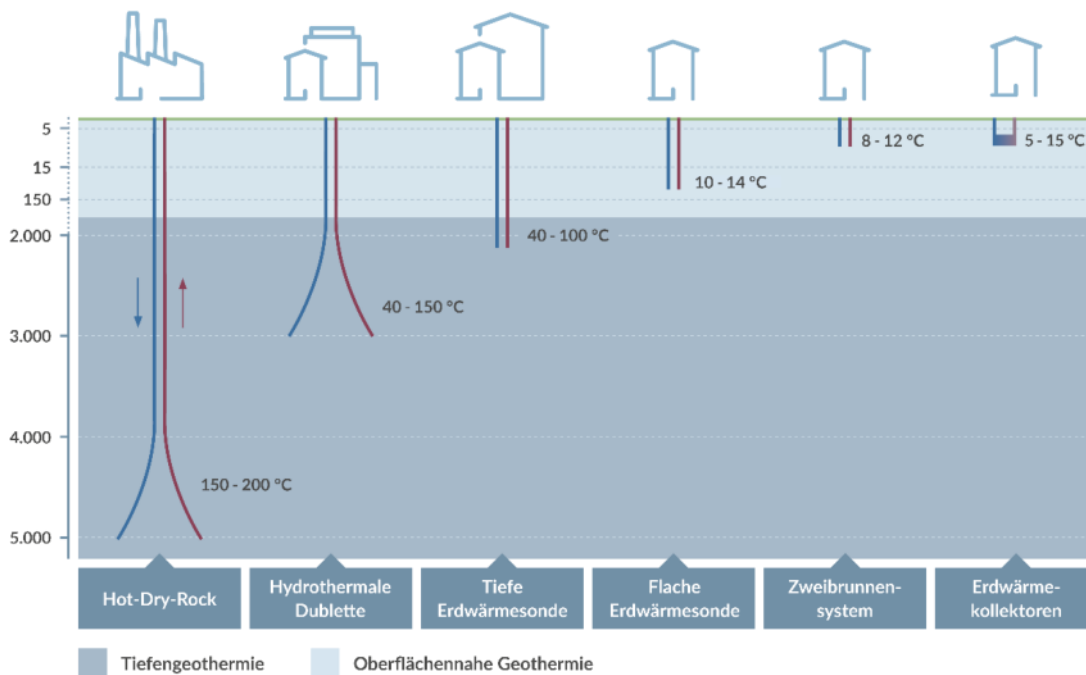


Abbildung 3-8: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU, 2024))

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber volatilen erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Wind- und Sonnenenergie, ist die Grundlastfähigkeit und meteorologische Unabhängigkeit.

3.3.1 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung geothermischer Lagerstätten ab 400 m Tiefe zur Stromproduktion und/oder Wärmebereitstellung und bietet die Möglichkeit, größere Energieversorgungsprojekte umzusetzen. Bei guten geologischen Voraussetzungen kann die Tiefengeothermie für eine künftig klimaneutrale Wärmeversorgung in den Städten eine herausragende Rolle spielen. Die Tiefengeothermie bietet aufgrund des hohen Temperaturniveaus die Chance bestehende Wärmenetze zu dekarbonisieren. Innerhalb der Tiefengeothermie wird zwischen petrothermalen und hydrothermalen Systemen unterschieden.

Als hydrothermale Lagerstätten werden offene Systeme bezeichnet, bei denen die Wärme einem natürlichen Thermalwasserreservoir entnommen wird. Für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie ist eine ergiebige, wasserführende Gesteinsschicht (Nutzhorizont) notwendig. Diese Schicht sollte vertikal und lateral möglichst weit ausgebreitet sein, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das vorhandene Thermalwasser kann (abhängig von der Förderrate und Temperatur) sowohl für die Erzeugung von Strom und Wärme als auch für die

Erzeugung von Wärme allein genutzt werden. Für die Nutzbarmachung des Thermalwassers bedarf es in der Regel zwei oder mehr Bohrungen. Dabei handelt es sich mindestens um eine Förder- und eine Injektionsbohrung (Dublette).

Bei petrothermalen Systemen erfolgt die Wärmeentnahme aus dem tiefen Untergrund unabhängig von wasserführenden Horizonten. Durch das Einpressen von Wasser in eine Injektionsbohrung wird das vorhandene Klufsystem in den Bodenschichten geweitet (Stimulation) oder neue Klüfte durch das Aufbrechen von Gestein (Fracking) geschaffen. Mit einer zweiten Bohrung, die den stimulierten Bereich durchteuft, wird ein unterirdischer Wärmeübertrager erzeugt, durch den im Betrieb Wasser zirkuliert.

Information

Im Zuge der Potenzialanalyse der Tiefengeothermie werden potenziell nutzbare Gebiete im und um das Gebiet der VG dargestellt. Darüber hinaus wird im Zuge der kommunalen Wärmeplanung kein quantitatives Potenzial der Tiefengeothermie berechnet. Für tiefgreifendere Analysen sollten geologische Fachplaner, die auf Tiefengeothermie spezialisiert sind, kontaktiert werden sowie geologische Fachgutachten des Untergrunds und Machbarkeitsstudien erstellt werden.

Die Einschätzung des Tiefengeothermiekpotenzials für die Region basiert auf Daten aus dem Geothermischen Informationssystem für Deutschland (GEOTIS). Neben allgemeinen geologischen Grundlagen sind darin auch historische Bohrdaten enthalten. Besonders hervorzuheben ist die im Jahr 1979 abgeteufte Bohrung Eisenberg B3, bei der mittels Temperaturlog erhöhte Untergrundtemperaturen festgestellt wurden. Diese Ergebnisse liefern wertvolle Hinweise auf ein grundsätzliches Potenzial für eine geothermische Nutzung. Geologisch liegt Eisenberg im Pariser Becken, das durch günstige geothermische Gradienten geprägt ist und daher für eine vertiefte Untersuchung interessant erscheint (LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2025).

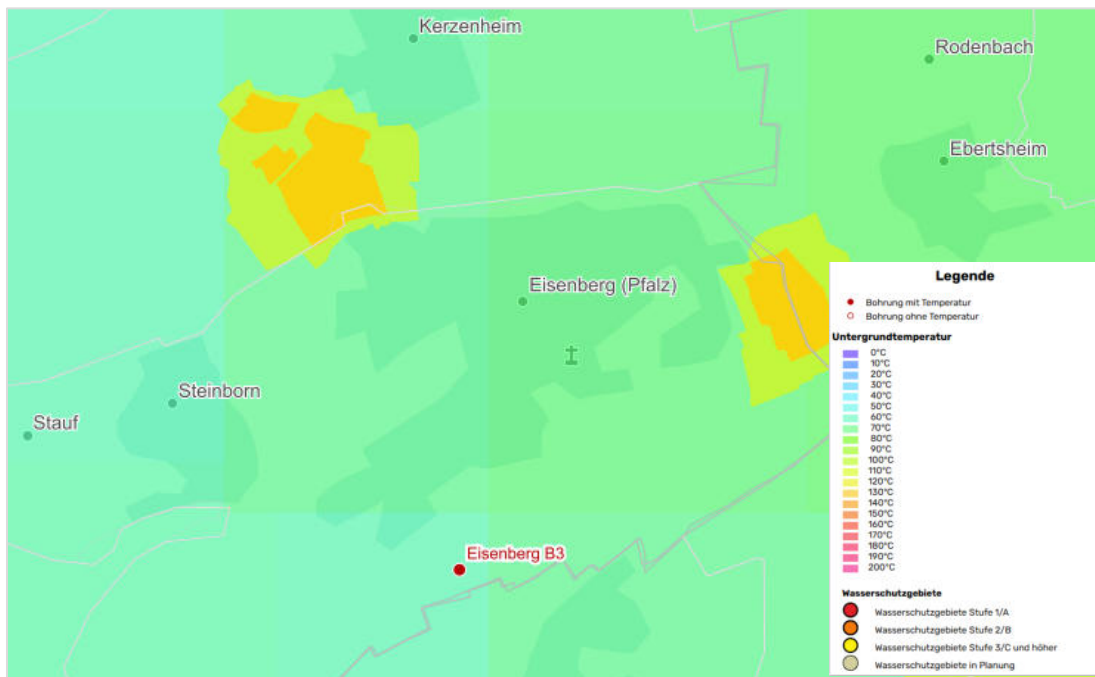


Abbildung 3-9: Übersicht der vermuteten Temperaturniveaus in 1000m Tiefe in Eisenberg (LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2025)

Auf Grundlage dieser Informationen empfiehlt sich eine weiterführende fachgutachterliche Bewertung, um die tatsächliche Eignung sowie die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen einer Tiefengeothermienutzung fundiert beurteilen zu können.

3.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Systeme zur Nutzung oberflächennaher Geothermie verwenden die thermische Energie des Untergrunds bis in eine Tiefe von 400 m. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die gebäudebezogene Wärmeversorgung (Heizen und/oder Kühlen, vor allem Niedertemperaturheizsysteme) geeignet, aber auch für Quartierskonzepte in Form von z. B. kalten Nahwärmenetzen. Aufgrund der niedrigen Temperaturen im oberflächennahen Untergrund wird i. d. R. eine Wärmepumpe eingesetzt, um das Temperaturniveau der Quelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben.

Die grundsätzliche geothermische Eignung eines Gebiets hängt von der Beschaffenheit des Bodens und der Temperaturen im Untergrund ab. Die Wärme in der Erde ist ganzjährig verfügbar. Ab ca. 15 m bis 20 m Tiefe können witterungsbedingten Temperaturveränderungen vernachlässigt werden (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, 2025). **Es ist eine ungültige Quelle angegeben.** Ab dieser Tiefe überwiegt der geothermische Wärmegradient, sodass die Temperatur um ca. drei Kelvin pro 100 m zunimmt.

Als geothermische Wärmequellsysteme werden hauptsächlich Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen eingesetzt. Darüber hinaus gibt es noch weitere Quellsysteme wie z. B. Erdwärmekörbe, Grabenkollektoren, Energie-Spundwände oder Energiepfähle. Die nachfolgenden Analysen konzentrieren sich auf Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren. Diese beiden Wärmequellenvarianten sind geschlossene Systeme, in denen ein Wärmeträgerfluid zirkuliert.

Information

Die nachfolgende quantitative Potenzialermittlung im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt keine grundstücksbezogene Fachplanung dar, sondern ist eine grobe Abschätzung von Potenzialflächen und daraus berechneten Energiemengen, die aus dem Erdboden entzogen und über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden können. Sie ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen zusätzlich erfolgen muss. Wird eine geothermische Nutzung des oberflächennahen Untergrunds angestrebt, sollten zwingend ein geologischer Fachplaner und Bohrunternehmen kontaktiert werden.

Individuelle Informationen zur Genehmigungsfähigkeit an einem Standort sind auch über das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz erhältlich.

Auf Grundlage von GIS-basierten Analysen konnten Potenzialflächen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ermittelt werden, die eine grundsätzliche Eignung der Gebiete für die jeweilige Wärmequellenart ausweisen. Für die Ermittlung der Potenzialflächen wurden Abstandsempfehlungen zur Grundstücksgrenze und zu Gebäuden berücksichtigt. Aus den Potenzialflächen konnten u. a. mithilfe der gemittelten Wärmeleitfähigkeiten in unterschiedlichen Tiefen im Untergrund quantitative Potenziale in Form von Energiemengen berechnet werden. Die berechneten Energiemengen sind nicht grundsätzlich addierbar. Die angegebenen Potenzialflächen von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren konkurrieren in der Regel.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind meist Polyethylenrohre (i. d. R. Doppel-U-Rohre), die in vertikale bzw. schräg verlaufende Bohrlöcher mit Abstandshaltern eingebracht werden. Zur Abdichtung und Verbesserung der Wärmeübertragungseigenschaften der Erdwärmesonde wird das Bohrloch anschließend mit einem Verfüllmaterial verfüllt. Erdwärmesondenbohrungen sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen. Grundlegend gilt für Erdwärmesonden das Grundwasserrecht. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärmesonden ist daher von der geographischen Lage von u. a. Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie der Hydrogeologie abhängig. Neben dem Grundwasserschutz kann auch das Bergrecht tangiert werden. Deswegen werden oberflächennahe Erdwärmesonden häufig nur bis zu einer Tiefe von 100 m ausgeführt bzw. die geothermisch gewonnene Energie auf nur einem Grundstück genutzt. Erdwärmesonden sind das am weitest verbreitete geothermische Wärmequellsystem in Deutschland. Erdwärmesonden weisen ein Wärmequellentemperaturniveau auf, das nahezu unabhängig von Wetterrandbedingungen ist. Darüber hinaus sind Erdwärmesonden geeignet ein Gebäude zusätzlich zur Wärmeversorgung auch zu kühlen.

In Abbildung 3-10 sind die Potenzialflächen für Erdwärmesonden dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Für die Ermittlung der Potenzialflächen wurden Ausschlussgebiete wie z. B. Wasserschutzgebiete oder Ausschlussgebiete aufgrund von Bohrrisiken durch Karstgesteine und Sulfatgesteine berücksichtigt. Darüber hinaus wurden Flächen für die landwirtschaftlichen Gebiete außerhalb der Siedlungsfläche, die aufgrund von Bahnlinien, Flüssen oder sonstigen Hindernissen von der nächsten Bebauung getrennt sind, nicht in die Potenzialflächen inkludiert.

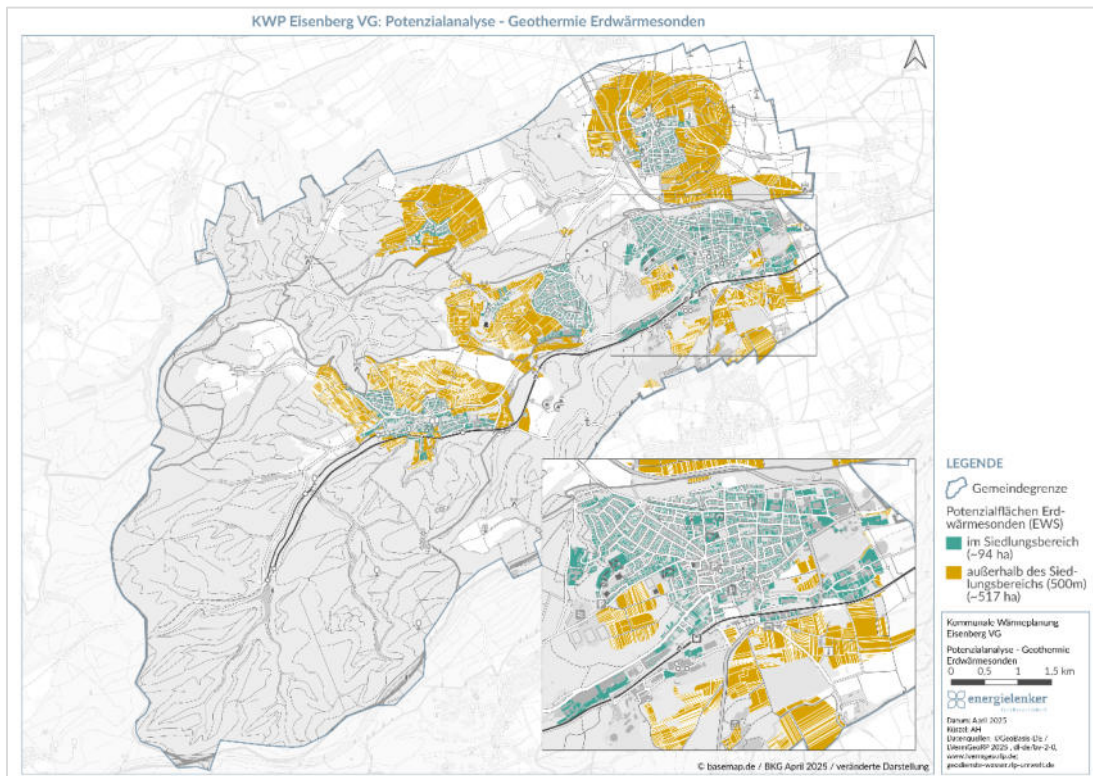


Abbildung 3-10: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gebiet der VG Eisenberg

Anhand von Informationen zu bestehenden Bohrungen wurde in Eisenberg eine Bohrtiefenbegrenzung von 100 m angenommen. Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von insgesamt 611 ha. Mit einer angesetzten JAZ von 4,1 und Jahresvolllaststunden von 1.800 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 1.203 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Eisenberg

<i>Technologie</i>	<i>Potenzialflächen</i>	<i>Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen</i>
<i>Siedlungsfläche</i>	<i>94 ha</i>	<i>185 GWh/a</i>
<i>Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete</i>	<i>517 ha</i>	<i>1.018 GWh/a</i>

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind ein geothermisches Wärmequellensystem, bei dem horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze in einer Einbautiefe von ca. 1,5 m in den Boden eingebracht werden. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie flächig im Boden verlegt werden. Die geothermisch genutzte Fläche sollte für diese Systeme ca. das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen. Allerdings kann die notwendige Fläche u. a. durch mehrstöckige Kollektorsysteme (Sandwichsysteme), durch den Einsatz von vertikal eingebrachten Kollektorsystemen sowie durch die Kombination mit solarthermischen Anlagen zur Regeneration des Untergrundes verringert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren hauptsächlich aus der eingestrahlten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Für Erdwärmekollektoren ist i. d. R. kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Dadurch können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu beispielsweise Erdwärmesonden in Gebieten darstellen, die für diese Systeme genehmigungsrechtlich nicht zulässig sind.

In Abbildung 3-11 ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gebiet der VG von Eisenberg dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete wird zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt. Im gesamten Gebiet der VG gibt es keine Ausschlussgebiete bezüglich der Grabbarkeit.

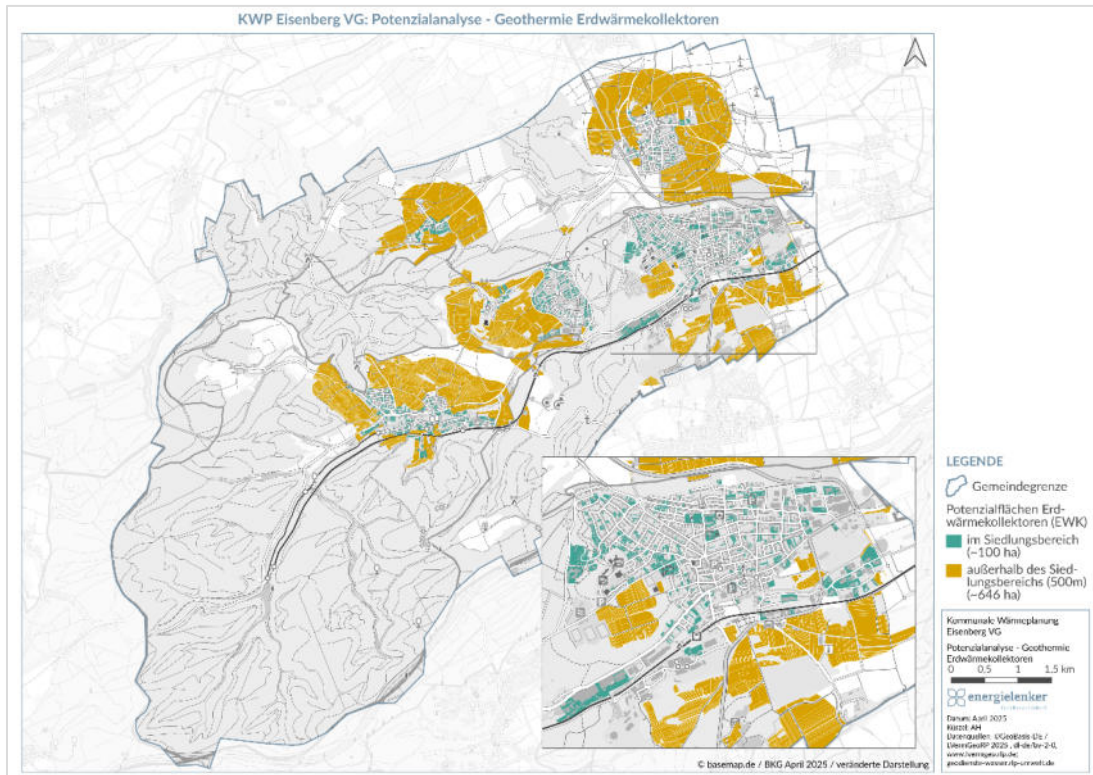


Abbildung 3-11: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gebiet der VG von Eisenberg

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von insgesamt 746 ha. Für die Berechnung der aus dem Erdboden entziehbaren Wärmemengen und schließlich der Wärmemengen, die durch Wärmepumpen für die Gebäude bereitgestellt werden, wurde ein GIS-Layer mit Informationen zu den Wärmeleitfähigkeiten im oberflächennahen Erdboden genutzt. Für die betrachteten Flächen liegt eine Wärmeleitfähigkeit von 1,2 W/m*K vor. Mit einer angesetzten JAZ von 4,0 und Jahresvolllaststunden von 1950 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 100 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für Eisenberg

Technologie	Potenzialflächen	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	100 ha	7 GWh/a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	646 ha	43 GWh/a

3.3.3 Geologische Besonderheit: Klebsandschicht im Eisenberger Becken

Die **Klebsandschicht** im Gebiet der Verbandsgemeinde Eisenberg stellt eine geologisch bedeutende Formation dar. Laut Flächennutzungsplan zählen „die Klebsandvorkommen im Eisenberger Becken zu den weltweit größten ihrer Art“ und weisen eine „bemerkenswerte mineralogische und chemische Konstanz“ auf (Landesministerium Rheinland-Pfalz, 2021). Geologisch handelt es sich um tertiäre Lockersedimente aus dem Ober-Eozän bis Unter-Oligozän, die in Mächtigkeiten bis rund 100 Meter auftreten und als bindefähige, tonhaltige Sande charakterisiert sind. Laut hydrologischem Gutachten liegen die Durchlässigkeiten der Schichten im Bereich von $1 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-9}$ m/s, was auf eine sehr geringe Wasserführung hinweist (Teilfortschreibung Flächennutzungsplan Eisenberg, 2019).

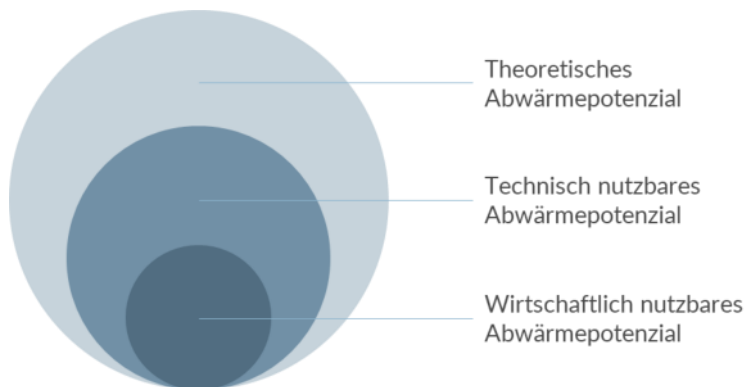
Diese geologischen Eigenschaften eröffnen grundsätzlich Potenziale für eine **thermische Nutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung**. Aufgrund ihres Volumens und der geringen Durchlässigkeit kann die Klebsandschicht als saisonaler Wärmespeicher oder als geologische Wärmequelle in Kombination mit einer Wärmepumpe in Betracht gezogen werden. Bei der Wärmepumpentechnik erfolgt die Nutzung stets über ein geschlossenes SONDENSYSTEM, das dem Untergrund Wärme entzieht oder einspeist. Eine direkte Nutzung ohne Wärmepumpe ist aufgrund der niedrigen Temperaturniveaus ausgeschlossen. Somit wäre die technische Umsetzung ausschließlich über Erdwärmesonden mit Wärmepumpenkopplung realisierbar.

Für eine fundierte Beurteilung sind gezielte **Voruntersuchungen** erforderlich. Dazu zählen geotechnische und thermische Analysen der Schicht (Wärmeleitfähigkeit, Temperaturprofil, Speicherkapazität), die Bestimmung der lokalen Temperaturverhältnisse sowie hydrogeologische Prüfungen zur Wärmeausbreitung und Regeneration. Ergänzend müssen potenzielle Nutzungskonflikte mit dem bestehenden Rohstoffabbau und der Flächennutzung abgeklärt werden.

Ergibt die Untersuchung positive Ergebnisse, könnte die Klebsandschicht in Eisenberg eine **regionale Besonderheit** darstellen, die sowohl als Wärmespeicher als auch als geologische Wärmequelle zur Versorgung kommunaler Wärmenetze beitragen kann. Voraussetzung ist eine technisch und wirtschaftlich tragfähige Erschließung über Sondenfelder mit zentraler Wärmepumpentechnologie.

3.4 Abwärme

Abwärme bezeichnet die Wärmeenergie, die als Nebenprodukt anfällt und in der Regel an die Umwelt abgegeben wird. Das theoretische Abwärmepotenzial bezieht sich auf die maximal mögliche Energiemenge, die durch Abwärmenutzung verfügbar wäre, ohne limitierende Faktoren zu berücksichtigen. Das technisch nutzbare Abwärmepotenzial berücksichtigt die aktuellen technischen Möglichkeiten zur Erfassung und Umwandlung der Abwärme in nutzbare Energie. Das wirtschaftlich nutzbare Abwärmepotenzial ist die Energiemenge, deren Rückgewinnung und Nutzung unter den angesetzten ökologischen Bedingungen und Kostenstrukturen erfolgen kann.



Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird ausschließlich das theoretische Abwärmepotenzial bewertet. Die technischen und wirtschaftlichen Limitierungen sollten in separaten Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen untersucht werden.

3.4.1 Industrielle Abwärme

Abwärme im industriellen Umfeld bezeichnet die Wärmeenergie, die in Unternehmen bei Prozessen anfällt und ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Je nach Unternehmensbranche und Prozessen am jeweiligen Standort variiert das Abwärmepotenzial bedeutend. Das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Einordnung des Potenzials und der resultierenden Auswahl der entsprechenden Technik zur Nutzung der Abwärmequelle. Zudem ist die kumulierte Energiemenge, aber auch die Verfügbarkeit und Kontinuität der Abwärme relevant. In Abbildung 3-12 sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische Abwärmequellen mit grobem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt.

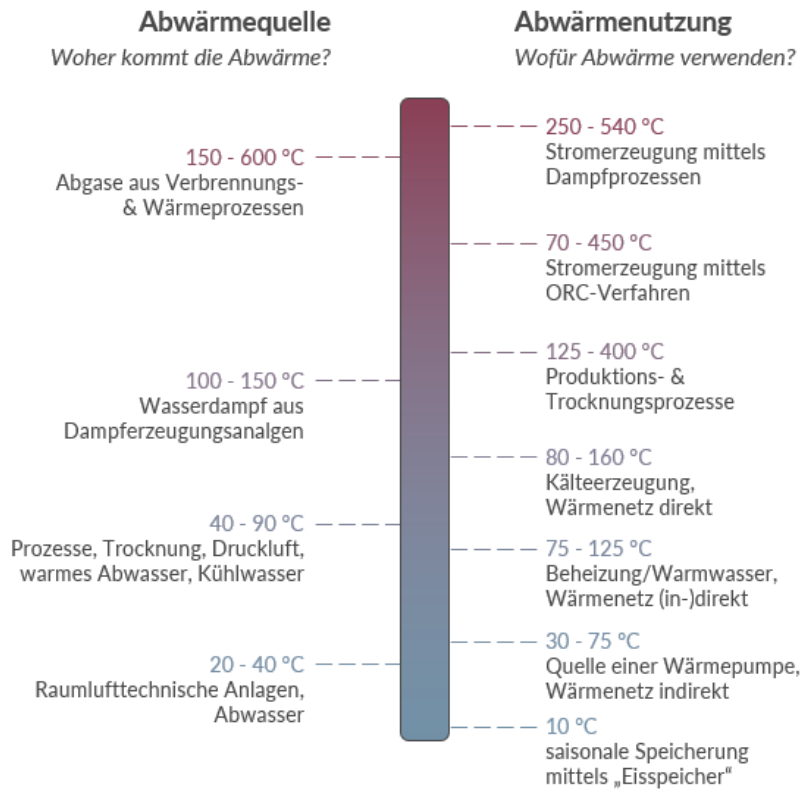


Abbildung 3-12: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus

Bei der Einordnung von Abwärmepotenzialen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als ganzheitliches Instrument ist zu berücksichtigen, dass eine unternehmensinterne Nutzung der anfallenden Abwärme als höchste Priorität gilt. Eine solche Untersuchung kann zusammen mit der Konkretisierung von Abwärmepotenzialen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für Unternehmen durchgeführt werden. Falls keine direkte Nutzung der Abwärme möglich ist, kann die übrige Abwärme ausgekoppelt und langfristig als Potenzial zur Bereitstellung von Wärme für z.B. Wärmenetze genutzt werden. Liegt die Abwärme auf einem geringen Temperaturniveau vor, muss das Temperaturniveau über Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau angehoben werden. Die Wärmepumpen können entweder mit elektrischem Strom (Kompressionswärmepumpen) oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau (Sorptionswärmepumpen) betrieben werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wärmeversorgung in Zukunft diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteure und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteure zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Im Rahmen der Vernetzung der Akteure und zum Etablieren eines regelmäßigen Austauschs der potenziellen Wärmeproduzenten und -abnehmer wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein Akteurskataster erstellt. In diesem sind die größten Abwärmeproduzenten dargestellt und in die jeweilige Branche eingeteilt. Die verschiedenen Branchen sind nach steigendem Abwärmepotenzial sortiert. Die Auflistung kann eine erste Einschätzung zur Priorisierung einzelner Akteure geben. Dabei ist zu beachten, dass die Standortgröße und interne Prozesse das Abwärmepotenzial stark beeinflussen.

Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte

bzw. Wärmelinienichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmelinienichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus. Bei der Kopplung von Industriebetrieben als Abwärmequellen und Wärmeabnehmern ist die räumliche Entfernung ein maßgebliches Kriterium der Machbarkeit. Die sinnvolle Grenze variiert je nach Wärmemenge, Temperaturniveau und Vorhandensein oder Planungen von Wärmenetzen und kann nicht pauschal bewertet werden. Es wird empfohlen für relevante (Industrie-) Gebiete oder Unternehmen eine vertiefte Untersuchung durchzuführen

Ermittlung industrieller Abwärmepotenziale durch Portalabfrage und AktEURsgespräche

In Abbildung 3-13 sind die wichtigsten identifizierten Akteure dargestellt, geordnet nach der Größe ihres jeweiligen Potenzials. Auf Grundlage der durchgeführten AktEURsgespräche sowie des Austauschs mit der VG Eisenberg ergaben sich folgende Ergebnisse: Für das Unternehmen Gienanth bestehen kaum nutzbare Potenziale, da die anfallende Abwärme bereits überwiegend intern genutzt wird. Zwar wurden Überlegungen zu einer erweiterten Nutzung angestellt, diese erwiesen sich jedoch als wirtschaftlich nicht tragfähig. Beim Standort Wienerberger fällt im Winter keine nutzbare Abwärme an, da die Produktion in diesem Zeitraum stillsteht. Mit dem Unternehmen Attilo konnte bislang kein Kontakt hergestellt werden. Für Purvegan wurde bestätigt, dass keine relevanten Abwärmepotenziale vorliegen. Dagegen konnten bei Siepe sowie bei der Gießerei Hack Potenziale identifiziert werden. Beide Unternehmen haben ihre Bereitschaft zu weiterführenden Gesprächen signalisiert.

Darüber hinaus wurde über die Plattform für Abwärme (PfA) ergänzend der Standort Eisenberger Klebsandwerke (EKW) als relevanter Akteur identifiziert. Die Plattform stellt auf Basis des Energieeffizienzgesetzes (§ 17 Abs. 2 EnEfG) eine Übersicht zu gewerblichen Abwärmequellen bereit. Für diesen Standort ist ein theoretisches Abwärmepotenzial von 69 GWh/a ausgewiesen.

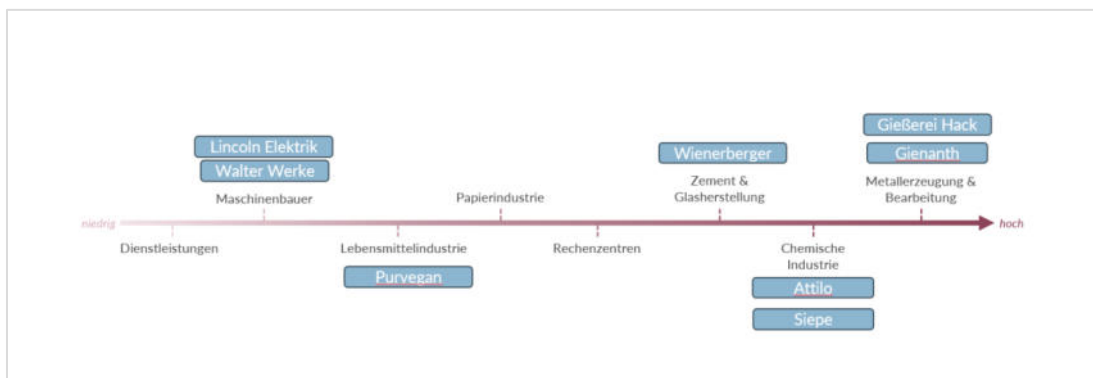


Abbildung 3-13: Akteurskatakster KWP VG Eisenberg

3.4.2 Abwasserwärmenutzung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden zudem die Potenziale betrachtet, die im städtischen Abwasser vorhanden sind. Dazu werden zum einen die Abwasserkanäle betrachtet und zum anderen das Potenzial, das direkt vor oder nach der Kläranlage besteht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die beiden genannten Abwärmepotenziale direkt zusammenhängen. Energie, die in einem Abwasserkanal entnommen wird, ist später nichtmehr in der Kläranlage vorzufinden.

Abwärme aus Abwasserkanälen

Die Wärme, die in den Abwasserkanälen und auch in der Kläranlage zu finden ist, ist ganzjährig verfügbar. Allerdings schwanken sowohl die Menge des anfallenden Abwassers und als auch die Temperatur im Jahresverlauf. Zur Nutzung von Wärme aus Abwasser sollte immer eine Temperatur von mindestens 10 °C vorhanden sein. Neben dem Temperaturniveau im Kanal ist auch der Kanaldurchmesser von entscheidender Bedeutung. Für die Nutzung eines Wärmetauschers im Kanal, sollte dieser mindestens einen Querschnitt von 800 mm aufweisen. Daher sind für die Betrachtung von Wärme aus Abwasser nur Kanäle mit DN 800 oder größer zu priorisieren.

Auf Basis der Daten zu den Abwassernetzen in der Kommune kann eingeschätzt werden, welche Kanäle sich generell eignen könnten und welche aufgrund eines zu geringen Querschnitts nicht weiter betrachtet werden sollten. Zusätzlich sollte sich der potenziell zu nutzende Kanal in örtlicher Nähe zu Wärmeabnehmern oder einem Wärmenetz befinden.

Die Abbildung 3-14 zeigt die Eignung der Abwasserkanäle auf Basis des Kanaldurchschnitts. Die geeigneten Kanäle mit einem Durchmesser von DN 800 oder größer sind lila dargestellt. Ein Großteil der Kanäle ist aufgrund der zu geringen Kanaldurchmesser nicht nutzbar. Aufgrund diverser Einflussfaktoren wie dem Trockenwetterabfluss und Zugänglichkeiten des Kanals kann keine Quantifizierung des Abwärmepotenzials in Abwasserkanälen erfolgen.

Im Rahmen der Ermittlung von lokalen Potenzialen für die Nutzung von Wärme aus Abwasser wurden mehrere Gebiete ermittelt, die sich eignen könnten. Als erste Kriterien wurden die Größe des Kanals und die Nähe zu einem großen Wärmeverbraucher, vorzugsweise ein kommunales Gebäude, festgelegt. In einer Machbarkeitsstudie sollte die Eignung der Gebiete gezielt geprüft werden. Eine direkte Aussage über die Eignung der Gebiete kann die Betrachtung des Trockenwetterabflusses sein. Dieser muss größer als 15 l/s sein.

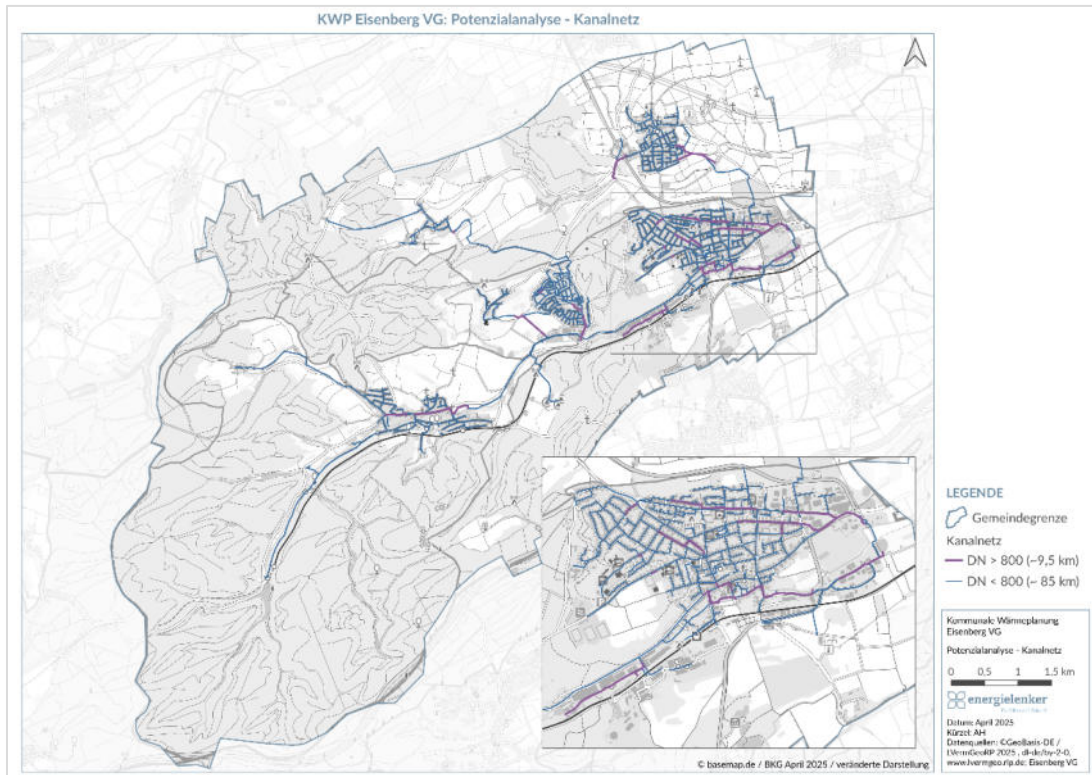


Abbildung 3-14: Darstellung der Abwasserkanäle

Das Abwassernetz der VG Eisenberg umfasst insgesamt rund 95 Kilometer Leitungen. Davon entfallen etwa 9,5 Kilometer auf Hauptkanäle mit einem Nenndurchmesser von $DN \geq 800$ mm, während die restlichen ca. 85 Kilometer auf Nebenkanäle mit kleineren Nennweiten ($DN < 800$ mm) entfallen.

Abwärme an der Kläranlage

Neben den Abwasserkanälen können auch kommunale Kläranlagen ein Abwärmepotenzial aufweisen. Dabei besteht jeweils die Möglichkeit, die Wärme entweder dem Wasser im Kläranlagenzulauf oder -ablauf zu entnehmen. Die VG Eisenberg verfügt über eine Kläranlagen, welche täglich rund 3.600 m^3 Abwasser reinigt.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird nur die Wärmeentnahme am Kläranlagenablauf betrachtet. Das liegt vor allem daran, dass die biologischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage eine Mindesttemperatur von $10 \text{ }^\circ\text{C}$ benötigen. Ein Wärmeentzug am Zulauf der Kläranlage kann vor allem im Winter dazu führen, dass das notwendige Temperaturniveau unterschritten werden könnte. Zudem würde im Zulauf das noch nicht gereinigte Wasser als Wärmemedium genutzt werden. Das führt dazu, dass die Wärmetauscher schneller verschlammten und häufiger gereinigt werden müssen.

Bei der Wärmeentnahme am Ablauf der Kläranlage kann die Temperatur in der Regel weiter abgesenkt werden, da oft keine Regelung für die Temperatur des Vorfluters besteht. Die verminderte Temperatur der Vorflut kann teilweise sogar ökologische Vorteile für die Gewässer haben, in welche das Wasser eingeleitet wird.

Zur Bestimmung des Wärmepotenzials der Kläranlage werden die Temperatur und die Abflussmenge im Jahresverlauf ermittelt. Auf Basis der Daten wird der mögliche Wärmeentzug berechnet. Dabei wird von einer Absenkung der Wassertemperatur um ca. 3 K gerechnet.

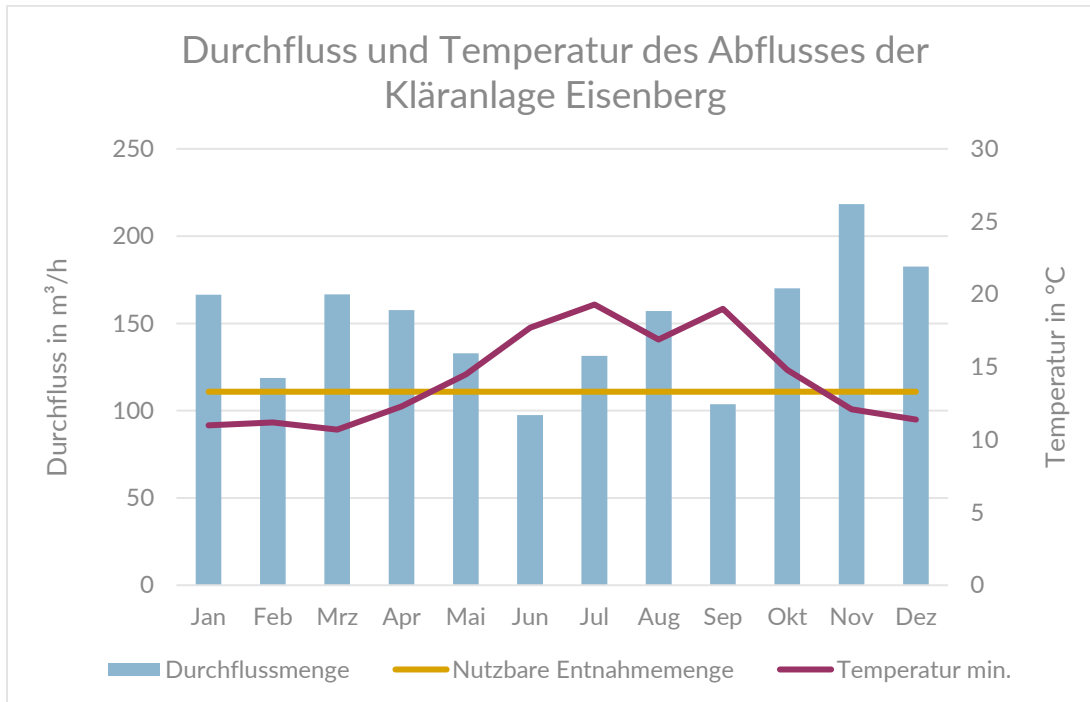


Abbildung 3-15: Durchfluss und Temperatur des Abflusses der Kläranlage in Eisenberg

In Eisenberg wurde eine zukünftige Nutzung der Abwärme aus der örtlichen Kläranlage im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung untersucht. Die nutzbare Wärmequelle aus dem Kläranlagenabfluss weist eine thermische Leistung von rund 0,774 MW auf. Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich daraus eine jährlich nutzbare Wärmemenge von etwa 6.149 MWh. Das maximal theoretisch erschließbare Wärmepotenzial unter Einsatz einer Wärmepumpe liegt sogar bei rund 14,6 GWh pro Jahr.

3.5 Umweltwärme

Die Nutzung des Umweltwärmepotenzials wird i. d. R. über den Einsatz von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen (Kompressionswärmepumpen) ermöglicht, die das Temperaturniveau der Wärmequelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Wärmepumpen bieten flexible Einsatzmöglichkeiten sowohl bezüglich der Art der Wärmequelle als auch bezüglich des Temperaturniveaus auf der Senkenseite und gelten im zunehmend elektrifizierten Gebäudesektor als Schlüsseltechnologie (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Wärmepumpen sind nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen und emittieren somit lokal keine Treibhausgase (THG). Sie kommen vor allem im Einzelgebäudebereich zum Einsatz. Darüber hinaus können Großwärmepumpen im Quartiersbereich und Wärmenetzen eingesetzt werden. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimaneutralem Kältemittel (z. B. Propan oder CO₂) angeboten. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von erneuerbarem Strom können Wärmepumpen, einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich vom Temperaturhub ab, also der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Wärmepumpenhersteller geben die Effizienz bei bestimmten Betriebspunkten in Form des COP (Coefficient of Performance) an. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) stellt das Verhältnis der Nutzwärmemenge bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit über eine Jahresbilanz dar und gilt als die

zentrale Kennzahl für Wärmepumpen. Bei der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen stammt ca. 75 % der Energie aus der Wärmequelle (bei einer angenommenen JAZ von 4,0). Die restliche Energie wird meist in Form von elektrischer Energie für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Wärmequellen- und Wärmesenkenmedium. In Deutschland kommen insbesondere Sole-Wasser-, Luft-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Sole (ein frostsicheres Wärmeträgerfluid) als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenkenmedium. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen entsprechend Luft als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenke. Wasser-Wasser-Wärmepumpen werden sowohl für die Temperaturerhöhung von Wärme aus Oberflächengewässern und Abwasser als auch in der oberflächennahen Geothermie, insbesondere für Grundwasserbrunnensysteme, eingesetzt.

Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Außenluft als Wärmequelle. Aufgrund der schwankenden Außenlufttemperatur ist auch die Effizienz der Wärmepumpe Schwankungen unterlegt. Zusätzlich sind die Außenlufttemperaturen in der Heizsaison, in der der Großteil des Wärmebedarfs anfällt, am geringsten, sodass die JAZ von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu geothermisch betriebenen Wärmepumpen mit relativ konstanten Quellentemperaturen i.d.R. geringer ausfällt.

Die Investitionskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind geringer als bei Sole- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen, da die Kosten für die Quellenschließung nicht anfallen. Wegen der geringeren Investitionskosten und weniger Planungsaufwand ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Wärmepumpenart, die derzeit am häufigsten installiert wird. Insbesondere in voraussichtlich dezentral versorgten Gebieten, in denen das geothermische Potenzial oder die Flächenverfügbarkeit gering ist, wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe der präferierte Wärmeerzeuger sein. Darüber hinaus können mit Außenluft betriebene Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung von Wärmenetzen eingesetzt werden. Aufgrund der Ausweisung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete nach WPG unabhängig von der Wärmeerzeugertechnologie und aufgrund der Tatsache, dass die Wärme aus der Außenluft unbegrenzt zur Verfügung steht, wird kein Potenzial für Luft-Wasser-Wärmepumpen berechnet oder ausgewiesen.

3.6 Solarenergie

Solare Strahlungsenergie hat vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für den Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung. Sie kann in Form von Solarthermie als primärer Erzeuger für Wärmeenergie oder in Form von Photovoltaik als Stromerzeuger genutzt werden.

3.6.1 Solarthermie

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende, da sie sowohl mit Hilfe von zentralen als auch dezentralen Anlagen dazu beitragen können, auf einer gesamtstädtischen Ebene einen CO₂-freien Wärmesektor zu realisieren. Solarthermie lässt sich ähnlich wie klassische Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen realisieren.

Grundsätzlich wird bei der Solarthermie die eintreffende Sonnenstrahlung durch Absorber aufgenommen. Die entstehende thermische Energie wird dann auf eine Wärmeträgerflüssigkeit geleitet. In der Regel ist das ein Gemisch aus Wasser und Glykol, auch Solarfluid genannt. Das Solarfluid fließt zu einem Wärmespeicher, gibt dort die thermische Energie an das Heizungsmedium (Wasser) ab und erhitzt es. Danach läuft das Solarfluid wieder zum Kollektor zurück, um durch den Absorber erneut erwärmt zu werden.

Solarthermie - Technische Anforderungen

Die Installation von Solarthermieanlagen auf Dachflächen ermöglicht die Deckung des Warmwasserbedarfs außerhalb der Heizperiode (Mai bis September) für einen 4-Personen-Haushalt. Hierzu ist bereits eine Bruttokollektorfläche von 4-6 m² ausreichend. Im Schnitt können bei einer Kollektorfläche von 6 m² ca. 2.000- 2.400 kWh/a erzeugt werden. Damit erzeugt eine Solarthermie über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfs.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich 20-25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich.

Solarthermie auf Freiflächen

Darüber hinaus können Solarthermieanlagen auf Freiflächen errichtet werden. Sie können aufgrund des Skaleneffektes ähnlich wie bei Freiflächen-Photovoltaik günstigere Wärme produzieren als Dachanlagen. Solarthermie-Freiflächen bieten sich besonders im Fernwärmebereich an. Hier werden Flächenkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren bis zu einer Netztemperatur von 100 °C eingesetzt. Der entscheidende Faktor liegt bei den Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes an der Einbindungsstelle von März bis Oktober.

3.6.2 Photovoltaik

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von solarer Strahlungsenergie liegt in der klassischen Photovoltaiknutzung zur Stromproduktion. Photovoltaik kann ebenso auf Dachanlagen und Freiflächen errichtet werden, um den erzeugten Strom zur Selbstversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Stromnetz zu nutzen. Dachanlagen werden im privaten Kontext meist in Verbindung mit Stromspeichern zur Eigenstromversorgung genutzt, um die Strombezugskosten zu senken. Photovoltaik kann aber auch dazu genutzt werden großflächige Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu errichten, wobei der Strom entweder meist für industrielle Eigenstromversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Netz genutzt wird. Hierbei sind jedoch meist standortspezifische Gegebenheiten ausschlaggebend, inwiefern der produzierte Strom genutzt werden kann (Nähe zu direkten Stromabnehmern oder öffentlichen Mittelspannungsleitungen).

Photovoltaik: Technische Anforderungen

Anders als Solarthermie, werden bei klassischen Solarmodulen deutlich geringere Wirkungsgrade erreicht, da der Prozess solare Strahlungsenergie in Strom umzuwandeln technologisch deutlich aufwendiger ist. Es kommen meist sog. Mono- oder polykristalline Solarmodule zum Einsatz die einen Wirkungsgrad von über 20 % (monokristalline Solarmodule)

oder 12-16 % (polykristalline Solarmodule) aufweisen. Dem höheren Wirkungsgrad steht entsprechend auch eine höherer Anschaffungspreis entgegen.

Photovoltaikanlagen werden grundsätzlich in Süd oder Ost-West-Ausrichtung errichtet. Dabei spielt es keine Rolle ob, die Anlage auf einem Dach oder einer Freifläche errichtet wird. Durch die unterschiedlichen Ausrichtungen können unterschiedliche Ertragskurven erzeugt werden. Während bei der Süd-Ausrichtung der maximale Ertrag zur Mittagszeit am höchsten ist, ermöglicht die Ost-West-Ausrichtung eine kontinuierlichere Stromproduktion. Je nach Nutzen des produzierten Stroms, ergeben sich dadurch unterschiedliche Anwendungsbeispiele. Eine südlich ausgerichtete PV-Anlage erzeugt am meisten Strom, jedoch sollte überschüssiger Strom gespeichert oder eingespeist werden. Eine Ost-West-Anlage erzeugt geringere Leistungen, kann aber meist durch den generellen Tagesablauf (höhere Produktionen am Morgen und Abend) besser direkt genutzt werden. Oftmals nutzen Industriebetriebe Ost-West-Ausrichtungen, um den Strom entsprechend ihrer Lastgängen zu verwenden.

Photovoltaik-Freiflächenpotenziale: Räumliche Anforderungen

Die Ermittlung der Freiflächen-Potenziale erfolgt auf Basis der Berücksichtigung unterschiedlicher flächenspezifischer Kriterien, die grundsätzlich nicht mit einer Errichtung einer Anlage vereinbar sind, oder die Errichtung deutlich erschweren.

Freiflächen-Solaranlagen bieten die Möglichkeit hohe Erträge solarer Strahlungsenergie zu erzielen, müssen jedoch anders als klassische Dachanlage durch einen detaillierten Genehmigungsprozess. Freiflächen-Anlagen sind bauliche Anlagen, die je nach Größe eine geringe bis deutliche Raumwirksamkeit haben, wodurch unterschiedliche öffentliche Belange beeinträchtigt werden können. Dementsprechend ist eine detaillierte Auswahl von räumlichen Kriterien notwendig, um Potenzialflächen identifizieren zu können. Flächen die grundsätzlich hohe Potenziale aufweisen, liegen innerhalb der Bereiche zur bauplanungsrechtlichen Privilegierung nach § 35 BauGB. Dieser Bereich erstreckt sich über Korridore entlang von Autobahnen und doppelgleisigen Schienenwegen mit einer Entfernung von 200 m. Hier kann auf die Aufstellung von Bebauungsplänen i. d. R. verzichtet werden, wodurch der Genehmigungsprozess maßgeblich verkürzt wird. Der Gesetzgeber will dadurch bereits räumlich belastete Flächen (Infrastrukturtrassen) als Planungsraum hervorheben, wodurch entsprechend andere Freiflächen erhalten werden können. Auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz fokussiert sich mit den entsprechend Förderkorridoren nach § 37 EEG um Autobahnen und Schienenwegen mit einer Entfernung von 500 m. Für alle weiteren Flächen gilt die Berücksichtigung landes- und regionalplanerischer Vorgaben sowie naturschutzfachlichen Ausschlusskriterien für die Freiflächen-Potenziale.

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

- ▶ Naturschutz
- ▶ Gewässerschutz
- ▶ Siedlungsräume
- ▶ Topographie
- ▶ Verkehrsinfrastrukturen

Für Solarthermieanlagen gilt dieselbe potenzielle Flächenkulisse wie für Freiflächen-Photovoltaikanlagen mit dem Unterschied, dass für die Nutzung im Fernwärmebereich die

Nähe zur Wärmeversorgung eine Rolle spielen. Vor- und Rücklaufleitungslänge führen zu Installationskosten und insbesondere Wärmeverlusten. Damit der Wärmeverlust der Anschlussleitung maximal 2% beträgt, werden nur Flächen in einer maximalen Entfernung von 500 m zum Siedlungsrand berücksichtigt. Die Mindestgröße für Freiflächen liegt dabei bei 1 ha. Auf 1 ha können rund 5.000 m² Bruttokollektorfläche Solarthermie und 1 MWp PV installiert werden.

In Abstimmung mit der VG wurde sich darauf geeinigt, dass keine Potenzialanalyse im Bereich PV-Freiflächen stattfinden soll. Die VG hat vor Beauftragung der Wärmeplanung bereits eine entsprechende Potenzialanalyse für PV-Freiflächenanlagen begonnen. Während der Erarbeitung der Wärmeplanung wurde diese Analyse finalisiert und den örtlichen Gremien vorgestellt. Insgesamt wurden in der Studie ca. 481 ha Gemarkungsgebiet als Potenzialflächen ausgewiesen. Das entspricht ca. 7,5 % der VG-Fläche. Die VG hat entschieden, dass nur Flächen entwickelt werden sollen, die mindestens 10 ha zusammenhängende Flächenpotenziale aufweisen. Durch diese Einschränkung blieben insgesamt noch rund 176 ha Potenzialflächen, die vorrangig entwickelt werden sollen. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind der Abbildung 3-16 zu entnehmen.

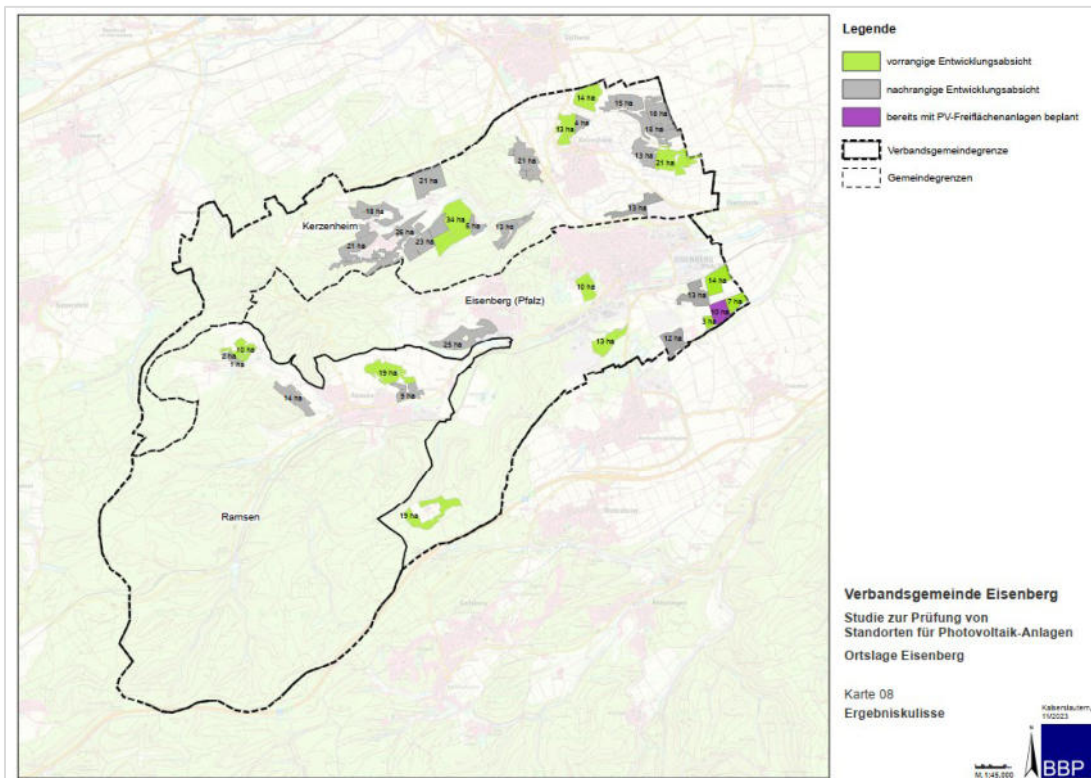


Abbildung 3-16: Potenzialanalyse PV-Freiflächen (Quelle: VG Eisenberg)

3.7 Windenergie

Windenergieanlagen sind eine der vielversprechendsten Formen der erneuerbaren Energien und tragen einen großen Teil zur Erreichung der globalen Ziele für saubere Energie und Klimaschutz bei. Sie nutzen die natürlichen Bewegungen der Luftmassen in der Atmosphäre, um mechanische Energie in elektrische Energie umzuwandeln.

In der lokalen Wärmeplanung kann Windenergie eine bedeutende Rolle spielen. Der erzeugte Strom lässt sich zur Wärmeerzeugung nutzen, die dann in das kommunale Wärmenetz

eingespeist werden kann. Dies kann entweder durch den Einsatz von Wärmepumpen geschehen oder durch die direkte Umwandlung von elektrischer in thermische Energie. Eine der großen Herausforderungen dabei ist die unregelmäßige Verfügbarkeit der Windenergie, was eine präzise Planung und Koordination erfordert. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Windenergie optimal genutzt wird und das Wärmenetz die zusätzliche Energie effizient aufnehmen kann.

Technische Anforderungen

Windenergieanlagen bestehen aus mehreren Hauptkomponenten, darunter dem Turm, den Rotorblättern, dem Getriebe und dem Generator. Sie entwickeln sich stetig weiter, sodass die Anlagen effizienter werden. Je höher die Nabenhöhe, und je größer die Rotorfläche, umso mehr Energie kann durch eine WEA erzeugt werden. Dazu müssen jedoch auch die notwendigen Windgeschwindigkeiten gegeben sein. Da die durchschnittlichen Windhöfigkeiten in steigender Höhe zunehmen, entwickeln sich die WEA auch immer weiter in die Höhe. Somit werden aktuell immer mehr Anlagen mit Gesamthöhen von bis zu 270 m genehmigt und errichtet.

Eine der größten Herausforderungen für die Errichtung von Windenergieanlagen stellt die räumliche Planung und Standortwahl dar. Windenergieanlagen benötigen Standorte mit starken und konstanten Windgeschwindigkeiten. Oftmals handelt es sich dabei um ländliche oder abgelegene Gebiete was den Transport und die Installation der Anlagen erschwert. Zudem stellen Windenergieanlagen emittierende bauliche Anlagen dar, welche Lärm und Schattenwurf verursachen. Demnach sind Anlagen ab 50 m stets unter den Voraussetzungen des Bundesimmissionsschutzes zu genehmigen. Das führt dazu, dass sie Mindestabstände zu beispielsweise Siedlungsflächen und ähnlichem einhalten müssen, um keine belastenden Auswirkungen hervorzurufen. Darüber hinaus können Anlagen nicht nur Auswirkungen auf den Menschen, sondern auch Tiere und lokale Ökosysteme haben, weshalb eine Planung grundsätzlich eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorsieht.

Durch ihre raumwirksame Rolle stehen Windenergieanlagen unter den Vorgaben der Raumplanung. Einerseits müssen sie durch sorgfältige räumliche Planung in den landesplanerischen Kontext gebracht werden und andererseits dabei auch die optischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild berücksichtigen. Auch weitere öffentliche Belange wie Flugsicherheit, Radar oder Erdbeben- und Wetterstationen müssen in der Planung berücksichtigt werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Anbindung von Windenergieanlagen an das Stromnetz oder Wärmenetz eine wesentliche Voraussetzung für die effektive Nutzung der erzeugten Energie ist. Dies kann jedoch insbesondere in Gebieten, die weit von bestehenden Netzinfrastrukturen, aufgrund der emittierenden Wirkung entfernt sind, eine Herausforderung darstellen. Trotz dieser Herausforderungen ist es unerlässlich, nachhaltige Lösungen zu finden, um die volle Kapazität der Windenergie zu nutzen und einen positiven Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Im Bereich Windenergie wurde keine Potenzialanalyse durchgeführt, da auf dem Gebiet der VG nur im Norden kleine Areale ein Windpotenzial aufweisen. Eine Entwicklung der Potenziale würde vermutlich in Zusammenarbeit mit der VG Göllheim stattfinden.

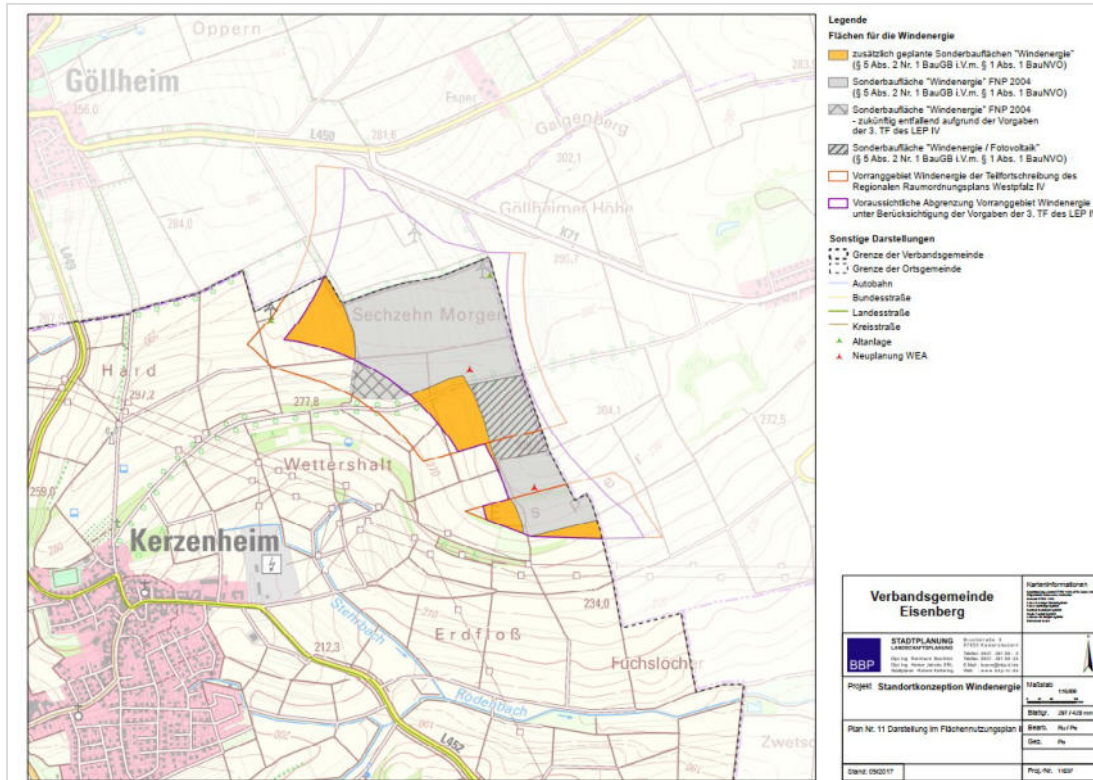


Abbildung 3-17: Windpotenzialflächen VG Eisenberg (Quelle: VG Eisenberg)

Auf dem Gemarkungsgebiet der VG werden derzeit Windkraftanlagen repowert. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung waren bereits zwei Anlagen wieder in Betrieb. Darüber hinaus ist vorgesehen, innerhalb der kommenden zwei bis drei Jahre eine kleinere Bestandsanlage ebenfalls zu repowern.

3.8 Wasserstoff

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H₂O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie z. B. die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO₂ freigesetzt wird.

Eine wichtige Funktion von Wasserstoff ist seine Eignung als Speichermedium, um überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann dann bei Bedarf wieder in Wärme umgewandelt werden. Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl- und Chemieindustrie, wird Prozesswärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, das effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräten oder Gasbrennwertkesseln (H₂-Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich ist aktuell technisch

und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich. In Abbildung 3-18 ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich somit ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz (in Abhängigkeit der JAZ).

Aufgrund der zusätzlich benötigten Strommenge zur Wasserstoffherzeugung und der derzeit zu langsamen Ausbaugeschwindigkeit von erneuerbaren Stromerzeugern ist auch eine zukünftig komplett regenerative bzw. kostengünstige Bereitstellung von Wasserstoff im Gebäudebereich fraglich. Die Betrachtung von Wasserstoff als Potenzial in der Wärmeerzeugung wurde schon am Anfang des Projekts durch das Projektteam ausgeschlossen.

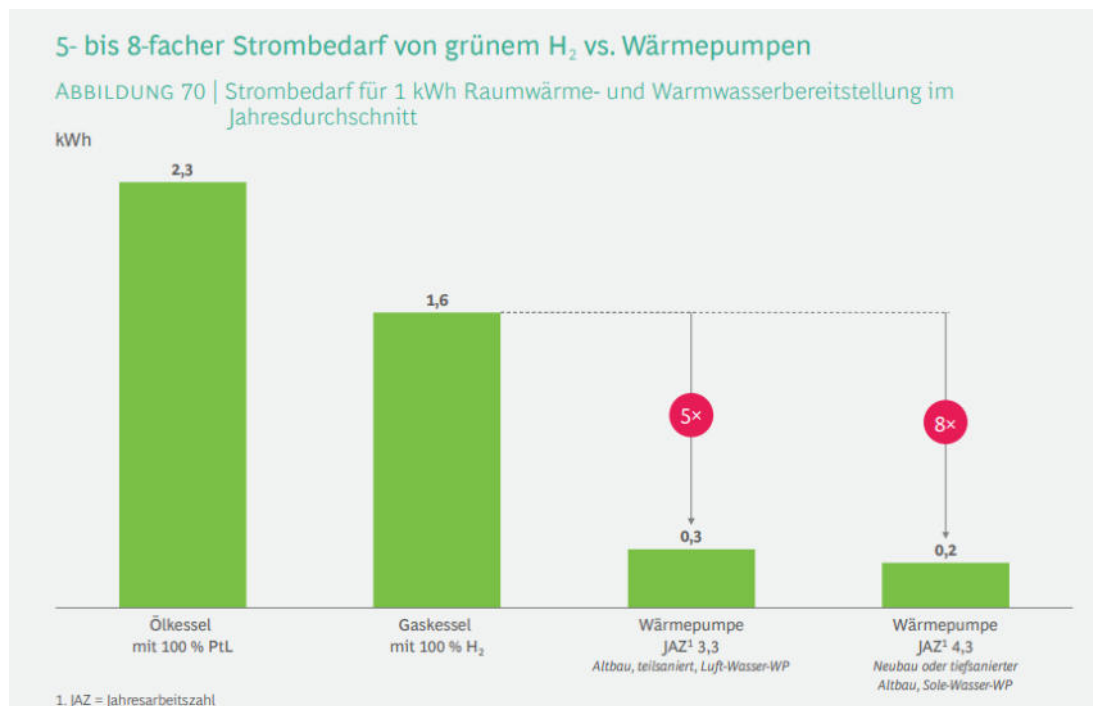


Abbildung 3-18: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

Wasserstoff kann auch für die Synthetisierung von CO₂ zu Methan und Wasser genutzt und mit der vorhandenen Gasinfrastruktur transportiert und teilweise gespeichert werden. Der Energiegehalt von synthetischem Methan über den Zwischenprozess der Elektrolyse beträgt jedoch nur ca. 55 % der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

Die Verteilung von Wasserstoff kann entweder durch Beimischung in bestehende Gasnetze oder durch deren vollständige Umstellung auf Wasserstoff erfolgen. Die Umstellung erfordert allerdings erhebliche Anpassungen an der Infrastruktur, einschließlich der Umrüstung von Gasnetzen, Speichern und Endgeräten. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für

Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind. Die Umstellung von bestehenden Gasnetzen bzw. ein Ausbau müssen insbesondere in Einklang mit der Wärmenetzstrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen.

Zudem wird die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff in Deutschland zukünftig regional unterschiedlich sein (vermehrt in Norddeutschland aufgrund von Überschussstrom aus Off-Shore-Windkraftanlagen bzw. in der Nähe von Wasserstofftransportleitungen).

Zusammenfassend ist eine zukünftige Wärmeversorgung des Gebäudebereichs über Wasserstoff nicht realistisch. Allerdings kann Wasserstoff für bestimmte Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen sinnvoll sein. Für einen wirtschaftlichen Einsatz von regenerativ erzeugtem Wasserstoff ist die Kombination von bestimmten Randbedingungen erforderlich. Randbedingungen sind u. a. ein hoher Energiebedarf, hohe Prozesstemperaturen sowie eine Wasserstoffverteilleitung bzw. ein Elektrolyseur in der Nähe.

Das bestehende Umstellernetz befindet sich in einer Reichweite (siehe Abbildung 3-19), die grundsätzlich eine potenzielle Teilversorgung für die Prozesswärme in der VG Eisenberg ermöglichen könnte. Allerdings ist hierfür eine detaillierte Untersuchung erforderlich, um die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit zu bewerten.

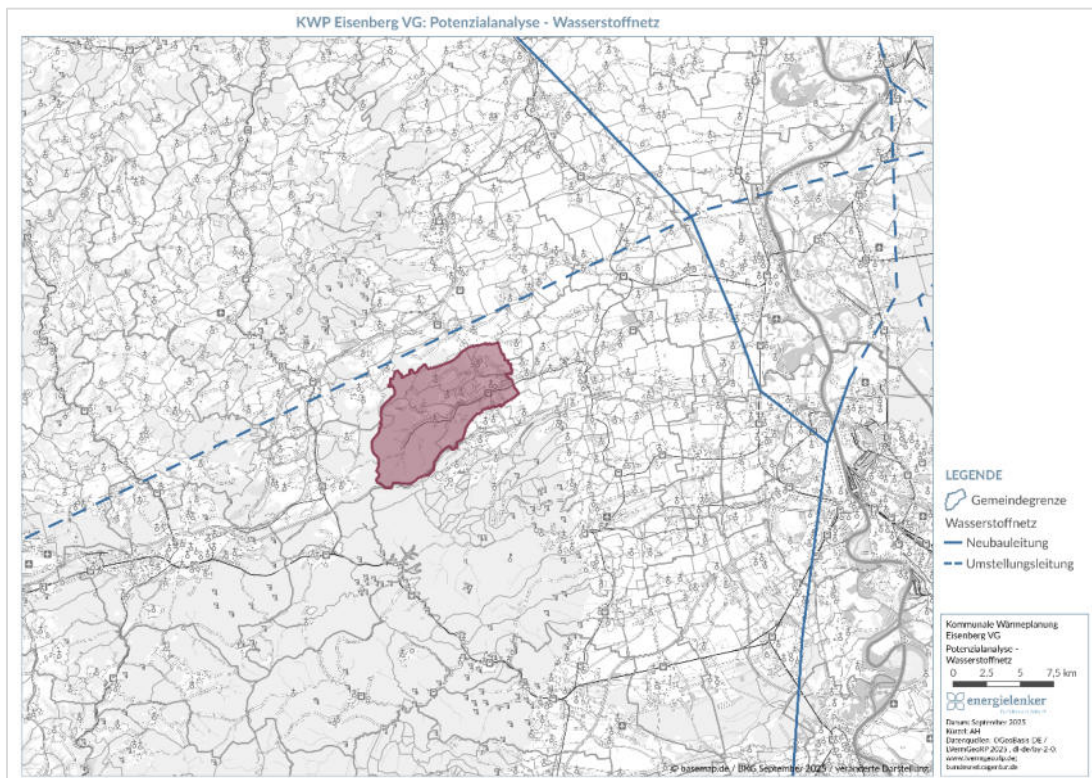


Abbildung 3-19: Verlauf des geplanten Wasserstofftransportnetzes

4 Eignungsgebiete, Szenarien und Entwicklungspfade

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Verbandsgemeinde Eisenberg angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann. Das Szenario wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierung sowie die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit ein.

Für die Wärmeplanung wird das Zielszenario Bottom-Up aufgebaut, d. h. zuerst wird die Kommune in Teilgebiete unterteilt, welche bzgl. ihrer Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung, für den Aufbau/Anschluss an ein Wärmenetz und für den Anschluss an ein Wasserstoffnetz analysiert werden.

Aus dieser Analyse wird für jedes Teilgebiet ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt. Die Ergebnisse der Teilgebiete werden dann aggregiert, um das Gesamtszenario für die Kommune darzustellen und den Abgleich mit den verfügbaren Potenzialen zu machen.

4.1 Vorgehen und Kriterien zur Ausweisung der Gebiete

Im ersten Schritt wurde das Gebiet der Verbandsgemeinde in Teilgebiete aufgeteilt. Ziel der Wärmewendestrategie ist es für jedes Teilgebiet mögliche Wärmeversorgungsarten als Szenario darzustellen. Deshalb sollten die Teilgebiete möglichst homogen im Sinne der Wärmeplanung sein, bzw. mögliche Synergien zusammenfassen. Für die Aufteilung wurden die folgenden Kriterien herangezogen:

- ▶ Ortsteile/Stadtviertel bzw. allgemein gebräuchliche Ortsabgrenzungen
- ▶ **Natürliche oder bauliche Hindernisse:** Trennung durch große Straßen, Bahngleise, Flüsse
- ▶ **Bestehende Wärmeversorgungsart:** Leitungsgebundene Wärmeversorgung oder dezentrale Wärmeversorgung
- ▶ **Siedlungstypen:** Freistehende Einzelgebäude, Dorfkern oder Blockbebauung mit hoher Wohnungsdichte
- ▶ **Abnehmerstruktur:** Wohn-, gewerbliche oder industrielle Nutzung

Alle Gebäude, die aufgrund ihrer abgelegene Lage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden als virtuelles Gebiet aggregiert. Dieses Gebiet wird nicht in den Steckbriefen dargestellt, da die sinnvollen Wärmeversorgungsoptionen voneinander abweichen können.

Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Daten zu diesem Gebiet zusammenfasst, das Gebiet beschreibt, die Potenziale in diesem Gebiet ausweist und das Zielszenario definiert. In Abbildung 4-1 bis Abbildung 4-3 ist ein beispielhafter Steckbrief dargestellt. Die Inhalte werden in den folgenden Kapiteln beschrieben, die Steckbriefe aller Teilgebiete finden sich im Anhang.

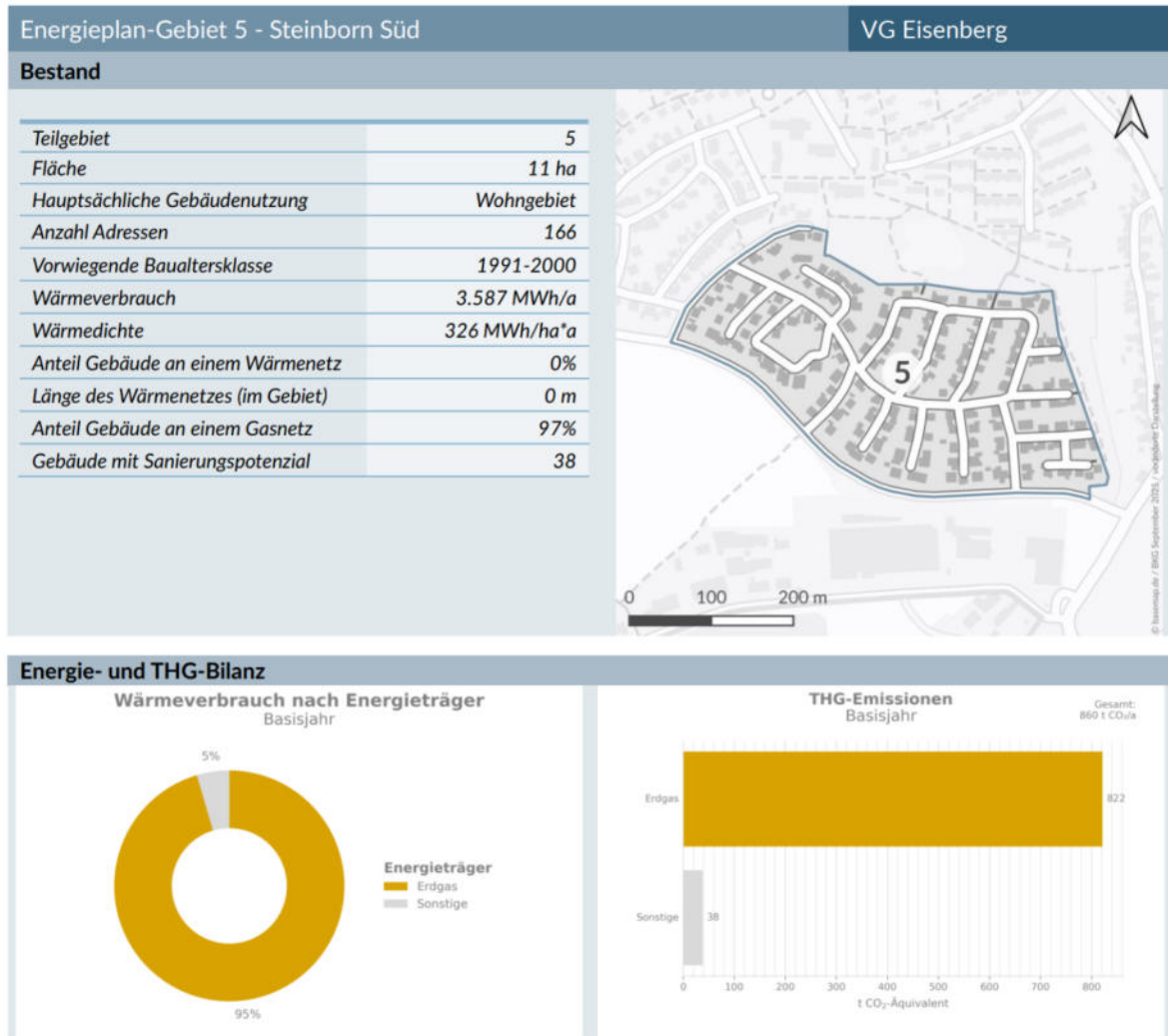


Abbildung 4-1: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

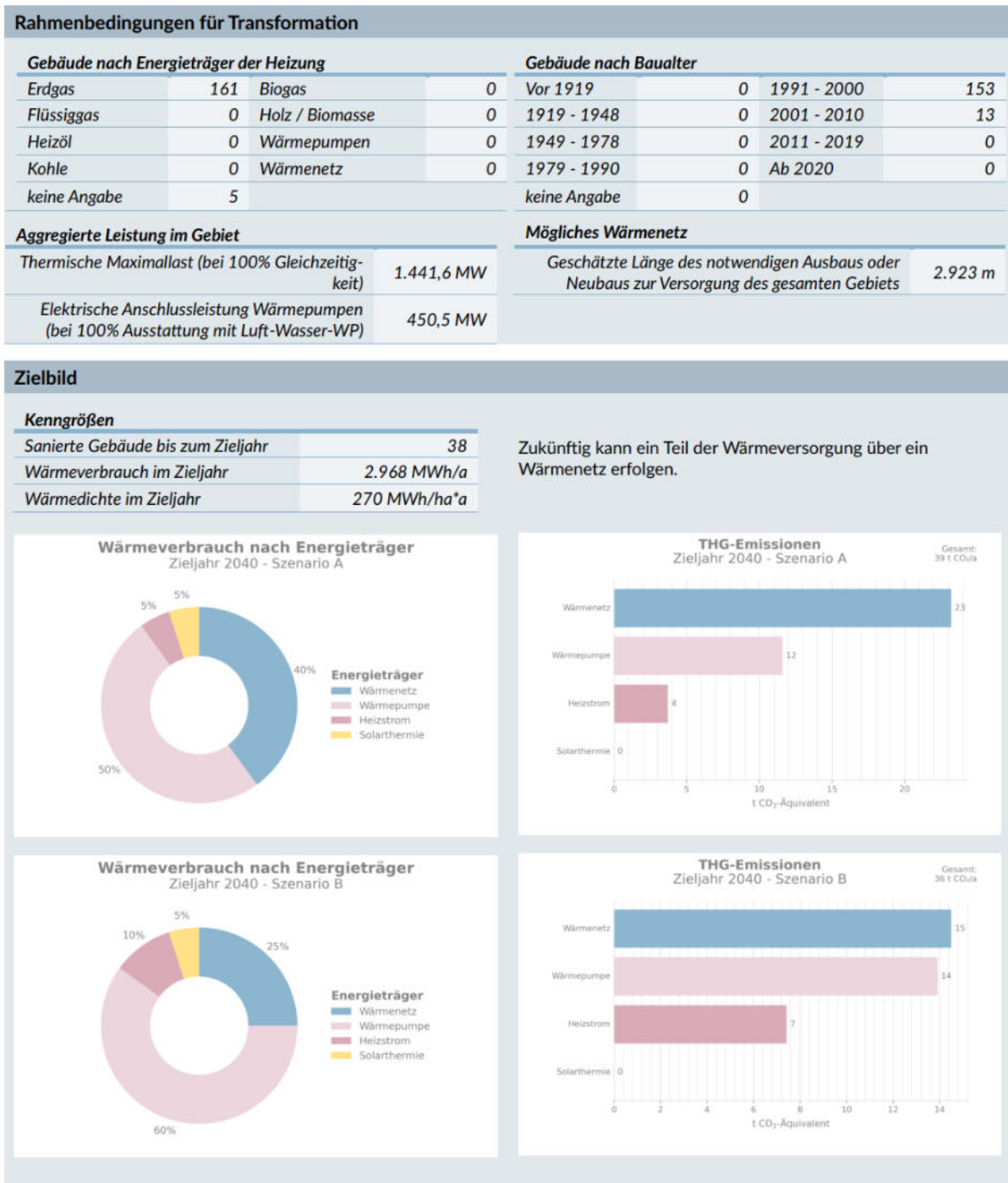


Abbildung 4-2: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Potenziale zur Wärmeversorgung

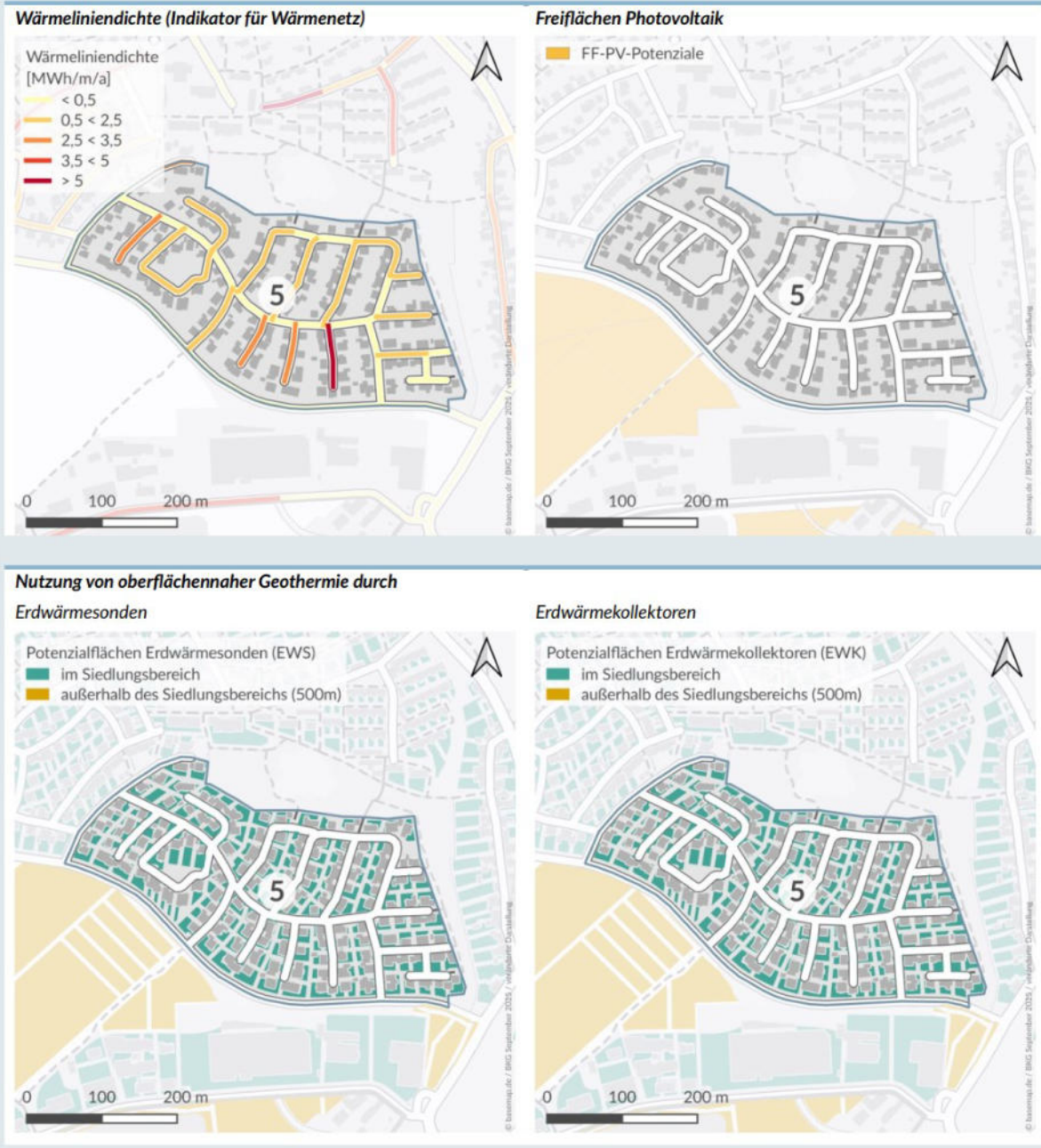


Abbildung 4-3: Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

4.1.1 Bestand, Energie- und THG-Bilanz & Beschreibung

Bestand

Zunächst werden für jedes Teilgebiet in einer Tabelle die wichtigsten Bestandsdaten dargestellt. Dazu werden die ermittelten Gebäudedaten aller in diesem Gebiet befindlichen Gebäude aggregiert. In Tabelle 4-1 sind die dargestellten Werte genauer erläutert:

Tabelle 4-1: Bestandsdaten Teilgebiete

Teilgebiet	Zufällige Nummerierung zur Identifikation des Teilgebiets
Fläche	Grundfläche des Gebiets in ha, Grundlage für die Berechnung der Wärmedichte
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Hauptsächliche Nutzung der Gebäude, es wird unterschieden zwischen Wohnen, Industrie/Gewerbe und Mischgebiet
Anzahl Adressen	Anzahl der Adressen mit beheizten Gebäuden im Gebiet auf Basis des Gebäudekatasters. Teilweise sind hier auch Gebäudeteile in größeren Gebäudekomplexen als einzelne Objekte gezählt. Ebenso werden mehrere beheizte Gebäude an einer Adresse zusammengefasst.
Vorwiegende Baualtersklasse	Die vorwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Gebiet
Wärmeverbrauch	Der aggregierte Wärmeverbrauch aller Gebäude im Gebiet im Basisjahr
Wärmedichte	Der Wärmebedarf aller Gebäude bezogen auf die Fläche des Gebiets.
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr über ein Wärmenetz versorgt wurden. Zu unterscheiden vom Anteil der Wärmemenge, die durch das Wärmenetz bereitgestellt wird, siehe auch Energiebilanz. Ist bspw. nur ein Gebäude mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf an das Wärmenetz angeschlossen, ist der Anteil Wärmenetz in der Energiebilanz deutlich höher als der Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss.
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	Länge der Wärmenetzleitungen im Gebiet, falls dort bereits ein Wärmenetz existiert. Auch Leitungen, die durch das Gebiet führen, ohne Anschlüssen werden gezählt.
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr mit Erdgas versorgt wurden. Inaktive Gasanschlüsse wurden nicht mitgezählt. Auch hier kann der Anteil der angeschlossenen Gebäude vom Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträger abweichen, s.o. Wärmenetz.
Gebäude mit Sanierungspotenzial	Anzahl der Gebäude, die nach der in 4.10 beschriebenen Methodik ein Sanierungspotenzial aufweisen.

Energie- und THG-Bilanz

Die Darstellung des Wärmeverbrauchs nach Energieträger sowie der dadurch bedingten Emissionen basiert auf dem gebäudescharfen Wärmebedarf sowie den aufgeführten Emissionsfaktoren. Für die Erstellung des Wärmeplanes standen nicht für alle Gebäude Informationen zur Wärmeversorgung zur Verfügung. Für die nicht leitungsgebundene, im

Steckbrief als „Sonstige“ dargestellte Versorgung wurde dabei ein gemischter Emissionsfaktor für Heizöl, Flüssiggas und Biomasse angesetzt (235 gCO₂e/kWh im Basisjahr).

4.1.2 Wärmewendestrategie, Rahmenbedingungen für die Transformation & Potenziale zur Wärmeversorgung

Auf der zweiten Seite der Steckbriefe wird die Eignung des Gebiets ausgewiesen, sowie die Rahmenbedingungen und ein Pfad für die Transformation aufgezeigt. Dies basiert neben den Bestandsdaten auf den vorhandenen Potenzialen, die im Detail auf der dritten Seite der Steckbriefe dargestellt werden.

Wärmewendestrategie

Dabei wird die Eignung des Gebiets nach dem Wärmeplanungsgesetz für die drei Versorgungsarten dezentral, Wärmenetz und Wasserstoffnetz jeweils nach

- ▶ „sehr wahrscheinlich geeignet“,
- ▶ „wahrscheinlich geeignet“,
- ▶ „wahrscheinlich ungeeignet“ und
- ▶ „sehr wahrscheinlich ungeeignet“

bewertet. Die Einschätzung der Gebiete erfolgt dabei analog zu den im Leitfaden Wärmeplanung aufgeführten Kriterien und Indikatoren, siehe Tabelle 4-2.

Auf Basis der Ausgangssituation und der Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Ziel- und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als

- ▶ Wärmenetzverdichtungsgebiet,
- ▶ Wärmenetzausbauggebiet,
- ▶ Wärmenetzprüfgebiet,
- ▶ Wasserstoffnetzgebiet oder
- ▶ Prüfgebiet

eingeteilt. Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen. Hierbei ist zu beachten, dass dies nur die hauptsächlich geplante Versorgungsart darstellt. Es entsteht dadurch keine Pflicht zur Nutzung dieser Versorgungsart oder zum Ausbau der Infrastruktur.

Ab einer Quote von 55 % zu sanierenden Gebäuden wurde das Teilgebiet als Gebiet mit erhöhtem Einsparpotenzial festgelegt. Zusätzlich wird der theoretische Wärmebedarf ausgewiesen, wenn alle Gebäude auf einen Effizienzstandard, wie in Kapitel 0 beschrieben, saniert werden sollten.

Tabelle 4-2: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Bewertungs-kriterien	Indikatoren	Wärmenetz- gebiet	Wasserstoff- netzgebiet	Gebiet mit dezentraler Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wärme(linien)dichte	x	o	o
	Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz	x	o	o
	Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	x	x	o
	Langfristiger Prozesswärmebedarf (>200°C und/oder stofflicher H ₂ -Bedarf)	o	x	o
	Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	x	x	o
	Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Bau Wärmenetz	x	o	o
	Preisentwicklung Wasserstoff	o	x	o
	Potenziale für erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung	x	o	x
	Anschaffungs-/ Investitionskosten Anlagentechnik	x	x	x
Realisierungsrisiken und Versorgungssicherheit	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus-, und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	x	x	x
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	o	x	o
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	x	x	o
	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	x	x	x
Kumulierte THG-Emissionen		x	x	x

Erläuterung:

x = Indikator wurde zur Bewertung in der jeweiligen Kategorie genutzt

o = Indikator ist für die Bewertung der Kategorie nicht relevant

Rahmenbedingungen für die Transformation

Auf Basis des Energiebedarfs je Gebäude wird die Höchstlast des Gebäudes nach (StMUG, StMWIVT, OBB, 2024) berechnet und eine entsprechende Leistungsklasse der Heizung/des Wärmeanschlusses festgelegt. Dies dient als Indikator für die Größe der umzurüstenden Anlagen.

Zusätzlich wird die thermische Maximallast des Gebiets (Summe aller Gebäudehöchstlasten) bei 100 % Gleichzeitigkeit berechnet. Dies ist ein theoretischer Wert, da nur mit sehr niedriger Wahrscheinlichkeit alle Gebäude gleichzeitig ihre Höchstlast beanspruchen. Gleiches gilt für die Berechnung der elektrischen Anschlussleistung. Hierbei wurde eine 100 % Ausstattung aller umzurüstenden Gebäude mit Luft-Wasser-Wärmepumpen zugrunde gelegt. Anhand dieser beiden Werte kann die Dimension eines möglichen Infrastrukturausbaus abgeschätzt werden.

Potenziale zur Wärmeversorgung

Es werden außerdem die möglichen Quellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale für größere Anlagen zur Einbindung in ein Wärmenetz beschrieben. Diese sind auf der dritten Seite des Teilgebietssteckbrief auch kartografisch für jedes Teilgebiet im Detail dargestellt.

4.2 Eignungsgebiete

Im Folgenden wird die Einordnung der Teilgebiete nach Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

4.2.1 Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz

Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele. Bei der Modernisierung zentraler Wärmeerzeugungsanlagen oder der Umstellung des Wärmenetzes auf erneuerbare Energien werden auf einem Schlag alle angeschlossenen Verbraucher erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird. Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmeliniendichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus.

Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 4-4 gezeigt dar.

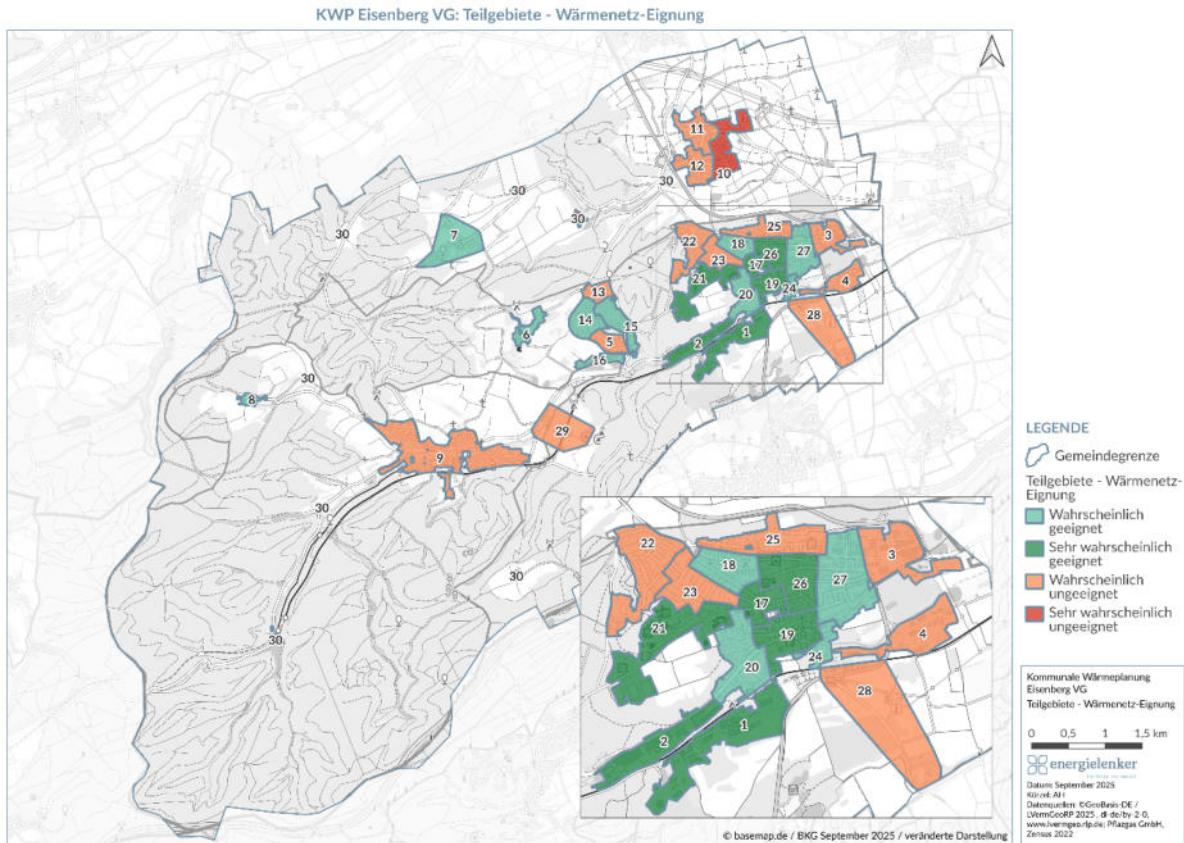


Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

Im Gebiet wurden 6 Gebiete als sehr wahrscheinlich und 10 Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. 12 Gebiete sind für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Wärme(linien)dichte in der Bewertung nach Wärmeplanungsgesetz nur einen Faktor darstellt, für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes aber oft ausschlaggebend ist.

4.2.2 Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff

Da bis zum Abschluss der Wärmeplanung vom Gasverteilnetzbetreiber kein verbindlicher Fahrplan für die Transformation des Gasverteilnetzes nach § 71k GEG vorgelegt wurde und die zukünftigen Wasserstoffversorgung insbesondere hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit für private Haushalte sehr unsicher ist, werden keine Gebiete als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Die Eignung für eine Wasserstoffversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 4-5 gezeigt dar.

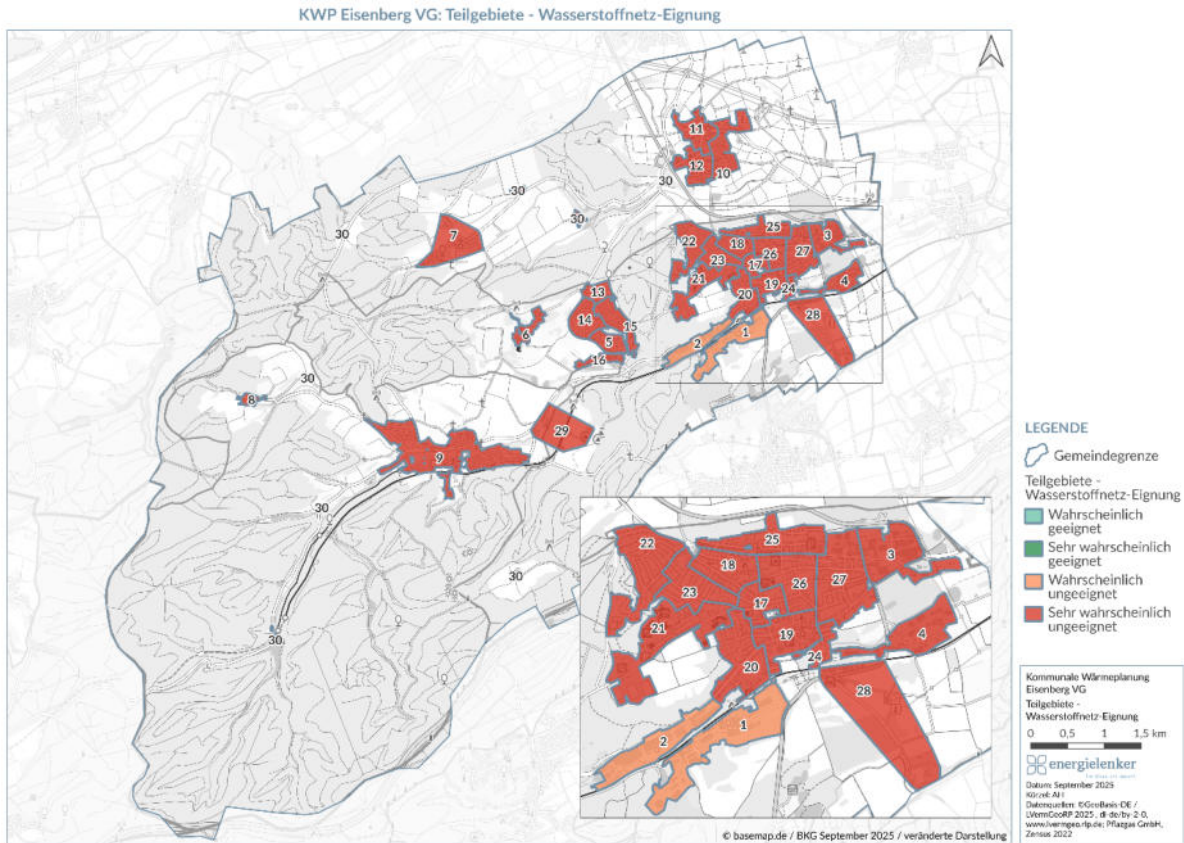


Abbildung 4-5: Eignung der Teilgebiete für eine Versorgung mit Wasserstoff

Demnach sind nach aktuellem Stand keine Gebiete für die Versorgung mit Wasserstoff geeignet. 2 Gebiete wurden als sehr wahrscheinlich ungeeignet und 28 Gebiete als wahrscheinlich ungeeignet eingestuft.

4.2.3 Eignung für dezentrale Versorgung

Viele Gebiete eignen sich grundsätzlich für dezentrale Versorgung, da die Wärmedichte kein ausschlaggebender Faktor ist. Auch in Gebieten mit zentraler Eignung werden zumindest anteilig dezentrale Technologien genutzt. Eine Voraussetzung für dezentrale Wärmeerzeugung ist je nach Technologie eine entsprechende Verfügbarkeit von Platz auf dem Grundstück und im Gebäude. Ist dies nicht gegeben, wird die Auswahl der einsetzbaren Technologien eingeschränkt oder der Anschluss an ein zentrales System muss in Betracht gezogen werden. In Gebieten, wo Platz- und Ressourcennutzung effizient gestaltet werden können, bietet die dezentrale Versorgung jedoch erhebliche Vorteile, wie Unabhängigkeit von großen Versorgungsnetzen und die Möglichkeit, individuelle, umweltfreundliche Energiekonzepte umzusetzen.

Die Eignung für eine dezentrale Versorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet (siehe Kapitel 4.1.2) und stellt sich wie in Abbildung 4-6 gezeigt dar.

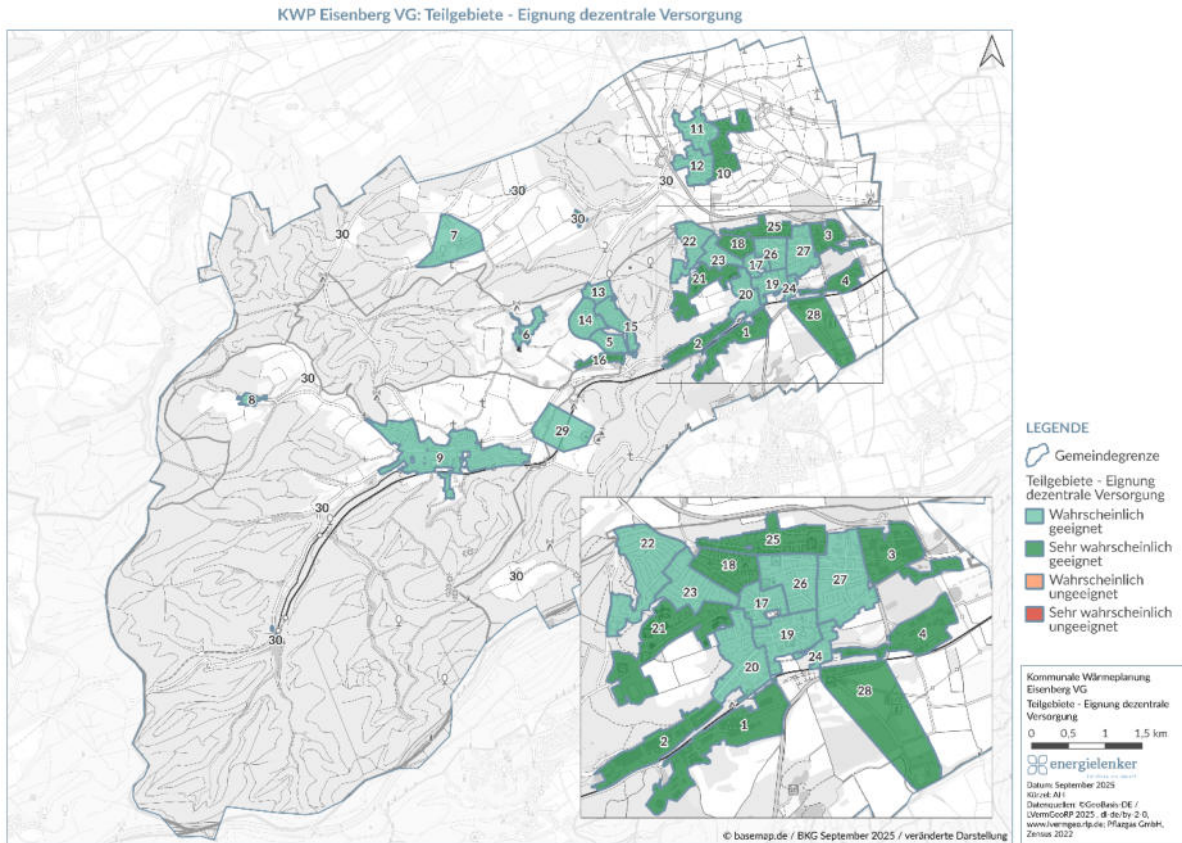


Abbildung 4-6: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

Im Gebiet sind 11 Teilgebiete sehr wahrscheinlich und 19 Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. Kein Gebiet wurde als ungeeignet klassifiziert. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass diese sich auf Raumwärme und nicht auf Prozesswärme bezieht.

4.2.4 Prüfgebiete

Als Prüfgebiet wurde nur die Teilgebiete 1 und 2 kategorisiert, da in diesen Industriegebieten ein hoher Prozesswärmebedarf notwendig ist, der aktuell über Erdgas erbracht wird und nicht über ein Wärmenetz abgedeckt werden kann. Dort ist eine Umstellung auf direkte Stromanwendung oder eine Versorgung mit Biomethan bzw. langfristig Wasserstoff zu prüfen.

4.2.5 Gebiete mit Sanierungspotenzial

Sanierungen spielen eine zentrale Rolle für die Wärmewende, da sie die Energieeffizienz von Gebäuden deutlich verbessern und damit den Wärmebedarf und die CO₂-Emissionen erheblich senken. Viele Bestandsgebäude, besonders ältere, sind unzureichend gedämmt und verbrauchen dadurch unnötig viel Energie für Heizung. Durch Maßnahmen wie die Dämmung von Außenwänden, Dächern oder Fenstern sowie auch den Austausch veralteter Heizsysteme können große Energieeinsparpotenziale erschlossen werden. Das reduziert nicht nur die Kosten für die Bewohner, sondern trägt auch erheblich zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei, was für das Erreichen der Klimaziele entscheidend ist.

Eine gute Gebäudesanierung schafft außerdem die Grundlage für den Einsatz moderner, umweltfreundlicher Heiztechnologien wie Wärmepumpen oder effiziente Wärmenetze mit

verringertes Vorlauftemperatur. Diese Technologien arbeiten am effizientesten in gut isolierten Gebäuden, da sie mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden können. Ohne entsprechende Sanierungen könnte der Einsatz solcher Systeme weniger effizient oder sogar unwirtschaftlich sein.

Alle Gebäude, die einen Wärmebedarf von mehr als 10 % im Vergleich zu einem sanierten Gebäude ihrer Altersklasse aufweisen, wurden als Gebäude mit Sanierungspotenzial eingestuft (siehe auch Kapitel 3.1). Die Einordnung als Sanierungsgebiet erfolgt ab einem Anteil von 55 % an Gebäuden mit Sanierungspotenzial und stellt sich wie in Abbildung 4-7 gezeigt dar.

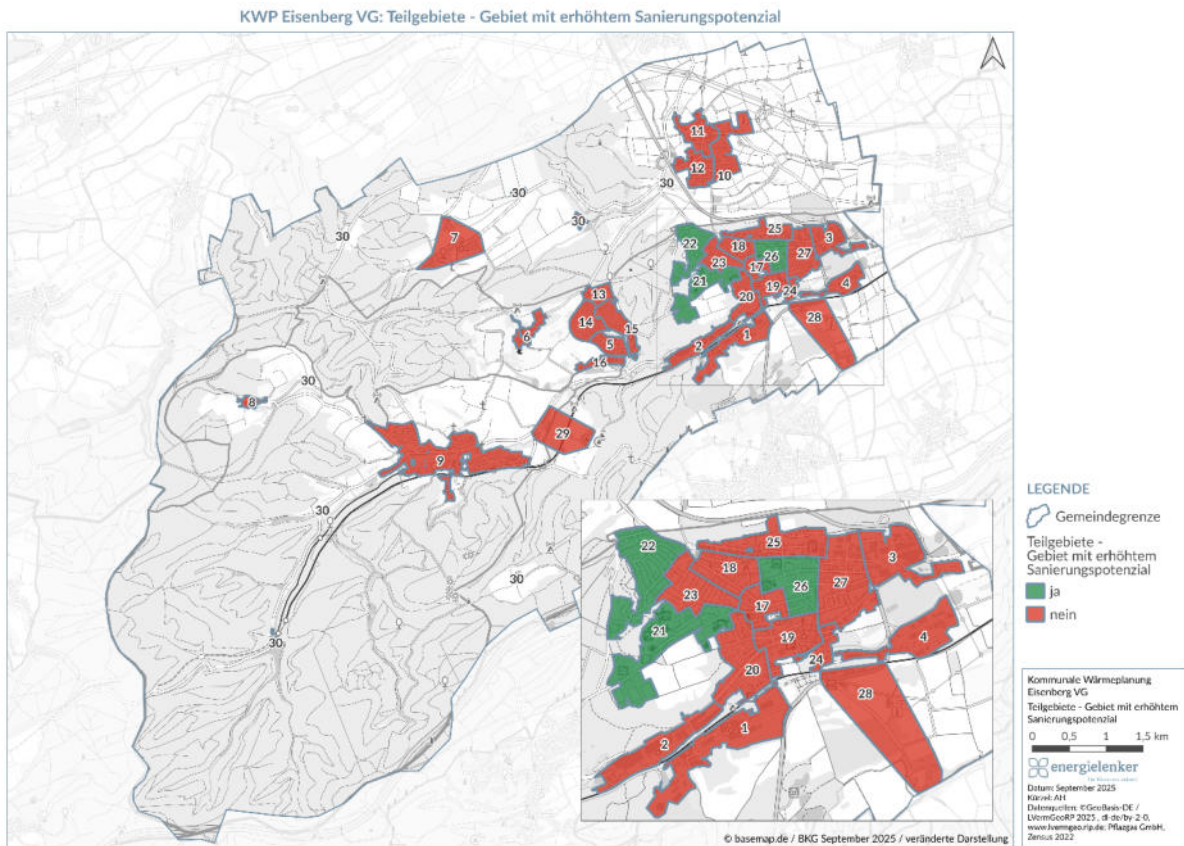


Abbildung 4-7: Teilgebiete in Eisenberg mit hohem Sanierungspotenzial

Insgesamt weisen 3 Teilgebiete erhöhtes Sanierungspotenzial auf. Dabei sind in drei Teilgebieten mehr als 55 % der Gebäude sanierungsbedürftig. Insgesamt kann in diesen Gebieten bei Sanierung aller Gebäude 6,3 GWh Wärme eingespart werden.

4.3 Gebietsausweisung

Anhand der Eignung der Gebiete wurden die Teilgebiete in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen gemäß Kapitel 4.1 eingeteilt und sind in Abbildung 4-8 kartographisch dargestellt.

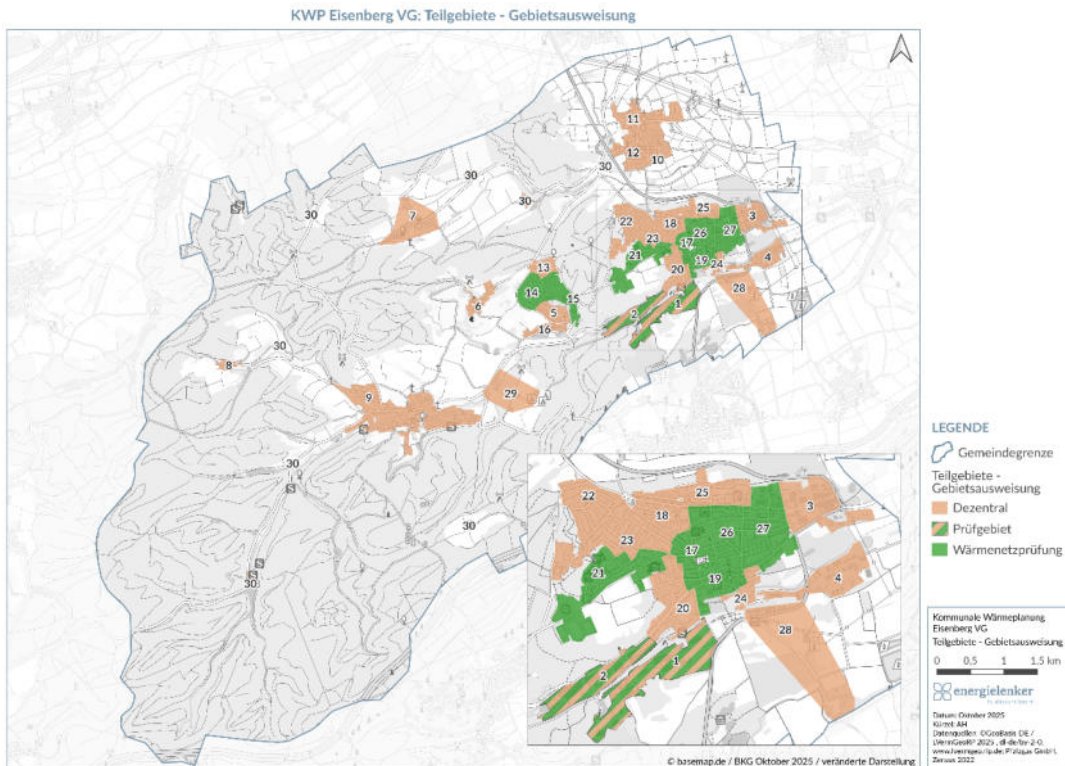


Abbildung 4-8 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen

Die Gebiete 1 und 2 sind durch ihre industriellen Prozesswärmebedarfe als Prüfgebiete eingeteilt. Für diese Gebiete ist mit der zukünftigen Fortschreibung der Wärmeplanung und in Abhängigkeit vom weiteren Infrastrukturausbau in der Bundesrepublik ein Energieträger festzulegen. Die Gebiete 14, 15, 17, 19, 21, 26 und 27 wurden als Wärmenetzprüfgebiete eingeteilt, hier gilt es in den nächsten Monaten und Jahren die konkrete Prüfung im Detail weiter voranzubringen und bei positiven Ergebnis die Planung und Umsetzung der Errichtung von Wärmenetzen voranzubringen. In allen anderen Gebieten wird die dezentrale Versorgung im Vordergrund stehen.

4.4 Szenarien

Auf Basis der Teilgebietsszenarien wurden für das gesamte Stadtgebiet zwei mögliche Szenarien entwickelt. Gleichbleibende Annahmen sind dabei das Zieljahr der Klimaneutralität sowie der zukünftige Wärmebedarf. Während die Reduzierung des Wärmebedarfs durch Energieeinsparmaßnahmen wichtig ist, bleibt die Wahl der Wärmeerzeugungstechnologie, insbesondere die Entscheidung zwischen zentraler und dezentraler Versorgung, sowie die erreichbare Umsetzungsgeschwindigkeit unabhängig davon eine zentrale Frage.

In beiden Szenarien wird davon ausgegangen, dass alle Ölheizungen und Gasheizungen bis zum Zieljahr 2040 ausgetauscht werden. Biomasse-Heizungen bleiben bestehen. Für auszutauschende Heizungen wird je nach Szenario entschieden, ob diese durch eine zentrale (Wärmenetzanschluss) oder dezentrale Heizungstechnologie ersetzt werden.

Szenario a: Mittlere Sanierungsgeschwindigkeit

Für das Szenario „Mittlere Sanierungsgeschwindigkeit“ wird angenommen, dass die Teilgebiete zur Wärmenetzverdichtung auf die in den Steckbriefen angegebenen Anschlussquoten verdichtet werden. Wärmenetzprüfgebiete werden nicht ausgebaut, sondern über dezentrale Technologien mit Wärme versorgt. Dieses Szenario ist auch in den Teilgebietssteckbriefen abgebildet.

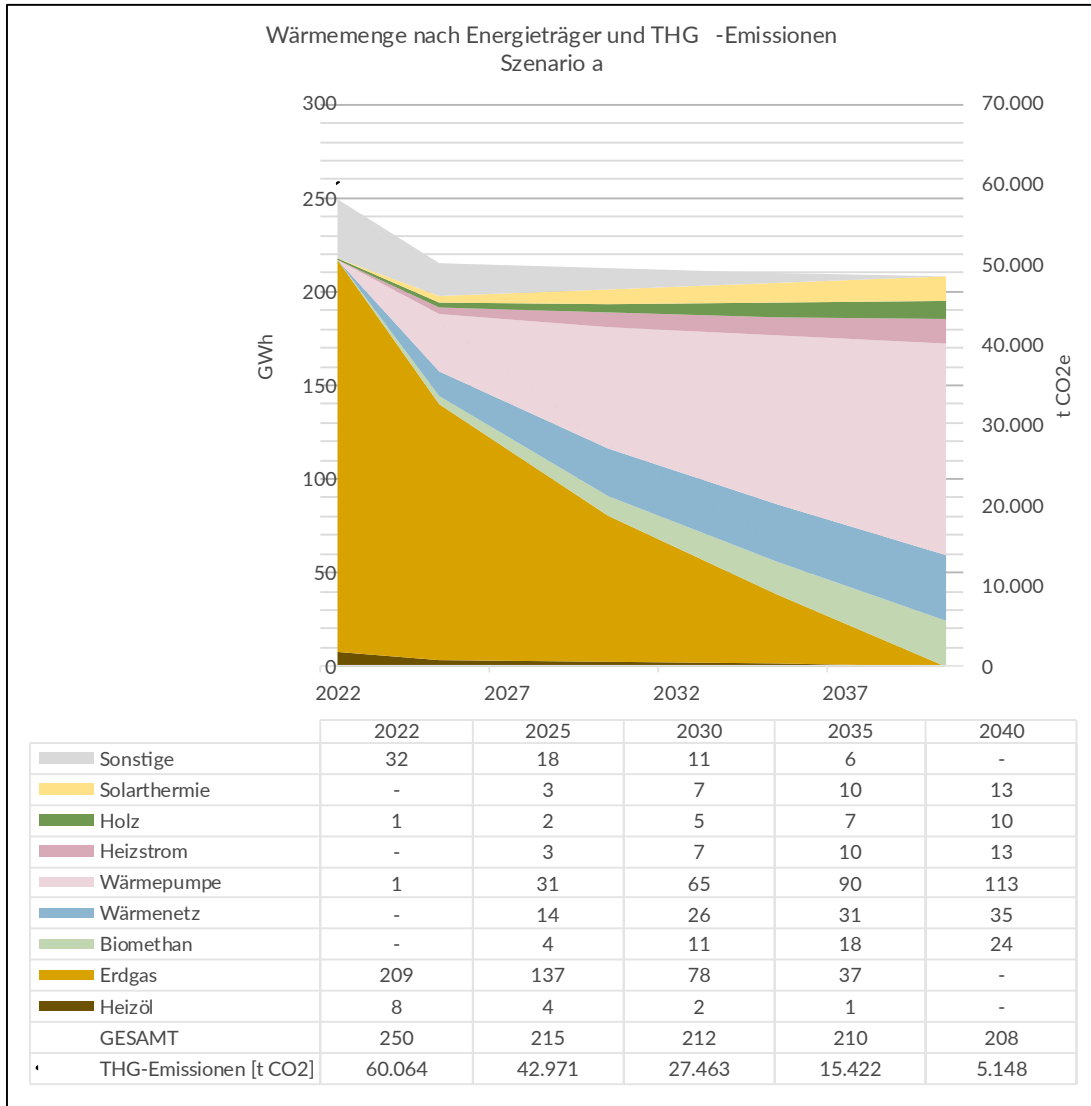


Abbildung 4-9: Prognose des Wärmebedarfs nach Energieträger in Eisenberg im Szenario „Mittlere Umsetzungsgeschwindigkeit“

Ein erheblicher Anteil des Wärmebedarfs wird in diesem Szenario von Wärmepumpen erzeugt. Außerdem ergibt sich eine moderate Steigerung der Versorgung durch Wärmenetze. Der Wärmebedarf aus Wärmenetzen beträgt durch den Neubau 35,3 GWh im Zieljahr 2040. In diesem Szenario wird auch davon ausgegangen, dass industrielle Prozesswärmebedarfe mit Biomethan gedeckt werden.

Szenario b: Höhere Umsetzungsgeschwindigkeit

Für das Szenario „Höhere Umsetzungsgeschwindigkeit“ wird angenommen, dass die Umstellung auf treibhausgasneutrale Heizungstechnologien mit einer höheren Geschwindigkeit erfolgt. Dieses Szenario setzt eine entsprechend schnellere Umsetzung durch zahlreiche Akteure sowie auch die Unterstützung durch die Kommunen voraus.

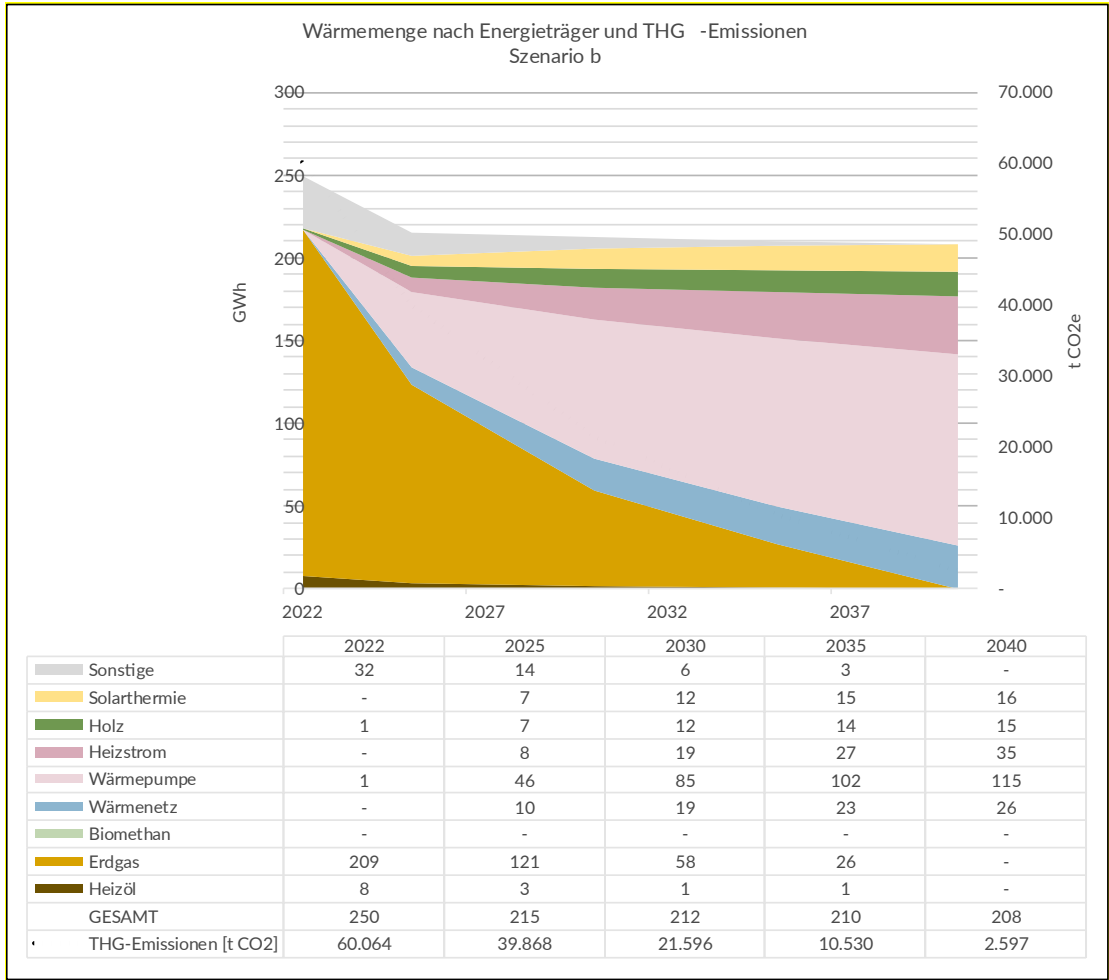


Abbildung 4-10: Prognose der Wärmebedarfe nach Energieträger in Eisenberg im Szenario „Höhere Umsetzungsgeschwindigkeit“

In diesem Szenario erfolgt eine Deckung der Prozesswärmebedarfe vollständig über elektrische Energie. Diese Annahme beinhaltet einen schnelleren Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, gleichzeitig wird dabei eine höhere Effizienz des Energiesystems erreicht (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021).

5 Fokusgebiete

Im Rahmen der Erarbeitung der Wärmeplanung sind zwei bis drei Gebiete auszuwählen, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung Priorität zur Behandlung sind. Für diese Fokusgebiete werden nachfolgend konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne vorgestellt.

Im Zuge der Entwicklung nachhaltiger Lösungsansätze für den energetischen Umbau der VG Eisenberg wurden drei exemplarische Gebiete als Fokusgebiete ausgewählt. Die Auswahl erfolgte in einem iterativen Prozess. Die gewählten Kriterien zur Auswahl der Fokusgebiete wurden nicht isoliert betrachtet, sondern in einem ganzheitlichen Kontext analysiert. Betrachtet wurden strukturelle Merkmale wie Gebäudealter, Wärmeliniendichte, Möglichkeiten der Wärmeengewinnung, Lage im Gemeindegebiet und andere relevante Faktoren. Dies gewährleistet, dass die gewählten Fokusgebiete entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse definiert wurden.

Folgende drei Gebiete werden im Folgenden als Fokusgebiete betrachtet:

- ▶ Fokusgebiet „Innenstadt“
- ▶ Fokusgebiet „Schulstraße“
- ▶ Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“

Für die Fokusgebiete **wurde als Grundlage eine zentrale Wärmeversorgung betrachtet**. Dabei wurden vier Varianten dieser zentralen Versorgung analysiert. Das zugrunde liegende Wärmenetz ist in allen Varianten identisch ausgelegt.

5.1 Untersuchungsmethodik der Fokusgebiete

Für die ausgewählten Fokusgebiete fand eine tiefere Untersuchung statt. Hierfür wurden die zuvor ermittelten Energiedaten genutzt. Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Wärmeversorgungsstruktur stellte die Wärmeliniendichte dar. Hierbei wurden die Wärmebedarfe der Liegenschaften straßenscharf aufsummiert und auf die jeweilige Straßenlänge aufgeteilt. Daraus resultierte für jede Straße im Fokusgebiet eine Wärmemenge je Straßenlänge. Sie definiert, wie gut ein jeweiliger Straßenabschnitt für die Nutzung eines Wärmenetzes geeignet ist.

Im Rahmen der Betrachtung der drei Fokusgebiete wurde die zentrale Wärmeversorgungsoption über ein Wärmenetz wirtschaftlich bewertet. Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erfolgte über eine Netto-Vollkostenrechnung für 20 Jahre Betrieb. Dabei wurden für die relevanten Kostenpositionen die Entwicklung für die nächsten 20 Jahren modelliert. Mögliche Mischpreise pro verbrauchte Kilowattstunde für Verbraucher*innen wurden unter der Voraussetzung kalkuliert, dass das Netz durch ein Unternehmen betrieben wird. Der Mischpreis ergibt sich aus dem Arbeits-, Grund- und Messpreis und bildet den durchschnittlichen Preis pro verbrauchte Kilowattstunde ab und ermöglicht eine bessere Vergleichbarkeit. Ziel ist eine möglichst realitätsnahe Kalkulation.

Die Energieträger des Wärmenetzes sind so gewählt, dass die Rahmenbedingungen des GEG eingehalten wurden. Somit können Fördermöglichkeiten berücksichtigt werden. In einem ersten Schritt wird eine Anschlussquote von 100 % angenommen und der berechnete Mischpreis ausgewiesen.

Die untersuchten Fokusgebiete bestehen ausnahmslos aus bereits bestehenden Gebäuden. Gemäß derzeitiger gesetzlicher Rahmenbedingungen kann eine vollständige Anschlusspflicht

an das Wärmenetz nicht durchgesetzt werden. Erfahrungsgemäß werden sich nicht alle möglichen Verbraucher an das Wärmenetz anschließen. Daher erfolgt in einem zweiten Schritt die Berechnung des Wärmepreises dargestellt über die Anschlussquote.

Auch ein kurzer preislicher Vergleich zu anderen Wärmenetzen wird gezogen. Die Fernwärme-Preistransparenzplattform der Verbände AGFW, BDEW und VKU bietet eine gute Möglichkeit Preise im Rahmen von Wärmenetzen miteinander zu vergleichen (Quelle: <https://waermepreise.info>). Gemäß dem Stand vom 01.04.2024 betragen die Mischpreise einer Wärmeversorgung bei knapp 500 gelisteten Angaben im Bundesdurchschnitt für Einfamilienhäuser bei ca. 0,1891 € brutto. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass viele Netze noch nicht erneuerbar betrieben werden und von kalten bis zu Hochtemperaturnetzen alle Varianten in dieser Aufstellung enthalten sind.

Die Berechnung der Investitionskosten basiert auf den Kostengruppen Materialkosten (Netz), Montage (Netz), Tiefbau, Hausanschlüsse, Planung und Genehmigung, Energiezentrale und Energieerzeuger. Die Kosten wurden dem „Leitfaden Wärmeplanung – Begleitdokument Technikkatalog“ entnommen. Die Berechnung der Kosten erfolgte mittels eines Tools, das bei der Dimensionierung des Netzes und der Energieerzeuger unterstützt.

Die Preisentwicklung für die Energieträger und CO₂-Emissionen wurden den Rahmendaten für den Bericht „Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland“ erstellt vom Umweltbundesamt entnommen. Für den Energieträger „Biogas“ wurde auf aktuelle Preise für Langfristverträge zurückgegriffen. Die Strompreisentwicklung wurde dem Technikkatalog des Leitfaden Wärmeplanung entnommen. Die Strom- und Brennstoffpreise werden volatile Größen bleiben, sodass die Prognose für die mittel- und langfristigen Entwicklungen ungewiss ist.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden für alle drei Fokusgebiete folgende weitere Rahmendaten verwendet:

Tabelle 5-1: Überblick kaufmännische Daten

Betrachtungsdauer	20 Jahre
Zinsfuß	6 %
Förderung Wärmenetz	40 %

Wärmegestehungskosten & Einsatzpotenziale der Wärmeversorgungstechnologien

In der kommunalen Wärmeplanung spielt der Wärmepreis eine zentrale Rolle, da er die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Versorgungsstrategien maßgeblich bestimmt. Dabei zeigt sich, dass sich die Kostenstrukturen und resultierenden Wärmepreise zwischen den verschiedenen Technologien deutlich unterscheiden, sowohl in der Einzelanwendung (z. B. im Einfamilien- oder Mehrfamilienhaus) als auch auf Systemebene (z. B. in Wärmenetzen).

Luft-Wärmepumpen gelten im Gebäudebestand als flexibel einsetzbare Technologie, insbesondere dort, wo kein leitungsgebundener Energieträger verfügbar ist. Ihr größter Vorteil liegt in der einfachen Installation und der geringen Eingriffstiefe, was sie für dezentrale Lösungen prädestiniert. Wirtschaftlich zeigen sich jedoch klare Einschränkungen: Das Kostenniveau liegt tendenziell im oberen Bereich der erneuerbaren Heiztechnologien. Entscheidend sind dabei die Stromkosten und die Jahresarbeitszahl (JAZ). Luft-Wärmepumpen reagieren empfindlich auf niedrige Außentemperaturen, wodurch die Effizienz im Winter abnimmt. Mit sinkender Effizienz steigen die Wärmegestehungskosten entsprechend an (Fraunhofer IEA, 2025; Fraunhofer ISE, 2023; UBA, 2023).

Sole- und Wasser-Wärmepumpen erreichen aufgrund der höheren und konstanteren Quellentemperaturen stabilere Leistungszahlen und damit geringere Wärmegestehungskosten. Sie liegen in der Regel unterhalb der Kosten einer Luft-Wärmepumpe, erfordern jedoch deutlich höhere Investitionen, insbesondere für Erschließung, Bohrungen und Genehmigungen. In größeren Gebäuden oder bei zentralisierten Lösungen können diese Systeme wirtschaftlicher arbeiten, da die Investitionskosten über größere Leistungen verteilt werden (Fraunhofer IEA, 2025; Fraunhofer ISE, 2023).

Biomasseanlagen, etwa Pellet- oder Hackschnitzelheizungen, bewegen sich preislich meist im mittleren Bereich der erneuerbaren Heiztechnologien. Sie zeichnen sich durch stabile Brennstoffpreise und geringe Stromabhängigkeit aus, erfordern jedoch regelmäßige Wartung, Brennstofflogistik und ausreichend Lagerraum. In dicht bebauten Gebieten sind sie daher nur bedingt geeignet, können jedoch in Nahwärmenetzen als Grundlasttechnologie sinnvoll eingesetzt werden (Fraunhofer IEE, 2022).

Gasbrennwertsysteme, zunehmend mit Biomethananteilen, liegen derzeit im unteren bis mittleren Kostensegment. Allerdings ist die langfristige Preisentwicklung aufgrund der CO₂-Bepreisung und der Importabhängigkeit als unsicher einzustufen. Diese Systeme können kurzfristig als Übergangstechnologie dienen, bieten jedoch keine nachhaltige Perspektive für eine klimaneutrale Wärmeversorgung (UBA, 2023; AGFW, 2024).

Fernwärme auf Basis erneuerbarer Energien oder Großwärmepumpen weist ein breites Kostenspektrum auf, abhängig von der Wärmequelle, den Netzverlusten und der Abnehmerstruktur. Großwärmepumpen, die etwa Flusswasser, Grundwasser oder industrielle Abwärme nutzen, zählen im Vergleich häufig zu den wirtschaftlichsten Lösungen auf Systemebene. Durch Skaleneffekte, kontinuierlichen Betrieb und optimierte Systemintegration lassen sich die spezifischen Kosten deutlich reduzieren, was insbesondere bei größeren Projekten zu einer hohen Wirtschaftlichkeit führt (Agora, 2023; AGFW, 2024).

In der Betrachtung nach Gebäudetypen zeigt sich, dass Luft-Wärmepumpen vor allem im Einfamilienhausbereich (EFH) eine relevante Rolle spielen können, da hier individuelle Entscheidungen, begrenzte Anschlussdichten und überschaubare Lasten dominieren. In Mehrfamilienhäusern (MFH) ist der Einsatz hingegen deutlich kritischer zu bewerten. Der Gebäudebestand wird in weiten Teilen noch durch dezentrale Gasetagenheizungen geprägt, die eine komplexe Ausgangssituation für eine Umstellung auf Wärmepumpentechnik schaffen.

Die Umrüstung solcher Systeme auf eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmepumpe erfordert tiefgreifende technische Eingriffe, etwa in die Wärmeverteilung, Hydraulik, Heizflächen und Regelungstechnik und ist im Rahmen umfassender Sanierungsmaßnahmen realistisch. Hinzu kommt der organisatorische Aufwand innerhalb von Eigentümergemeinschaften, der häufig eine wesentliche Hürde darstellt. Entscheidungen zu zentralen Heizsystemen, gemeinsamer Investition, Betriebskostenverteilung und Platzbedarf für Außeneinheiten oder Technikräume müssen mehrheitlich abgestimmt werden. In der Praxis führt das oft zu langen Entscheidungsprozessen, Uneinigkeit über Kostenverteilung und Verzögerungen in der Umsetzung.

Somit ist der Einsatz von Luft-Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern sowohl technisch als auch organisatorisch anspruchsvoll. Realistisch umsetzbar sind sie in Neubauten oder bei vollständig sanierten Objekten mit zentraler Heizungsstruktur. In Quartierslösungen mit mittlerer bis hoher Anschlussdichte überwiegen schließlich die systemischen Vorteile von Nahwärme- oder Fernwärmenetzen, insbesondere wenn Abwärmequellen oder großtechnische Wärmepumpen verfügbar sind.

Aus kommunaler Sicht zeigt sich somit ein klares Bild. Luft-Wärmepumpen sind als Einzeltechnologie eine wichtige Sanierungsoption im Bestand, insbesondere für Einfamilienhäuser. Für die gesamtwirtschaftliche Wärmeversorgung einer Kommune stellen sie jedoch keine kosteneffiziente Lösung dar. Hier dominieren großtechnische Systeme, Fernwärme mit Großwärmepumpen, Biomasse, Abwärme oder Geothermie, aufgrund höherer Effizienz, besserer Steuerbarkeit und sinkender spezifischer Kosten.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Wärmepreis von Luft-Wärmepumpen im Durchschnitt deutlich über dem von zentralen Wärmenetzen liegt, und ihre Wirtschaftlichkeit hängt stark von Strompreisen, Gebäudeeffizienz und individueller Auslegung ab. Für die kommunale Wärmeplanung bedeutet das, dass Luft-Wärmepumpen eine dezentrale Ergänzung, aber keine tragende Säule einer langfristig kostengünstigen, klimaneutralen Wärmeversorgung sind. Strategisch sinnvoll ist ihre Einbindung dort, wo kein Netzanschluss wirtschaftlich darstellbar ist, während in dicht bebauten Gebieten systemische Lösungen mit Großwärmepumpen und Abwärmenutzung klar im Vorteil sind.

5.2 Fokusgebiet „Innenstadt“

5.2.1 Kurzbeschreibung Fokusgebiet

Das Fokusgebiet „Innenstadt“ umfasst den zentralen Stadtkern von Eisenberg. Es erstreckt sich vom Kreisverkehr entlang der Kerzenheimer Straße bis hin zur Würzgasse und bildet damit das wirtschaftliche und funktionale Zentrum der Verbandsgemeinde. Charakteristisch für das Gebiet ist eine dichte, gemischte Bebauung mit einem hohen Anteil an Wohngebäuden älterer Baualtersklassen sowie verschiedenen Nichtwohngebäuden, darunter Einzelhandelsflächen, Gastronomiebetriebe und öffentliche Einrichtungen wie die katholische Pfarrkirche St. Matthäus. Besonders im Bereich der Gutenbergstraße zeigt sich eine hohe Wärmeliniendichte, wodurch sich die Innenstadt als potenziell geeignetes Gebiet für eine zentrale Wärmeversorgung darstellt.



Abbildung 5-1: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Innenstadt" (eigene Darstellung)

Das Fokusgebiet weist eine Fläche von rund **17,5 ha** auf. Innerhalb des Gebiets befinden sich **304 beheizte Gebäude**, was einem Anteil von rund **6,5 %** aller in der Verbandsgemeinde Eisenberg erfassten beheizten Gebäude (insgesamt 4.690) entspricht. Der jährliche Wärmebedarf liegt bei **12.705 MWh/a**, was etwa **5,8 %** des gesamten städtischen Wärmebedarfs von 218 GWh ausmacht. Daraus ergibt sich eine Wärmedichte von rund **726 MWh/ha**, die deutlich über dem typischen Schwellenwert für wirtschaftliche Wärmenetzlösungen liegt.

Die

Tabelle 5-2 zeigt die technischen Daten, welche für eine potenzielle zentrale Wärmeversorgung für das Fokusgebiet prägend sind.

Tabelle 5-2: Überblick technische Daten

beheizte Gebäude	304
Energiebedarf	12.705 MWh/a
Wärmenetzlänge	5.413 m
Wärmenetz	klassisch
Wärmenetzverluste	15 %
benötigte Erzeugerleistung	4,9 MW

Für die Variantenuntersuchung wurde ein klassisches Wärmenetz mit einer Netzlänge von etwa **5,4 km** und Netzverlusten von rund **15 %** zugrunde gelegt. Die erforderliche Erzeugerleistung beträgt **4,9 MW**. Aufgrund der hohen baulichen Dichte, der zentralen Lage und der homogenen Struktur bietet das Fokusgebiet „Innenstadt“ günstige Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung.

5.2.2 Versorgungsvarianten

Alle Varianten sehen ein oder mehrere Wärmeerzeuger vor, die die Grundlast abdecken. Mindestens ein weiterer Wärmeerzeuger dient der Spitzenlastabdeckung. Außerdem wird bei der Konzeption eine Redundanz der Wärmeerzeuger untereinander berücksichtigt, damit ausreichend Sicherheit für die Wärmebereitstellung besteht.

Tabelle 5-3: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Wärmeerzeuger 1	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung)
Anteil Wärmemenge	95 %	90 %	50 %	80 %
Anteil Leistung	85 %	80 %	40 %	75 %
Wärmeerzeuger 2	Erdsonden (custom)	Heizstab	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)
Anteil Wärmemenge	95 %	10 %	45 %	80 %
Anteil Leistung	85 %	100 %	60 %	75 %
Wärmeerzeuger 3	Heizstab	-	Heizstab	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)
Anteil Wärmemenge	5 %		5 %	20 %
Anteil Leistung	70 %		90 %	30 %
Wärmeerzeuger 4				Heizstab
Anteil Wärmemenge				0 %
Anteil Leistung				25 %

Hinweis: Der Wärmeerzeuger „Großwärmepumpe Gewässer/Abwärme“ und der Wärmeerzeuger „Erdsonden/Tiefengeothermie“ müssen als eine Einheit gesehen werden und bilden so die Nutzung von Geothermie mittels Wärmepumpe ab. Die jeweils angegebene Wärmemenge und Leistung entsprechen somit der Gesamtheit der beiden Erzeuger.

In **Variante 1** erfolgt die Wärmebereitstellung über eine Geothermie. Sie bildet die Nutzung von Geothermie mittels Wärmepumpe ab. Zur Deckung kurzzeitiger Spitzenlasten wird zusätzlich ein elektrischer Heizstab eingesetzt. Das System ermöglicht einen hohen Anteil erneuerbarer Wärme.

Variante 2 basiert auf einer Großwärmepumpe mit Umgebungsluft als Energiequelle und kann vergleichsweise einfach und kostengünstig umgesetzt werden. Der elektrische Heizstab dient als Spitzenlasterzeuger. Aufgrund der witterungsabhängigen Lufttemperaturen liegt die Effizienz im Jahresverlauf jedoch unter der von geothermischen Systemen.

In **Variante 3** wird die Wärme über ein Biomasse-Heizwerk auf Basis von Holzhackschnitzeln bereitgestellt. Diese Technologie ist bewährt, bietet eine hohe Versorgungssicherheit und stärkt die regionale Wertschöpfung durch die Nutzung lokaler Brennstoffe. Für die Brennstofflagerung und -logistik sind jedoch geeignete Flächen erforderlich. Zur Abdeckung kurzfristiger Lastspitzen wird ein elektrischer Heizstab eingesetzt.

Variante 4 kombiniert Tiefengeothermie mit einer Großwärmepumpe. Die Wärme wird aus einer Tiefenbohrung (> 2.000 m) gewonnen und über die Wärmepumpe auf das erforderliche Temperaturniveau gebracht. Die beiden Erzeuger bilden gemeinsam eine geothermische Einheit mit hoher Versorgungskonstanz über das gesamte Jahr. Zur Spitzenlastdeckung dient ebenfalls ein elektrischer Heizstab. Das System ermöglicht einen sehr hohen Anteil erneuerbarer Wärme, erfordert jedoch erhebliche Investitionen und birgt geologische Risiken.

Für jede dieser Versorgungsvarianten wurden die Investitionen ermittelt. Dabei wurde auf die Angaben aus dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung zurückgegriffen. Für alle Versorgungsvarianten wurde für das Wärmenetz mit den gleichen Parametern kalkuliert.

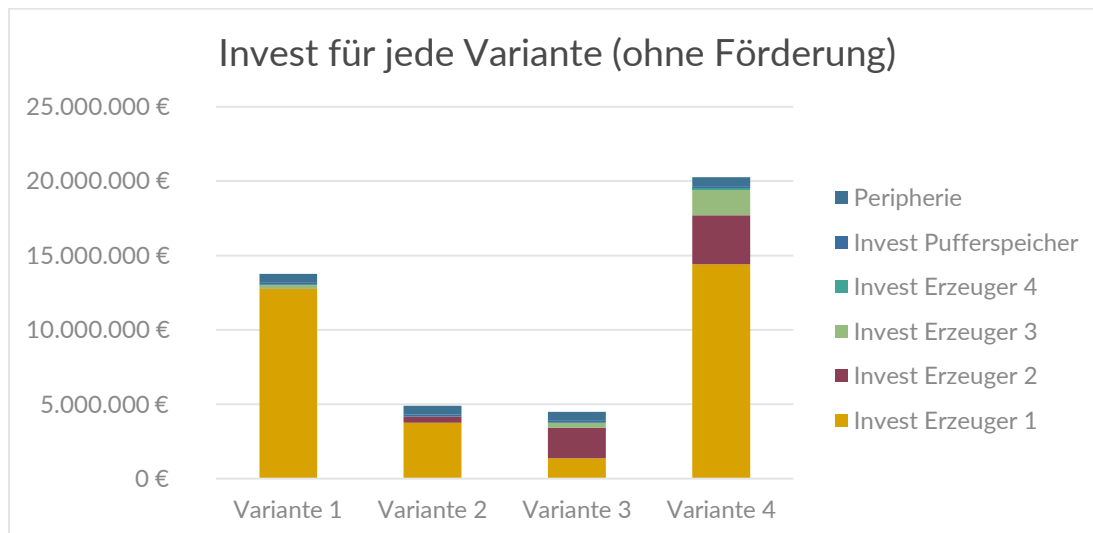


Abbildung 5-2: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung)

Um eine Abschätzung der Wärmegestehungskosten machen zu können, werden im nächsten Schritt für jede Variante die entsprechenden Betriebskosten und die Kosten für die eingesetzten Energieträger ermittelt.

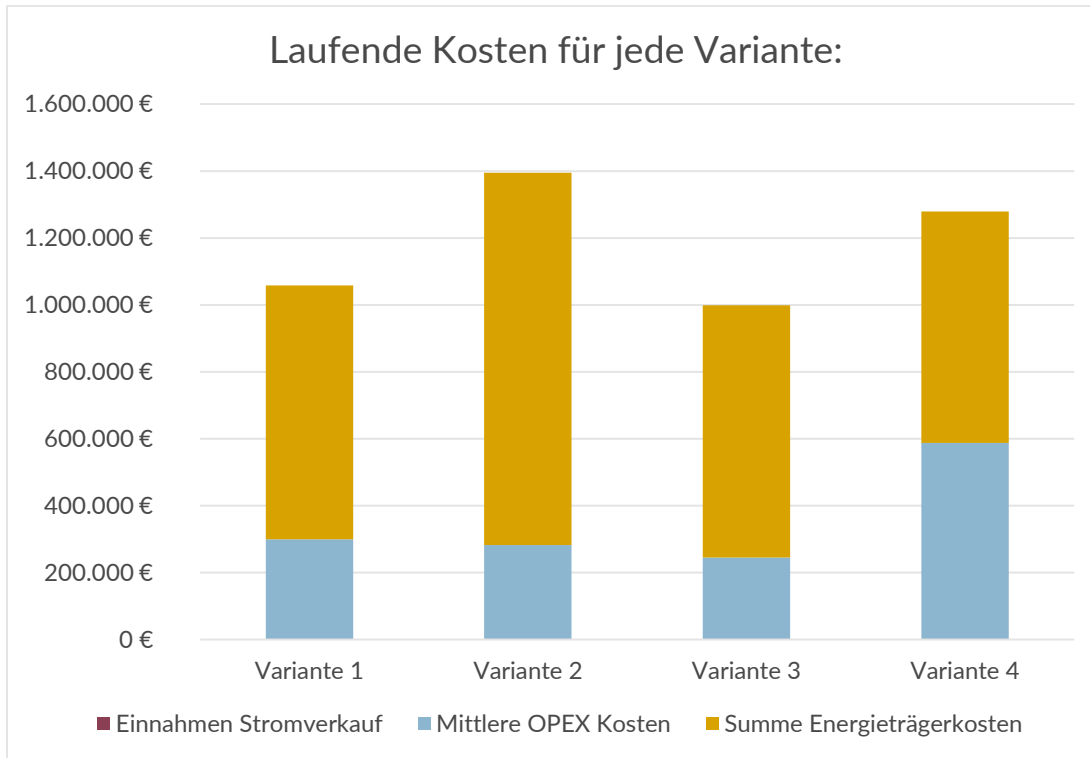


Abbildung 5-3: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" Eisenberg (eigene Darstellung)

Die angegebenen laufenden Kosten beziehen sich auf jedes anfallende Jahr. Unter **OPEX** werden alle regelmäßigen Kosten zusammengefasst, die für einen sicheren und effizienten Betrieb der Anlage erforderlich sind, einschließlich Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Personal, Versicherungen, Hilfsstoffe, Verwaltung und sonstiger Betriebsmittel.

Für die Wärmegestehungskosten wird ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gewählt und ein Zinsfuß von 6 % unterstellt. Durch die Wärmegestehungskosten ist es möglich die Wirtschaftlichkeit der Varianten anhand eines Wertes zu vergleichen. Allerdings muss an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur eine grobe Abschätzung vorgesehen ist. Sowohl die tatsächlichen Investitionen, die u.a. abhängig sind von örtlichen Gegebenheiten und Investitionszeitpunkt als auch die prognostizierten Kosten für die Energieträger können abweichen von den getroffenen Annahmen. Dies bedeutet, dass für jede betrachtete Variante erhebliche Schwankungsbreiten unterstellt werden müssen. Das sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Wärmegestehungskosten der vier untersuchten Varianten liegen zwischen **14,3 ct/kWh für Variante 3** und **22,4 ct/kWh für Variante 4**. Variante 3 zeigt damit durch die relativ günstigen Energieträgerkosten die wirtschaftlich günstigste Lösung, während Variante 4 die höchsten Kosten aufweist.

Tabelle 5-4: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet "Innenstadt" (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Erzeugungskonzept	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung) direkt
	Erdsonden (custom)	Heizstab	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)
	Heizstab	-	Heizstab	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)
	-	-	-	Heizstab
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	18,22 ct/kWh	17,51 ct/kWh	14,25 ct/kWh	22,41 ct/kWh

Die oben angegebenen Wärmegestehungskosten beziehen sich auf ein Anschlussquote von 100 %. Erfahrungsgemäß werden beim Aufbau von Wärmenetzen für eine bestehende Bebauungsstruktur Anschlussquoten von deutlich weniger als 100 % erreicht. Die Höhe der tatsächlich erzielten Anschlussquote ist zum einen abhängig vom angebotenen Wärmeversorgungsprodukt (Preisstruktur, Wärmeversorgungsqualität), zum anderen kann die Gemeinde den Erfolg durch verschiedenen push und pull - Maßnahmen mitgestalten.

Die folgende Grafik ist begrenzt bei einem Wärmegestehungspreis von 30 ct/kWh, da Preise über dieser Grenze keine Relevanz für die weiteren Betrachtungen haben.

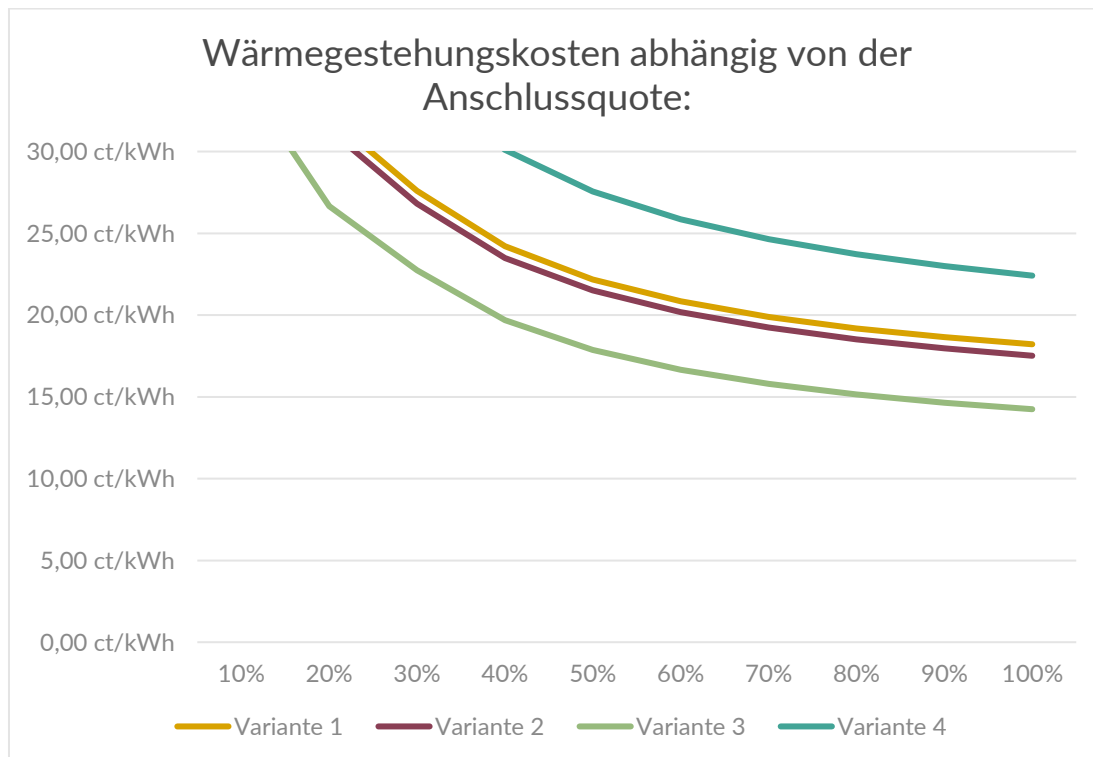


Abbildung 5-4: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung)

5.2.3 Umsetzungsplan

Für die Realisierung eines Wärmenetzes können zwei unterschiedliche Realisierungspfade genutzt werden: Auswahl eines Wärmenetzbetreibers, der die weiteren Planungsschritte beschreitet oder Durchführung einer Machbarkeitsstudie mit anschließender Auswahl eines Netzbetreibers. Beide Vorgehensweisen haben Vor- und Nachteile. Im zweiten Fall geht die Kommune mit der Machbarkeitsstudie in Vorleistung, hat jedoch mehr Gestaltungsspielraum bei der Realisierung des Wärmenetzes.

Ausgehend von der zweiten Variante, ergibt sich für die Realisierung des Wärmenetzes folgender Ablauf:

1. Bereitstellung der Eigenmittel für eine Machbarkeitsstudie
2. Erstellung eines Förderantrages Machbarkeitsstudie Wärmenetz im Programm Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
3. Ausschreibung der Machbarkeitsstudie
4. Durchführung der Machbarkeitsstudie
5. Auswahl eines Wärmenetzbetreibers
6. Realisierung des Wärmenetzes inkl. der Wärmeerzeuger

Für die zeitliche Einordnung kann derzeit von 12-15 Monaten für die Umsetzung der Schritte 1-4 ausgegangen werden. Eine Herausforderung wird der Standort für den Wärmeerzeuger sein.

5.3 Fokusgebiet „Schulstraße“

5.3.1 Kurzbeschreibung Fokusgebiet

Das Fokusgebiet liegt im nördlichen Verbandsgemeindegebiet von Eisenberg und erstreckt sich von der Schulstraße entlang der Konrad-Adenauer-Straße und der Pestalozzistraße bis hin zur Boschstraße. Zudem umfasst es westliche Bereiche entlang der Kerzenheimer Straße, ausgehend vom innerstädtischen Kreisverkehr. Das Gebiet weist eine gemischte Nutzungsstruktur auf. Neben überwiegend wohnbaulicher Nutzung befinden sich hier auch mehrere öffentliche Einrichtungen wie die Pestalozzischule, Kindertagesstätten und die freiwillige Feuerwehr. Im nördlichen Abschnitt schließt das Gebiet Teile des Gewerbegebiets entlang der Rudolf-Diesel-Straße ein, was zu einer heterogenen Gebäudestruktur und unterschiedlichen Wärmebedarfsprofilen führt.

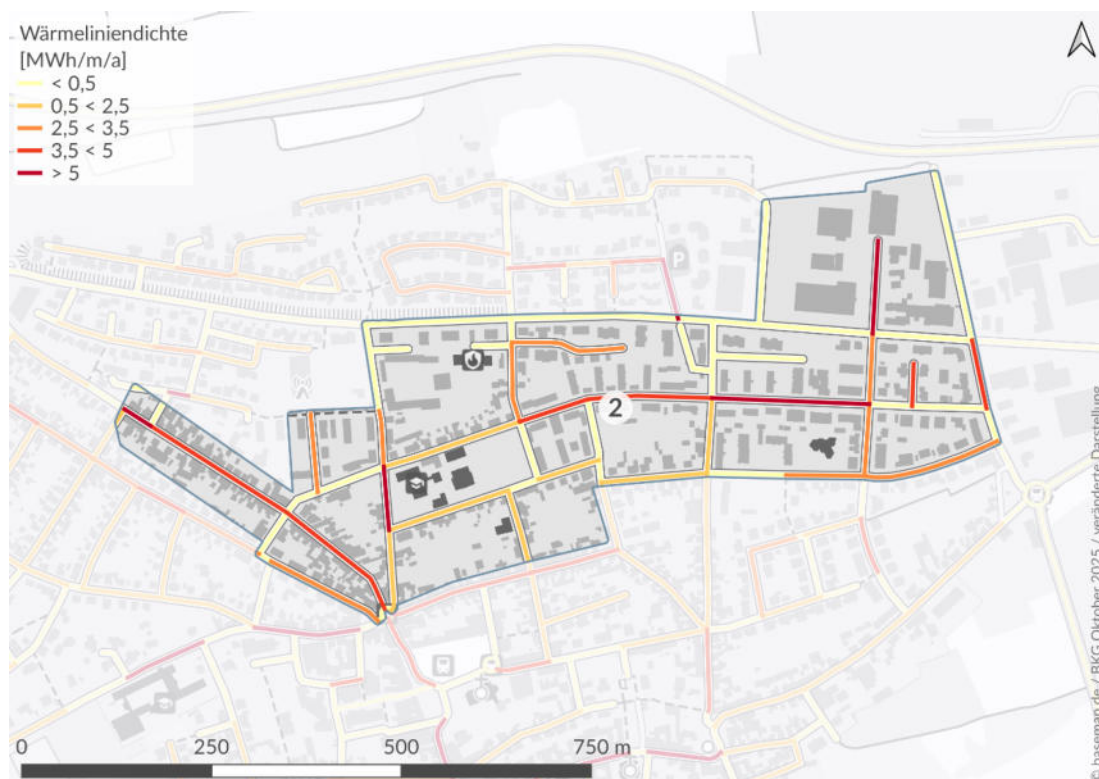


Abbildung 5-5: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Schulstraße" (eigene Darstellung)

Das Fokusgebiet umfasst eine Fläche von rund **28,7 ha**. Darin befinden sich **284 beheizte Gebäude**, was einem Anteil von etwa **6,1 %** aller in der Verbandsgemeinde Eisenberg erfassten beheizten Gebäude (insgesamt 4.690) entspricht. Der jährliche Wärmebedarf liegt bei **13.868 MWh/a**, was rund **6,4 %** des gesamten städtischen Wärmebedarfs von 218 GWh ausmacht. Daraus ergibt sich eine **Wärmedichte von etwa 483 MWh/ha**, womit das Gebiet im wirtschaftlich interessanten Bereich für eine zentrale Wärmeversorgung liegt.

Die Tabelle 5-5 zeigt die technischen Daten, welche für eine potenzielle zentrale Wärmeversorgung für das Fokusgebiet prägend sind.

Tabelle 5-5: Überblick technische Daten

beheizte Gebäude	284
Energiebedarf	13.868 MWh/a
Straßenlänge (Trasse)	7.255 m
Wärmenetz	klassisch
Wärmenetzverluste	15 %
benötigte Erzeugerleistung	5,4 MW

Für die Variantenuntersuchung wurde ein klassisches Wärmenetz mit einer Trassenlänge von etwa **7,3 km** und Netzverlusten von rund **15 %** zugrunde gelegt. Die erforderliche Erzeugerleistung beträgt **5,4 MW**. Aufgrund der kompakten Siedlungsstruktur, der vorhandenen öffentlichen Gebäude mit konstantem Wärmebedarf und der teilweisen Nähe zu gewerblichen Abnehmern bietet das Gebiet geeignete Voraussetzungen für eine zentrale Wärmeversorgung, insbesondere unter Berücksichtigung kombinierter Versorgungskonzepte für Wohn- und Nichtwohngebäude.

5.3.2 Versorgungsvarianten

Alle Varianten sehen ein oder mehrere Wärmeerzeuger vor, die die Grundlast abdecken. Mindestens ein weiterer Wärmeerzeuger dient der Spitzenlastabdeckung. Außerdem wird bei der Konzeption eine Redundanz der Wärmeerzeuger untereinander berücksichtigt, damit ausreichend Sicherheit für die Wärmebereitstellung besteht.

Tabelle 5-6: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet "Schulstraße" (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Wärmeerzeuger 1	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Biomasse Heizkraftwerk - Holzpellets	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung) direkt
Anteil Wärmemenge	90%	90%	90%	70%
Anteil Leistung	80%	80%	80%	80%
Wärmeerzeuger 2	Erdsonden (custom)	Heizstab	Heizstab	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)
Anteil Wärmemenge	90%	10%	10%	70%
Anteil Leistung	80%	80%	80%	80%
Wärmeerzeuger 3	Heizstab	-	-	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)
Anteil Wärmemenge	10%	-	-	30%
Anteil Leistung	100%	-	-	22%
Wärmeerzeuger 4	-	-	-	Heizstab
Anteil Wärmemenge	-	-	-	0%
Anteil Leistung	-	-	-	18%

Hinweis: Der Wärmeerzeuger „Großwärmepumpe Gewässer/Abwärme“ und der Wärmeerzeuger „Erdsonden/Tiefengeothermie“ müssen als eine Einheit gesehen werden und bilden so die Nutzung von Geothermie mittels Wärmepumpe ab. Die jeweils angegebene Wärmemenge und Leistung entsprechen somit der Gesamteinheit der beiden Erzeuger.

Variante 1 basiert auf **oberflächennaher Geothermie**, bei der Erdwärmesonden über eine Wärmepumpe den Großteil des Wärmebedarfs bereitstellen. Ein elektrischer Heizstab deckt die Spitzenlasten ab. Diese Variante ermöglicht einen hohen Anteil erneuerbarer Wärme, eine stabile Versorgung und reduziert die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, setzt jedoch geeignete geologische Bedingungen voraus.

Variante 2 nutzt eine **Luft-Wärmepumpe** als zentrale Wärmequelle, ebenfalls ergänzt durch einen Heizstab für Spitzenlasten. Die Umsetzung ist vergleichsweise einfach, die Effizienz ist jedoch stark witterungsabhängig und erfordert die Verfügbarkeit großer Strommengen aus erneuerbaren Quellen.

Variante 3 sieht die Versorgung über ein **Biomasse-Heizkraftwerk auf Basis von Holzpellets** vor, ergänzt durch einen Heizstab für Spitzenlasten. Diese Variante ist wirtschaftlich attraktiv, nutzt lokale Ressourcen und gewährleistet eine zuverlässige Wärmeversorgung, erfordert jedoch Brennstofflagerung und Logistik.

Variante 4 kombiniert **oberflächennahe Geothermie** über Wärmepumpen mit einer zusätzlichen **Luft-Wärmepumpe**, während ein Heizstab die Spitzenlast abdeckt. Das System liefert eine stabile und weitgehend erneuerbare Wärmeversorgung, ist jedoch mit höheren Investitionskosten verbunden.

Für jede dieser Versorgungsvarianten wurden die Investitionen ermittelt. Dabei wurde zurückgegriffen auf die Angaben aus dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung. Für alle Versorgungsvarianten wurde für das Wärmenetz mit den gleichen Parametern kalkuliert.

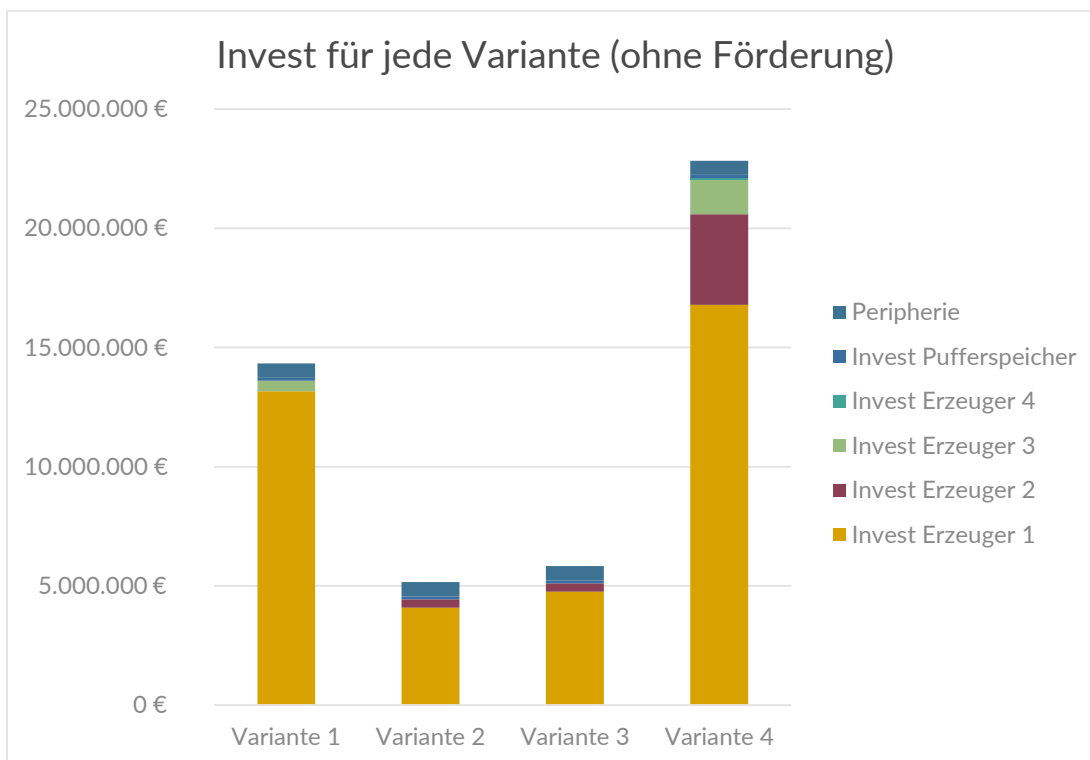


Abbildung 5-6: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung)

Um eine Abschätzung der Wärmegestehungskosten machen zu können, werden im nächsten Schritt für jede Variante die entsprechenden Betriebskosten und die Kosten für die eingesetzten Energieträger ermittelt. Falls in Varianten Kraftwärmekopplung verwendet wird, werden die Einnahmen aus Stromverkauf den laufenden Kosten gegenübergestellt.

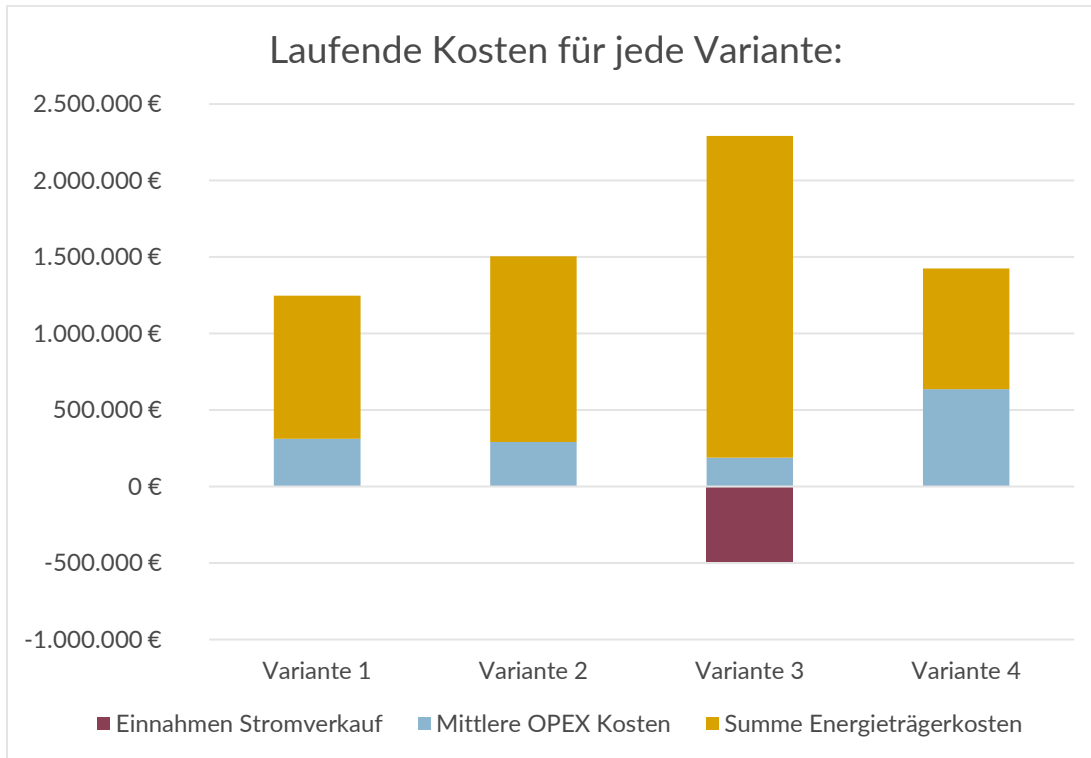


Abbildung 5-7: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung)

Die angegebenen laufenden Kosten beziehen sich auf jedes anfallende Jahr. Unter **OPEX** werden alle regelmäßigen Kosten zusammengefasst, die für einen sicheren und effizienten Betrieb der Anlage erforderlich sind, einschließlich Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Personal, Versicherungen, Hilfsstoffe, Verwaltung und sonstiger Betriebsmittel.

Für die Wärmegestehungskosten wird ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gewählt und ein Zinsfuß von 6 % unterstellt. Durch die Wärmegestehungskosten ist es möglich die Wirtschaftlichkeit der Varianten anhand eines Wertes zu vergleichen. Allerdings muss an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur eine grobe Abschätzung vorgesehen ist. Sowohl die tatsächlichen Investitionen, die u.a. abhängig sind von örtlichen Gegebenheiten und Investitionszeitpunkt als auch die prognostizierten Kosten für die Energieträger können von den getroffenen Annahmen abweichen. Dies bedeutet, dass für jede betrachtete Variante erhebliche Schwankungsbreiten unterstellt werden müssen. Das sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Der jährliche Wärmebedarf im Fokusgebiet „Schulstraße“ wird über vier betrachtete, zentrale Varianten abgedeckt, deren Wärmegestehungskosten zwischen **17,6 ct/kWh (Variante 2)** und **23,1 ct/kWh (Variante 4)** liegen. Variante 2 ist damit die wirtschaftlich günstigste Lösung, während Variante 4 die höchsten Kosten verursacht.

Tabelle 5-7: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet „Schulstraße“ (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Erzeugungskonzept	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Biomasse Heizkraftwerk - Holzpellets	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung) direkt
	Erdsonden (custom)	Heizstab	Heizstab	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)
	Heizstab	-	-	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)
	-	-	-	Heizstab
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	18,92 ct/kWh	17,60 ct/kWh	19,93 ct/kWh	23,14 ct/kWh

Die oben angegebenen Wärmegestehungskosten beziehen sich auf ein Anschlussquote von 100 %. Erfahrungsgemäß werden beim Aufbau von Wärmenetzen für eine bestehende Bebauungsstruktur Anschlussquoten von deutlich weniger als 100 % erreicht. Die Höhe der tatsächlich erzielten Anschlussquote ist zum einen abhängig vom angebotenen Wärmeversorgungsprodukt (Preisstruktur, Wärmeversorgungsqualität), zum anderen kann die Gemeinde den Erfolg durch verschiedenen push und pull - Maßnahmen mitgestalten.

Die folgende Grafik ist begrenzt bei einem Wärmegestehungspreis von 30 ct/kWh, da Preise über dieser Grenze für die weiteren Betrachtungen nicht relevant sind.

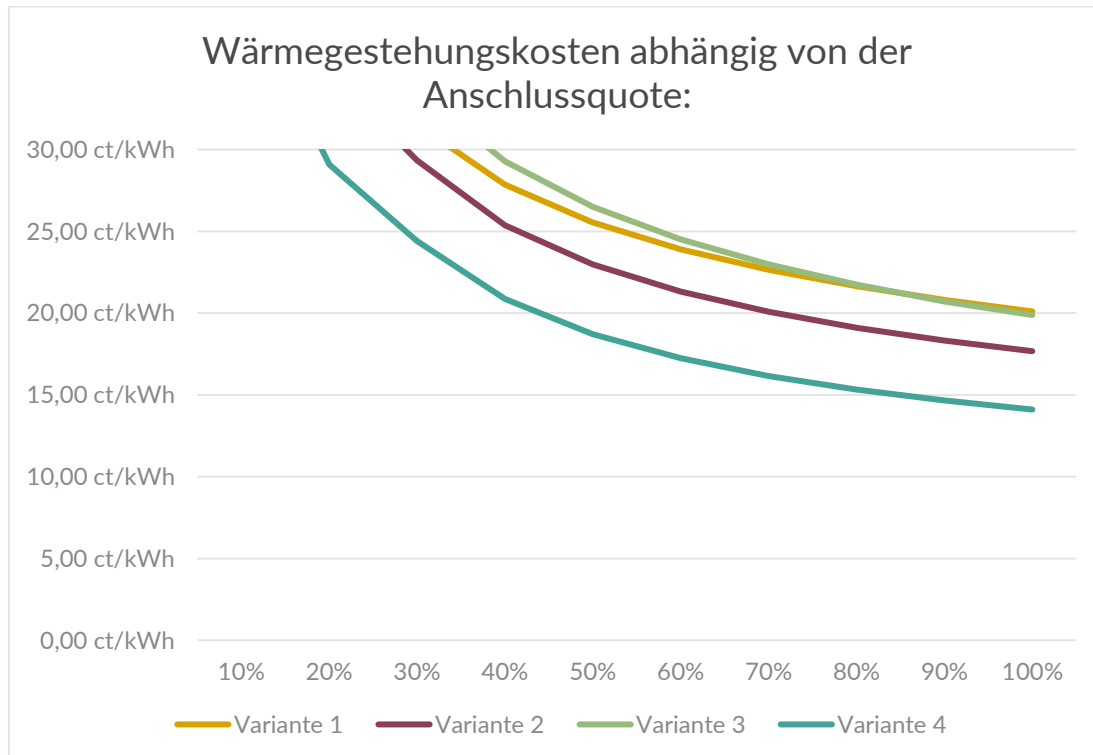


Abbildung 5-8: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung)

5.3.3 Umsetzungsplan

Das Fokusgebiet „Schulstraße“ umfasst 284 beheizte Gebäude auf einer Fläche von etwa 287.200 m², mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 13.868 MWh. Die Mischung aus Wohngebäuden, öffentlichen Einrichtungen wie Schulen und Feuerwehr sowie angrenzenden Gewerbeflächen macht das Gebiet für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet. Durch die Realisierung eines Wärmenetzes kann in diesem Bereich sehr schnell eine große Einsparung von Treibhausgasemissionen erreicht werden. Dabei verlagert sich ein großer Teil des Umsetzungs- und Investitionsaufwandes von den einzelnen Gebäudeeigentümern zum Betreiber des zukünftigen Wärmenetzes.

Die Auswahl eines konkreten Wärmeerzeugerparks ist Gegenstand einer vertiefenden Machbarkeitsstudie. In dieser wird auch die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer zum Anschluss an das Wärmenetz ermittelt, so dass mit der Machbarkeitsstudie belastbare Zahlen zur Anschlussquote zur Verfügung stehen.

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie können Fördermittel im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze beantragt werden. Die Förderquote beträgt derzeit 50 % und ist auf einen Maximalbetrag von 2 Mio. € begrenzt. Die Machbarkeitsstudie umfasst Planungsleistungen entsprechend den Leistungsphasen der HOAI 2-4.

Vor Beauftragung der Machbarkeitsstudie ist die wirtschaftliche und rechtliche Konstellation für die Umsetzung zu prüfen. Die Machbarkeitsstudie kann, wie bereits in Kapitel 5.2.3 beschrieben, durch die Verbandsgemeinde oder einen potenziellen zukünftigen Wärmenetzbetreiber erfolgen. Für die Auswahl einer der beiden Varianten sowie des zukünftigen Wärmenetzbetreibers sind die Ziele der Gemeinde zu formulieren und eine Strategie zu entwickeln. Beispiele für mögliche Ziele sind dabei:

- ▶ schnelle Umsetzung des Wärmenetzes,
- ▶ langfristig günstige Wärmepreise und/oder
- ▶ hoher Anschlussgrad.

Nach Vorliegen der Machbarkeitsstudie erfolgen die Detailplanungen sowie die Umsetzung des Wärmenetzes durch den späteren Betreiber.

5.4 Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“

5.4.1 Kurzbeschreibung Fokusgebiet

Das Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ liegt im südlichen Bereich des Verbandsgemeindegebiets von Eisenberg und erstreckt sich vom innerstädtischen Kreisverkehr entlang der Friedrich-Ebert-Straße bis hin zum Waldschwimmbad Eisenberg. Es handelt sich um ein kleines Gebiet mit einer geringen Anzahl an Gebäuden, jedoch mit mehreren Großverbrauchern, die einen erheblichen Anteil am gesamten Wärmebedarf aufweisen. Zu den prägenden Einrichtungen zählen die Realschule Eisenberg, die Berufsbildende Schule Donnersbergkreis, die integrierte Gesamtschule Eisenberg, das Waldschwimmbad sowie das Seniorenzentrum. Durch diese konzentrierte Ansammlung öffentlicher Liegenschaften mit hohem und konstantem Wärmebedarf ergibt sich eine überdurchschnittliche Wärmeliniendichte entlang der Haupttrasse.

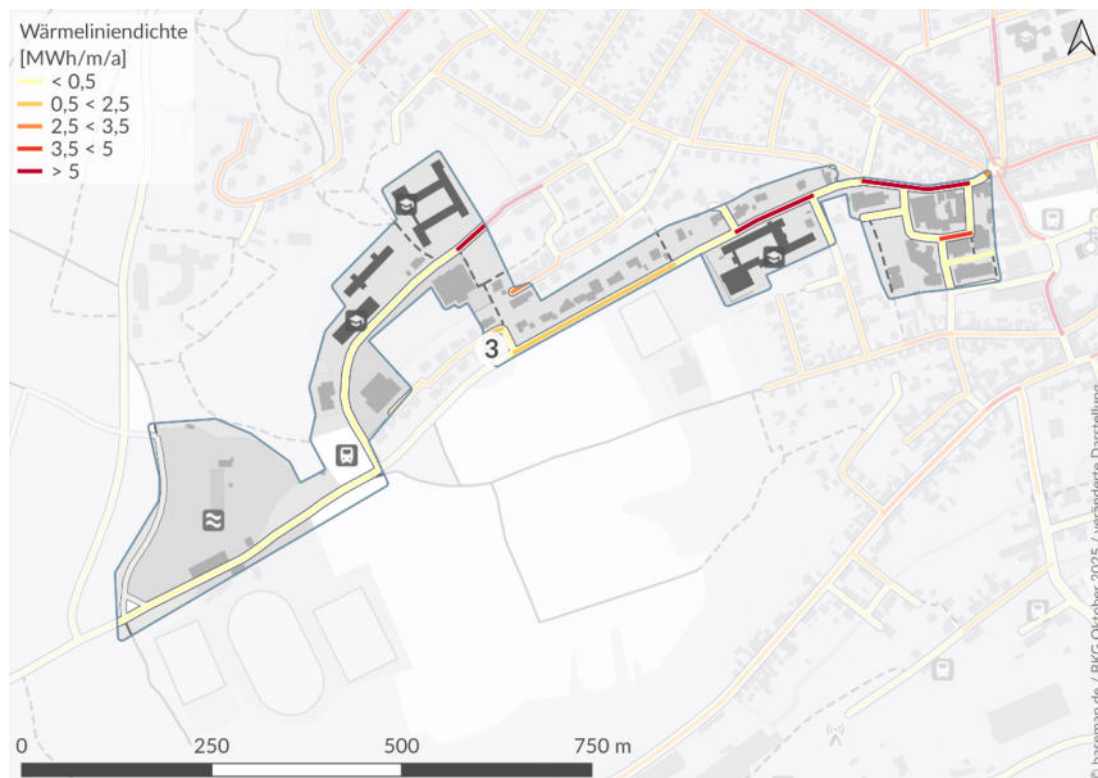


Abbildung 5-9: Grafische Darstellung des Fokusgebiets "Friedrich-Ebert-Straße" (eigene Darstellung)

Das Gebiet umfasst eine Fläche von rund **14,1 ha** und beinhaltet **39 beheizte Gebäude**, was einem Anteil von etwa **0,8 %** aller in der Verbandsgemeinde Eisenberg erfassten beheizten Gebäude (insgesamt 4.690) entspricht. Der jährliche Wärmebedarf beträgt **8.070 MWh/a**, was rund **3,7 %** des gesamten städtischen Wärmebedarfs von 218 GWh ausmacht. Daraus ergibt sich eine **Wärmedichte von etwa 574 MWh/ha**, womit das Gebiet trotz geringer Gebäudedichte aufgrund der hohen Einzellasten eine gute Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung aufweist.

Die Tabelle 5-8 zeigt die technischen Daten, welche für eine potenzielle zentrale Wärmeversorgung für das Fokusgebiet prägend sind.

Tabelle 5-8: Überblick technische Daten

beheizte Gebäude	39
Energiebedarf	8.070 MWh/a
Straßenlänge (Trasse)	3.492 m
Wärmenetz	klassisch
Wärmenetzverluste	15 %
benötigte Erzeugerleistung	4,0 MW

Für die Variantenuntersuchung wurde ein klassisches Wärmenetz mit einer Trassenlänge von rund **3,5 km** und Netzverlusten von etwa **15 %** zugrunde gelegt. Die erforderliche Erzeugerleistung liegt bei **4,0 MW**. Aufgrund der hohen Anschlussleistungen der öffentlichen Einrichtungen und der räumlichen Konzentration dieser Verbraucher ist das Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ insbesondere für ein zentral ausgelegtes Wärmenetz mit Lastschwerpunktversorgung geeignet.

5.4.2 Versorgungsvarianten

Alle Varianten sehen ein oder mehrere Wärmeerzeuger vor, die die Grundlast abdecken. Mindestens ein weiterer Wärmeerzeuger dient der Spitzenlastabdeckung. Außerdem wird bei der Konzeption eine Redundanz der Wärmeerzeuger untereinander berücksichtigt, damit ausreichend Sicherheit für die Wärmebereitstellung besteht.

Tabelle 5-9: Erzeugungsvarianten Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Wärmeerzeuger 1	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung) direkt	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel
Anteil Wärmemenge	90%	95%	85%	95%
Anteil Leistung	80%	90%	40%	80%
Wärmeerzeuger 2	Erdsonden (custom)	Heizstab	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)	Heizstab
Anteil Wärmemenge	90%	5%	85%	5%
Anteil Leistung	80%	60%	40%	80%
Wärmeerzeuger 3	Heizstab	-	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	-
Anteil Wärmemenge	10%	-	15%	-
Anteil Leistung	90%	-	25%	-
Wärmeerzeuger 4	-	-	Heizstab	-
Anteil Wärmemenge	-	-	0%	-
Anteil Leistung	-	-	70%	-

Hinweis: Der Wärmeerzeuger „Großwärmepumpe Gewässer/Abwärme“ und der Wärmeerzeuger „Erdsonden/Tiefengeothermie“ müssen als eine Einheit gesehen werden und bilden so die Nutzung von Geothermie mittels Wärmepumpe ab. Die jeweils angegebene Wärmemenge und Leistung entsprechen somit der Gesamteinheit der beiden Erzeuger.

Variante 1 basiert auf oberflächennaher Geothermie über Erdwärmesonden und Wärmepumpe, ergänzt durch einen Heizstab zur Abdeckung der Spitzenlasten. Diese Lösung ermöglicht einen hohen Anteil erneuerbarer Wärme und eine stabile Versorgung, setzt jedoch geeignete geologische Bedingungen voraus.

Variante 2 nutzt eine Luft-Wärmepumpe als zentrale Wärmequelle, ebenfalls ergänzt durch einen Heizstab. Diese Variante ist einfach umzusetzen, jedoch witterungsabhängig, sodass die Effizienz je nach Außentemperaturen variiert.

Variante 3 kombiniert Tiefengeothermie mit einer Wärmepumpe und einem Heizstab für Spitzenlasten. Diese Variante liefert eine weitgehend emissionsarme und stabile Versorgung, ist jedoch mit hohen Investitionskosten verbunden.

Variante 4 setzt auf ein Biomasse-Heizwerk auf Basis von Holzhackschnitzeln, ergänzt durch einen Heizstab für Lastspitzen. Das System nutzt regionale Ressourcen, ist wirtschaftlich interessant und bietet eine zuverlässige Wärmeversorgung, erfordert jedoch Brennstofflagerung und Logistik.

Für jede dieser Versorgungsvarianten wurden die Investitionen ermittelt. Dabei wurde zurückgegriffen auf die Angaben aus dem Technikatalog zur kommunalen Wärmeplanung. Für alle Versorgungsvarianten wurde für das Wärmenetz mit den gleichen Parametern kalkuliert.

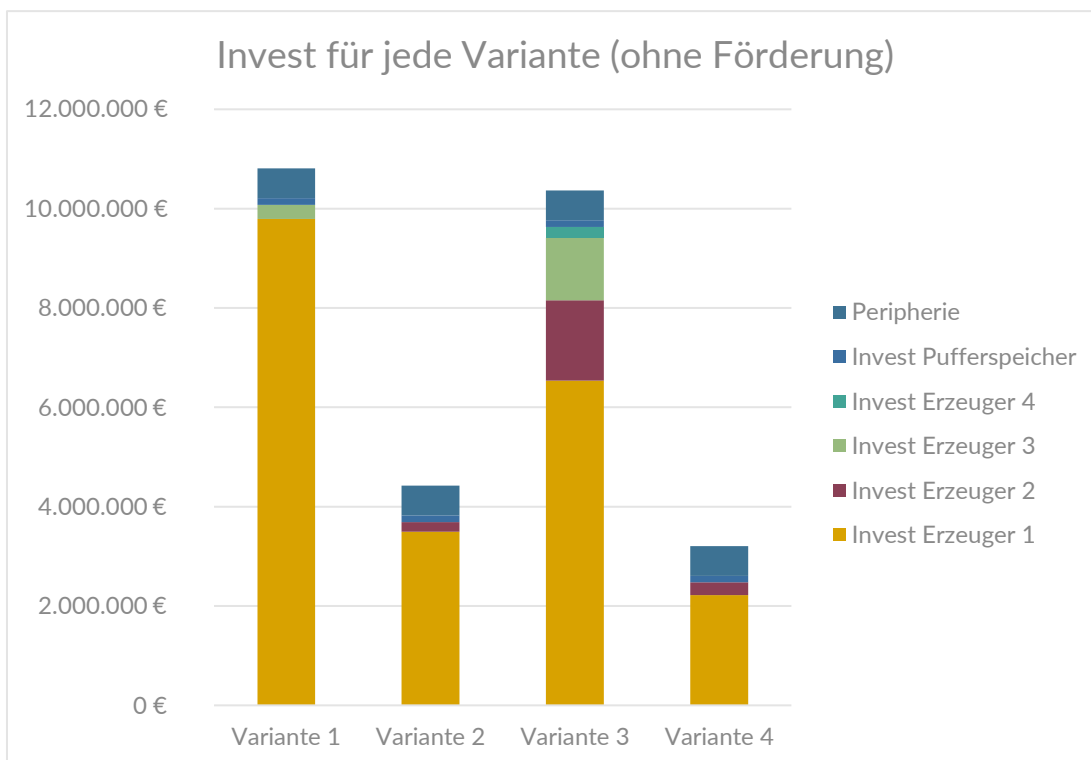


Abbildung 5-10: Investitionskosten für die Varianten im Fokusgebiet " Friedrich-Ebert-Straße " (eigene Darstellung)

Um eine Abschätzung der Wärmegestehungskosten machen zu können, werden im nächsten Schritt für jede Variante die entsprechenden Betriebskosten und die Kosten für die eingesetzten Energieträger ermittelt. Falls in Varianten Kraftwärmekopplung verwendet wird, werden die Einnahmen aus Stromverkauf den laufenden Kosten gegenübergestellt.

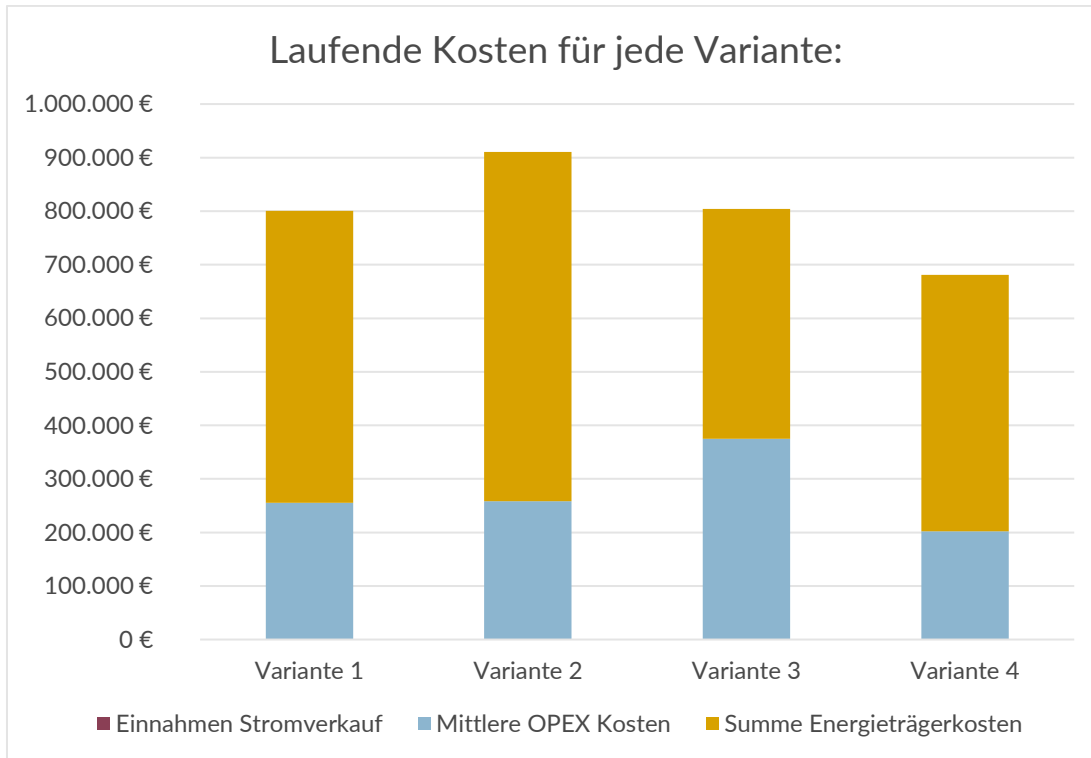


Abbildung 5-11: Laufende Kosten für die Varianten im Fokusgebiet "Friedrich-Ebert-Straße" (eigene Darstellung)

Die angegebenen laufenden Kosten beziehen sich auf jedes anfallende Jahr. Unter **OPEX** werden alle regelmäßigen Kosten zusammengefasst, die für einen sicheren und effizienten Betrieb der Anlage erforderlich sind, einschließlich Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Personal, Versicherungen, Hilfsstoffe, Verwaltung und sonstiger Betriebsmittel.

Für die Wärmegestehungskosten wird ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gewählt und ein Zinsfuß von 6 % unterstellt. Durch die Wärmegestehungskosten ist es möglich die Wirtschaftlichkeit der Varianten anhand eines Wertes zu vergleichen. Allerdings muss an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur eine grobe Abschätzung vorgesehen ist. Sowohl die tatsächlichen Investitionen, die u.a. abhängig sind von örtlichen Gegebenheiten und Investitionszeitpunkt als auch die prognostizierten Kosten für die Energieträger können abweichen von den getroffenen Annahmen. Dies bedeutet, dass für jede betrachtete Variante erhebliche Schwankungsbreiten unterstellt werden müssen. Das sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Tabelle 5-10: Kostenvergleich der Varianten im Fokusgebiet " Friedrich-Ebert-Straße " (eigene Darstellung)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Erzeugungskonzept	Großwärmepumpe Gewässer (Kompressionswärmepumpe)	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	Tiefengeothermie (>2000m Bohrung) direkt	Biomasse Heizwerk - Holzhackschnitzel
	Erdsonden (custom)	Heizstab	Großwärmepumpe Abwärme (Kompressionswärmepumpe)	Heizstab
	Heizstab	-	Großwärmepumpe Luft (Kompressionswärmepumpe)	-
	-	-	Heizstab	-
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	20,10 ct/kWh	17,67 ct/kWh	19,88 ct/kWh	14,10 ct/kWh

Der jährliche Wärmebedarf im Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ wird über vier zentrale Varianten abgedeckt, deren Wärmegestehungskosten zwischen **14,1 ct/kWh (Variante 4)** und **20,1 ct/kWh (Variante 1)** liegen. Variante 4 ist damit die wirtschaftlich günstigste Lösung, während Variante 1 die höchsten Kosten verursacht.

Die oben angegebenen Wärmegestehungskosten beziehen sich auf ein Anschlussquote von 100 %. Erfahrungsgemäß werden beim Aufbau von Wärmenetzen für eine bestehende Bebauungsstruktur Anschlussquoten von deutlich weniger als 100 % erreicht. Die Höhe der tatsächlich erzielten Anschlussquote ist zum einen abhängig vom angebotenen Wärmeversorgungsprodukt (Preisstruktur, Wärmeversorgungsqualität), zum anderen kann die Gemeinde den Erfolg durch verschiedenen push und pull – Maßnahmen mitgestalten.

Die folgende Grafik ist begrenzt bei einem Wärmegestehungspreis von 30 ct/kWh, da Preise über dieser Grenze als nicht wettbewerbsfähig gegenüber dezentralen Lösungen sind.

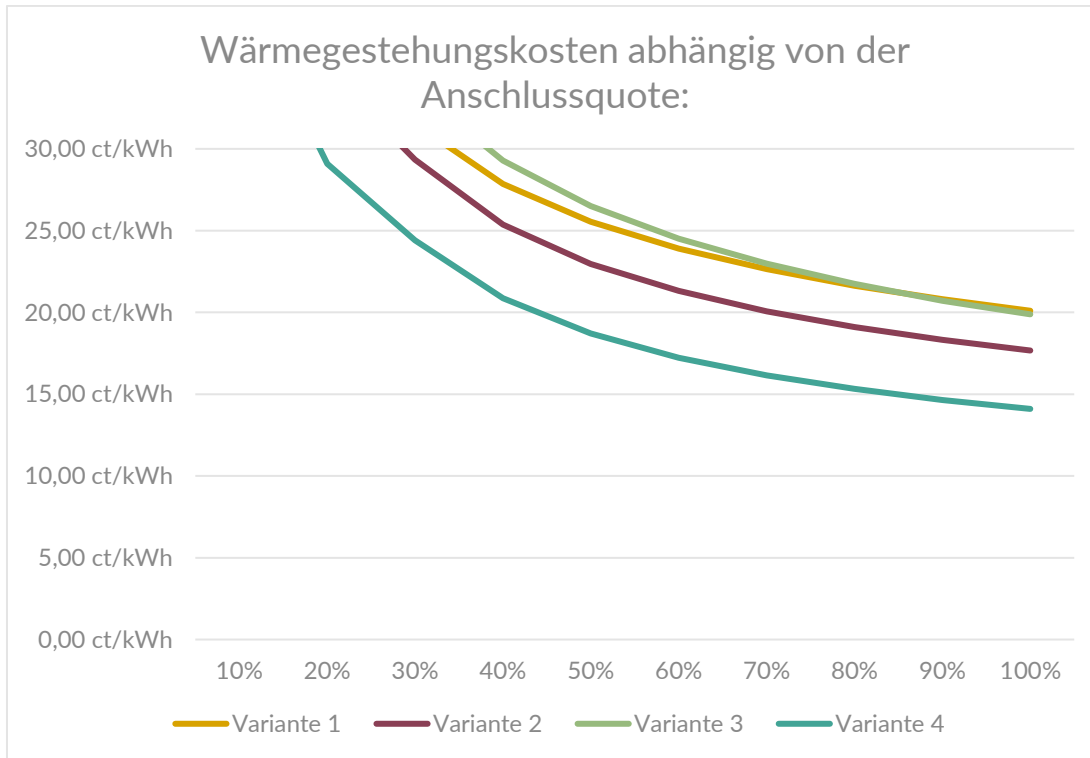


Abbildung 5-12: Wärmegestehungskosten der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote (eigene Darstellung)

5.4.3 Umsetzungsplan

Das Fokusgebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ umfasst 39 beheizte Gebäude auf einer Fläche von rund 14,1 ha mit einem jährlichen Wärmebedarf von etwa 8.070 MWh. Das Gebiet ist geprägt von Schulen, dem Waldschwimmbad und dem Seniorenzentrum, wodurch ein gemischtes Bedarfsprofil entsteht.

Insgesamt ist die Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung im Gebiet „Friedrich-Ebert-Straße“ sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll. Die Wahl der Variante hängt von der Priorisierung zwischen Investitionskosten, laufenden Kosten und dem Anteil erneuerbarer Wärme ab, wobei alle Varianten einen deutlichen Beitrag zur Reduzierung fossiler Wärmeanteile leisten. Die Umsetzung eines Wärmenetzes gewährleistet für das betrachtete Fokusgebiet eine schnelle Realisierung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Zudem wird ein großer Teil der Investitionskosten durch den Wärmenetzbetreiber getragen.

Aufgrund des hohen Wärmebedarfes und einer insgesamt attraktiven Wärmeliniendichte gibt es bereits Interessenten für die Realisierung eines Wärmenetzes. Für dieses Fokusgebiet kann das weitere Vorgehen zur Umsetzung folgende Schritte beinhalten:

- ▶ interne Formulierung der Ziele der Verbandsgemeinde,
- ▶ Abstimmung mit Trägern der Schulen sowie des Seniorenheimes,
- ▶ Durchführung von Gesprächen mit Interessenten für die Errichtung des Wärmenetzes,
- ▶ Auswahl eines Unternehmens,
- ▶ Entwicklung eines Entwurfes für den Gestattungsvertrag zusammen mit dem zukünftigen Wärmenetzbetreiber,
- ▶ Realisierung des Wärmenetzes.

6 Umsetzungsstrategie

Die Erreichung des Zieles einer Wärmeversorgung allein aus erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme bedarf neben der Einzelmaßnahmen eines koordinierten, strategischen Vorgehens für die gesamte Verbandsgemeinde. Wesentliche Handlungsfelder sind dabei

- ▶ Schwerpunktsetzung bei den Einzelmaßnahmen,
- ▶ Bereitstellung von Informationen und Beratung,
- ▶ Sicherstellung der Finanzierung durch Akquise von Fördermitteln und Bereitstellung der Eigenanteile, Schaffung einer kommunalen Förderkulisse,
- ▶ rechtliche Absicherung der Umsetzungsmaßnahmen durch Verträge und ordnungsrechtliche Lenkungsinstrumente,
- ▶ Flächensicherung und Leuchtturmwirkung kommunaler Liegenschaften,
- ▶ kommunale Unternehmen für die Wärmewende,
- ▶ Steuerung des Prozesses Wärmeplanung, Adaption der Verwaltungsstrukturen und
- ▶ Zusammenarbeit mit umliegenden VGn.

Diese Handlungsfelder sind Strategiefeldern Verbrauchen, Versorgen, Regulieren und Motivieren zuzuordnen.

Die Umsetzungsstrategie zielt auch auf eine Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung, daher überschneiden sich Maßnahmen der Umsetzungsstrategie mit der Verstetigung des gesamten Wärmeplanungsprozesses.

Die erarbeiteten Maßnahmen zielen darauf ab, alle notwendigen Akteure der Wärmewende in der Kommune einzubeziehen, zu motivieren und soweit möglich innerhalb der kommunalen Möglichkeiten die notwendigen Finanzierungen sicherzustellen. Die Kommune muss dabei vorangehen und eine Vorbildwirkung einnehmen.

Innerhalb der Verwaltung kommen durch den Prozess Wärmeplanung auf einzelne Fachämter neue Aufgaben zu. Der Wärmenetzausbau erfordert umfangreiche Planungskapazitäten, die Verbandsgemeindeplanung ist mit neuen Herausforderungen konfrontiert, die Wärmewende berührt zahlreiche umweltrechtliche Belange. Durch Einrichtung geeigneter Kommunikationsstrukturen innerhalb der Verwaltung sollen alle anstehenden Aufgaben effizient und mit dem für die Umsetzung erforderlichen Geschwindigkeit bearbeitet werden. Bürger und Unternehmen erwarten ein Verwaltungshandeln, dass ihre Investitionen unterstützt und so auch die lokale Wertschöpfung stärkt.

In der folgenden Tabelle befinden sich eine Übersicht der Maßnahmen für die Verbandsgemeinde Eisenberg.

Tabelle 6-1 Übersicht der Maßnahmen

Information, Beratung, Kooperation	Finanzierung und Förderung	Rechtliche Absicherung und ordnungsrechtliche Instrumente	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune
<p>MI1: Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle, auch nicht digital</p> <p>MI2: Informationsaustausch mit Handwerksinnungen, Unterstützung bei der Fachkräftesicherung und -akquise</p> <p>MI3: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Unternehmen zu Fragen der Wärmewende</p> <p>MI4: Informationsarbeit und Beratungsangebote zum Heizungstausch</p> <p>MI5: Durchführung einer Wärmepumpenkampagnen</p> <p>MI6: Vernetzung von Unternehmen fördern</p> <p>MI7: Energieversorgungskooperationen & Best-Practice-Beispiele von Unternehmen</p>	<p>MF1: Sicherstellung der Eigenanteile für Fördermaßnahmen im kommunalen Haushalt</p> <p>MF2: Lokales Förderprogramm für Energieeffizienzmaßnahmen als Geschwindigkeits-Bonus</p>	<p>MR1: Prüfung vom Emissionsbeschränkungen</p> <p>MR2: Städtebauliche Verträge für Energieeffizienz und erneuerbare Energien</p>	<p>ML1: Kommunale Gebäude als Leuchttürme der Wärmewende</p> <p>ML2: Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften</p> <p>ML3: Ausbau Energiemanagement</p>

Kommunale Unternehmen für die Wärmewende	Prozess Wärmeplanung, kommunale Verwaltungsstrukturen und interkommunale Wärmeplanung	Wärmeversorgung
<p>MU1: Nutzung Abwärme aus Abwasser im Gemeindegebiet</p> <p>MU2: Austausch von Gasetagenheizungen in Mehrfamilienhäusern</p>	<p>MV1: Effiziente Arbeitsstruktur zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung</p> <p>MV2: Zusammenarbeit mit umliegenden Gemeinden und regionalen Planungsverbänden</p>	<p>MW1: Machbarkeitsstudien Wärmenetze</p> <p>MW2: Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale</p> <p>MW3: Machbarkeitsstudien BEW zur Prüfung von Abwärmepotenzialen</p> <p>MW4: Mit-Mach-Baustelle</p> <p>MW5: (Bürger)Energiegesellschaft für Wärmenetze</p> <p>MW6: Machbarkeitsstudie tiefe Geothermie</p>

6.1 Maßnahmenkatalog

Nachfolgend wird beispielhaft der Maßnahmensteckbrief MW2 „Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale“ dargestellt. Die weiteren Maßnahmensteckbriefe befinden sich der Vollständigkeit halber im Anhang.

Tabelle 6-2 Beispiel Maßnahmensteckbrief

Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale				MW2
PRIORITÄT:	mittel		EINORDNUNG:	mittelfristig
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen			
ZIELSETZUNG	Abwärmepotenziale Industrie erschließen			
ROLLE DER GEMEINDE	<input type="checkbox"/> Verbrauchen	<input checked="" type="checkbox"/> Versorgen	<input type="checkbox"/> Regulieren	<input checked="" type="checkbox"/> Motivieren

Beschreibung der Maßnahme

Bei Industrieprozessen geht wertvolle Wärme verloren – die sog. Abwärme. Dagegen helfen grundsätzlich zwei Methoden: die Abwärmevermeidung oder -nutzung. Bei ersterer kommen z. B. spezielle Dämmmaterialien zum Einsatz, bei letzterer spezielle Technologien zur Nachnutzung.

Für eine erfolgreiche Umsetzung mangelt es nicht an den technischen Voraussetzungen, sondern an gezielten Kommunikationsstrategien, die die Entscheidungsträger*innen in den Unternehmen auf das ungenutzte Potenzial aufmerksam machen. Um das zu ändern, sollen Wege zur Abwärmevermeidung und -nutzung mit dieser Maßnahme praxisnah vermittelt werden.

Ziel der Maßnahme ist, Unternehmen dazu zu motivieren, die erheblichen Energieeffizienzpotenziale durch Abwärmevermeidung und Abwärmennutzung verfügbar zu machen. Dies soll durch Projekte erfolgen, die aufgrund ihrer vorbildlichen Umsetzung und exzellenter Ergebnisse Signalwirkung auf die Zielgruppe haben.

Hierfür kann die Verbandsgemeinde Eisenberg eine offensive Abwärmennutzung initiieren und in diesem Rahmen entsprechende Projekte zur Nutzung von Abwärme unterstützen. Die ausgewählten Projekte können bspw. neben einer kostenfreien Beratung auch eine Prozessbegleitung erhalten. Die Gemeindeverwaltung fungiert als sog. „Enabler“ und reduziert durch ihr Angebot Transaktionskosten (Such-, Kommunikations- und Informationskosten), die vor allem in der Initialphase von Projekten durch bestehende Unsicherheiten existieren. Als „leuchtende Vorbilder“ in der Verbandsgemeinde können die Projekte weiterhin als Best-Practice-Beispiele zusätzliche Unternehmen zur Nachahmung motivieren und auch in weitere Zielgruppen, wie beispielsweise das Handwerk, ausgeweitet werden.

- Handlungsschritte**
1. Identifizierung von Unternehmen mit großem Energieumsatz
 2. Prüfung der räumlichen und technischen Gegebenheiten
 3. Ansprache der Unternehmen und Gewährleistung eines kostenfreien Beratungsangebots
 4. Evtl. Prozessbegleitung bei Durchführung der ausgewählten Projekte
 5. Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als „leuchtende Vorbilder“ und somit Best-Practice-Beispiele
 6. Monitoring und Controlling

Verantwortung ▶ VG Eisenberg

Handelnde Akteure ▶ Unternehmen

▶ Externe Fachreferenten

Zielgruppe / Betroffene Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▶ IHK und HWK ▶ lokale Unternehmen
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kosten sind projektabhängig (Eigenmittel Unternehmen bzw. Contractor) ▶ Erstprüfung Abwärmepotenziale pro Unternehmen 2.000 bis 2.500 € ▶ Kosten für öffentlich wirksame Begleitung der Projekte: ca. 1.000 €
THG-Einsparungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ hoch
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Eigenmittel der Verbandsgemeinde ▶ KfW Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien der Wirtschaft ▶ BAFA (Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen)
Herausforderungen / Wechselwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen ▶ langfristige Verfügbarkeit der Abwärme ▶ Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes durch verringerte Gewinnausschüttungen
Zeitplanung	<input type="checkbox"/> dauerhaft <input type="checkbox"/> wiederholend <input checked="" type="checkbox"/> einmalig
	Umsetzungs- 3. Quartal 2026 beginn:

6.2 Controllingkonzept

6.2.1 Controllingkonzept

In diesem Kapitel werden verschiedene Controlling-Ansätze, die für die kommunale Wärmeplanung wichtig sind, aufgezeigt. Zunächst wird die Controlling-Verpflichtung aus dem Wärmeplanungsgesetz dargestellt, anschließend wichtige ergänzende messbare Indikatoren, danach die Überwachung der Maßnahmen (verpflichtend nach §25 Wärmeplanungsgesetz) und zum Schluss das Prozesscontrolling.

6.2.2 Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt die Überprüfung des Wärmeplans alle fünf Jahre (§25) mit der Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie die Festlegung von Indikatoren zum Zielszenario nach §17 (Anlage 2, Pk. III) vor.

Die Indikatoren sollen beschreiben, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind, soweit nicht im Folgenden etwas anderes bestimmt wird, für das beplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 anzugeben. Die Indikatoren sind:

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,
3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in %,
4. der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in %,
5. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %,
6. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in %,
7. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %.

Die Daten der Punkte 1 bis 4 und 6 werden durch die kommunale Energie- und THG-Bilanzierung VG Eisenberg erfasst bzw. können durch die damit vorliegenden Daten berechnet werden. Eine Fortschreibung dieser Bilanzierung geschieht bisher meist nicht in regelmäßigen Abständen. An dieser Stelle ist es sinnvoll einen jährlichen Rhythmus einzustellen, um die vom WPG geforderten Daten mit aktuellem Stand zu erhalten. Die Daten der Punkte 5 und 7 müssen durch die Netzbetreiber bereitgestellt werden.

Der Zielpfad für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 ist in Kapitel 4.3 beschrieben.

6.2.3 Monitoring von Hauptindikatoren

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sind insbesondere die folgenden Faktoren verantwortlich:

Entwicklung des Wärmebedarfes

Für den aktuellen Wärmebedarf und dessen Entwicklung sind einige Annahmen getroffen worden. Hier gilt es den Datensatz kontinuierlich zu verbessern und z. B. mit echten Verbrauchsdaten zu aktualisieren bzw. zu plausibilisieren. Die getroffenen Annahmen für die Wärmebedarfsentwicklung (siehe Kapitel 3.10) sind möglichst jährlich zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Besonders sensitiv sind die Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Dazu gibt es auf kommunaler Ebene bisher keine validen Daten bis auf die Zahlen zu geförderten Sanierungsmaßnahmen von der BAFA. Die Abfrage kann hier Informationen über die Sanierungsquote im Gebiet der Verbandsgemeinde liefern und sollte kontinuierlich durchgeführt werden. Weiterhin wird empfohlen die Baugenehmigungen entsprechend auszuwerten bzw. ein System mit einer solchen Funktion aufzubauen. Ergänzend dazu könnte auch ein „Meldesystem“ eingerichtet werden, dass die Bauherrn verpflichtet oder Anreize setzt, Sanierungen anzuzeigen.

Ausbau Wärmenetze

Zur klimaneutralen Wärmeversorgung VG Eisenberg kann der Aufbau von Wärmenetzen einen erheblichen Anteil leisten. Dabei bieten Wärmenetze die Möglichkeit der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und tiefer Geothermie. Indikatoren für Wärmenetze sind die Anzahl der angeschlossenen Gebäude und der jährliche Wärmeabsatz.

Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungslösungen

Die bevorzugte Wärmeversorgung in den Gebieten mit Einzelversorgungslösung wird eine Luft- oder Erdwärmepumpe sein. Entsprechend sollte die Anzahl der installierten Wärmepumpen und deren Leistung blockscharf erhoben werden.

In den Gebieten, in denen eine Fernwärmeversorgung vorgesehen ist, sollte möglichst keine Luft- bzw. Erdwärmepumpe zum Einsatz kommen. Ziel ist dabei ein möglichst hoher Anschlussgrad, der sich wirtschaftlich positiv auf den Betrieb des Wärmenetzes und damit die daran angeschlossenen Abnehmer auszahlt.

Transformation fossiler Infrastruktur

Generell sollte die Anzahl der Erdgas-Hausanschlüsse bis zum Jahr 2045 nahezu auf null sinken. Ausnahmen bilden Blöcke, die möglicherweise zukünftig mit Wasserstoff oder treibhausgasneutral bereitgestelltem Methan versorgt werden, und in denen die Gasinfrastruktur weiter genutzt werden kann. Dies gehört zu den verpflichtenden Indikatoren nach Wärmplanungsgesetz Anlage 2 Pkt. III.

Das gleiche gilt für nicht leitungsgebundene Heizanlagen (Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle, Steinkohle). Diese Daten sind zukünftig von den Schornsteinfegern zu erhalten.

Aus diesen Beschreibungen leiten sich die folgenden Indikatoren ab, die jährlich überprüft werden sollten:

Tabelle 6-3: Hauptindikatoren

Handlungsfeld	Indikator	Ist- Stand 2023	Ziel 2040 (möglichst Zwischenziele für 2030, 2035 mit angeben)	Erhebungstiefe
Rahmenbedingungen	Bevölkerungswachstum	12.996	12.600	nach Gemeinden
Ausbau Wärmenetze	Trassenlänge (km)	0	10	Verbandsgemeinde
Angabe je Netz	Absatz (MWh/a)	0	22.000	
Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungslösungen	Installierte Leistung Wärmepumpe in Gebieten mit Einzellösungen (kW)	unbekannt	Wert steigt	Blockscharf
	Installierte Leistung Wärmepumpe in Wärmenetzgebieten (kW)	0	Wert sollte möglichst klein bleiben	Blockscharf
	Anzahl Zentralheizungsanlagen mit Biomasse	61	600	
Transformation fossiler Infrastruktur ²	Erdgas-Heizungsanlagen (Anzahl)	1.775	0 bzw. Nutzung mit Wasserstoff/ 100 % Biomethan	Verbandsgemeinde
	Installierte fossile Heizungsanlagen	436	0	0
	Heizöl	25	0	0
	Flüssiggas			

² aus den Daten Schornsteinfeger

6.2.4 Indikatoren für die Maßnahmen

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte anhand der Handlungsschritte verfolgt werden. Dabei ist darauf zu achten, ob sich diese im Rahmen der zeitlichen Planung befinden, es einen zeitlichen Verzug, Umsetzungshemmnisse oder ähnliches gibt. Dieses sollte jährlich qualitativ beschrieben und erläutert werden.

In den Maßnahmensteckbriefen wurden unter anderem Erfolgsindikatoren definiert, welche eine Überwachung der Maßnahmenumsetzung ermöglichen.

Tabelle 6-4: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus

<i>Maßnahme</i>	<i>Überprüfung</i>
MI1: Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	halbjährlich
MI2: Informationsaustausch mit Handwerksinnungen, Unterstützung bei der Fachkräftesicherung und -akquise	halbjährlich
MI3: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Unternehmen zu Fragen der Wärmewende	30.06.2026
MI4: Informationsarbeit und Beratungsangebote zum Heizungstausch	jährlich
MI5: Durchführung von Wärmepumpenkampagnen	jährlich
MI6: Vernetzung von Unternehmen fördern	31.12.2026
MI7: Energieversorgungskooperationen von Unternehmen	31.12.2026
MF1: Sicherstellung der Eigenanteile für Fördermaßnahmen im kommunalen Haushalt	31.12.2026
MF2: Lokales Förderprogramm für Energieeffizienzmaßnahmen als Geschwindigkeits-Bonus	jährlich
MR1: Prüfung von Emissionsbeschränkungen	31.12.2027
MR2: Städtebauliche Verträge für Energieeffizienz und erneuerbare Energien	jährlich
ML1: Kommunale Gebäude als Leuchttürme der Wärmewende	jährlich
ML2: Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	jährlich

<i>Maßnahme</i>	<i>Überprüfung</i>
ML3: Ausbau Energiemanagement	jährlich
MU1: Nutzung Abwärme aus Abwasser im Gemeindegebiet	31.12.2027
MU4: Austausch von Gasetagenheizungen in Mehrfamilienhäusern	jährlich
MV1: Effiziente Arbeitsstruktur zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	jährlich
MV2: Zusammenarbeit mit umliegenden Gemeinden und regionalen Planungsverbänden	jährlich
MW1: Machbarkeitsstudien Wärmenetze	31.12.2028
MW2: Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale	jährlich
MW3: Machbarkeitsstudien BEW zur Prüfung von Abwärmepotenzialen	31.12.2028
MW4: Mit-Mach-Baustelle	jährlich
MW5: (Bürger)Energiegesellschaft für Wärmenetze	
MW5: Machbarkeitsstudie tiefe Geothermie	31.12.2028

6.2.5 Indikatoren für den Prozess

Um den Gesamtfortschritt beurteilen zu können, ist in regelmäßigen Abständen eine Prozessevaluierung durchzuführen. Dabei sollten nachstehende Fragen gestellt werden, die den Prozessfortschritt qualitativ bewerten:

Zielerreichung: Wie sind die Fortschritte bei der Erreichung der klimaneutralen Wärmeversorgung? Befinden sich Projekte aus verschiedenen Handlungsfeldern bzw. Zielbereichen in der Umsetzung? Wo besteht Nachholbedarf?

Konzept-Anpassung: Gibt es Trends, die eine Veränderung der Wärmewendestrategie erfordern? Haben sich Rahmenbedingungen geändert, sodass Anpassungen vorgenommen werden müssen?

Umsetzung und Entscheidungsprozesse: Ist der Umsetzungsprozess effizient und transparent? Können die Arbeitsstrukturen verbessert werden? Wo besteht ein höherer Beratungsbedarf?

Beteiligung und Einbindung regionaler Akteure: Sind alle relevanten Akteure in ausreichendem Maße eingebunden? Besteht eine breite Beteiligung der Bevölkerung? Erfolgte eine

ausreichende Aktivierung und Motivierung der Bevölkerung? Konnten weitere (ehrenamtliche) Akteure hinzugewonnen werden?

Netzwerke: Sind neue Partnerschaften zwischen Akteuren entstanden? Welche Intensität und Qualität haben diese? Wie kann die Zusammenarbeit weiter verbessert werden?

6.3 Verstetigung

Unter Verstetigung der Wärmeplanung in Kommunen ist die Weiterführung von Aktivitäten über den Förderzeitraum hinaus zu verstehen. Das heißt, die Grundsätze, Ziele und bestehenden Aktivitäten werden weitergeführt, um langfristig die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu erreichen. Konkret wäre das zum Beispiel die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Fortschreibung der Wärmeplanung.

Die Kommunale Wärmeplanung ist seit dem 01.01.2024 eine per Bundesgesetz geregelte Aufgabe. Der Bund hat die Aufgabe an die Länder übertragen und diese wiederum übertragen diese an die Kommunen. Damit wird die kommunale Wärmeplanung zur kommunalen Pflichtaufgabe und ist personell zu untersetzen. Je nach Ausgestaltung der Landesgesetzgebungen stehen dafür Konnexitätsmittel zur Verfügung.

Zur Verstetigung der Wärmeplanung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, die in den folgenden Kapiteln genauer erläutert werden.

6.3.1 Rollierende Planung

Die Wärmeplanung soll als rollierende Planung in der Kommunalverwaltung implementiert werden. Dies bedeutet eine periodenorientierte Planung, bei der nach bestimmten Zeitintervallen die bereits erfolgte Wärmeplanung aktualisiert, konkretisiert und überarbeitet wird. Dabei werden die in der Zwischenzeit gewonnenen neuen Daten berücksichtigt. Die Wärmeplanung ist in der Regel auf das Zieljahr 2045 ausgerichtet, dies bedeutet, mit Stand 2025, ein Planungshorizont von 20 Jahren. Der Detaillierungsgrad des Zeitraums 2024 bis 2030 ist entsprechend erheblich genauer als die Planungsintensität der Folgeperioden. Mit fortschreitender Zeit rolliert auch der Zeitraum mit höherer Planungsintensität weiter.

6.3.2 Kommunale Verwaltungsstrukturen

Zur Bewältigung der Aufgaben im Bereich der kommunalen Wärmeplanung ist ausreichend Personal in der Verwaltung vorzusehen. Es ist zu empfehlen, dass für die kommunale Wärmeplanung über die nächsten 20 Jahre mindestens eine halbe Personalstelle in der Verwaltung erforderlich sein wird. Vorteilhaft ist es, die Stelle bei der Verbandsgemeindeplanung anzusiedeln, da es hier viele Schnittstellen gibt. Die Aufgaben sind im Folgenden aufgeführt:

- ▶ den Umsetzungsprozess kommunikativ zu begleiten
- ▶ Fortschreibung des Wärmeplans (Verpflichtung nach §25 Wärmeplanungsgesetz)
- ▶ Fortschreibung von Indikatoren, Berichterstellung, Monitoring
Beispiel: jährlicher Bericht zu den Indikatoren des Wärmeplans
- ▶ die Verankerung mit weiteren kommunalen Planungen, z. B. IGEK zu gewährleisten
- ▶ Neubaugebiete/B-Pläne mit der Wärmeplanung zu verzahnen
- ▶ Straßenbaumaßnahmen mit dem Fernwärmeausbau zeitlich zu koordinieren
- ▶ Genehmigungsprozesse zu begleiten
- ▶ Einwerben von Fördermitteln zur Finanzierung von Projekten

Darüber hinaus müssen Strukturen geschaffen werden, die den Informationsfluss innerhalb und außerhalb der Verwaltung gewährleisten:

- ▶ Zusammenarbeit mit Verbandsgemeindeplanung, Tiefbau, Umweltamt, Statistik, ...
Direkte Zusammenarbeit auf Sacharbeiterebene ermöglichen.
Beispiel: Aufstellung einer amtsübergreifenden Arbeitsgruppe Wärmewende.
- ▶ ...

6.3.3 Politische Absicherung

Zur Verstetigung gehört auch, das Verwaltungshandeln durch politische Beschlüsse und politischen Handels abzusichern:

- ▶ Beschluss zum Wärmeplan (verpflichtend nach § 21(3) Wärmeplanungsgesetz)
- ▶ Prüfung der Auswirkungen von Beschlüssen auf die Wärmeplanung
Beispiel: kein Gasanschluss in Neubaugebieten
- ▶ Schaffung geeigneter Gremien bzw. Definition der Zuständigkeit
Beispiel: zuständige Ausschüsse tagen einmal jährlich gemeinsam zum Thema Umsetzung Wärmeplanung
- ▶ Bereitstellung kommunaler Eigenmittel in der Haushaltsplanung
Beispiel: Jedes Jahr werden 50.000 € für notwendige Infrastrukturmaßnahmen, unterstützende Förderung für die Bürgerinnen und Bürger sowie Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung gestellt.
- ▶ ...

6.3.4 Kommunikation

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der VG Eisenberg und dem Dienstleister implementiert worden. Hierfür braucht es eine Koordinierungsstelle, der auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital)
Beispiel: Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung 2x im Jahr im Amtsblatt
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern zu halten
Beispiel: Austausch einmal im Halbjahr
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. Ausbau Wärmenetz für alle notwendigen Akteure
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren
Beispiel: Unterstützung von bestehenden Aktivitäten in der Kommune bzw. Prüfung von Angeboten verschiedenen Anbieter und Kontaktaufnahme
- ▶ gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten
Beispiel: Kommune, SHK- und Schornsteinfegerinnung und Verbandsgemeindewerke treffen sich 1x jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch.
- ▶ ...

6.3.5 Weitere Regelungen

Ergänzend zu den vorgenannten Punkten sind die folgenden Aspekte ebenfalls zu berücksichtigen:

- ▶ städtebauliche Verträge
Beispiel: Abstimmung städtebaulicher Verträge mit der Wärmeplanung
- ▶ Flächensicherung für Erzeugungs- und Speicheranlagen durch die Aufnahme in FNP und/oder B-Plan
- ▶ ...

7 Zusammenfassung

Die Verbandsgemeinde Eisenberg hat frühzeitig beschlossen, eine Wärmeplanung erstellen zu lassen. Das Ziel der Wärmeplanung ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzziele auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können.

Die Wärmeplanung ist entsprechend den Bausteinen:

- ▶ Bestandsanalyse
- ▶ Potenzialanalyse
- ▶ Szenarien, zukünftige Wärmeversorgung
- ▶ Umsetzungsstrategie

erstellt worden. Im Rahmen des Erstellungsprozesses wurden die Akteure in der Stadt intensiv beteiligt.

Bestandsanalyse

Der Gesamtverbrauch im Bilanzjahr 2023 in der Verbandsgemeinde Eisenberg beträgt rund 121 GWh. Abbildung 7-1 stellt den Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dar. Anhand der Verteilung ist festzustellen, dass die privaten Haushalte mit 97,2 GWh bzw. 44 % einen großen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch ausmachen. Der Sektor Industrie macht mit 104,1 GWh entsprechend 47 % den größten Anteil aus, während GHD mit 16,7 GWh einen Anteil von 8 % ausmachen. Auf die kommunalen Einrichtungen entfällt mit 2.046 MWh lediglich ein Anteil von 1 %.

Nach Energieträgern entfällt der größte Anteil mit 95 % auf Erdgas, gefolgt von nicht leitungsgebundenen Energieträgern mit 5 %. Detaillierte Daten zu Umweltwärme und Sonnenkollektoren lagen nicht vor.

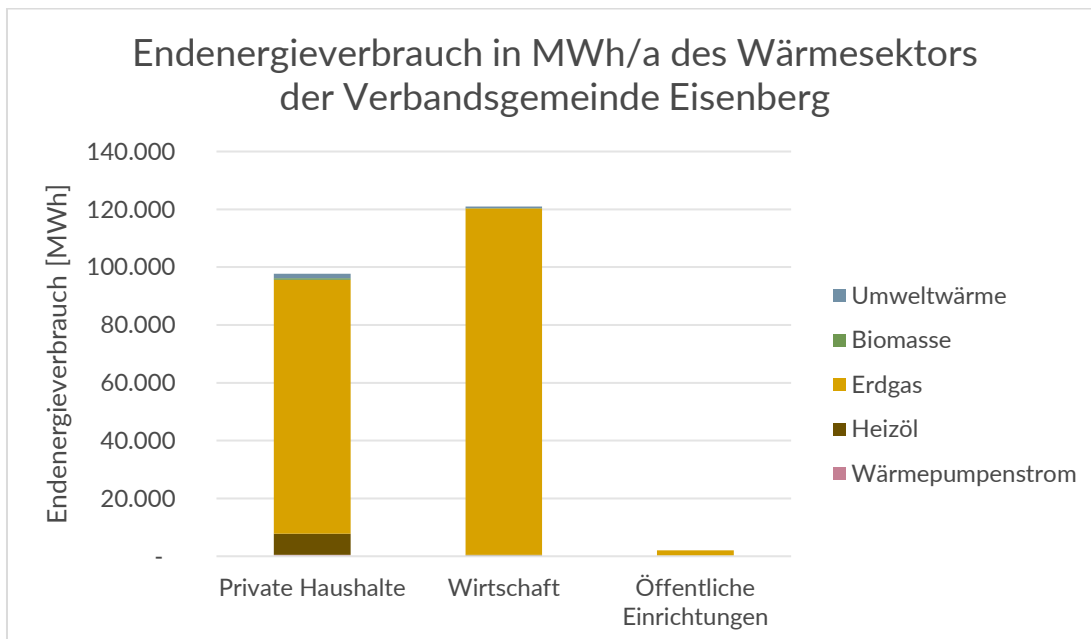


Abbildung 7-1 Wärmeverbrauch der VG Eisenberg nach Energieträger im Bilanzjahr 2023 (eigene Darstellung)

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden die Potenziale zur Deckung der Wärmebedarfe in der Verbandsgemeinde untersucht. Als Fazit kann festgestellt werden, dass ausreichend Potenziale zur Deckung der Raum- und Warmwasserbedarfe im Gebiet der Verbandsgemeinde bestehen. Eine besondere Herausforderung besteht in der Verbandsgemeinde hinsichtlich der aktuell vorhandenen Prozesswärmebedarfe. Die Potenzialanalyse ergab keine ausreichenden Potenziale für die Bereitstellung von Hochtemperaturwärme auf der Grundlage von Biomasse.

Szenarien, zukünftige Wärmeversorgung

Die Abbildung 7-2 zeigt die zukünftige Wärmeversorgung je nach Teilgebiet an.

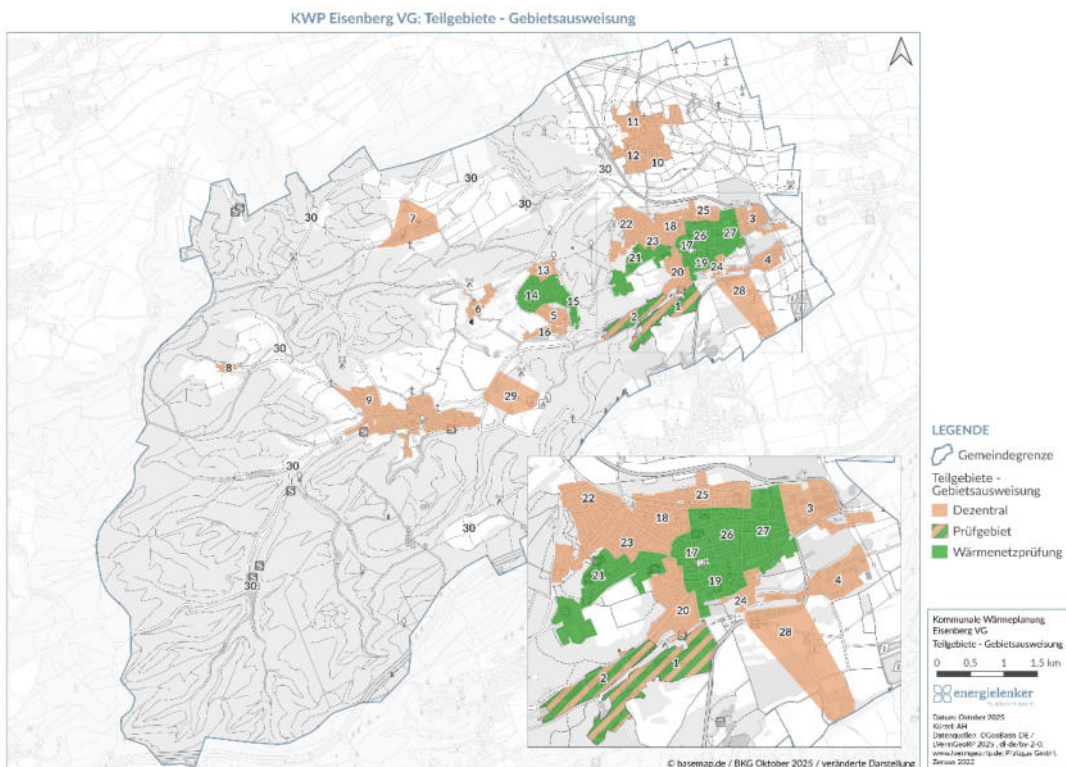


Abbildung 7-2 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen

Die Gebiete 1 und 2 sind durch ihre industriellen Prozesswärmebedarfe als Prüfgebiete eingeteilt. Für diese Gebiete ist mit der zukünftigen Fortschreibung der Wärmeplanung und in Abhängigkeit vom weiteren Infrastrukturausbau in der Bundesrepublik ein Energieträger festzulegen. Die Gebiete 14, 15, 17, 19, 21, 26 und 27 wurden als Wärmenetzprüfgebiete eingeteilt, hier gilt es in den nächsten Monaten und Jahren die konkrete Prüfung im Detail weiter voranzubringen und bei positiven Ergebnis die Planung und Umsetzung der Errichtung von Wärmenetzen voranzubringen. In allen anderen Gebieten wird die dezentrale Versorgung im Vordergrund stehen.

Die Verteilung der Energieträger bis 2040 in den zwei Szenarien sind in den Abbildungen Abbildung 4-9 und Abbildung 4-10 dargestellt. Ein Großteil der Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde Eisenberg wird zukünftig über Wärmepumpen (113 bzw. 115 GWh) erfolgen. Die Versorgung über Wärmenetze kann bis zu 35 GWh ausmachen. Anteil von Holz wächst auf 10 bzw. 15 GWh, Solarthermie auf 13 bzw. 16 GWh. Die sonstigen Energieträger,

Erdgas und Heizöl gehen bis zum Zieljahr 2040 gegen Null. Die THG-Emissionen sinken bis auf 5.148 bzw. 2.597 tCO₂e.

Umsetzungsstrategie

Zur Umsetzung des Wärmeplans sind insgesamt 24 Maßnahmen entwickelt worden, die zum Zielbild „Klimaneutralität 2040“ führen sollen. Alle Maßnahmen sind in einem eigenen Anhang zusammengefasst.

Neben Indikatoren, die zum Teil durch das Wärmeplanungsgesetz vorgegeben sind, ist auch die Umsetzung der Maßnahmen regelmäßig, am besten jährlich, zu überprüfen. Für eine gelungene Wärmewende ist es entscheidend, dass die Verwaltung bereits mit ausreichend Personal ausgestattet ist und die Mittel für die Maßnahmen im Haushaltsplan berücksichtigt werden.

8 Glossar

Agri-Photovoltaik (Agri-PV)

Bei der Agri-Photovoltaik werden landwirtschaftliche Flächen für die Nahrungsmittelproduktion und gleichzeitig auch für die PV-Stromproduktion genutzt. Durch dieses Verfahren wird die Flächeneffizienz gesteigert, da PV-Anlagen ausgebaut werden mit gleichzeitigem Erhalt landwirtschaftlich genutzter Flächen.

Baublock

Zusammengefasstes bebautes Gebiet, das als kleinste Einheit in der Wärmeplanung in Kartenwerken dargestellt wird. Ein Baublock umfasst mindestens 5 Gebäude oder Adressen.

Beplantes Gebiet

Ist der räumliche Bereich für den ein Wärmeplan erstellt wird.

Biogas

Biogas gehört zu den erneuerbaren Energiequellen. Es ist ein brennbares Gasgemisch, hauptsächlich aus Methan und Kohlenstoffdioxid, welches bei der Vergärung von Biomasse entsteht. Es kann in Biogasanlagen gezielt hergestellt werden, in denen die natürlichen Faulungs- und Zersetzungsprozesse kontrolliert und effizient durchgeführt werden. Verwendet werden können Abfälle und nachwachsende Rohstoffe. Biogas kann dann als Brennstoff eingesetzt werden.

Biomasse

Biomasse im Allgemeinen bezeichnet die Gesamtheit aller lebenden, toten und zersetzten Organismen eines Lebensraums. Sie enthält durch Photosynthese aufgenommene Sonnenenergie, welche durch Verbrennung oder Verrotten freigesetzt und gewonnen werden kann.

Biomethan

Biomethan ist ein erneuerbarer Energieträger, der durch die Aufbereitung von Biogas entsteht. Es wird aus organischen Stoffen wie Pflanzenresten, Gülle oder Bioabfällen gewonnen. Nach der Reinigung enthält es fast reines Methan und kann wie Erdgas zum Heizen, zur Stromerzeugung oder als Kraftstoff genutzt werden. Da es aus nachwachsenden Rohstoffen stammt, gilt Biomethan als klimafreundlich und CO₂-neutral.

Dezentrale Wärmeversorgung

Bezeichnung für ein beplantes Teilgebiet welches aktuell oder zukünftig nicht durch Wärmenetz oder Gasnetz versorgt werden soll. Für den Hauseigentümer gibt es in der Regel keine konkrete Empfehlung der Versorgungsoption. Die Kartenwerke weisen jedoch für Umweltwärme bestehende Potenziale und damit vorhandene Möglichkeiten aus. In dem Gebiet können sich auch einzelne Objektwärmenetze oder lokale leitungsgebundene Versorgungen befinden.

Erdgas

Erdgas ist ein durch den Abbau von Biomasse (überwiegend Algen) über Jahrtausende natürlich entstandener, fossiler Energieträger. Es kann zur Wärmeerzeugung z.B. in Einzelgebäuden in Heizungen oder in Großkraft- bzw. -heizwerken zum Betrieb von Wärmenetzen zum Einsatz kommen. Bei einem Gas-und-Dampf-Kraftwerk (GuD-Kraftwerk) liegt der Wirkungsgrad typischerweise etwas über 60%, bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) kann der Wirkungsgrad der Anlage auf etwa 85 % erhöht werden.

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren werden in 80-160 cm Tiefe horizontal verlegt. In den Kollektoren befindet sich eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die von Regen und Sonne ins Erdreich eingebrachte Wärme aufnimmt und der Wärmepumpe zuführt. Nachdem die Wärmepumpen die Temperatur der Erdwärme erhöht hat, wird diese zum Heizen des Gebäudes und für die Warmwasserbereitung genutzt.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in senkrechten Bohrungen mit einer Tiefe von wenigen Metern bis zu 100 Metern installiert. Im Sondenkreislauf zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die im Untergrund gespeicherte Wärme aufnimmt. Über eine Wärmepumpe wird die Temperatur weiter erhöht und die so gewonnene Wärme zum Heizen und für die Warmwasserbereitung verwendet.

Gebäudesanierung

Im Vordergrund der thermischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden. Die thermische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken. Die serielle Sanierung, bei der neue Gebäudeteile mittels industrieller Verfahren (3D-Aufmaß, Vorfertigung von Wand- und Dachelementen) hergestellt werden, kann die Geschwindigkeit deutlich erhöhen.

Geothermie

Wärmeenergie unterhalb der Erdoberfläche. Bei der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) wird Energie aus dem Erdinneren zur Strom-, Wärme- oder Kältegewinnung genutzt. Die Tiefengeothermie wird in hydrothermale und petrothermale Geothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Energie, welche in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Auch die hier herrschenden, relativ geringen Temperaturen lassen sich auf verschiedene Arten nutzen. Sie können je nach Temperatur und Bedarf sowohl zur Bereitstellung von Wärme und zur Erzeugung von Klimakälte als auch zur Speicherung von Energie dienen. Um die vorhandene Energie im flachen Untergrund nutzen zu können, werden Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden eingesetzt.

Industrielle Abwärme

Abwärme, die bei industriellen Prozessen als Nebenprodukt anfällt, wird häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Sie kann jedoch durch Wärmerückgewinnung nutzbar gemacht werden, sodass an anderer Stelle weniger Wärme erzeugt werden muss und Energie gespart werden kann.

Jahresarbeitszahl

Wärmepumpen erlauben durch den Einsatz einer Wärmequelle und einer Hilfsenergie eine Anhebung (Wärmebereitstellung) oder auch Absenkung der Temperatur (Kühlschrank, Klimaanlage). Die aufgewandte Hilfsenergie (in der Regel Strom) ist dabei kleiner als die bereitgestellte Nutzenergie. Die durchschnittlich als Nutzenergie im Gebäude über das Jahr bereitgestellte Energie im Verhältnis zum Hilfsenergieeinsatz wird als Jahresarbeitszahl bezeichnet. Eine Jahresarbeitszahl von 3 bedeutet dabei, dass die 3-fache Menge der Hilfsenergie als Nutzenergie bereitgestellt wird.

Kilowattstunde [kWh]

Einheit zur Messung von Energiemengen. Dabei entspricht eine Wattstunde [1 Wh] ca. 3,6 Kilojoule [kJ]. 1.000 Wh sind eine Kilowattstunde [1 kWh] und 1.000 kWh sind eine

Megawattstunde [1 MWh]. Ein typischer Drei-Personen-Haushalt verbraucht etwa 3.500 Kilowattstunden Strom im Jahr. Eine Kilowattstunde Strom reicht aus, um beispielsweise 15 Stunden Radio zu hören, eine Maschine Wäsche zu waschen oder Mittagessen für vier Personen zu kochen.

Kollektor

Vorrichtung zur Sammlung von Energie. Im Bereich der Erneuerbaren Energien gibt es Sonnenkollektoren und Erdwärmekollektoren. Die von Kollektoren „eingesammelte“ Energie heizt ein Übertragungsmedium (z.B. Wasser) auf, über das die Energie transportiert wird.

No Regret – Maßnahmen

No Regret – Maßnahmen in der Wärmeplanung sind Strategien und Investitionen, die unabhängig von zukünftigen Entwicklungen und Unsicherheiten als sinnvoll und vorteilhaft gelten, wie z.B. Energieeffizienzsteigerungen, Nutzung erneuerbarer Energien, Optimierung der Wärmeverteilung, Energieberatung. Diese Maßnahmen sind in der Regel kosteneffizient und tragen zur langfristigen Sicherung der Energieversorgung sowie zur Erreichung der Klimaziele bei.

Nutzenergie

Nutzenergie ist die vom Endverbraucher tatsächlich genutzte Energie. Sie ist ein Teil der Endenergie, welche dem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird.

Peakleistung [kWp]

Die Nennleistung von Photovoltaikanlagen wird in kWp (Kilowattpeak) angegeben. Dabei bezieht sich „peak“ (engl. Höchstwert, Spitze) auf die Leistung, die unter internationalen Standard-Testbedingungen erzielt wird. Dieses Vorgehen dient zur Normierung und zum Vergleich verschiedener Solarmodule.

Photovoltaik

Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.

Primärenergie

Primärenergie bezeichnet die Energie bzw. die Energieträger, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung stehen. Beispiele sind Erdgas oder Heizöl, die in ihrer Ursprungsform als Energieträger zur Verfügung stehen.

Prüfgebiet

Gebiet, für das noch keine abschließende Aussage über voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet getroffen werden kann, da Umstände nicht ausreichend bekannt sind.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse im Allgemeinen ist eine Untersuchung zur Ermittlung von Potenzialen und Defiziten, um im Nachhinein Maßnahmen zur Förderung der Potenziale zu ergreifen. Im Kontext des Klimaschutzkonzepts wird sie mit Blick auf die potenzielle eigene Energieproduktion einer Kommune angewandt.

Prozesswärme

Prozesswärme ist einerseits die Wärme, die in industriellen Prozessen als Abwärme anfällt. Andererseits wird als Prozesswärme auch die thermische Energie bezeichnet, die für technische Verfahren in der Industrie benötigt wird, zum Beispiel beim Schmelzen, Glühen, Trocknen etc.

Regenerative Energien

Regenerative Energien, auch erneuerbare Energien genannt, werden, wie der Name schon besagt, aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Diese stehen unendlich zur Verfügung, also verbrauchen sich nicht. Das Gegenteil davon sind fossile Energieträger, wie Kohle, Erdöl, Erdgas und der Kernbrennstoff Uran, die endlich sind. Beispiele für regenerative Energien sind Windenergie, Sonnenenergie, Wasserkraft, Bioenergie.

Sanierung

Instandsetzung, modernisierende Umgestaltung durch Renovierung oder Abriss neuer Gebäude sowie durch Neubau.

Sanierungsfahrplan

Ein Sanierungsfahrplan ist ein detaillierter Aktionsplan, der die Schritte und Maßnahmen zur energetischen Sanierung einer Stadt oder eines Stadtteils festlegt.

Solaratlas

Der Solaratlas, auch Solarkataster genannt, ist eine in Karten und Luftbildern dargestellte Datensammlung von für die Sonnenenergie, sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik, geeigneten Flächen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Dachflächen. Es werden zur Prüfung der Eignung u.a. die Ausrichtung nach Himmelsrichtung, die Neigung und die mögliche Verschattung der Dächer betrachtet.

Solarthermie

Bei der Solarthermie wird Wärme durch Sonnenenergie gewonnen. Dafür werden meist Sonnenkollektoren verwendet (s. Kollektoren).

Sonnenenergie

Sonnenenergie oder Solarenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Energie, die die Sonne in Form von Strahlung aussendet, wird für technische Zwecke verfügbar gemacht. Photovoltaik-Anlagen und Wärmekollektoren können diese Form der Energie in Strom und Heizwärme umwandeln.

Teilgebiet (beplantes)

Teil des beplanten Gebiets, welcher aus mehreren Baublöcken, etc. bestehen kann, ohne Wertung der Versorgungsart.

Umweltwärme

Umweltwärme ist die Umgebungswärme aus Boden, Gewässern oder Luft und kann als Wärmequellen für Wärmepumpen genutzt werden. Sonnenenergie ist die Hauptquelle für die Entstehung von Umweltwärme.

Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet

Teilgebiet mit Wertung der Versorgungsart, dies kann ein Wärmenetzgebiet, Wasserstoffgebiet, dezentrales Gebiet oder Prüfgebiet sein.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist ein Maß für die energetische Qualität eines Gebäudes. Er bezeichnet die Energiemenge, die man braucht, um ein Gebäude auf eine gewünschte Temperatur zu heizen.

Wärmedichte

Die Wärmedichte ist eine Kennzahl zur Erstbeurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Netzes der Nahwärme oder Fernwärme. Die Wärmedichte kann eine spezifische Leistungsgröße oder eine spezifische Energieverbrauchsgröße sein.

Wärmeliniendichte

Die Wärmeliniendichte beschreibt den Quotienten aus der in der Wärmeleitung transportierten Wärmemenge zur Versorgung aller dort angeschlossenen Gebäude und der Länge dieser entsprechenden Leitung.

Wärmenetz

Wärmenetze dienen dem Transport von Wärmeenergie zwischen Wärmequellen und Wärmesenken. Unterschieden wird zwischen Nah- und Fernwärmenetzen und zwischen Netzen verschiedener Temperaturniveaus. Je weniger weit Wärme transportiert werden muss, je niedriger die Temperatur liegt und je besser die Isolierung der Rohrleitungen des Wärmenetzes ist, desto effizienter geschieht der Wärmetransport.

Wärmenetzgebiet

Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplante Wärmenetz, hier erfolgt noch einmal eine Einteilung in Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet oder Wärmenetzneubaugebiet.

Wärmenetzverdichtungsgebiet

Beplante Teilgebiete mit bestehenden Wärmenetzen, der Anschluss an das Wärmenetz kann zumeist ohne Ausbau des Wärmenetzes erfolgen.

Wärmenetzausbaugebiet

Beplantes Teilgebiet mit Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzend, der Anschluss an Wärmeleitungen erfordert den Neubau von Wärmenetztrassen.

Wärmenetzneubaugebiet

Hier wird erstmalig ein Wärmenetz inklusive Heizzentrale oder Wärme(kraft)werk aufgebaut.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe hebt die natürliche Wärme in ihrer Umgebung (z.B. aus dem Erdreich, Grundwasser oder aus der Luft) auf ein höheres Temperaturniveau. Sie nutzt dazu den Effekt, dass sich Gase unter Druck erwärmen (wie z.B. bei einer Fahrrad-Luftpumpe). Wärme aus dem Erdreich: Erdwärmepumpe; Wärme aus der Luft: Luftwärmepumpe

Wärmespeicher

Wärmespeicher dienen der saisonalen oder kürzeren Speicherung von überschüssiger Wärme, um eine Ungleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage auszugleichen.

Wasserstoff

Wasserstoff (H₂) ist ein sehr universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung von Wasserstoff ist aufwendiger als die von Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in speziellen Netzen transportiert als auch dem Erdgasnetz bis zu einem bestimmten Prozentsatz (die technischen Angaben hierzu erhöhen sich immer wieder) zugemischt werden. Zugemischter Wasserstoff kann auch wieder aus Erdgas herausgefiltert werden. Auch eine chemische Speicherung von Wasserstoff durch Hydrierung ist möglich. Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet

Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplante Wasserstoffnetz zur Bereitstellung von Wärme.

Windeignungsgebiet

Ein Ort, der sich für Windanlagen eignet, ist ein Windeignungsgebiet. Windenergieanlagen dürfen grundsätzlich überall dort gebaut werden, wo kein Bebauungsplan gilt oder bereits Bebauung vorhanden ist.

Windkraft/ Windenergie

Die Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Dafür wird die Bewegungsenergie des Windes für technische Zwecke verfügbar gemacht. Dieses Prinzip wird bereits seit dem Altertum bei den Getreide-Windmühlen genutzt. Heutzutage wird die Bewegungsenergie des Windes in Strom umgewandelt.

Wirkungsgrad

Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.

Quartier

Ein Quartier bezeichnet ein begrenztes geografisches Gebiet. Es besteht aus mehreren flächenmäßig zusammenhängenden privaten und/oder öffentlichen Gebäuden, einschließlich öffentlicher Infrastruktur. Das Quartier ist in der Regel eine räumliche Ebene unterhalb der Stadtteilgröße. Es kann auch ein, im Rahmen der Städtebauförderung ausgewiesenes Gebiet sein. Ein Quartier kann ein Wohnviertel, ein Geschäftsviertel, ein historisches Viertel oder ein gemischtes Nutzungsviertel sein. Die Gebäudetypologie eines Quartiers muss nicht einheitlich gegeben sein und kann demnach aus Bestandsgebäuden oder aus einer Mischung von Neubauten und Bestandsgebäuden bestehen.

9 Literatur

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen
- AGFW. (2024). *Fernwärmepreisumfrage*. Von <https://www.agfw.de/energiwirtschaft-recht-politik/wirtschaft-und-markt/markt-preise/preisanpassung> abgerufen
- Agora. (2023). *Wärmenetze – klimaneutral, wirtschaftlich und bezahlbar*. Von https://www.agora-energiwende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-18_DE_Business_Case_Waermenetze/A-EW_335_Businesscase_Waermenetze_WEB.pdf abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25. 06 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie> abgerufen
- bayern ets GmbH. (14. 04 2025). *HyPipe Bavaria – The Hydrogen Hub*. Von https://www.hypipe-bavaria.com/?utm_source=chatgpt.com abgerufen
- BBSR-Bevölkerungsprognose 2045. (2025). *Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)*. Von *Raumordnungsprognose 2045*: <https://tableau.bbsr.bund.de/t/bbr/views/Raumordnungsprognose2045/Kreise-berblick?%3Aembed=y&%3AisGuestRedirectFromVizportal=y> abgerufen
- BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). (2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)*. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Fraunhofer IEA. (2025). *Stromgestehungskosten für Wärmepumpen in ausgewählten Ländern/Regionen nach Typ*. Von <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/levelised-cost-of-production-for-heat-pumps-in-selected-countriesregions-by-type-2023> abgerufen
- Fraunhofer IEE. (2022). *Technologiekosten erneuerbare Wärme*. Von [file:///C:/Users/l.fischer/Downloads/2019_Feb_Bericht_Fraunhofer_IEE_-_Transformation_Waerme_2030_2050%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/l.fischer/Downloads/2019_Feb_Bericht_Fraunhofer_IEE_-_Transformation_Waerme_2030_2050%20(1).pdf) abgerufen

- Fraunhofer ISE. (2023). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Wirtschaftlichkeit & Potenziale*. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/11_2024_cc_waermepumpensysteme.pdf abgerufen
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).
- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). Leitfaden Wärmeplanung. *Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen am Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4> abgerufen
- Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php> abgerufen
- Landesministerium Rheinland-Pfalz. (2021). Von Wertvoller Rohstoff – Klebsand aus Eisenberg: <https://mwvlw.rlp.de/presse/detail/wissing-wertvoller-rohstoff-klebsand-aus-eisenberg> abgerufen
- LfU. (2024). Von <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm> abgerufen
- LIAG-Institut für Angewandte Geophysik. (2025). *GEOTIS*. Von <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php> abgerufen
- Miara et al. (2011). *Wärmepumpen Effizienz - Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz*.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz. (2025). Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz. *Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz*. Rheinland-Pfalz.
- Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Von Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität: https://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf abgerufen

StMUG, StMWIVT, OBB. (Januar 2024). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Von <https://www.coaching-kommunaler-klimaschutz.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/StarterSet/LeitfadenEnergienutzungsplan-Teil1.pdf> abgerufen

Teilfortschreibung Flächennutzungsplan Eisenberg. (2019). *Verbandsgemeinde Eisenberg*. Von <https://www.vg-eisenberg.de/wohnen-wirtschaft/bauen-und-wohnen/flaechennutzungsplan-der-verbands-gemeinde-eisenberg/flaechennutzungsplan/2019-01-14-eisenberg-fnp-teilfortschreibung-endif.pdf?cid=3e2> abgerufen

UBA. (2023). *Kostenatlas Gebäudewärme*. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/39_2023_cc_projektionsbericht_12_23.pdf abgerufen

WPG. (01. Januar 2024). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html> abgerufen

Anhang [aktualisiert und eingefügt ()]

Teilgebietssteckbriefe

Maßnahmensteckbriefe