

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Heusenstamm

Bestandsanalyse

Potenzialanalyse

Zielszenario

Eignungsgebiete

Impressum

„Erstellung einer Wärmeplanung gemäß Kommunalrichtlinie Punkt 4.1.11“

Arbeitstitel: KWP Stadt Heusenstamm

Version: 10.12.2025

Auftraggeber:

Stadt Heusenstamm

Im Herrngarten 1

63150 Heusenstamm

06104 607-1345

<https://www.heusenstamm.de/>

Die Studie wurde im Auftrag der Stadt erstellt von:

ProjektStadt

Eine Marke der Unternehmensgruppe

Nassauische Heimstätte | Wohnstadt

Schaumainkai 47

60596 Frankfurt am Main

069 678 674-1618

www.projektstadt.de/



BCC-Energie GmbH

Karlstr. 24 a | 04435 Schkeuditz

Tel: +49 34204 703 879

www.bcc-energie.eu



Autorenschaft:

Malaika Rahm	M. Eng.	ProjektStadt
Dominik Goldmann		ProjektStadt
Hannah Kiesel	M. Eng.	ProjektStadt
Theresia Hellerbrand	B. Sc.	ProjektStadt
Dagmar Eger	Dipl.-Ing. Energietechnik	BCC-Energie GmbH
Maximilian Gutwein	Dipl.-Ing	BCC-Energie GmbH
Clara Scharowsky	M. Sc.	BCC-Energie GmbH
Martin Voigt	B. Sc.	BCC-Energie GmbH
Yann Gager	Dr. rer. nat.	BCC-Energie GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Bestandsanalyse	6
1.1	Allgemeines zur Stadt Heusenstamm	6
1.1.1	Einwohnerzahl und Prognosen	7
1.1.2	Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften	7
1.2	Gebäude- und Siedlungsstruktur	14
1.2.1	Siedlungstypen	14
1.2.2	Denkmalschutz	15
1.2.3	Gebäudenutzung	16
1.2.4	Baualtersklassen	18
1.3	Restriktionsflächen	19
1.4	Energieinfrastruktur	23
1.4.1	Wärmenetze	24
1.4.2	bestehende Wärmeerzeugungsanlagen	26
1.4.3	Gasnetze	30
1.4.4	Stromnetze	31
1.4.1	Abwassernetze	32
1.4.2	Wärme- und Gasspeicher	32
1.4.1	Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen	33
1.4.1	Beheizungsstruktur	34
1.5	Energieverbrauchserhebung	36
1.5.1	Leistungsgebundene Energieversorgung Wärmenetze	40
1.5.1	Großverbraucher	42
1.6	Treibhausgasbilanz	43
2	Potenzialanalyse	46
2.1	Energieeinsparungspotenziale	46
2.1.1	Referenzgebäude - Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970	47
2.1.2	Referenzgebäude - Freistehendes Einfamilienhaus um 1900	49
2.2	Aquathermie	50
2.2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	52
2.2.2	Gewässerökologische Aspekte	52
2.3	Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Abwasser und Kläranlagen	54
2.3.1	Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe	55
2.3.1.1	Abwärme aus Rechenzentren	57
2.3.2	Abwasser und Kläranlagen	59
2.3.2.1	Abwasser	60
2.3.2.2	Kläranlagen	61
2.3.2.3	Potenzial vor Ort	62
2.4	Biogas und Biomethan	64
2.4.1	BHKW	64
2.4.2	Biomethan-Einspeisung	64
2.4.3	Direkte Abwärmenutzung	65
2.4.4	Potenzial vor Ort	65
2.5	Biomasse: Waldholz / Forstwirtschaft	66
2.5.1	Waldholz / Forstwirtschaft	66

2.5.2	Potential vor Ort	67
2.6	Geothermie	69
2.6.1	Oberflächennahe Geothermie	69
2.6.1.1	Erdwärmesonden.....	70
2.6.1.2	Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren)	71
2.6.1.3	Grundwasserbrunnen	72
2.6.2	Tiefe und Mitteltiefe Geothermie.....	73
2.6.3	Potential vor Ort: Oberflächennahe Geothermie	74
2.6.4	Potential vor Ort: Tiefe Geothermie	77
2.7	Solarthermie und Photovoltaik.....	77
2.7.1	Dachfläche	77
2.7.2	Freifläche	78
2.7.3	Parkplatzflächen.....	79
2.8	Wind.....	81
3	Entwicklung von Verbrauchs- und Versorgungsszenarien - Zielszenario.....	82
3.1	Definition von Eignungsgebieten	82
3.1.1	Wärmenetzgebiete	83
3.1.2	Erläuterung der Prüfgebiet-Typen.....	84
3.1.3	Dezentrale Versorgungsgebiete	85
3.2	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfes und der Nutzung erneuerbarer Energien im Verwaltungsgebiet - Erstellung von Zielszenarien	86
3.3	Definition von Fokusgebieten (Wärmeplanungs-Vorranggebiete).....	92
4	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog.....	94
4.1	Maßnahmenkatalog	94
4.1.1	Fokusgebiet Heusenstamm Westliche Stadtgebiete	94
4.1.2	Fokusgebiet Schloss Heusenstamm.....	98
4.1.3	Fokusgebiet Heusenstamm Süd - Stadtentwicklungsfläche.....	102
4.1.4	Fokusgebiet Heusenstamm Ost – Ringstraße / Rembrückerstraße	106
4.1.5	Fokusgebiet Rembrücken.....	112
4.1.5.1.1	Herangehensweise und Szenarien für dezentrale Lösungen.....	113
4.1.5.1.2	Herangehensweise bei der dezentralen Wärmeversorgung	114
4.1.5.1.3	Wirtschaftliche Aspekte.....	115
4.1.5.1.4	Gesetzliche Vorgaben (Gebäudeenergiegesetz – GEG 2024)	116
4.1.5.1.5	Nachweis Erfüllung 65%-Regelung	116
4.1.5.1.6	Dezentrale Lösungen über ein Gebäudenetz	117
4.1.5.1.7	Beispiel Gebäudenetz Rembrücken „Im Vogelseen/ Friedhofstraße“	121
4.1.5.1.8	Mieterstrommodell: Installation PV-Anlage.....	124
4.2	Umsetzungsstrategie gesamtes Planungsgebiet.....	125
4.2.1	Handlungsfeld Fernwärmeaus- und Neubau, sowie Umstellung auf erneuerbare Energien.....	125
4.2.2	Handlungsfeld Eignungsgebiete dezentrale Wärmeversorgung.....	128
4.2.2.1	Matrix für mögliche Potenziale dezentraler Lösungen	128
4.2.2.1.1	Beispiel Einfamilienhaus: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger	130
4.2.2.1.2	Ein-/ Zweifamilienhaus mit geringem Verbrauch	131

4.2.2.1.3	Ein-/ Zweifamilienhaus mit hohem Verbrauch	133
4.2.2.2	Generelle Fragestellungen - FAQ	135
4.2.3	Überprüfung der Maßnahmen auf ihre Sozialverträglichkeit	141
5	Literaturverzeichnis	142
6	Anhang.....	144
6.1	Matrix für mögliche Potenziale dezentraler Lösungen	144
6.1.1	Baujahr vor 1978	145
	Baujahr 1979 - 2000.....	146
	Baujahr ab 2001	147

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage Stadt Heusenstamm (OpenStreetMap).....	6
Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Heusenstamm, Eigene Darstellung (HessenAgentur, 2024)	7
Abbildung 3: Landesentwicklungsplan Hessen (Ausschnitt) (HMWEVL, 2018)	8
Abbildung 4: Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) 2019 (Ausschnitt) (Regionalverband Frankfur-tRheinMain, 2019)	9
Abbildung 5: Geltungsbereich des Bebauungsplans "Altstadt" und Geltungsbereich der Erhaltungssatzung (Stadt Heusenstamm, 2015)	11
Abbildung 6: Gebietsabgrenzung zum Zeitpunkt des Aufnahmeantrags (Stadt Heusenstamm, 2019).....	13
Abbildung 7: Gebäudenutzung Wohngebäude/Nicht-Wohngebäude in den Ortsteilen alle Gebäude – nach ALKIS®	17
Abbildung 8: Gebäudenutzung Wohngebäude/Nicht-Wohngebäude in den Ortsteilen Gebäude mit Adresse - nach ALKIS®	17
Abbildung 9: Baualtersklassen Wohngebäude – vor 1949; 1950-1999; nach 2000, Quelle: Statistisches Bundes-amt, 2023.....	19
Abbildung 10: Baualtersklassen Wohngebäude - vor 2000; nach 2000, Quelle: Statistisches Bundesamt, 2023	19
Abbildung 11: Baublockdarstellung der Lage des Wärmenetzes in Stadt Heusenstamm.....	25
Abbildung 12: standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen in Stadt Heusenstamm	28
Abbildung 13: Baublockdarstellung der Lage des Gasnetzes in Stadt Heusenstamm	30
Abbildung 14: Das Gemeindegebiet und das mögliche Wasserstoffkernnetz Deutschlands	33
Abbildung 15: Baublockdarstellung der überwiegenden Beheizungsart in Heusenstamm.....	35
Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der Beheizungsstruktur Stadt/Gemeinde je Energieträger	36
Abbildung 17: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern.....	37
Abbildung 18: Anteil erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch	38
Abbildung 19: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche in der Stadt Heusenstamm.....	39
Abbildung 20: Wärmelinienichtedarstellung der Wärmeverbräuche in der Stadt Heusenstamm.....	40
Abbildung 21: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche in Wärmenetzen in Heusenstamm.....	41
Abbildung 22: Großverbraucher von Wärmeenergie auf dem Gemeindegebiet von Heusenstamm.....	43

Abbildung 23: THG-Emissionen des Wärmesektors nach Energieträger in Heusenstamm.....	45
Abbildung 24: Freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr um 1970) in Plattenbauweise (Beispiel Referenzgebäude).....	47
Abbildung 25: Primärenergiebedarf des betrachteten MFH nach DIN V 18599.....	47
Abbildung 26: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für das Beispielgebäude der Gebäudekategorie MFH um 1970 (Werte beziehen sich auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes).....	48
Abbildung 27: Freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr um 1900) in Ziegelbauweise (Beispiel Referenzgebäude).....	49
Abbildung 28: Primärenergiebedarf des betrachteten EFH nach DIN V 18599.....	50
Abbildung 29: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotentiale für Referenzgebäude EFH	50
Abbildung 30: mögliche Abwärmequellen und Abwärmesenken (Quelle: DENA, Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen, Darstellung: Österreichische Energieagentur).....	55
Abbildung 31: Standorte von potenziellen Abwärmequellen in Heusenstamm	56
Abbildung 32: Standorte für die zwei Rechenzentren in Campus Heusenstamm	57
Abbildung 33: Lage der Kläranlage in der Stadt Heusenstamm	62
Abbildung 34: Wald und Naturschutzgebiete in Heusenstamm	68
Abbildung 35: Erdwärme als Wärmequelle zur Gebäudeheizung; Quelle: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/78361.AEE_Oberflaechennahe_Geothermie_Maerz23.jpg	70
Abbildung 36: Analyse der Fläche für Erdwärmesonden. In Grün: Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig. In Rot: Wasserwirtschaftlich unzulässig. Quelle: HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Hydrologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen - Kreis Offenbach (2016).....	75
Abbildung 37: Karte der geothermischen Potenziale der Stadt Heusenstamm.....	76
Abbildung 38: Screenshot des Solar-Kataster Hessen für das Campus Heusenstamm.....	78
Abbildung 39: Screenshot des Solar-Katasters Hessen für Heusenstamm. In Rot: PV in der Regel nicht zulässig. In Blau: PV-Zulässigkeit zu prüfen	79
Abbildung 40: Parkplatzflächen mit einer Größe von > 1.000 m² in der Gemeinde Heusenstamm.....	80
Abbildung 41: Entwicklung der Beheizungsstruktur und der Treibhausgasemissionen im Zielszenario.....	89
Abbildung 42: Entwicklung der Beheizungsstruktur und der Treibhausgasemissionen in Variante 2 des Zielszenarios	91

Abbildung 43: Übersicht Fokusgebiete in der Wärmeplanung der Stadt Heusenstamm.....	92
Abbildung 44: Karte zum Fokusgebiet Heusenstamm West.....	95
Abbildung 45: Karte zum Fokusgebiet Schloss Heusenstamm	99
Abbildung 46: Karte zum Fokusgebiet Heusenstamm Süd	103
Abbildung 47: Karte zum Fokusgebiet Heusenstamm Ost	107
Abbildung 48: Karte zum Fokusgebiet Rembrücken	113
Abbildung 49: Möglicher Verlauf Gebäudenetz zum Anschluss der Gebäude (orange) (Quelle: GoogleMaps).....	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenangaben zu dem Siedlungstypen bezogen auf das gesamte Verwaltungsgebiet (Stadt Heusenstamm, o.J.)	14
Tabelle 2: Auflistung der Denkmalbereiche und Baudenkmäler in Heusenstamm nach Denkmalpflege Hessen	15
Tabelle 3: Gebäudenutzung – Einteilung nach ALKIS®	17
Tabelle 4: Baualtersklassen Wohngebäude (Statistisches Bundesamt, 2023)	18
Tabelle 5: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen nicht nutzbar sind.....	20
Tabelle 6: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen eingeschränkt nutzbar sind	20
Tabelle 7: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen in der Einheitsgemeinde nach Regionaler Flächennutzungsplan 2010 und Natureg Viewer	22
Tabelle 8: Kerndaten Wärmenetz der Stadt Heusenstamm.....	25
Tabelle 9: Wärmeerzeuger in der Stadt Heusenstamm.....	28
Tabelle 10: Gasnetz der Stadt Heusenstamm.....	31
Tabelle 11: Gasverbräuche und Anschlussquote der jeweiligen Ortsteile in Heusenstamm.....	42
Tabelle 12: Kennwerte aus den Daten der Plattform für Abwärme in Heusenstamm	55
Tabelle 13: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Abwärme aus Abwasser in Heusenstamm	63
Tabelle 14: Technisches Potenzial für Solarthermie und Photovoltaik auf dem gesamten Flächenpotenzial von Parkplätzen größer als 1.000 m ² in Heusenstamm.....	81
Tabelle 15: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm West.....	96
Tabelle 16: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm West.....	97
Tabelle 17: Wärmequellen für das Fokusgebiet Heusenstamm West	97
Tabelle 18: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm West	97
Tabelle 19: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Schloss Heusenstamm.....	99
Tabelle 20: Wärmesenken des Fokusgebiet Schloss Heusenstamm	101
Tabelle 21: Wärmequellen für das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm	101
Tabelle 22: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm.....	101
Tabelle 23: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm Süd.....	103
Tabelle 24: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm Süd	104
Tabelle 25: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm Süd	105
Tabelle 26: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm Ost	107
Tabelle 27: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm Ost	110

Tabelle 28: Wärmequellen für das Fokusgebiet Heusenstamm Ost.....	110
Tabelle 29: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm Ost.....	110
Tabelle 30: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger (EFH mit geringem Verbrauch)	132
Tabelle 31: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger (EFH mit hohem Verbrauch)	134

1 Bestandsanalyse

1.1 Allgemeines zur Stadt Heusenstamm

Heusenstamm, ein Mittelzentrum mit 19.306 Einwohnerinnen und Einwohnern und einer Bevölkerungsdichte von 1014 Einwohnerinnen und Einwohnern je Quadratkilometer liegt im Landkreis Offenbach, Regierungsbezirk Darmstadt. Die Stadt grenzt an die Städte Offenbach am Main (Norden), Obertshausen (Nordosten), Rodgau (Südosten), Dietzenbach (Süden) sowie Dreieich (Südwesten) und besteht aus den zwei Stadtteilen Heusenstamm und Rembrücken. Im Ballungsraum Frankfurt am Main liegend, ist Heusenstamm der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main und dem Regionalverband Frankfurt/Rhein-Main zugehörig.

Die Stadt wird von der Bieber durchflossen, die von den Heusenstammern auch als „die Bach“ bezeichnet wird. Die Überschwemmungsgebiete der Bieber-Aue, die direkt im Stadtgebiet liegen, und der hohe Waldanteil tragen zu dem Bild einer „Stadt im Grünen“ bei.

Heusenstamm ist verkehrstechnisch sehr gut angebunden. Die Stadt verfügt über Anbindungen an die A3 und die B459 sowie an das S-Bahnnetz Rhein-Main und hat ein gut ausgebautes Busliniennetz.

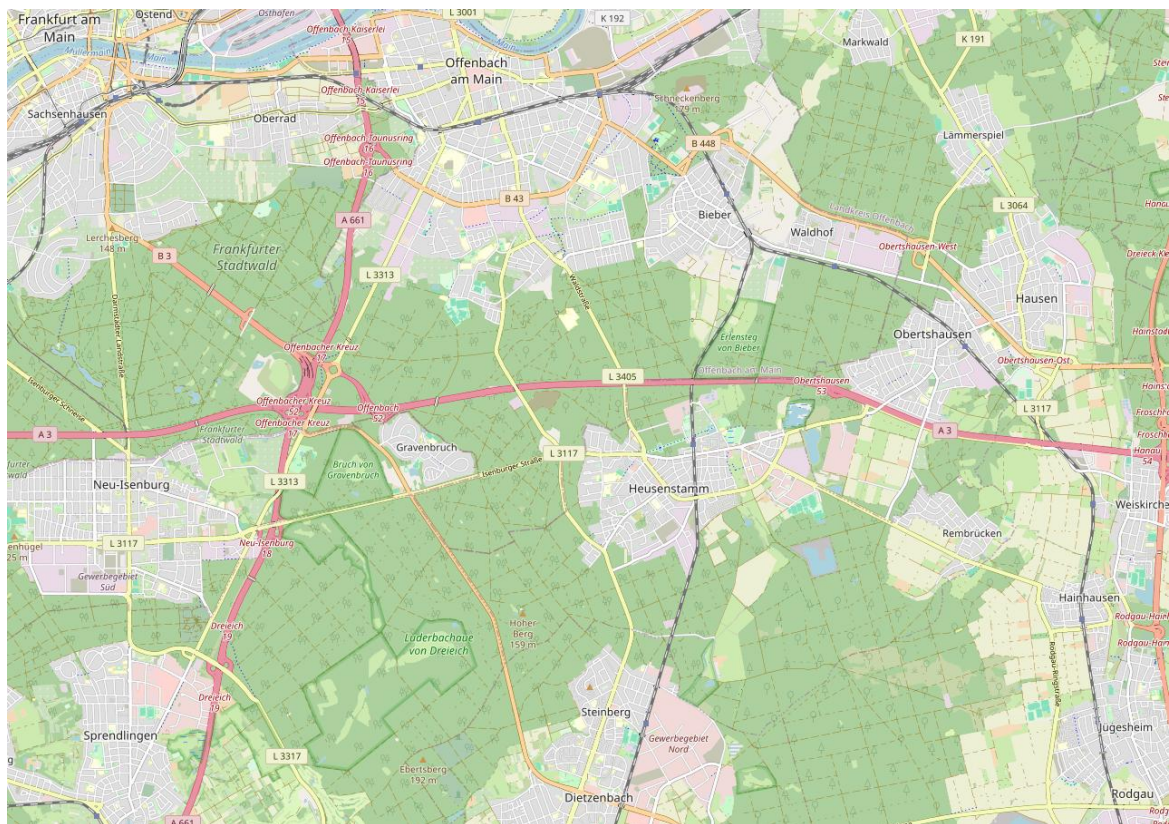


Abbildung 1: Lage Stadt Heusenstamm (OpenStreetMap)

Offenbach am Main ist etwa 5 km entfernt, Hanau knapp über 10 km und Darmstadt etwas über 20 km Luftlinie. Damit befindet sich eine Reihe an Oberzentren in der direkten Umgebung Heusenstamms (siehe Abbildung 1). Ebenfalls nicht weit entfernt (ca. 15-20 km Luftlinie) befindet sich mit dem Frankfurt Airport eines der weltweit bedeutendsten Luftfahrtkreuze. Dieser hat sowohl als Verkehrsknotenpunkt als auch als Arbeitsplatzmagnet eine besondere Bedeutung für den gesamten Großraum und die Region.

Nach der Eingemeindung von Rembrücken im Jahr 1977 besteht die Stadt Heusenstamm heute aus zwei Ortsteilen, die sich in zwei Gemarkungen aufteilen.

1.1.1 Einwohnerzahl und Prognosen

Der Bevölkerungsstand der Stadt Heusenstamm lag im Jahr 2022 bei 19.306 Einwohnerinnen und Einwohnern (Stadt Heusenstamm, o. J.). Im Vergleich zu den rund 18.900 Einwohnerinnen und Einwohnern im Jahr 2000 ist die Bevölkerungszahl in den vergangenen 22 Jahren um 2,15 % gestiegen. Im Vergleich dazu verzeichnete der gesamte Landkreis Offenbach im selben Zeitraum einen stärkeren Bevölkerungszuwachs von 8,81 %, sodass Heusenstamm im regionalen Vergleich kaum Wachstum aufweist. Laut Prognose der HA HessenAgentur GmbH wird auch bis zum Jahr 2035 die Bevölkerungszahl in Heusenstamm weitgehend konstant bleiben, mit einem minimalen Rückgang von 0,19 % auf rund 19.000 Einwohnerinnen und Einwohner (siehe Abbildung 2). (HessenAgentur, 2024)

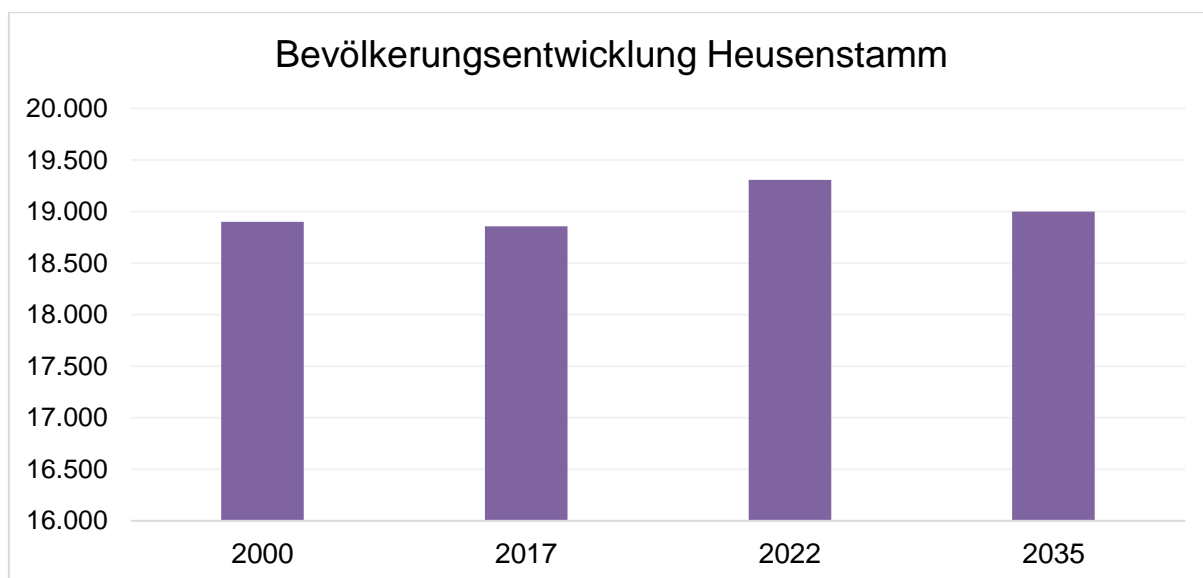


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Heusenstamm, Eigene Darstellung (HessenAgentur, 2024)

1.1.2 Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften

LANDESENTWICKLUNGSPLAN HESSEN

Der Landesentwicklungsplan Hessen (LEP) ist das zentrale Instrument der landesweiten Raumordnung. Er definiert die langfristigen Ziele und Leitlinien der räumlichen Entwicklung Hessens und bildet die verbindliche Grundlage für die Regional- und Fachplanungen. Der Plan legt unter anderem fest, wo und wie sich Siedlungs- und Infrastrukturen entwickeln sollen, wie Verkehrs- und Energieversorgungssysteme gestaltet werden, und welche Vorgaben für Freiraum-, Natur- und Ressourcenschutz gelten. Zudem berücksichtigt er die demografische und wirtschaftliche Entwicklung des Landes (siehe Abbildung 3).

Der derzeit gültige Landesentwicklungsplan umfasst drei Änderungen, die zuletzt in den Jahren 2018 und 2021 beschlossen wurden.

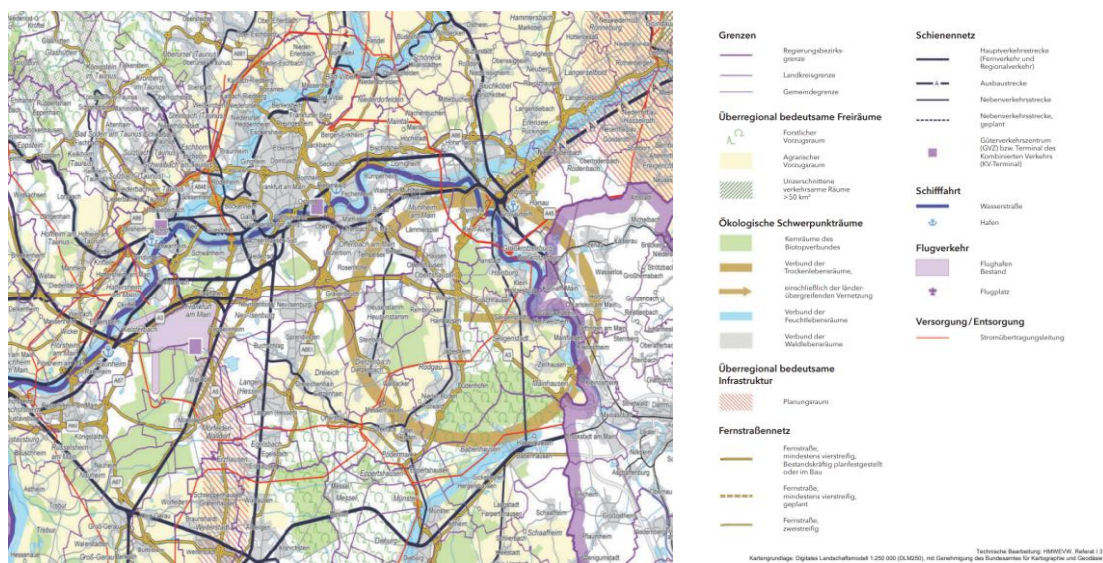


Abbildung 3: Landesentwicklungsplan Hessen (Ausschnitt) (HMWEVL, 2018)

REGIONALPLAN SÜDHESSEN/ REGIONALER FLÄCHENNUTZUNGSPLAN 2010

Der Regionale Flächennutzungsplan Südhessen 2010 (RegFNP) ist ein gemeinsames Planwerk für die Region Frankfurt-Rhein-Main, das erstmals den Regionalplan und den Flächennutzungsplan in einem Dokument vereint. Er bildet damit einen integrierten Gesamtplan für die räumliche Entwicklung des Kernraums der Metropolregion. Der Plan trat im Oktober 2011 in Kraft. Als bundesweit erstes Planungsinstrument dieser Art schafft der RegFNP eine einheitliche und verbindliche Grundlage für die Steuerung von Siedlungsentwicklung, Infrastruktur und Freiraumnutzung in Südhessen und trägt damit wesentlich zu einer abgestimmten und nachhaltige Regionalentwicklung bei.

SACHLICHER TEILREGIONALPLAN ERNEUERBARE ENERGIEEN 2019

Der Sachliche Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) des Regionalplans Südhessen ist das zentrale Steuerungsinstrument für den Ausbau der Windenergie in Südhessen und Teil der

übergeordneten Regionalplanung (siehe Abbildung 4). Er legt verbindlich fest, wo Windenergieanlagen in der Region gebaut werden dürfen und trat 2020 in Kraft und wurde 2022 durch eine erste Änderung ergänzt. Insgesamt wurden 122 Vorranggebiete mit rund 11.175 Hektar ausgewiesen, in denen Windkraftanlagen privilegiert zulässig sind. Außerhalb dieser Flächen war der Bau neuer Anlagen zunächst ausgeschlossen, mittlerweile gelten jedoch gelockerte bundesrechtliche Vorgaben, die unter bestimmten Bedingungen auch zusätzliche Flächen ermöglichen.

Der TPEE ersetzt zudem die früheren Regelungen zu anderen erneuerbaren Energien (Solar, Biomasse, Geothermie, Wasserkraft) und schafft neue planerische Grundlagen. Ziel ist es, die Energiewende regional umzusetzen, Flächenkonflikte zu steuern und die Windenergienutzung mit Natur-, Landschafts- und Siedlungsschutz in Einklang zu bringen. Vorranggebiete liegen vor allem in den Mittelgebirgslagen wie Odenwald, Spessart und Taunus.

Windenergie ist in Heusenstamm durch die Nähe zum Flughafen Frankfurt ausgeschlossen.

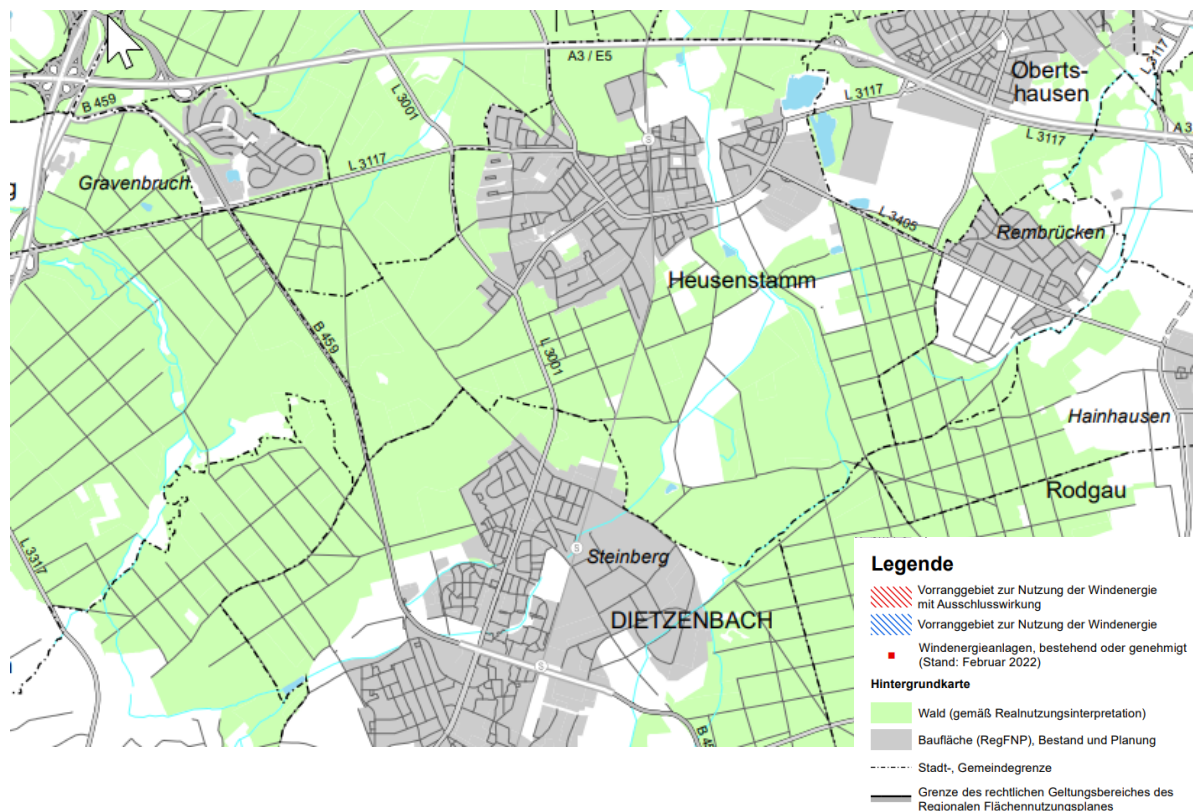


Abbildung 4: Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) 2019 (Ausschnitt) (Regionalverband FrankfurtRheinMain, 2019)

GESTALTUNGSSATZUNG DER STADT HEUSENSTAMM (1999)

Die Gestaltungssatzung der Stadt Heusenstamm legt verbindliche Regeln für Bauvorhaben im historischen Ortskern und angrenzenden Bereichen fest. Ziel ist es, das traditionelle Orts- und Straßenbild zu erhalten und gestalterisch zu sichern. Sie gilt für Neubauten, Umbauten und Erweiterungen sowie für Einfriedungen, nicht jedoch für Werbeanlagen oder Automaten. Vorgeschrieben werden unter anderem passende Dachformen, -neigungen und Materialien, eine an die Umgebung angepasste Fassadengestaltung sowie bestimmte Fenster- und Öffnungsformate. Auch der Einsatz von Gauben, Dachfenstern, Solaranlagen, Markisen oder Antennen ist geregelt, damit sie sich harmonisch ins Gesamtbild einfügen. Garagen und Nebenbauten sind meist nur im rückwärtigen Grundstücksbereich erlaubt, Einfriedungen müssen sich in Höhe, Material und Farbe an den Vorgaben orientieren. Verstöße gegen die Satzung können geahndet werden, gleichzeitig sind Ausnahmen möglich, wenn besondere städtebauliche Gründe dies rechtfertigen. Insgesamt soll die Satzung sicherstellen, dass sich bauliche Veränderungen in Heusenstamm in ein einheitliches und historisch geprägtes Ortsbild einfügen.

LEITBILD STADTENTWICKLUNG HEUSENSTAMM (2008)

Das 2008 erstellte Leitbild Stadtentwicklung Heusenstamm zielt darauf ab, die Zukunft der Stadt und ihre Lebensqualität langfristig zu sichern. Dazu soll Heusenstamm als attraktiver Wohn-, Wirtschafts- und Freizeitstandort in der Rhein-Main-Region gestärkt werden. Nach einer Grundsatzentscheidung der Stadtverordnetenversammlung im Jahr 2005 wurde mit einer Bürgerbefragung und der Erstellung des Stadtleitbildes begonnen. In verschiedenen Arbeitsgruppen wurden die Stärken und Schwächen des Standorts Heusenstamm herausgearbeitet. Das Leitbild umfasst die Themen Wirtschaft und Standortmarketing, Wohnen, Verkehr, Umwelt, Bildung, Soziales, Kultur und Freizeit. Der Fokus lag dabei auf einer familien- und seniorengerechten Stadtentwicklung, nachhaltiger Mobilität und dem Erhalt einer hohen Umwelt- und Lebensqualität. Die gute Lage, die starke Infrastruktur und die engagierte Bürgerschaft in Heusenstamm sollen genutzt und weiterentwickelt werden.

ERHALTUNGSSATZUNG (2015)

Die Erhaltungssatzung der Stadt Heusenstamm dient dem Schutz des historischen Ortsbildes, insbesondere im alten Ortskern (siehe Abbildung 5). Sie legt fest, welche Gebäude und Ensembles aufgrund ihrer Gestalt und geschichtlichen Bedeutung erhaltenswert sind, auch wenn sie nicht offiziell denkmalgeschützt sind. Dazu wurden verschiedene Bauphasen und Gebäudetypen wie Fachwerkhäuser, Gründerzeithäuser oder Villen analysiert und nach ihrer städtebaulichen Qualität bewertet.

Besonders prägende Bauten genießen einen hohen Schutz, während jüngere Nachkriegsbauten meist weniger erhaltenswert gelten. Innerhalb des ausgewiesenen Erhaltungsgebiets müssen Abriss, Umbauten oder Neubauten besonders sorgfältig geprüft werden, damit sich Veränderungen in das Ortsbild einfügen und dessen Charakter gewahrt bleibt.

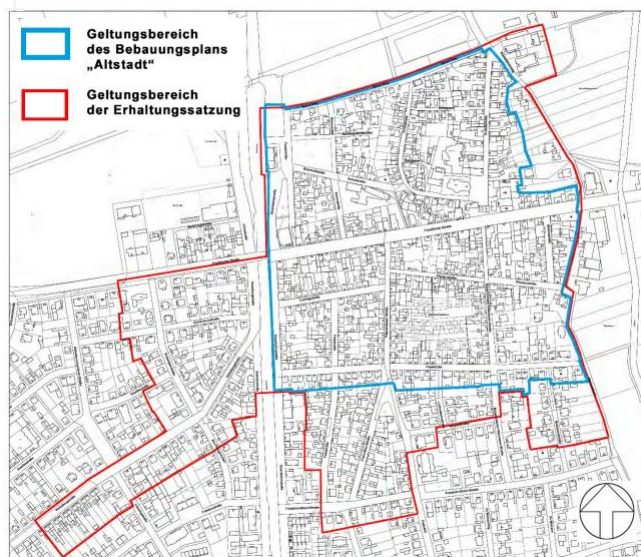


Abbildung 5: Geltungsbereich des Bebauungsplans "Altstadt" und Geltungsbereich der Erhaltungssatzung (Stadt Heusenstamm, 2015)

QUARTIERSKONZEPT „SÜDLICH DER FRANKFURTER STRAßE“ (2017)

Im Jahr 2015 wurde ein Quartierskonzept für den Bereich südlich der Frankfurter Straße erstellt. Das Untersuchungsgebiet wird durch die Frankfurter Straße im Norden, die Eisenbahnstraße im Westen, die Ringstraße im Süden sowie den Bieber im Osten begrenzt.

Im Rahmen des Konzeptes wurden sowohl verkehrliche als auch städtebauliche Aspekte untersucht. Auf baulicher Ebene standen die Erdgeschossnutzungen, die Dachstruktur und die Geschossigkeiten im Mittelpunkt, ebenso wie historisch markante Gebäude und die Freiflächenstruktur.

Aus der Untersuchung ergaben sich verschiedene Potenziale und Defizite, Auf dieser Grundlage wurde ein städtebaulich-verkehrliches Leitbild entwickelt. Es verfolgt zentrale Ziele wie die Bereitstellung öffentlicher Stellplätze, die Entlastung der Parksituation in der Stadtmitte durch eine neue Parkordnung sowie die Erhöhung der Verkehrssicherheit, insbesondere für Fußgänger und Radfahrer. Gleichzeitig legt das Leitbild Wert auf die Erhaltung und Stärkung des historischen Ortsbildes mit seinen Gebäuden und Vorgartenzonen.

Ein Weiterer Schwerpunkt ist die Gestaltung eines attraktiven, klimaangepassten Straßenraums mit hoher Aufenthaltsqualität und klarer städtebaulicher Orientierung, um langfristig die Wohn- und Lebensqualität im Gebiet zu sichern.

INTEGRIERTES KOMMUNALES KLIMASCHUTZKONZEPT (2023)

Das Integrierte Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2023 ist eine Aktualisierung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Heusenstamm 2030/2050 aus dem Jahr 2017. Im Rahmen des Konzepts wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt, der einen verbindlichen Fahrplan für zukünftige Klimaschutzprojekte vorgibt und einen Überblick darüber bietet, in welchen Bereichen bereits Maßnahmen umgesetzt wurden und wo noch Handlungsbedarf besteht.

Ziel der Maßnahmen ist es, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und die Stadt an den Klimawandel anzupassen. Das Integrierte Klimaschutzkonzept steht im Einklang mit den vom Land Hessen beschlossenen Reduktionszielen, die eine Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 90 % bis zum Jahr 2045 im Vergleich zu 1990 vorsehen. Diese Ziele orientieren sich an den nationalen und europäischen Klimaschutzzielen.

Grundlegende Ziele der zukünftigen Klimaschutzmaßnahmen in Heusenstamm sind die Verringerung der Kohlenstoffdioxidemissionen um 50 %. Dazu sind eine Verringerung des Wärmebedarfs um 40 %, des Strombedarfs um 40 % und des Treibstoffbedarfs um 50 % sowie ein Anstieg der Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung erforderlich.

INTEGRIERTES STÄDTEBAULICHES ENTWICKLUNGSKONZEPT (2019)

Das Integrierte städtebauliche Entwicklungskonzept aus dem Jahr 2019 im Rahmen des Städtebauförderprogramms „Stadtumbau“ stellt ein zentrales und fachübergreifendes Grundlagenwerk dar, das als Orientierungshilfe für langjährige Stadtentwicklungsprozesse dient. Es bezieht sich auf ein bestimmtes Fördergebiet der nördlichen Stadt (siehe Abbildung 6). Es ist die Grundlage, um einen zielgerichteten, mit nachhaltiger Wirkung verbundenen Fördermitteleinsatz gewährleisten zu können.



Abbildung 6: Gebietsabgrenzung zum Zeitpunkt des Aufnahmeantrags (Stadt Heusenstamm, 2019)

Das Konzept verfolgt eine nachhaltige und zukunftsfähige Stadtentwicklung, das demografische und wirtschaftsstrukturelle Veränderungen berücksichtigt.

Der Altortbereich, die Bieber-Aue und die Schlossparkanlage sollen besser vernetzt und funktional ergänzt werden. Ziel ist es, die Wohnstandortattraktivität durch angepasste Wohnformen, Baukultur und eine stabile Infrastruktur mit funktionierender Nahversorgung zu sichern und zu steigern. Der Grüngürtel in der Bieber-Aue spielt eine zentrale Rolle für Klimaschutz und ökologische Funktionen und soll vor weiterer Bebauung geschützt werden. Das Konzept bündelt bestehende Planungen und dient als Leitfaden für die zukünftige Stadtentwicklung Heusenstamms.

1.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

1.2.1 Siedlungstypen

Datenquelle:

Stadt Heusenstamm: Zahlen, Daten & Fakten

Die Einteilung des Gemeindegebietes orientiert sich an der Vereinfachung der Stadtraumtypen nach Everding (Leitbilder und Potenziale eines solaren Städtebaus 2007) durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Die gesamte Bodenfläche der Stadt Heusenstamm beträgt 1.903 ha. Mit einem Anteil von 69,9 % (1.331 ha) sind Vegetationsflächen der größte Teil des Gemeindegebiets. Diese teilen sich in 56,9 % Waldfläche und 11,7 % landwirtschaftlich genutzte Flächen auf. Insgesamt sind 21,12 % (401 ha) des Stadtgebiets Siedlungsfläche, wovon 223 Hektar bebaute Wohnfläche sind. Die Gewässerflächen betragen 27 ha. (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Flächenangaben zu dem Siedlungstypen bezogen auf das gesamte Verwaltungsgebiet (Stadt Heusenstamm, o.J.)

SIEDLUNGSTYP	FLÄCHE IN HA	%
Siedlungsfläche	401	21,1
<i>darunter Wohnbaufläche</i>	223	11,7
Verkehrsfläche	144	7,6
Vegetation	1.331	69,9
<i>darunter Landwirtschaft</i>	223	11,7
<i>darunter Waldfläche</i>	1.083	56,9
Gewässer	27	1,4

Die Wohnstrukturen in Heusenstamm unterscheiden sich zwischen dem Kernort und dem Stadtteil Rembrücken. Während Heusenstamm eine urbane Bebauungsstruktur mit dichteren Wohngebieten, Reihenhaushäusern und Einfamilienhausbereichen aufweist, präsentiert sich Rembrücken als ländlich geprägter Stadtteil mit überwiegend kleinteiliger, dörflicher Bebauung, sowie als Villensiedlung mit großzügigen Bebauungen. Im zentralen und nördlichen Stadtgebiet Heusenstamms dominieren Mehrfamilienhäuser mit vier und mehr Geschossen, während in Rembrücken vor allem Einfamilienhäuser neueren Baualters das Ortsbild bestimmen.

1.2.2 Denkmalschutz

Datenquelle:

Denkmalpflege Hessen

(© Landesamt für Denkmalpflege Hessen)

In der gesamten Einheitsgemeinde finden sich viele Denkmalbereiche und Baudenkmäler. Eine Auflistung der Baudenkmäler mit Denkmalbereich befindet sich in Tabelle 2: Auflistung der Denkmalbereiche und Baudenkmäler in Heusenstamm nach Denkmalpflege Hessen Tabelle 2.

Im Bereich des Denkmalschutzes gelten gesonderte Regelungen und Vorschriften zu zum Beispiel Sanierung der Gebäudehülle, Installation von Solardachanlagen oder der Nutzung von Freiflächen. Alle Bau- und Veränderungsmaßnahmen müssen prinzipiell von der zuständigen Fachbehörde genehmigt werden, um dem Erhaltungsziel gerecht zu werden. In Hessen regelt dies das „Hessisches Denkmalschutzgesetz „ (HDSchG) vom 28. November 2016.

Maßnahmen zur Instandhaltung und Umgestaltung von Baudenkmälern sind in Hessen genehmigungspflichtig und in §18 HDSchG geregelt. Allerdings ist nach §18 Abs. 3 HDSchG eine Genehmigung zu erteilen, wenn überwiegende öffentliche Interessen dies verlangen.

Gemäß der Richtlinie der Landesregierung zur Genehmigung von Solaranlagen an bzw. auf Kulturdenkmälern bedarf jede An- oder Aufbringung einer Solaranlage der denkmalrechtlichen Genehmigung gemäß § 18 Abs. 1 HDSchG. Gleichzeitig sind die Belange des Klima- und Ressourcenschutzes gemäß § 9 Abs. 1 Satz 3 HDSchG besonders zu berücksichtigen. In der Richtlinie heißt es außerdem, dass eine Genehmigung „regelmäßig zu erteilen“ ist, sofern keine erhebliche Beeinträchtigung des Kulturdenkmals vorliegt.

Tabelle 2: Auflistung der Denkmalbereiche und Baudenkmäler in Heusenstamm nach Denkmalpflege Hessen

ORTSTEIL	DENKMALBEREICH	BAUDENKMAL
HEUSENSTAMM	Schloßstraße/ Kirchstraße/ Neuer Weg	Kulturdenkmal (Gesamtanlage) nach § 2 Abs. 3 HDSchG
HEUSENSTAMM	Schloßstraße 1, 2, 8, 10, 12, 16, 20, 26	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Kirchstraße 2, 43, 45	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG

ORTSTEIL	DENKMALBEREICH	BAUDENKMAL
HEUSENSTAMM	Borngasse 14	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Frankfurter Straße 37	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Bahnhofstraße 1	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Im Herrngarten 1 – Schloss Schönborn	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG Kulturdenkmal (Grünfläche) nach §2 Abs. 1 oder § 2 Abs. 3 HDSchG Kulturdenkmal (Wasserfläche) nach §2 Abs. 1 oder § 2 Abs. 3 HDSchG
HEUSENSTAMM	Im Herrngarten 2	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Erzbergstraße - Gustav-Adolf-Kirche	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Marienstraße 20 – Kath. Kirche Mariae Himmelskron	
HEUSENSTAMM	Leibnizstraße 61 – Adolf-Reichwein-Schule	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG Kulturdenkmal (Gesamtanlage) nach § 2 Abs. 3 HDSchG
HEUSENSTAMM	Jüdischer Friedhof	Kulturdenkmal (Grünfläche) nach §2 Abs. 1 oder § 2 Abs. 3 HDSchG
HEUSENSTAMM	Remsbrücker Straße 8 – Ehem. Feuerwache	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Frankfurter Straße - Friedhofskapelle zum Heiligen Kreuz	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG
HEUSENSTAMM	Patershausen 1 – Hofgut Patershausen	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG Kulturdenkmal (Gesamtanlage) nach § 2 Abs. 3 HDSchG Kulturdenkmal (Grünfläche) nach §2 Abs. 1 oder § 2 Abs. 3 HDSchG Kulturdenkmal (Wasserfläche) nach §2 Abs. 1 oder § 2 Abs. 3 HDSchG
REMBRÜCKEN	Hauptstraße 30 – Kath. Kirche Ma- ria Opferung	Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG

1.2.3 Gebäudenutzung

Datenquelle:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)

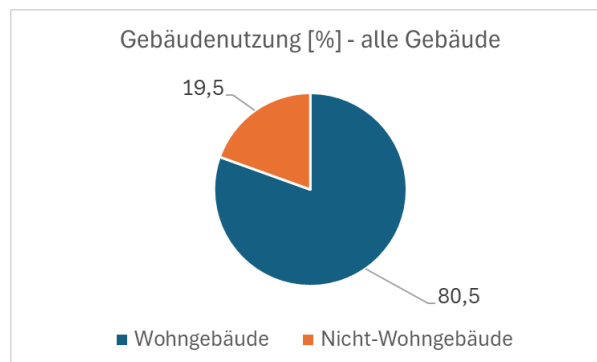
(Land , © 2024 Geodatenportal Land)

Der ALKIS-Datensatz der Gebäude in Heusenstamm enthält 15.045 Objekte. Von diesen Objekten haben 4.650 eine Adresse. Der Großteil der Gebäude (ca. 81%) wird als Wohngebäude genutzt (12.109 und davon 4.379 mit Adresse). Die anderen Gebäude werden hauptsächlich für Gewerbezwecke und als gemischte Wohngebäude genutzt (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Gebäudenutzung – Einteilung nach ALKIS®

GEBÄUDETYP	ALLE	%	MIT ADRESSE	%
WOHNGEBÄUDE	12.109	80,70	4.379	94,17
GEBÄUDE FÜR WIRTSCHAFT ODER GEWERBE	1.056	7,02	176	3,78
GEBÄUDE FÜR ÖFFENTLICHE ZWECKE	309	2,05	56	1,20
VERWALTUNGSGEBÄUDE	3	0,02	2	0,04
GEBÄUDE ZUM PARKEN (MIT TIEFGARAGEN)	921	6,12	1	0,02
SONSTIGES	647	4,30	36	0,77

Tabelle 3 zeigt die Verteilung Wohngebäude / Nicht-Wohngebäude aller Gebäude (mit und ohne genaue Adresse). Bei einer Betrachtung aller Gebäude beträgt der Anteil der als Wohngebäude genutzten Gebäude 80,5 %. Betrachtet man nur die Gebäude mit genauer



Adresszuweisung (vgl.

Abbildung 7), liegt der Anteil der Wohngebäude in Heusenstamm bei über 94 % (vgl.

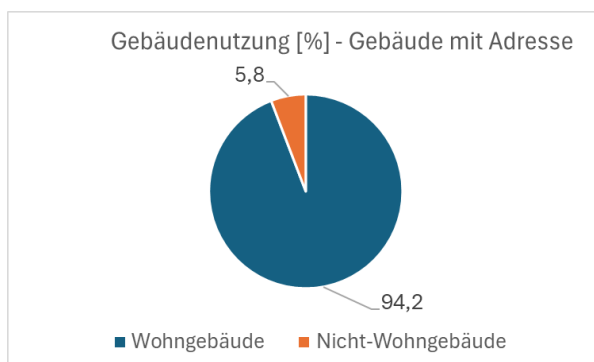


Abbildung 8).

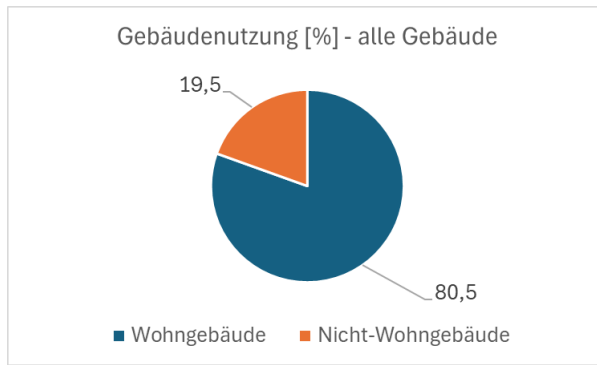


Abbildung 7: Gebäudenutzung Wohngebäude/Nicht-Wohngebäude in den Ortsteilen alle Gebäude – nach ALKIS®

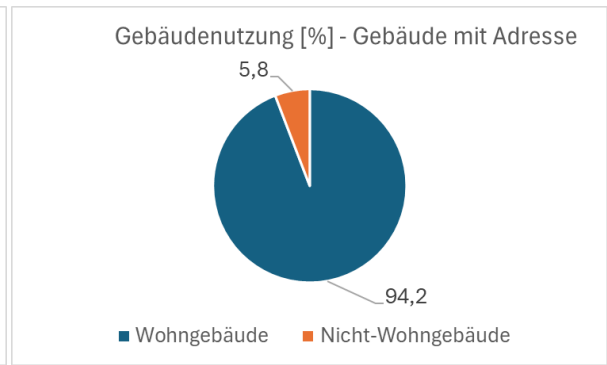


Abbildung 8: Gebäudenutzung Wohngebäude/Nicht-Wohngebäude in den Ortsteilen Gebäude mit Adresse - nach ALKIS®

Auch in der Kernortschaft Heusenstamm spiegelt sich die Gebäudenutzung wider. Hier liegt der Anteil an Wohngebäuden mit Adresszuweisung bei 94 %. Im Stadtteil Rembrücken liegt dieser Anteil mit 96 % etwas höher.

1.2.4 Baualtersklassen

Datenquellen:

Zensus 2022 – Gebäude und Wohnungen

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2025)

Die Grundlage für diese Analyse bildet der Zensus 2022 und die darin erfassten Baualtersklassen. Die Auswertung auf Stadtebene (sogenannte Regionaltabelle) in Tabelle 4 zeigt für 4.446 Wohngebäude in Heusenstamm folgende Ergebnisse:

Tabelle 4: Baualtersklassen Wohngebäude (Statistisches Bundesamt, 2023)

GESAMT	VOR	1919 –	1950 –	1960 –	1970 –	1980 –	1990 –	2000 –	2010 –	2016 -
	1919	1949	1959	1969	1979	1989	1999	2009	2015	2022
4.446	247	225	325	1293	925	683	257	215	195	81
%	5,56	5,06	7,31	29,08	20,81	15,36	5,78	4,84	4,39	1,82

Die Verteilung der Baualtersklassen zeigt, dass der Großteil der Wohngebäude zwischen 1950 und 1999 erbaut wurde (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10). 11% der Wohngebäude wurde vor 1949 erbaut und ca. 90% der Wohngebäude vor 2000. Seit der Jahrtausendwende sind etwa 11% Wohngebäude, gemessen an der Gesamtsumme, hinzugekommen. Wobei hier die Jahre 2022-2024 nur teilweise bzw. gar nicht erfasst wurden.

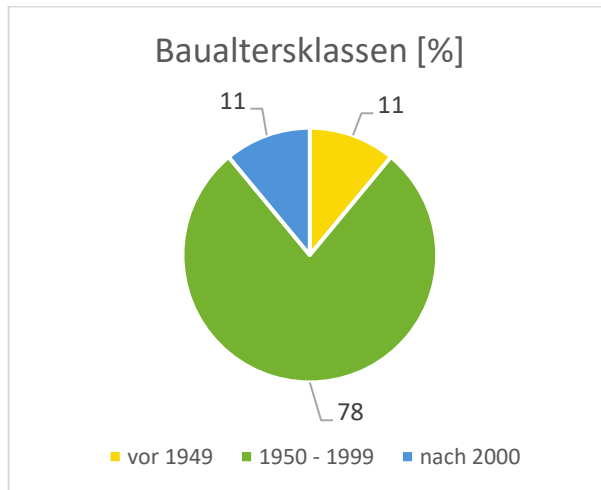


Abbildung 9: Baualtersklassen Wohngebäude – vor 1949; 1950-1999; nach 2000, Quelle: Statistisches Bundesamt, 2023

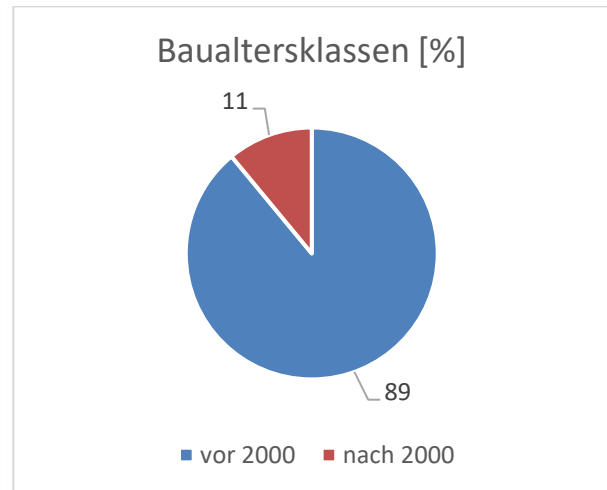


Abbildung 10: Baualtersklassen Wohngebäude - vor 2000; nach 2000, Quelle: Statistisches Bundesamt, 2023

1.3 Restriktionsflächen

Datenquellen:

Regionaler Flächennutzungsplan 2010

(Regierungspräsidium Darmstadt)

Natureg Viewer

(Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation und © GeoBasis-DE / BKG 2022 (Daten verändert))

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

- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete des Regionalen Entwicklungsplanes
- Schutzgebiete mit naturrechtlichen Belangen
- Schutzgebiete mit wasserrechtlichen Belangen
- aktive und ehemalige Bergbaugebiete
- Denkmalschutz

Dabei bedeutet Restriktionsfläche nicht per se den Ausschluss dieser Fläche für die hier zu betrachtenden Potenziale. Die zuständigen Behörden sind zwingend zu beteiligen.

In den folgenden Tabellen werden die planungsrelevanten Restriktionsgebiete in die Kategorien „nicht nutzbar“ und „eingeschränkt nutzbar“ eingeordnet.

NICHT NUTZBAR

Tabelle 5: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen nicht nutzbar sind

RESTRIKTIONSTYP	BEGRÜNDUNG
NATURSCHUTZGEBIET	- Nutzung für Infrastruktur oder großflächige Energieerzeugung gesetzlich untersagt, hohe Schutzpriorität
NATIONALPARK	- Strikter Schutz, keine technische Nutzung erlaubt
KERNZONEN VON VOGELSCHUTZGEBIETE/FFH-GEBIETE	- Ggf. durch Verträglichkeitsprüfung ausgeschlossen
KERNZONEN VON BIOSPHÄRENRESERVATEN	- Nur naturnahe Nutzung erlaubt, keine Eingriffe zulässig
ZONE I TRINKWASSERSCHUTZGEBIET	- Trinkwasserschutzzone mit strengstem Verbot technischer Eingriffe
VORRANGGEBIET FÜR HOCHWASSERSCHUTZ	- Nutzung ausgeschlossen, dient dem aktiven Hochwasserschutz, keine raumbedeutsamen Maßnahmen zulässig

INGESCHRÄNKT NUTZBAR

Tabelle 6: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen eingeschränkt nutzbar sind

RESTRIKTIONSTYP	BEGRÜNDUNG
LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET (LSG)	- Eingriffe möglich, aber genehmigungspflichtig; landschaftsverträgliche Planung notwendig
NATURA 2000 (AUßERHALB KERNZONE)	- Verträglichkeitsprüfung nach §34 BNatSchG erforderlich
PFLEGE-/ENTWICKLUNGSZONEN VON BIOSPHÄRENRESERVATEN	- Eingeschränkte Nutzung erlaubt, nachhaltige Konzepte möglich
ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET	- Nutzung eingeschränkt, Hochwasserschutz hat Vorrang, nur spezielle Anlagen erlaubt
ZONE II UND III WASSERSCHUTZGEBIET	- Nutzung ggf. möglich, aber nur mit wasserrechtlicher Genehmigung, z. B. für Erdsonden oder Biomasse

RESTRIKTIONSTYP	BEGRÜNDUNG
DENKMALSCHUTZ	- Maßnahmen sind möglich, aber genehmigungspflichtig, oft mit Auflagen (Gestaltung, Technik, Rückbau etc.); ggf. mit Auflagen zur archäologischen Begleitung oder Dokumentation
VORRANGGEBIET FÜR NATUR UND LANDSCHAFT	- Nutzung eingeschränkt, ggf. Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG, technische Maßnahmen nur bei nachgewiesener Umweltverträglichkeit zulässig
VORRANGGEBIET FÜR WASSERGEWINNUNG	- Nutzung eingeschränkt, Vorrang für Trink- und Brauchwasserversorgung; wasserrechtlicher Genehmigung erforderlich
VORRANGGEBIET FÜR DEN ABBAU OBERFLÄCHENNAHER LAGERSTÄTTEN	- sorgfältige Abstimmung mit der Regionalplanung und ggf. eine Zielabweichung sind erforderlich - Nutzung ggf. nach Abschluss des Abbaus oder mit temporären Anlagen
VORRANGGEBIET LANDWIRTSCHAFT	- Maßnahmen möglich, wenn mit landwirtschaftlicher Nutzung vereinbar
VORBEHALTSGEBIET AUFBAU EINES ÖKOLOGISCHEN VERBUNDSYSTEMS	- Maßnahmen möglich, aber genehmigungspflichtig, um Beeinträchtigungen ökologischer Funktionen
ÖKOLOGISCH BEDEUTSAME FLÄCHENNUTZUNG	- Maßnahmen möglich, aber müssen geprüft werden, um Beeinträchtigungen ökologischer Funktionen zu berücksichtigen und sind evtl. genehmigungspflichtig - Bei Vorhaben wie Wärmenetztrassen muss evtl. eine Umweltverträglichkeitsprüfung oder naturschutzrechtliche Eingriffsregelung durchgeführt werden
VORBEHALTSGEBIET FÜR VORBEUGENDEN HOCHWASSERSCHUTZ	- Nutzung eingeschränkt, Hochwasserschutz hat Vorrang
WALD, BESTAND/ZUWACHS	- Nutzung möglich, sofern forstwirtschaftliche Funktionen nicht beeinträchtigt werden, Nutzung muss mit forstlicher Nutzung vereinbar sein
VORRANGGEBIET REGIONALER GRÜNZUG	- keine großflächigen baulichen Nutzungen oder Siedlungserweiterungen zulässig
VORBEHALTSGEBIET FÜR DEN GRUNDWASSERSCHUTZ	- keine Anlagen, die das Grundwasser gefährden könnten (z. B. durch Schadstoffeintrag oder großflächige Versiegelung)

LAGE DER RESTRIKTIONSgebiete IM GEMEINDEGEBIET

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über alle im Gemeindegebiet Heusenstamm geltenden Restriktionsgebiete und deren genaue Lage.

Tabelle 7: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen in der Einheitsgemeinde nach Regionaler Flächennutzungsplan 2010 und Natureg Viewer

RESTRIKTIONSTYP	FLÄCHE IM GEMEINDEGEBIET HEUSENSTAMM
VORRANGGEBIETE	
NATUR UND LANDSCHAFT	<ul style="list-style-type: none"> - Gebiete um die Bieber und Erlensteg von Bieber - Düne am Galgen - See am Goldberg - Hengster (Obertshausen)
HOCHWASSERSCHUTZ	<ul style="list-style-type: none"> - Gebiete um die Bieber
LANDWIRTSCHAFT	<ul style="list-style-type: none"> - Südlich vom Siedlungsgebiet Heusenstamm entlang Patershäuser Weg - kleinere Fläche, die an das Siedlungsgebiet von Rembrücken angrenzt und Gebiete östlich von Rembrücken
VORBEHALTSGEBIETE	
WALD, BESTAND/ZUWACHS	<ul style="list-style-type: none"> - Nahezu gesamtes Stadtgebiet außerhalb Siedlungsgebiet, Gebiete um die Bieber und landwirtschaftlich genutzte Flächen
GRUNDWASSERSCHUTZ	<ul style="list-style-type: none"> - Gesamtes Stadtgebiet Rembrücken außerhalb des Siedlungsgebietes - Südliches Stadtgebiet von Heusenstamm
NATURRECHTLICHE SCHUTZGEBIETE	
NATURSCHUTZGEBIET	<ul style="list-style-type: none"> - Erlensteg von Bieber - See am Goldberg - Nachtweide von Patershausen
NATURA 2000 (FFH, SPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Vogelschutzgebiet „Sandkiefernwälder in der östlichen Untermainebene“: südöstlich von Heusenstamm, bzw. südwestlich von Rembrücken
LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET	<ul style="list-style-type: none"> - Nahezu gesamtes Gemeindegebiet außerhalb des Siedlungsbereich

RESTRIKTIONSTYP	FLÄCHE IM GEMEINDEGEBIET HEUSENSTAMM
WASSERRECHTLICHE SCHUTZGEBIETE	
ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET	- Gebiete um die Bieber
WASSERSCHUTZGEBIET (MIT TRINKWASSERSCHUTZGEBIET I-III)	<ul style="list-style-type: none"> - WSG Hintermark, Patershausen, Martinsee, Dietzenbach: südlich/südöstlich von Heusenstamm - WSG Birkig und Lämmerhecke: Siedlungsgebiet von Rembrücken und Gebiete um Rembrücken
KULTURGÜTERRECHTLICHER SCHUTZ	
GEBÄUDE-, BODEN- UND ARCHÄOLOGISCHE DENKMALE	- Auflistung der Gebäudedenkmalen siehe 3.2.2

1.4 Energieinfrastruktur

Für die erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors ist nicht nur die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen entscheidend. Ebenso bedeutsam sind die Infrastrukturen, zu denen Wärmenetze, Gasnetze, Wärmespeicher, usw. und die Gebäude selbst gehören. Um niedrig temperierte Wärme, etwa aus erneuerbaren Quellen und Abwärme, effizient aufzunehmen und bei der Verteilung minimal Wärmeverluste an die Umwelt zu erreichen, werden die bestehenden Wärmenetze schrittweise modernisiert und zu zeitgemäßen Systemen umgestaltet. Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch möglich, den Bedürfnissen der Wärmekunden entspricht und für die Betreiber der Wärmenetze wirtschaftlich tragbar ist. Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Wärmenetzen stellt sich die Frage nach der zukünftigen Rolle der aktuell weit verbreiteten Gasnetze. Da eine hohe Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen entscheidend ist, sollte vermieden werden, dass Wärmenetze und Gasnetze in Konkurrenz treten und sich gegenseitig schwächen. Gasnetze könnten zukünftig als Speichermedium dienen, indem sie vermehrt biogene und synthetische Gase aufnehmen und transportieren.

Im Folgenden Abschnitt werden die gesammelten Daten zu den in der Stadt vorhandenen und geplanten Energieinfrastrukturen zusammengestellt. Die Stadt Heusenstamm ist vor allem geprägt durch eine Wärmeversorgung über das Gasnetz und vor Ort vorhandene Wärmenetze. Neben diesen prägnanten Infrastrukturen werden nachfolgend aber auch Strom- und Wasserstoffinfrastruktur behandelt und abschließend eine Auswertung der Beheizungsstruktur durchgeführt.

Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses zieht sich flächendeckend sowohl durch Heusenstamm als auch Rembrücken. Der Gasnetzbetreiber ist die Maingau Energie-Netz GmbH. Der Anschlussgrad in der Gemeinde liegt bei ca. 57 %. Die Gesamtlänge des Gasnetzes beträgt ca. 33,6 km, wobei sowohl Leitungen aus Polyethylen (ca. 23,95 km), als auch Stahl (ca. 9,65 km) verlegt sind.

Wärmenetzinfrastruktur

Des Weiteren spielt die Wärmeversorgung über Wärmenetze eine wichtige Rolle. Es gibt vor Ort ein Wärmenetz mit etwa 10,5 Kilometer Wärmeleitungen. Dieses Teilnetz gehört zum Wärmenetz der Energieversorgung Offenbach AG, das die Städte Offenbach, Gravenbruch, Dietzenbach und Heusenstamm mit Wärme versorgt.

1.4.1 Wärmenetze

Datenquellen:
Transformationsplan Energieversorgung Offenbach AG
Kartenmaterial:
Kartengruppe: 3.4– bestehende Versorgungsinfrastruktur Wärmenetze

In der Stadt Heusenstamm betreibt die Energieversorgung Offenbach AG (EVO) ein Wärmenetz, welches Teil eines Querverbundnetzes ist. Dieses Verbundnetz versorgt Offenbach und die umliegenden Gemeinden, darunter Heusenstamm, mit Wärme. Das innerhalb der Gemeinde betriebene Wärmenetz befindet sich im Nordwesten der Kernstadt (siehe Abbildung 11).

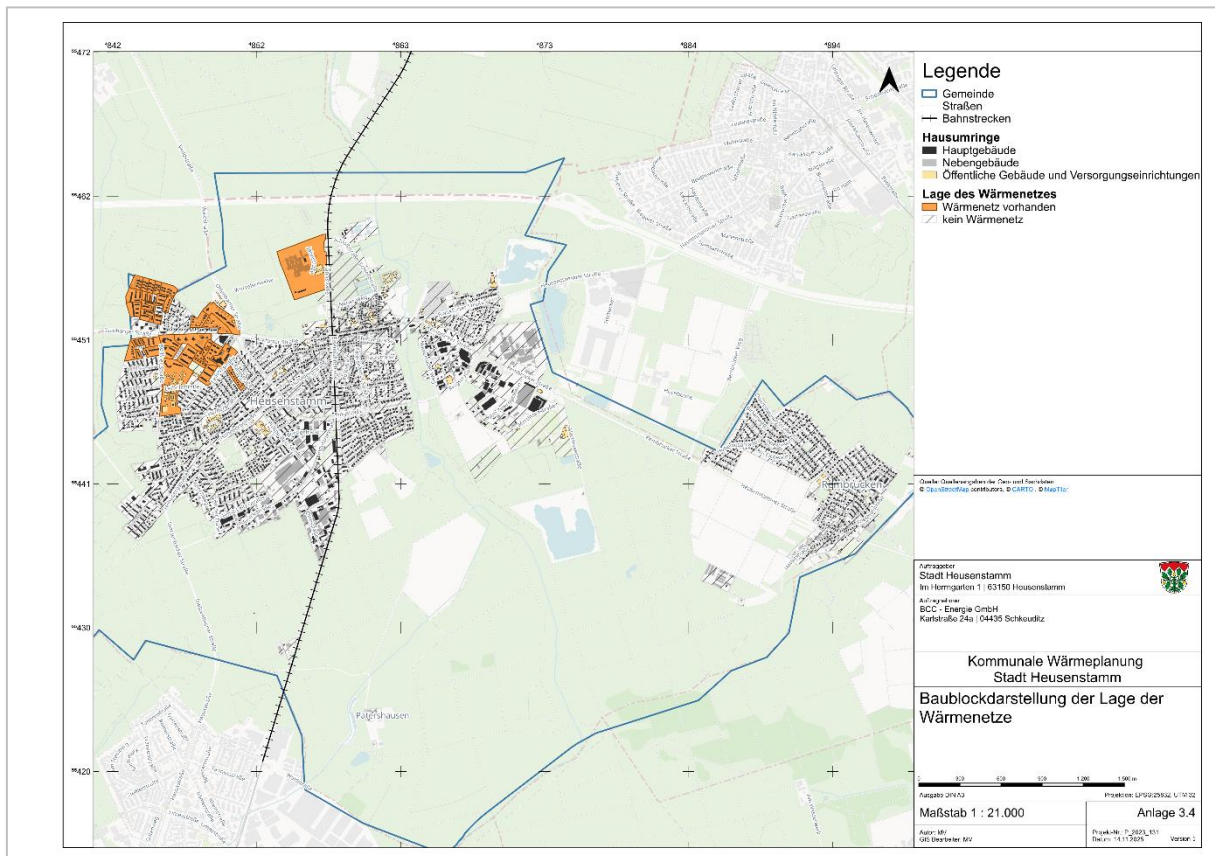


Abbildung 11: Baublockdarstellung der Lage des Wärmenetzes in Stadt Heusenstamm

Das Netz hat hohe Vorlauftemperaturen und weist jeweils hohe Wärmeverluste auf. In Tabelle 8 sind die wichtigsten Kerndaten des Wärmenetzes aufgeführt.

Tabelle 8: Kerndaten Wärmenetz der Stadt Heusenstamm

WÄRMENETZ HEUSENSTAMM

Art des Mediums	Wasser
Jahr der Inbetriebnahme	schrittweise 2012 - 2018
Temperaturniveau Vorlauf/Rücklauf	VL: 120 °C bis 75 °C; RL: 55 °C
Trassenlänge	10,5 km
Gesamtanzahl der Anschlüsse	92
Wärmeverluste im Drei-Jahres-Mittel	ca. 12 %
Gesamtwärmeabsatz im Drei-Jahres-Mittel	9,56 GWh

1.4.2 bestehende Wärmeerzeugungsanlagen

Datenquellen:
Transformationsplan Energieversorgung Offenbach AG
Kartenmaterial:
Kartengruppe: 3.4_Heizungstyp – jeweils für alle Ortsteile
Kartengruppe: 3.4_Erzeugungsanlagen – jeweils für alle Ortsteile

Im nachfolgenden Abschnitt werden die Wärmeerzeugungsanlagen zur Versorgung der beiden Wärmenetze näher beleuchtet.

Die Wärmeerzeugung für das Wärmenetz findet nicht in Heusenstamm selbst statt, sondern in Offenbach und Dietzenbach.

Den größten Anteil produziert dabei das Steinkohle-Heizkraftwerk in Offenbach, sowie das Müllheizkraftwerk nordwestlich von Heusenstamm.

Folgende Erzeuger speisen im Querverbund-Netz ein:

Gemeindegebiet Offenbach:

- Steinhohle-Heizkraftwerk auf dem Betriebsgelände der EVO
- Steamblocks Steinkohle-Heizkraftwerk auf dem Betriebsgelände der EVO
- Elektrodenheizer auf dem Betriebsgelände der EVO
- Müllheizkraftwerk nordwestlich von Heusenstamm (EVO Energiewerk)
- Heizwerk am Klinikum Offenbach

Bio-Heizkraftwerk am Inno-Campus

- Gemeindegebiet Dietzenbach:
- Heizwerk Dietzenbach

Den größten Anteil produziert dabei das Steinhohle-Heizkraftwerk in Offenbach, sowie das Müllheizkraftwerk nordwestlich von Heusenstamm. Bei den Heizwerken handelt es sich ausschließlich um Reserveanlagen. Der Gesamtwärmeabsatz wird zu ca. 96 % aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen bereitgestellt.

Die hocheffiziente Wärmeenergieerzeugung durch die KWK-Anlagen führt derzeit zu einem Primärenergiefaktor von 0,3, jedoch wird vor diesem Hintergrund auch der Transformationsbedarf der Fernwärmeerzeugung hinsichtlich der Klimaschutzziele erkennbar. Die Transformation der Erzeugungsanlagen zugunsten einer Erhöhung des erneuerbaren Anteils der Fernwärme in Heusenstamm erreicht direkt alle bestehenden und künftigen Anschlussnehmer und

stellt somit ein Potenzial hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung dar. Eine Aufgabe zur Transformation der Fernwärmeerzeugung liegt in der Reduktion der Wärmeerzeugung aus Gas-, Kohle- und Heizölkesseln in den Heizzentralen. Zudem gilt es, den Anteil erneuerbarer Energien in der Fernwärmeerzeugung zu steigern. Neben dem Zubau weiterer oder dem Austausch bestehender Wärmeerzeuger, können große Wärmespeicher ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Einbindung von regenerativ erzeugter Wärme spielen. Auch größere Blockheizkraftwerke in stromgeführter Betriebsweise können einen Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen beitragen und bei Verfügbarkeit erneuerbarer Brennstoffe ggf. zukünftig auch mit diesen betrieben werden (bspw. Einsatz von Wasserstoff oder Biogas in BHKW).

Das alte EVO-Kohlekraftwerk am Nordring in Offenbach soll bis Ende 2025 vollständig abgerissen werden. Damit endet die Nutzung von Kohle im EVO-Versorgungsgebiet. Auf dem Gelände entsteht eine neue Energiezentrale mit Großwärmepumpen, Wärmetauschern und Abwärmenutzung, die die Fernwärmeversorgung klimafreundlich umbauen soll. Ziel ist eine vollständig kohlefreie Wärmebereitstellung ab 2029 und Klimaneutralität bis 2040.

Weiterhin wird von der EVO bereits geplant, das Energiewerk in Offenbach (Dietzenbacher Straße) für über 100 Mio. € auszubauen, um die Fernwärmeversorgung der Region – auch für Heusenstamm – klimafreundlicher und leistungsfähiger zu machen. Geplant sind eine Steigerung der Wärmeauskopplung von 45 auf 63 MW, die Nutzung zusätzlicher Abwärmequellen (Abdampf, Rauchgase) sowie der Bau eines modernen Fernwärmespeichers. Ziel ist die grüne Fernwärme bis 2030 und die Klimaneutralität bis 2040.

In Abbildung 12 sind die zurzeit vorhandenen und in Betrieb befindlichen Wärmeerzeugungsanlagen abgebildet und verortet. Es sind zudem in der Baublockdarstellung die Wärmenetzgebiete orange markiert.

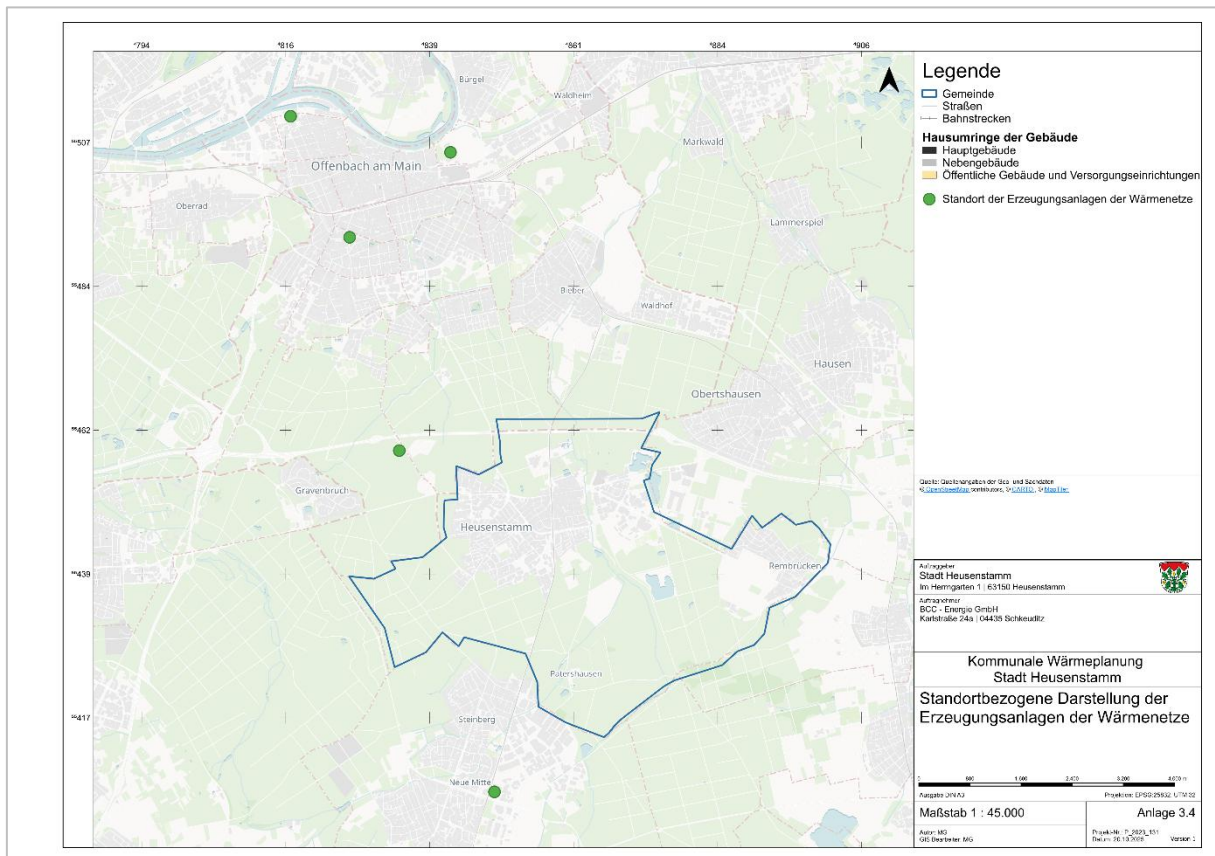


Abbildung 12: standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen in Stadt Heusenstamm

In nachfolgender Tabelle sind die wichtigsten Daten zu den Wärmeerzeugern aufgeführt.

Tabelle 9: Wärmeerzeuger in der Stadt Heusenstamm

WÄRMEERZEUGUNGSANLAGEN

Steinhohle – Heizkraftwerk (KWK)	
Nennwärmeleistung	100 MW
Inbetriebnahmedatum	1988
Energieträger	Steinkohle
Erzeugungsart	KWK, 2 Kessel
Energiewerk	
Nennwärmeleistung	46 MW
Inbetriebnahmedatum	1970
Energieträger	Abfall
Erzeugungsart	KWK, 3 Kessel
Heizwerk Dietzenbach	
Nennwärmeleistung	45 MW

WÄRMEERZEUGUNGSANLAGEN

Inbetriebnahmedatum	1994
Energieträger	Gas/Öl
Erzeugungsart	Fossile Verbrennung
Steamblocks Steinkohle-HKW	
Nennwärmeleistung	35 MW
Inbetriebnahmedatum	1971
Energieträger	Gas/Öl
Erzeugungsart	KWK, 2 Kessel
Heizwerk Klinikum	
Nennwärmeleistung	19,9 MW
Inbetriebnahmedatum	1995
Energieträger	Öl
Erzeugungsart	Fossile Verbrennung, 1 Kessel
Elektroden-Heizer	
Nennwärmeleistung	10 MW
Inbetriebnahmedatum	2014
Energieträger	Strom
Erzeugungsart	Power-to-Heat
Heizwerk Klinikum	
Nennwärmeleistung	4,5 MW
Inbetriebnahmedatum	1995
Energieträger	Öl
Erzeugungsart	Fossile Verbrennung, 1 Kessel

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie in Abbildung 11 und Abbildung 12 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

1.4.3 Gasnetze

Datenquellen:

Maingau Energie GmbH

Kartenmaterial:

Kartengruppe: 3.4_Gasnetze

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt gibt es derzeit ein bestehendes Gasnetz. Betreiber des Netzes ist die Maingau Energie GmbH. Darüber hinaus gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau oder die Erweiterung des Netzes.

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, ist das Erdgasnetz in Heusenstamm flächendeckend ausgebaut und ein Hauptbestandteil der Wärmeerzeugung der Stadt, in dezentralen Anlagen. Die Lage des Gasnetzes wurde über die vorhandenen Anschlusspunkte ermittelt. Das Gasnetz umfasst in diesen Gebieten inkl. der Hausanschlussleitungen eine Trassenlänge von rund 110,9 km.



Abbildung 13: Baublockdarstellung der Lage des Gasnetzes in Stadt Heusenstamm

Detailansichten des Gemeindegebiets zur besseren Visualisierung befinden sich im Anhang.

Nachfolgend ist eine Tabelle mit den wichtigsten Daten zur Gasinfrastruktur in Heusenstamm aufgestellt. Es ist ersichtlich, dass Gas eine entscheidende Rolle bei der Wärmeversorgung der Stadt einnimmt. Mit einer abgenommenen Energiemenge von ca. 116 GWh/a ist es außerdem ein entscheidender Faktor bei den Treibhausgasemissionen der Gemeinde und sollte somit eine wichtige Rolle beim Dekarbonisierungspfad bis 2045 einnehmen.

Tabelle 10: Gasnetz der Stadt Heusenstamm

GASNETZ DER STADT

Art des Mediums	Methan
Jahr der Inbetriebnahme	Unterschiedliche Inbetriebnahmedaten der Netzabschnitte von 1958 - 2025
Trassenlänge gesamt	33,6 hm
Gesamtanzahl der Anschlüsse	2752
Jahresgesamtenergiemenge Gas	ca. 130,27 GWh

1.4.4 Stromnetze

Datenquellen:
Transformationsplan Energieversorgung Offenbach AG

Zur Erreichung der Ziele der Treibhausgasneutralität spielt die Elektrifizierung des Wärmesektors eine wichtige Rolle. Wärmepumpen nehmen nicht nur bei der dezentralen Versorgung einen hohen Stellenwert ein, sie ermöglichen es auch niedertemperierte Umweltwärme- und Abwärmequellen zu erschließen und für die Wärmeversorgung nutzbar zu machen. Auch die Einbindung von regenerativ erzeugtem Strom wie beispielweise über Photovoltaik- oder Windkraftanlagen ist ein wichtiger Baustein in der zukünftigen Energieversorgung. Dementsprechend entscheidend ist die Stromnetzinfrastruktur und deren Ausprägung, sowie die vorhandenen Optionen bei der Einbindung und Versorgung von regenerativen Energieanlagen.

Die Energieversorgung Offenbach (EVO) plant in Heusenstamm einen umfassenden Ausbau des Hochspannungsnetzes. Bis 2035 soll die Stadt zu einem zentralen Knotenpunkt der regionalen Stromversorgung werden. Geplant sind neue Verbindungen zu Nachbarkommunen wie Obertshausen sowie die Verstärkung bestehender Trassen nach Dietzenbach.

Bereits begonnen haben Bauarbeiten an der Schloßstraße, wo mittels Bohrspülung neue Leitungen verlegt werden. Zudem wird eine 110-kV-Hochspannungsleitung zwischen Urberach, Dietzenbach und Heusenstamm ertüchtigt, um den steigenden Energiebedarf abzudecken.

1.4.1 Abwassernetze

Datenquellen:

Transformationsplan Energieversorgung Offenbach AG

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Abwasserleitungen mit einer Mindestnennweite von DN 800 zu berücksichtigen, da diese in der Regel die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Nutzung von Abwasserwärme erfüllen.

Auf dem Gemeindegebiet der Gemeinde Heusenstamm gibt es derzeit ein Netz von Abwasserleitungen mit einer Nennweite von DN 800 oder größer, welche sich durch das Siedlungsgebiet von Heusenstamm und Rembrücken zieht.

Weiterhin befindet sich im Gemeindegebiet ein Klärwerk, dessen Abwärmepotenzial abgeschätzt wird.

1.4.2 Wärme- und Gasspeicher

Datenquellen:

Energieversorgung Offenbach AG

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Heusenstamm sind derzeit keine bestehenden Wärme- oder Gasspeicher vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau solcher Anlagen.

1.4.1 Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen

Datenquellen:

Bundesnetzagentur

Kartenmaterial:

Kartengruppe: 3.4_Wasserstoffkernnetz Deutschland

Auf dem Gemeindegebiet Heusenstamm sind derzeit keine bestehenden Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau solcher Anlagen.

Allerdings kann auf Grundlage der aktuellen Pläne (Stand Juli 2024) des Wasserstoffkernnetzes der Bundesrepublik Deutschland eine Darstellung der räumlichen Nähe des Gemeindegebiets zu einem möglichen zukünftigen Verlauf des Kernnetz erstellt werden (siehe Abbildung 14).

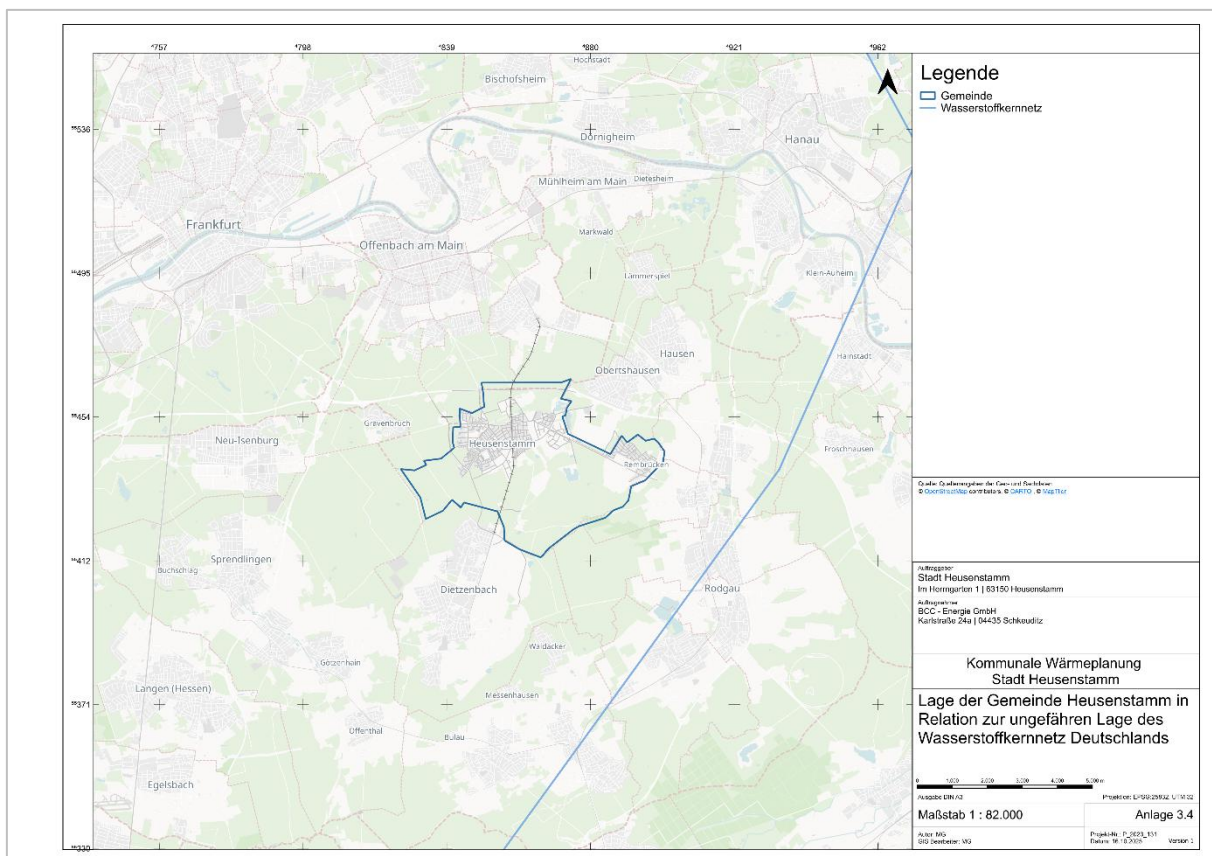


Abbildung 14: Das Gemeindegebiet und das mögliche Wasserstoffkernnetz Deutschlands

Auf Grundlage der zurzeit verfügbaren Daten lässt sich eine ungefähre Entfernung des Stadtkerns von Stadt von ca. 7 km zum möglichen Netzverlauf des Wasserstoffkernnetzes messen.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine Planungssicherheit zum Thema Wasserstoff. Aufgrund der (zurzeit) geringen Verfügbarkeit und des im Vergleich zu anderen Energieträgern hohen Preises ist eine Nutzung von Wasserstoff zu Beheizung von Gebäuden in Heusenstamm unwahrscheinlich. Industrielle und gewerbliche Großverbraucher sollten im Anschluss an ein Wasserstoffnetz priorisiert werden, um deren Transformation in Richtung Treibhausgasneutralität zu unterstützen und beschleunigen.

1.4.1 Beheizungsstruktur

Datenquellen: Schornsteinfegerdaten Zensus 2022 – Bevölkerung <small>(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)</small>
Kartenmaterial: Kartengruppe: 3.4_Energieträger – jeweils für alle Ortsteile

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

In Abbildung 15**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist der überwiegende Heizungsenergieträger je Baublock dargestellt. Der überwiegende Heizungsenergieträger ist dabei diejenige Beheizungsform, welche innerhalb des Baublocks den größten Anteil an der Beheizung hat. Dabei wurden die bereitgestellten Daten der Netzbetreiber, sowie die Daten des Zensus 2022 zur Auswertung herangezogen.

Man erkennt bereits in der Übersichtskarte, dass Gas eine prägnante Rolle im gesamten Stadtgebiet spielt. Eine wichtige Rolle in den Ortsteilen ohne Gasversorgung spielt Heizöl. Dies ist dort der wichtigste Energieträger zur Beheizung der Gebäude.

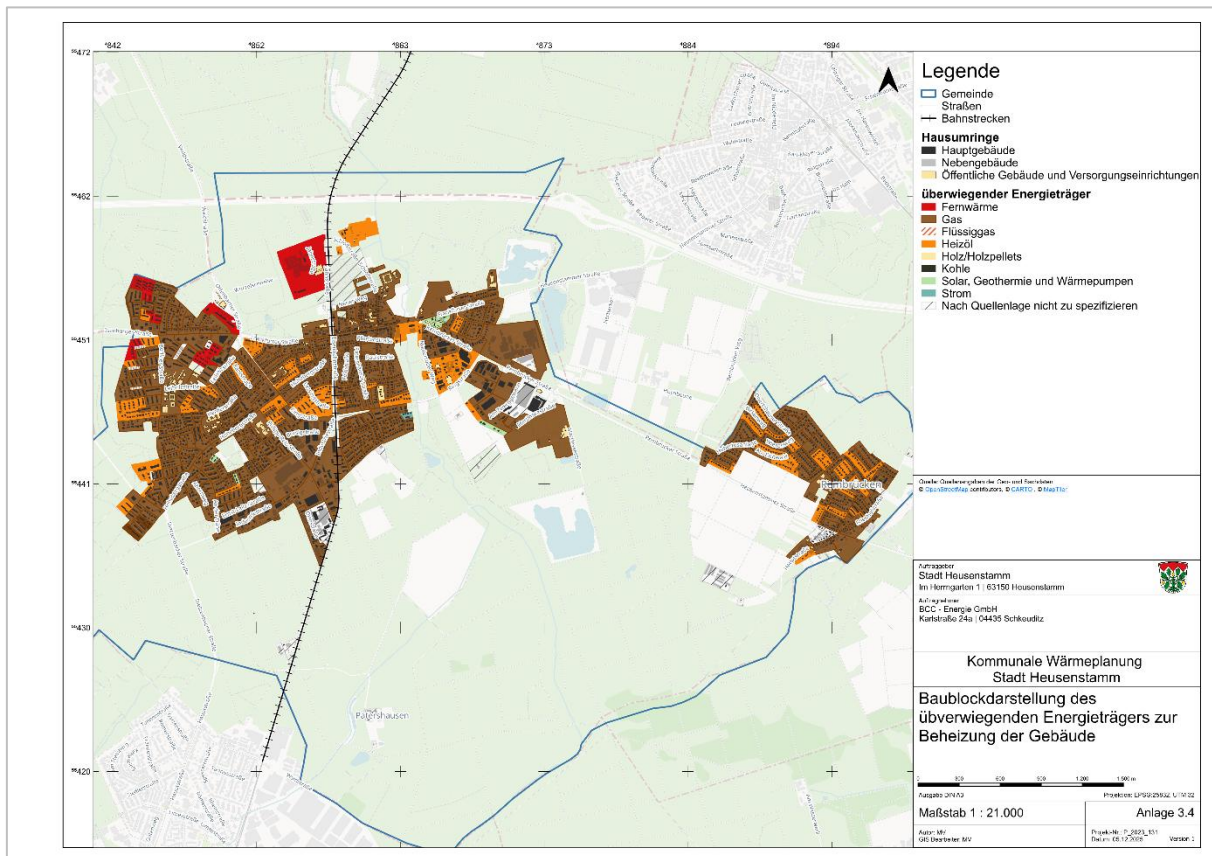


Abbildung 15: Baublockdarstellung der überwiegenden Beheizungsart in Heusenstamm

Detailansichten des Stadtgebiets zur besseren Visualisierung befinden sich im Anhang.

Die wichtigsten Energieträger in der Kommune sind Gas und Heizöl. Diese machen gemeinsam den überwiegenden Teil der Beheizungsstruktur aus. Eine prozentuale Auswertung ist in Abbildung 16 dargestellt. Dabei wurden in der Berechnung der Anteile die Daten des Zensus 2022 um die Daten der Energieinfrastrukturen erweitert. Die Hauptanschlussnehmer der Fernwärme sind Mehrgeschossbauten, welche je Adresse eine große Anzahl an Wohnungen aufweisen. Zu beachten ist außerdem, dass sich die Beheizungsstruktur nur auf die Anzahl der Wohneinheiten und nicht auf deren Verbrauch bezieht. Die Prozentsätze für die Wärmeverbräuche können demnach abweichen.

Der drittwichtigste Energieträger ist zudem Fernwärme. Zum jetzigen Zeitpunkt haben die restlichen Energieträger einen kleinen Anteil an der Gesamtversorgung. Dies sollte sich im Hinblick auf die Treibhausgasneutralität und dem damit verbundenen Absenkpfad allerdings ändern. Die entwickelten Maßnahmen werden dies besonders im Fokus haben und Lösungen anbieten, mit welchen der Anteil fossiler Energieträger an der Beheizungsstruktur gesenkt bzw. abgelöst werden kann.

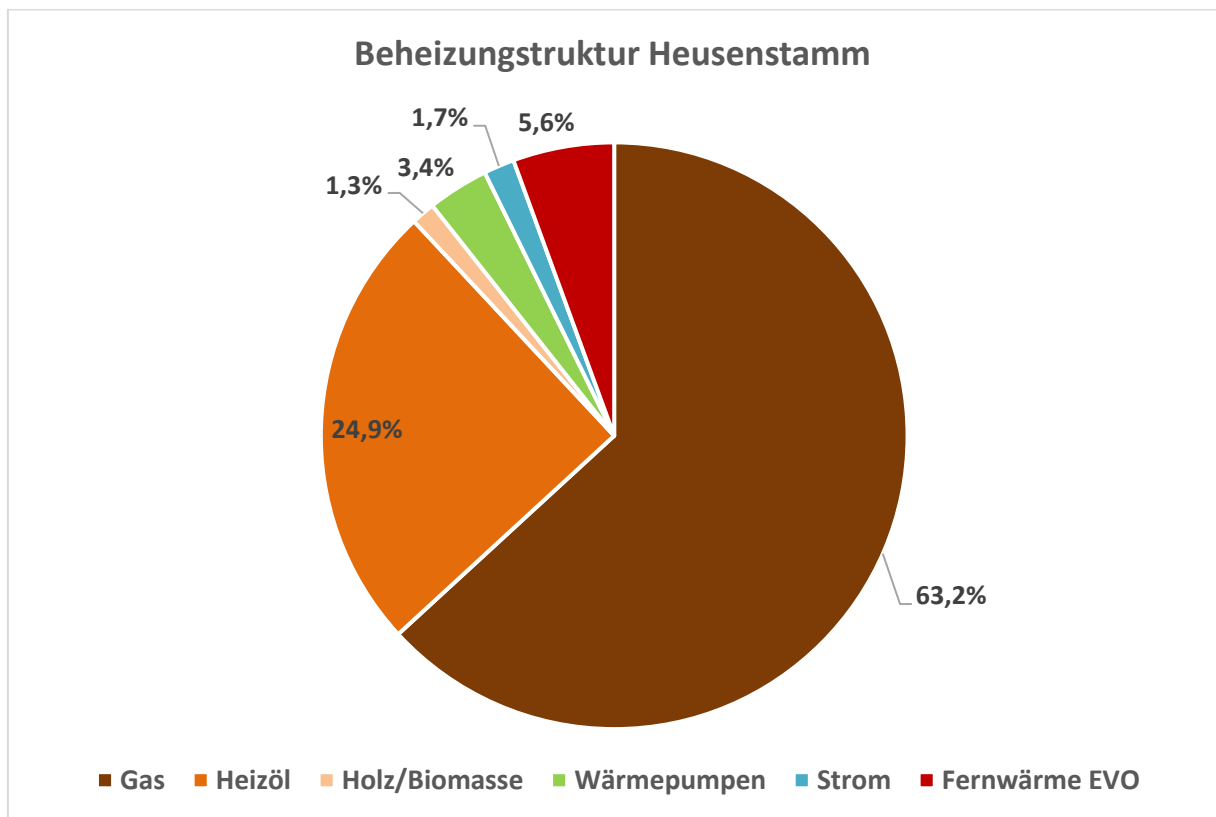


Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der Beheizungsstruktur Stadt/Gemeinde je Energieträger

1.5 Energieverbrauchserhebung

Datenquellen:

Zensus 2022 – Bevölkerung

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Energieversorgung Offenbach AG

Im nachfolgenden Kapitel werden die Verbrauchsdaten der verschiedenen Energieträger in der Stadt Heusenstamm ausgewertet. Dabei werden auf die Datensätze der Energieversorger, sowie des Zensus und kommunaler Daten zurückgegriffen.

In Abbildung 17 ist der Energieverbrauch des Wärmesektors Heusenstamms aufgeführt. Man erkennt klar den markanten Anteil von Gas am Gesamtenergieverbrauch. In der darauffolgenden Abbildung 18 ist der Anteil der erneuerbaren Energien an dem vorher aufgezeigten Energieverbrauch dargestellt. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans, ist dieser Anteil mit ca. 3,2 % noch gering.

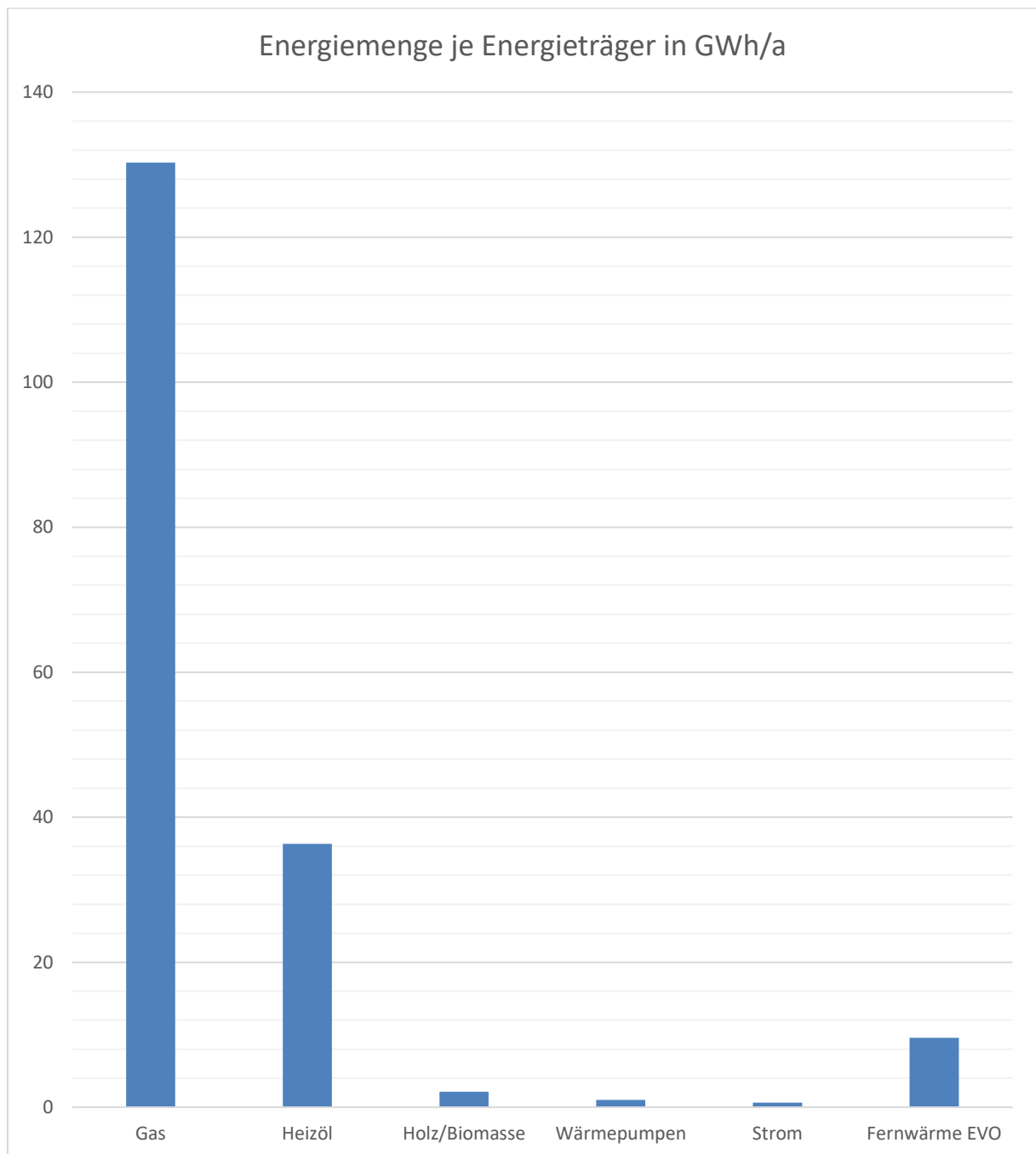


Abbildung 17: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern

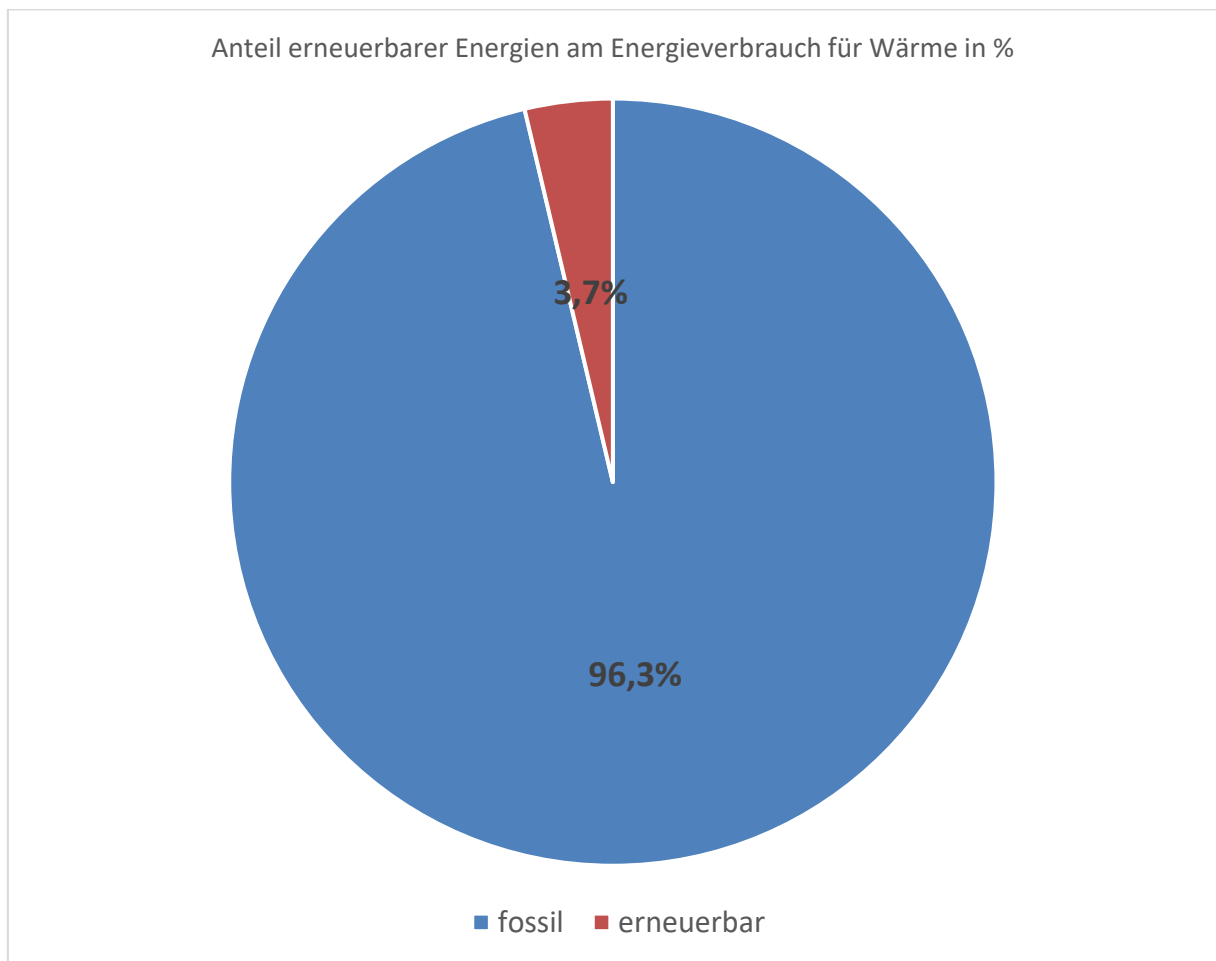


Abbildung 18: Anteil erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch

Neben den Diagrammdarstellungen sind im folgenden auch Auswertungen auf Basis von Geodaten mit aufgeführt. Zunächst einmal wird in Abbildung 19 mittels einer Baublockdarstellung der lokal aufgelöste Wärmeverbrauch angegeben. Dabei sind die Bereiche, welche einen höheren Energieverbrauch haben, in der Grafik in einem dunkleren Rot dargestellt. Die Verbrauchsdaten in der Gemeinde liegen nur vom Gasnetz und den beiden Wärmenetzen vor. Deshalb zeigen die Grafiken auch nur diese Daten. Eventuelle Lücken oder Gebiete mit niedrigem Energieverbrauch können so erklärt werden. Zu den Gasverbrauchswerten ist ebenfalls zu sagen, dass diese vom Energieversorger auf Straßenebene aufgelöst bereitgestellt wurden und demnach eine Umrechnung auf Adress- bzw. Baublockebene nötig war. Hier kann es zu nicht korrekten Zuordnungen und Abweichungen von den gegebenen Werten kommen.

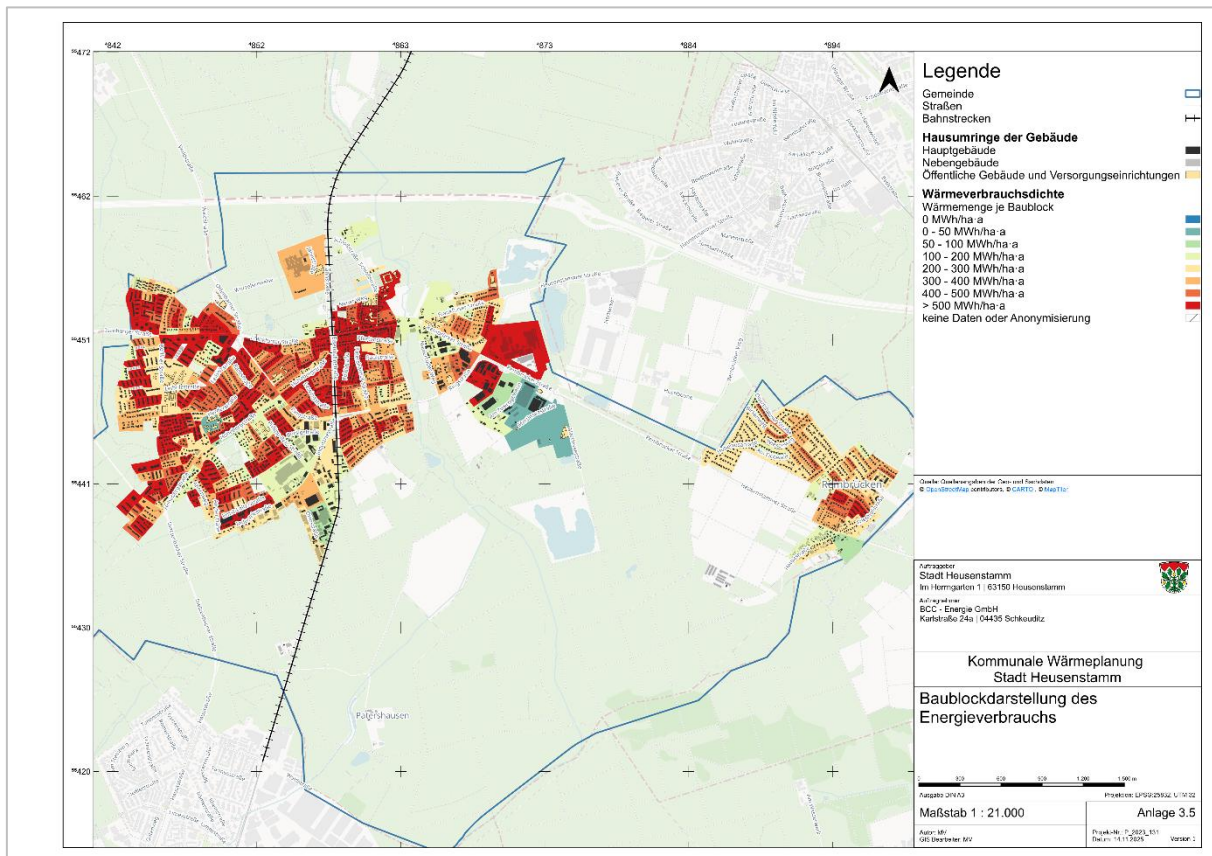
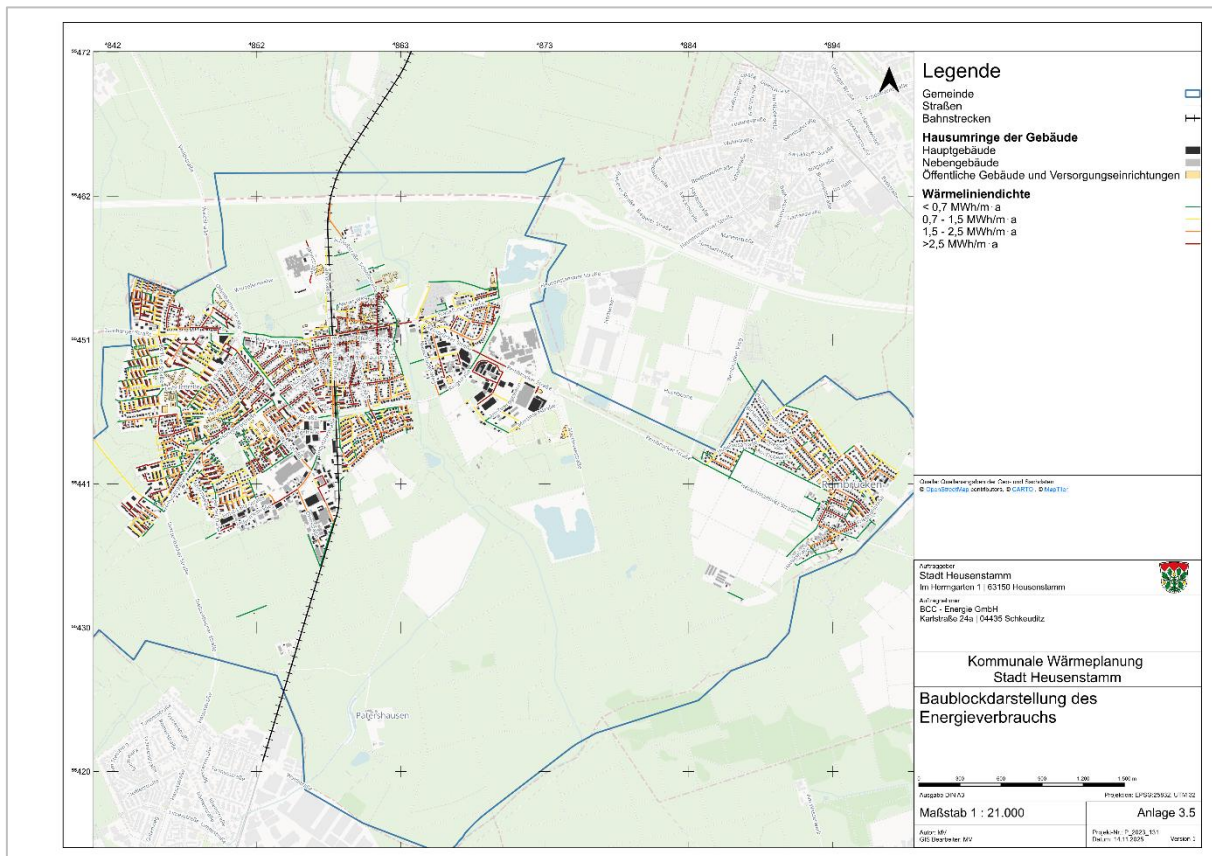


Abbildung 19: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche in der Stadt Heusenstamm

Neben der Baublockdarstellung der Ergebnisse der Datenauswertung, ist in Abbildung 20 zudem auch eine, auf Straßenabschnitte bezogene Darstellung, abgebildet. Diese zeigt auf Straßenebene die Wärmemengen der jeweils an dem Abschnitt liegenden nächsten Adresspunkte bzw. Verbraucher, bezogen auf die Länge des Straßenabschnitts. Insbesondere für die Verortung von Wärmenetzen kann dies ein hilfreicher Hinweis sein, da hohe Wärmemengen pro Leitungsmeter meist mit einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Fernwärmeversorgung korrespondieren. Die gewählten Kategorien korrespondieren dabei mit den üblichen Annahmewerten für die Erschließbarkeit von Gebieten durch Wärmenetze aus der bisherigen Praxis. Hierbei ist ein Wert von über 0,7 MWh/m•a ein Anhaltspunkt für ein wirtschaftlich betreibbares Netz.



Auf Basis der Daten lassen sich Rückschlüsse auf den Aufwand der Umstellung der Infrastruktur auf erneuerbare Energien sowie auf die Anzahl betroffener Gebäude und Haushalte ziehen.

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie bspw. in Abbildung 19 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

1.5.1 Leitungsgebundene Energieversorgung Wärmenetze

In der Stadt Heusenstamm gibt es aktuell ein in Betrieb befindliches Wärmenetz.

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

Zur Visualisierung der Verbräuche durch an das Wärmenetz angeschlossene Gebäude sind in Abbildung 21 die Baublockdarstellung mit entsprechender Rotfärbung, je nach Höhe des Verbrauches, dargestellt.

Dabei können sich in einem Baublock auch Gebäude befinden, die nicht über ein Wärmenetz versorgt werden, im Sinne der Anonymisierung wurde dennoch diese Darstellung gewählt. In manchen Fernwärmegebieten lagen keine Verbrauchsdaten vor. Diese Baublöcke sind zusätzlich gekennzeichnet.

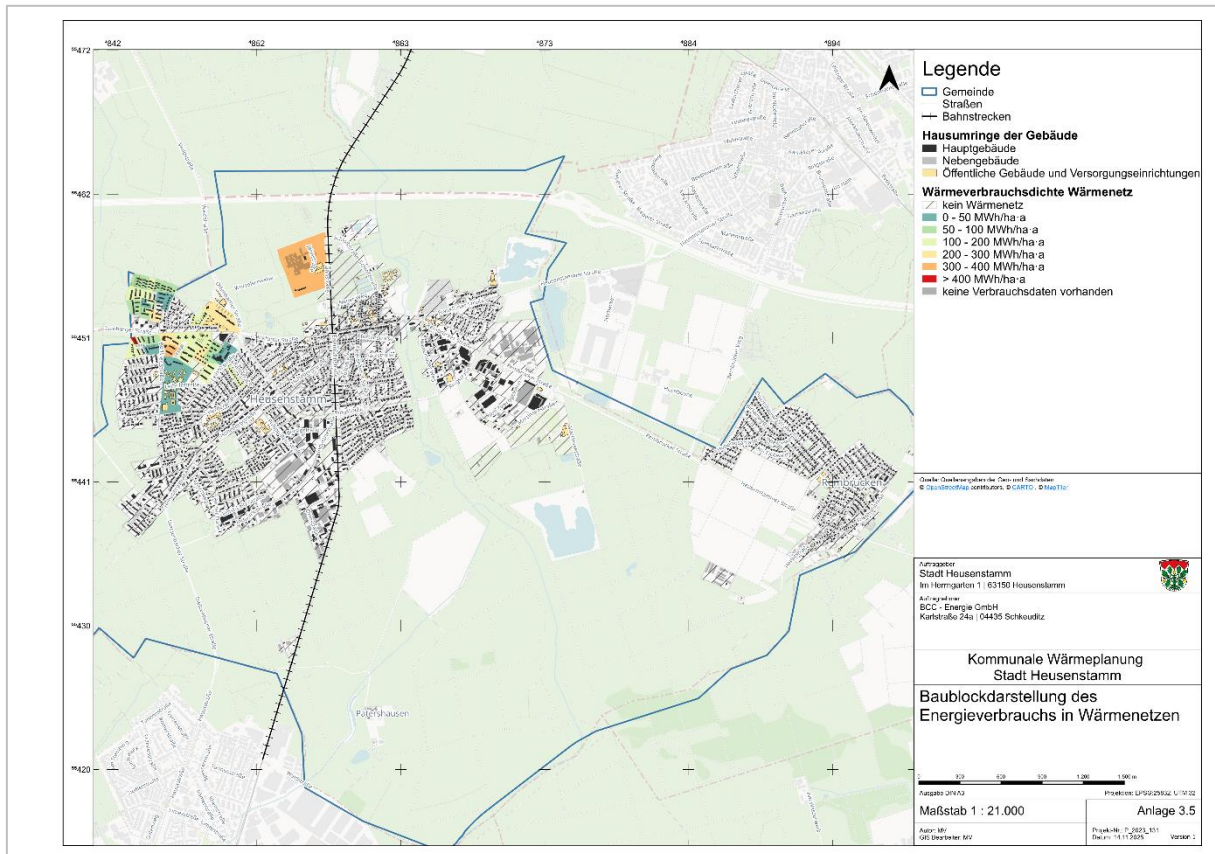


Abbildung 21: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche in Wärmenetzen in Heusenstamm

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

Gasnetze

Um einen besseren Eindruck über die Relevanz des Gasnetzes in der Gemeinde zu erlangen, werden im Folgenden die summierten Gasverbräuche der Gemeindegebiete, sowie die Anschlussquote im Vergleich zur Gesamtzahl der Adressen in den jeweiligen Ortsteilen analysiert.

Es zeigt sich, dass beide Ortsteile (Heusenstamm und Rembrücken) an ein Gasnetz angeschlossen sind. Anhand der Daten lassen sich Aussagen treffen über den Aufwand der Umstellung der Infrastruktur auf erneuerbare Energien und die Anzahl der betroffenen Gebäude und Haushalte.

Die Gasverbräuche sind nachfolgend ebenso tabellarisch aufgeführt und die summierten Gasverbräuche der Gemeindegebiete, sowie die Anschlussquote im Vergleich zur Gesamtzahl der Adressen in den jeweiligen Orten angegeben.

Wie bereits beschrieben, fällt in dem gesamten Gemeindegebiet ein Gasverbrauch an. Besonders in der Kernstadt Heusenstamm befindet sich sowohl die Großzahl an Verbrauchern als auch die Hauptzahl der Industrie- und Gewerbebetriebe der Gemeinde wieder. In dem gesamten Stadtgebiet ergibt sich eine Anschlussquote von ca. 57 %.

Tabelle 11: Gasverbräuche und Anschlussquote der jeweiligen Ortsteile in Heusenstamm

ORTSTEIL	SUMMIERTE GASVERBRÄUCHE IN MWh/A	ANSCHLUSSQUOTE GAS
HEUSENSTAMM	101.623	64 %
REMBRÜCKEN	10.726	51 %
SUMME	112.349	62 %

1.5.1 Großverbraucher

Auf Grundlage der bereitgestellten Informationen zum Wärme- und Gasnetz, können Großverbraucher von Energie hervorgehoben werden. Zur Einteilung in diese Kategorie, wurden Abnehmer ausgewählt, deren Energieverbrauch größer als 1 GWh/a ist.

Großverbraucher sind insbesondere für die Zielszenarien von größerer Bedeutung, da hier die Möglichkeit der Energieeinsparung und des Energieträgerwechsels einen großen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz und die Emissionen der Gemeinde haben.

In untenstehender Abbildung sind die Großverbraucher standortbezogen dargestellt.

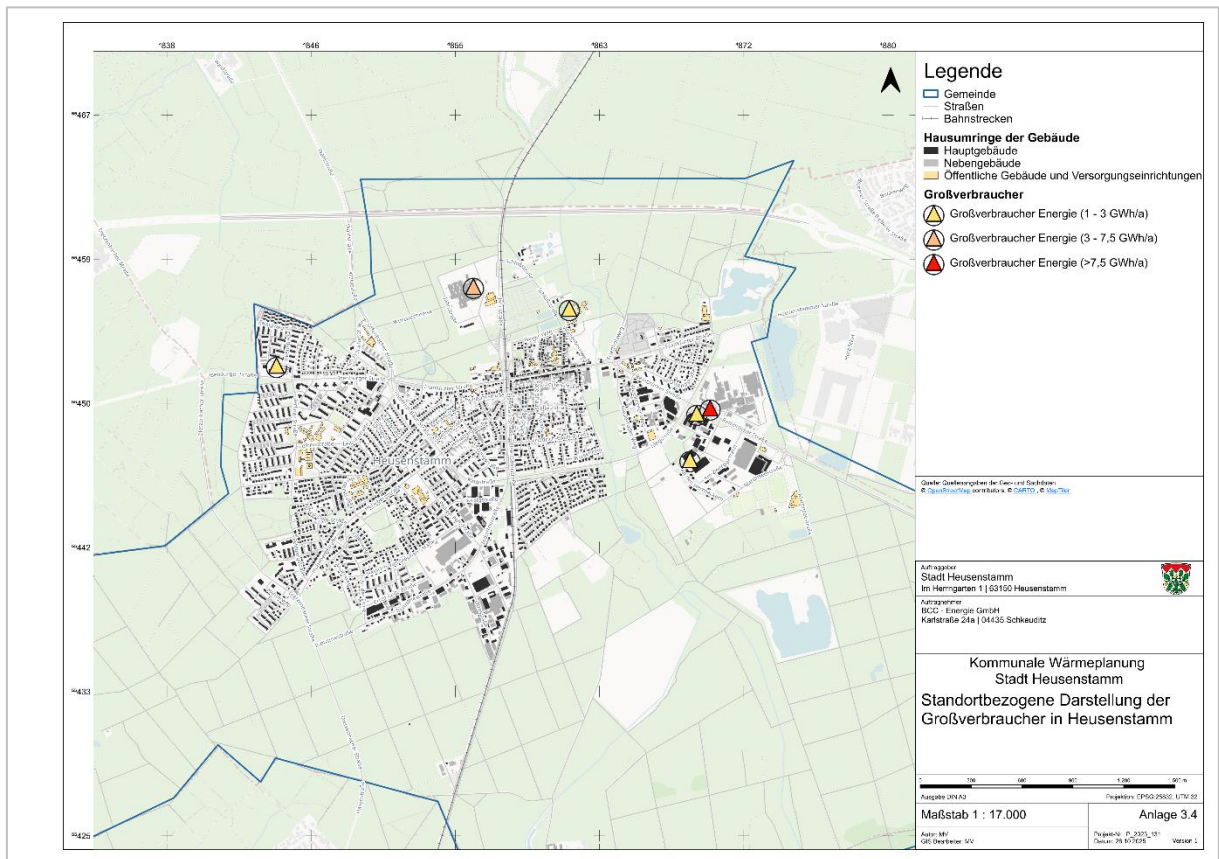


Abbildung 22: Großverbraucher von Wärmeenergie auf dem Gemeindegebiet von Heusenstamm

1.6 Treibhausgasbilanz

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)

(Land, © 2024 Geodatenportal)

Informationsblatt CO₂-Faktoren

(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung

(dena)

Die in den vorherigen Kapiteln abgeleiteten Ergebnisse sollen nach Anlage 2 des WPGs auch in Hinblick auf die CO₂-Emissionen bewertet werden. Es werden die aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchsdaten für Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen dargestellt. Die Wärmeversorgung in Heusenstamm basiert vorwiegend auf fossilen Energieträgern.

Für die Berechnung der THG-Emissionen werden die Wärmeverbräuche mittels Umrechnungsfaktoren in die entsprechenden energieträgerspezifischen CO₂-Emissionen umgewandelt.

Die CO₂-Faktoren, welche für die Umrechnung genutzt wurden, stammen aus Vorgaben des BAFA. Es wurde angenommen, dass der Strom aus erneuerbaren Energien stammt und somit keine Emissionen verursacht. Die Informationen zu den installierten Heizanlagen liegen für die Nichtwohngebäude (NWG) nicht bei. Es wird die Annahme getroffen, dass die Nichtwohngebäude dieselbe Heizanlagenverteilung, wie die Wohngebäude haben. Auch in diesem Fall gilt die Annahme, dass der Strom aus erneuerbaren Energien stammt und damit keine Emissionen produziert. Abbildung 23 verdeutlicht, welche THG-Emissionen der Wärmeversorgung von welchen Energieträgern verursacht werden und welchen Sektoren sie zuzuschreiben sind.

Auch die tatsächlichen Verbräuche, die sich auf die leitungsgebundenen Daten beschränken, werden in Hinblick auf die THG-Emission und der Herkunft analysiert. Da die Verbrauchsdaten und deren Energieträger direkt vorliegen, ist die Umrechnung mittels CO₂-Faktoren entsprechend trivial. Die Daten der Gewerbetreibenden sind nur so weit abgebildet, wie sie geliefert worden sind bzw. aufgrund der Datenschutzaspekte zuzuordnen sind.

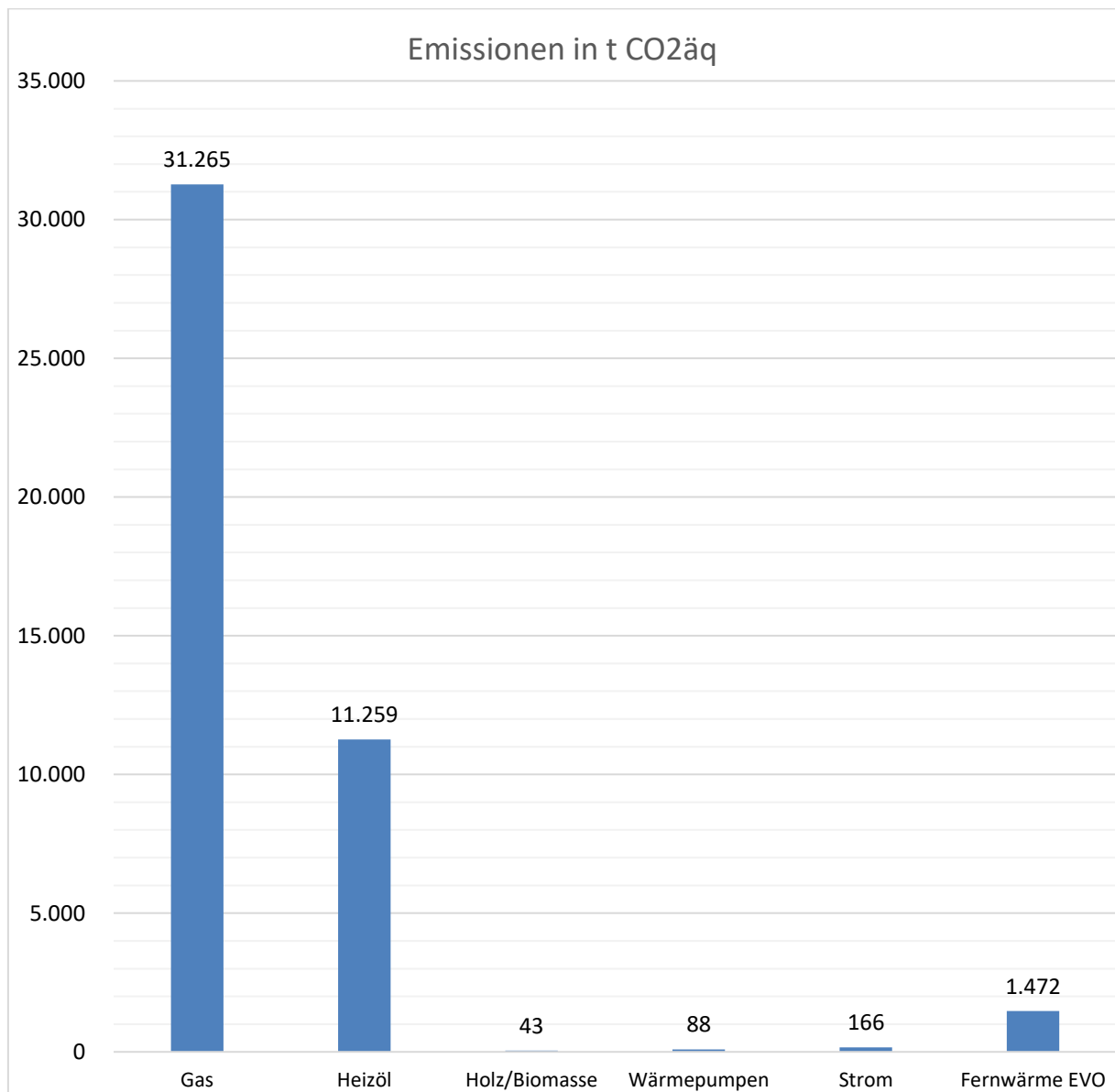


Abbildung 23: THG-Emissionen des Wärmesektors nach Energieträger in Heusenstamm

2 Potenzialanalyse

2.1 Energieeinsparungspotenziale

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

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

Als Beispiele wurden sowohl ein Mehrfamilienhaus als auch ein älteres Einfamilienhaus herangezogen. Die Berechnung beruht auf Grundlage der DIN V 18599:2018, die eine ganzheitliche Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Hinblick auf resultierenden Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf ermöglicht. Dabei werden alle relevanten Wechselwirkungen zwischen Anlagentechnik, Gebäudehülle und Nutzung berücksichtigt. Die erzielten Ergebnisse lassen sich bei ähnlicher Kubatur und Baualtersklasse ebenfalls im Ansatz auf andere Gebäude gleichen Typs übertragen, sollten für belastbare Ergebnisse jedoch im Einzelfall überprüft werden.

2.1.1 Referenzgebäude - Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970

Beispielhaft wird als Referenzgebäude ein Mehrfamilienhaus herangezogen. Dabei handelt es sich um eine Plattenbauweise, des Baujahres um 1970 und später (siehe Abbildung 24). Mit dem offensichtlichen Fehlen von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle lässt es sich demnach die in dazu passende Baualtersklasse zwischen 1969 und 1978 einordnen.



Abbildung 24: Freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr um 1970) in Plattenbauweise (Beispiel Referenzgebäude)

Der berechnete Primärenergiebedarf im Ist-Zustand liegt bei rund 205 kWh/(m²a) (vgl. Abbildung 25). Die Analyse der möglichen Sanierungsmaßnahmen zeigt, dass die Dämmung der Außenwände den größten Effekt auf die Energieeinsparung hat (vgl. Abbildung 26). Weitere Maßnahmen wie der Fenstertausch, die Dämmung der Kellerdecke sowie der oberen Geschossdecke/Dach tragen ebenfalls zur Reduktion des Energiebedarfs bei, jedoch in geringem Umfang. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Verbesserung der Gebäudehülle – insbesondere der Außenwände – den größten Beitrag zur energetischen Optimierung leistet.



Abbildung 25: Primärenergiebedarf des betrachteten MFH nach DIN V 18599

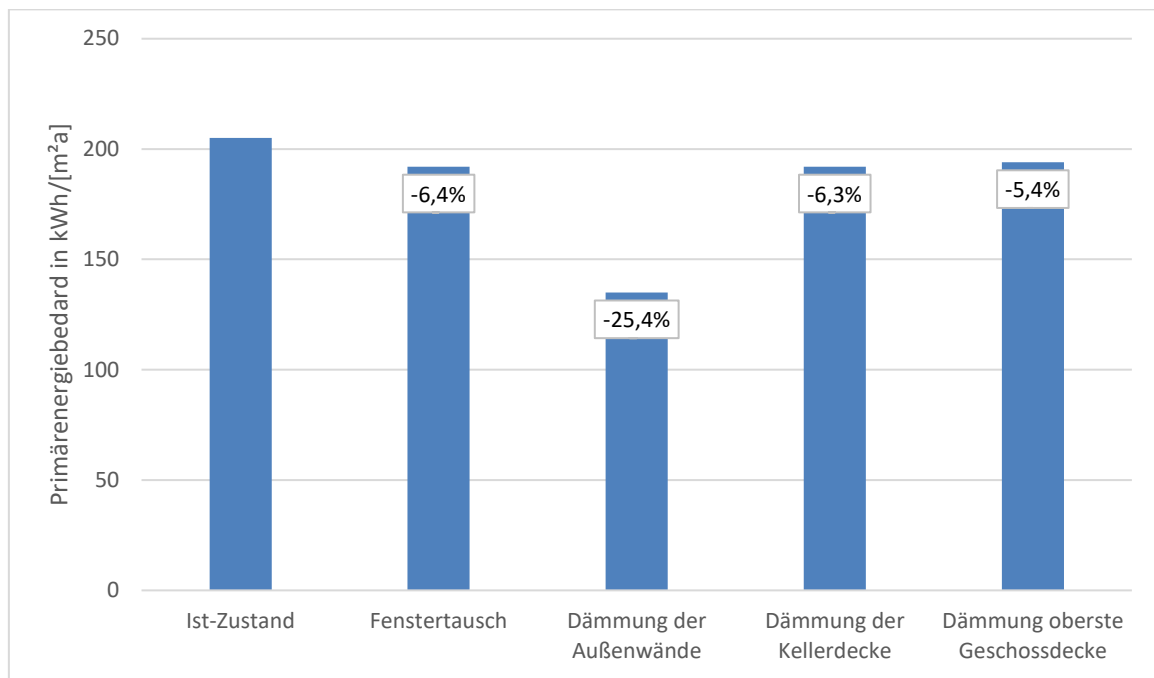


Abbildung 26: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für das Beispielgebäude der Gebäudekategorie MFH um 1970 (Werte beziehen sich auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes)

2.1.2 Referenzgebäude - Freistehendes Einfamilienhaus um 1900

11% des Gebäudebestandes in der Stadt Heusenstamm ist der Baualtersklasse, vor 1919 zuzuordnen (siehe Abbildung 27). Um die Sanierungspotentiale und mögliche CO₂-Einsparungen dieser Gebäudeklasse betrachten zu können, wurde als weiteres Referenzgebäude ein freistehendes Einfamilienhaus entsprechender Bauklasse betrachtet. Da eine detaillierte Einschätzung des Gebäudes hinsichtlich energetischer Merkmale ohne Begehung nicht möglich ist wurden auch hier die baualtersklassentypischen Werte angenommen.



Abbildung 27: Freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr um 1900) in Ziegelbauweise (Beispiel Referenzgebäude)

Beim betrachteten Einfamilienhaus aus den 1970er-Jahren liegt der Primärenergiebedarf mit rund 347 kWh/(m²a) (vgl. Abbildung 28) deutlich im Bereich eines Worst-Performing-Buildings ($Q_p > 250$ kWh/(m²a)). Die Analyse der Sanierungsoptionen zeigt, dass die Dämmung der Außenwände mit etwa 41 % Einsparung den größten Effekt hat (vgl. Abbildung 29). Maßnahmen wie der Fenstertausch tragen aufgrund des geringen Flächenanteils nur wenig zur Gesamtreduktion bei (ca. 4,9 %). Die Dämmung der obersten Geschossdecke und der Kellerdecke erzielen jeweils Einsparungen von rund 11 %, wodurch sie ebenfalls einen relevanten Beitrag zur Verringerung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen leisten. Insgesamt bestätigt sich, dass die Verbesserung der Gebäudehülle – insbesondere der Außenwände – den größten Einfluss auf die energetische Sanierung hat.

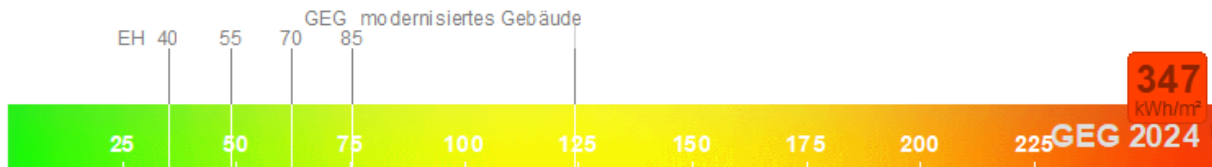


Abbildung 28: Primärenergiebedarf des betrachteten EFH nach DIN V 18599

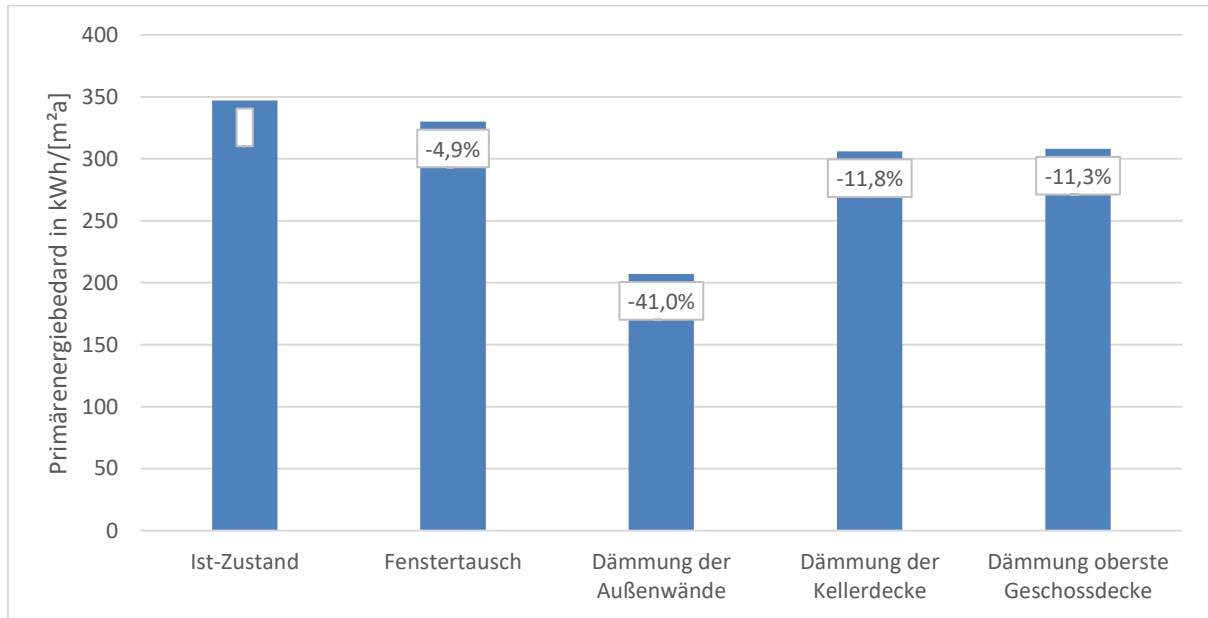


Abbildung 29: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotentiale für Referenzgebäude EFH

2.2 Aquathermie

Neben der Umgebungsluft, dem Erdreich, der Sonnenstrahlung und Abwasser stellen Oberflächengewässer eine potenziell nutzbare Wärmequelle und -senke dar. Durch die hohe spezifische Wärmekapazität $c_p \approx 4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ von Wasser können Oberflächengewässer eine große Menge an Wärmeenergie speichern. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss $[\text{m}^3/\text{s}]$ und der Temperaturunterschied $[\text{K}]$ zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich das potenziell nutzbare Wärmedargebot. Obwohl mit jedem Kelvin Temperaturunterschied einem Kubikmeter Wasser $\approx 1,16 \text{ kWh}$ Wärme entzogen werden kann, werden Oberflächengewässer bislang jedoch nur selten als Wärmequelle bzw. Wärmesenke genutzt. Für die wärmeenergetische Nutzung von Oberflächengewässern kann grundsätzlich zwischen einem offenen und geschlossenem System unterschieden werden. Bei einem offenen System wird dem Gewässer Rohwasser über ein Entnahmebauwerk entnommen und aufbereitet, dem Verdampfer der Wärmepumpe zugeführt und anschließend wieder in das Gewässer eingeleitet. Um eine wasserrechtliche Nutzung gemäß § 9 WHG zu vermeiden, ist alternativ ein geschlossenes Funktionsprinzip möglich. Hierbei findet der Wärmeaustausch über einen separaten Wärmetauscher ohne eine Wasserentnahme unmittelbar im Gewässer

statt. (Steve Borchardt 2017) Beim Einsatz eines Wärmetauschers in natürlichen Gewässern besteht die Gefahr der Korrosion, die durch die Materialwahl weitestgehend begrenzt werden sollte. Zudem muss beachtet werden, dass Ablagerungen und Algenbildung die Wärmeübertragung am Wärmetauscher beeinträchtigen kann und somit die Effizienz der Wärmepumpenanlage gemindert werden kann. Auch müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit bei Undichtheit kein Kältemittel aus dem Kreislauf ins Wasser gelangt. Die Einsatzfähigkeit von Oberflächenwasser zur wärmeenergetischen Nutzung kann durch verschiedene Faktoren beschränkt werden. Die Wassertemperatur von Flüssen, Bächen und Seen ist von der Lufttemperatur abhängig und unterliegt somit jahreszeitlichen Schwankungen. Im Winter, wenn die Außentemperaturen sehr gering sind, bedeutet dies gegebenenfalls eine sinkende Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe. Zudem besteht die Gefahr des Einfrierens des Gewässers, was, je nach Ausführung, negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Wärmeübertragers haben kann oder die Nutzung gänzlich verhindert. Auch der Durchfluss von Fließgewässern schwankt. So ist es bei kleineren Flüssen und Seen möglich, dass sie in sehr trockenen Perioden trockenfallen.

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

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

Die meisten Wasser-Wasser-Wärmepumpen erfordern Mindestwassertemperaturen von 4 °C oder höher. Daraus ergeben sich technische Einschränkungen der thermischen Flusswassernutzung in Abhängigkeit von der eingesetzten Wärmepumpe in den Wintermonaten. Dies muss bei einer technischen Planung berücksichtigt werden. Sollte es die Temperatur des Gewässers bzw. dessen Durchfluss ermöglichen, mit größeren Temperaturspreizungen zu arbeiten bzw. größere Wassermengen zu entnehmen, erhöht sich entsprechend das thermische Potential.

2.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

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

In der EU-WRRL (2000) wird die Temperatur als eine physikalisch-chemische Qualitätskomponente benannt. So ist der gute Zustand von Gewässern nur gegeben, wenn „die Werte für die Temperatur, ... nicht über den Bereich hinaus(gehen), innerhalb dessen die Funktionsfähigkeit des Ökosystems ... für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet“ ist. Die Anforderungen der EU-WRRL haben dementsprechend Eingang in die Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) gefunden. Während die OGewV für Fließgewässer hinsichtlich Temperaturveränderungen und der maximal zulässigen Temperatur Anforderungen an den durch die Gewässernutzung nicht zu beeinträchtigenden sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand und das höchste bzw. gute ökologische Potential vorgibt, werden für Seen keine entsprechenden Vorgaben gemacht. Für Fließgewässer beträgt die maximal zulässige Temperaturerhöhung in Abhängigkeit vom Gewässertyp und der Fischgemeinschaft zwischen 0 K im Sommer bzw. ≤ 1 K bis ≤ 3 K im Winter für den sehr guten ökologischen Zustand und zwischen ≤ 1 K bis ≤ 3 K über das gesamte Jahr für den guten ökologischen Zustand (OGewV 2016). Verminderungen der Temperatur werden nicht berücksichtigt. Für die thermische Nutzung von Seewasser liegt für den Bodensee eine Richtlinie vor, die den zuständigen Genehmigungsbehörden einen Leitfaden an die Hand gibt (IGKB 2018).

2.2.2 Gewässerökologische Aspekte

Konventionelle Wärmepumpen, die Oberflächengewässer als Energiequelle nutzen, kühlen das dem Gewässer entnommene Wasser im Wärmetauscher des Primärkreislaufs um etwa 2 bis 4 K ab.

Damit ist für diese Anlagen eine Mindesttemperatur des Wassers von ca. 4 °C notwendig, damit es zu keiner Vereisung der Anlage kommt. Ein ganzjähriger Anlagenbetrieb wird durch neuere Entwicklungen wie Vakuum-Flüssigeiserzeuger ermöglicht, die auch die latente Wärme des Wassers beim Phasenübergang nutzen können (ILK Dresden o.J.).

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

- Keine physiologisch wirksame Veränderung der Wassertemperaturen mit in der Folge Änderungen von Artenzusammensetzung, Dominanzstrukturen, Biomasse.
- Keine nachteilige Beeinflussung des Sauerstoffhaushalts und der Nährstoffkreisläufe aufgrund veränderter Primärproduktion und mikrobieller Aktivität.
- Keine Veränderung des natürlichen Durchmischungsverhaltens von Seen, insbesondere hinsichtlich der Einstellung der sommerlichen Schichtung in Bezug auf Tiefenlage der Thermokline und Dauer der Stagnationsperiode (Stabilität der sommerlichen Schichtung des Wasserkörpers, Volumen des Hypolimnions, Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt).
- Keine Veränderung, insbesondere Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Seen im Winter (Dauer der Winterstagnation, Sauerstoffhaushalt des Sees).
- Keine mechanische Schädigung von Wirbeltieren (insbes. Fische) durch Pumpenbetrieb.

Für den Schutz von Fischpopulationen in Fließgewässern liegen Empfehlungen für maximal tolerierbare Temperaturveränderungen durch Gewässernutzungen vor. Abhängig von der Fischregion und der Jahreszeit lassen Temperaturveränderungen zwischen 1 und 3 K erwarten, dass keine negativen Auswirkungen auf Fische zu verzeichnen sind (van Treeck & Wolter 2021). Limnophysikalische Modellierungen ermöglichen es, seespezifisch optimale Varianten der Entnahme und Rückleitung von Wasser zu ermitteln, durch die es zu nur minimalen Veränderungen der Temperaturverteilung im Wasserkörper kommt und auch die Sauerstoffverteilung in Seen nicht nachteilig verändert wird. Dadurch kann sichergestellt werden, dass in tiefen Seen eine ausreichende Stabilität der Thermokline während Schichtungsperioden bestehen bleibt. Ebenso ist ein Transport von Nährstoffen aus dem Tiefenwasserkörper in die oberflächennahen Wasserschichten während der Vegetationsperiode zu verhindern.

Insbesondere im Hinblick auf den Sauerstoffhaushalt kann zudem eine Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Bedeutung sein. Auch dies lässt sich mit limnophysikalischen Modellen seespezifisch betrachten (Gaudard & Schmid 2017, Gaudard et al. 2019).

Entsprechend konnten für Seen, wie z.B. dem Zwenkauer See bei Leipzig, Studien erstellt werden, die die thermische Nutzung von Seewasser nicht nur unter technischen, juristischen und ökonomischen Gesichtspunkten, sondern auch hinsichtlich gewässerökologischer Anforderungen betrachten (Böttger et al. 2022). (Dieter Leßmann, 2022)

2.3 Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Abwasser und Kläranlagen

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

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

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

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

In Abbildung 30 sind die möglichen Quellen und Senken von Abwärme anhand ihrer Temperaturniveaus abgebildet.

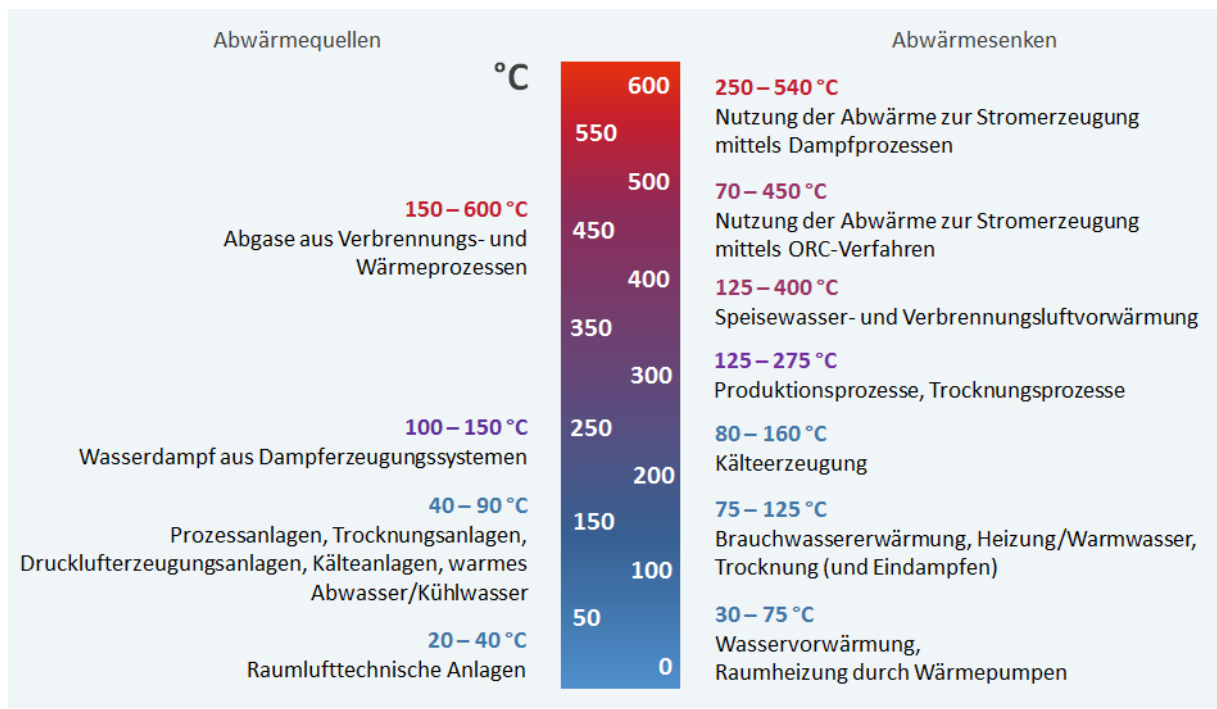


Abbildung 30: mögliche Abwärmequellen und Abwärmesenken (Quelle: DENA, Erfolgreiche Abwärmee-nutzung im Unternehmen, Darstellung: Österreichische Energieagentur)

2.3.1 Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

In Heusenstamm fallen gemäß der Plattform für Abwärme die in Tabelle 12 dargestellten Abwärmepotenziale an. Es ist im Falle einer geplanten Umsetzung der Einkopplung von Abwärme, bspw. in ein Wärmenetz, im Detail zu erörtern, inwieweit diese Mengen tatsächlich nutzbar sind. Es ist davon auszugehen, dass dies nicht zu 100 % möglich ist. Basierend auf den Informationen der Plattform für Abwärme läuft ein Projekt, um die Abwärme des Kamins im Energiewerk (Energieversorgung Offenbach AG) nutzbar zu machen. Die Inbetriebnahme ist für 2029 anvisiert.

Tabelle 12: Kennwerte aus den Daten der Plattform für Abwärme in Heusenstamm

FIRMA	BEZEICHNUNG	WÄRMEMENGE PRO JAHR [MWh/a]	DURCHSCHNITTL. TEMPERATURNIVEAU [°C]
BMI Deutschland GmbH	Standort Heusenstamm	3.654,5	90 - 110 °C
Energieversorgung Offenbach AG	Kamin in Energiewerk	16.131,5	>=110 °C
Energieversorgung Offenbach AG	Schlacke in Energiewerk	349	25 - 60 °C

Die Standorte mit potenzieller Abwärme von der Plattform für Abwärme sind in nachfolgender Karte dargestellt.

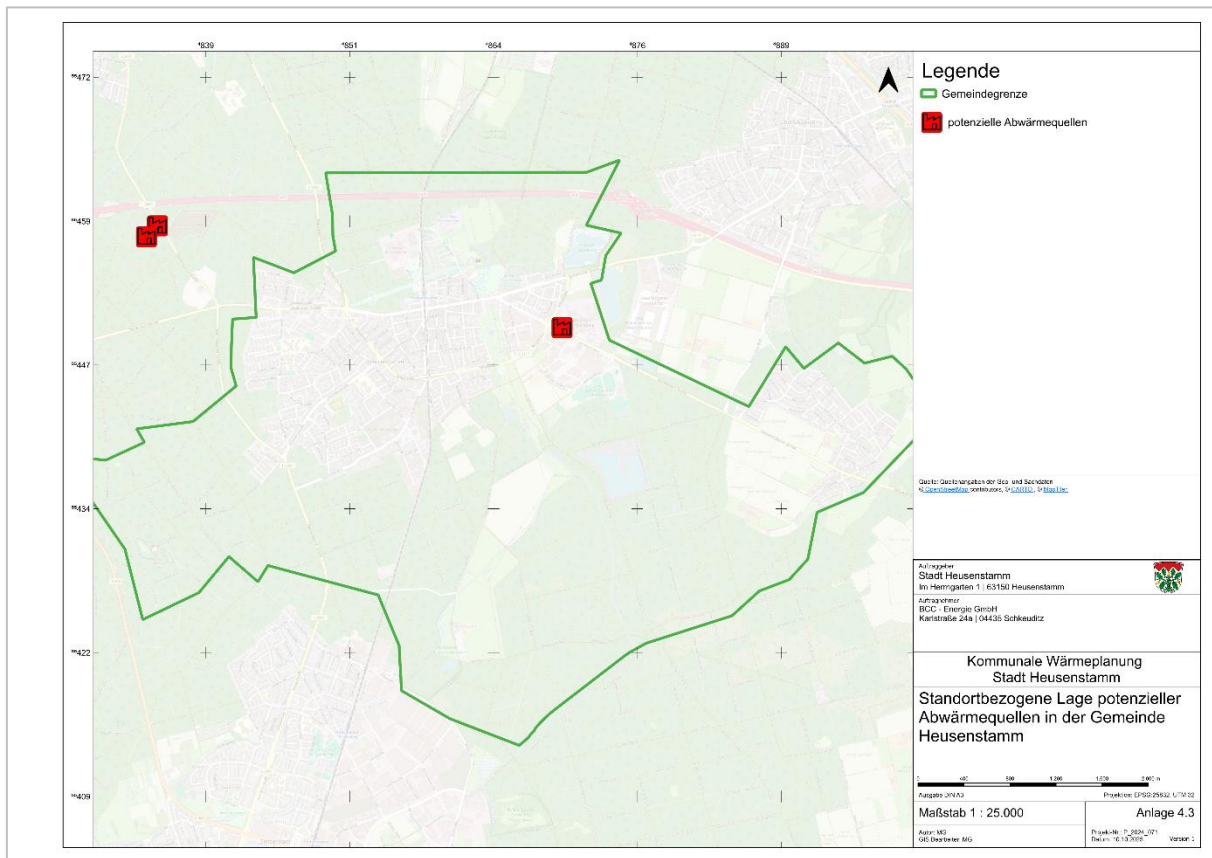


Abbildung 31: Standorte von potenziellen Abwärmequellen in Heusenstamm

Die Abwärmepotenziale müssen im weiteren Verlauf des Projektes noch präzisiert und im Zusammenhang mit dem Energiebedarf gebracht werden. Dafür muss auch geprüft werden, ob die Wärme aus den Prozessen aufgrund von räumlicher und zeitlicher Rahmenparameter nutzbar ist. Grundsätzlich wird industrielle Abwärme am effizientesten direkt am Entstehungsort durch den Betreiber selbst genutzt – dies minimiert rechtliche und wirtschaftliche Hürden sowie externe Abhängigkeiten. Im Zuge der kommunalen Wärmewende und des Ausbaus von Wärmenetzen gewinnt jedoch auch die Einspeisung industrieller Abwärme in öffentliche Wärmenetze zunehmend an Bedeutung. Um bestehende rechtliche und wirtschaftliche Barrieren zu überwinden, bietet sich für die BMI Deutschland GmbH eine enge Zusammenarbeit mit der EVO an. Diese können als langfristig verlässliche Partner eine zentrale Rolle bei der Integration industrieller Abwärme in die öffentliche Wärmeversorgung übernehmen.

2.3.1.1 Abwärme aus Rechenzentren

Außerdem werden zwei Rechenzentren auf den Gewerbeflächen Jahnstraße errichtet (Bebauungsplan Nr. 4.1,4; Abbildung 32). Im März 2025 haben die Bauarbeiten am Campus Heusenstamm an der Jahnstraße begonnen. Geplant ist der Bau von zwei Rechenzentren mit dazugehörigen Bürogebäuden und Parkplätzen sowie eines Parkhauses. Das erste Rechenzentrum im Süden des Geländes soll im Zeitraum von Q2 2025 bis Q2 2028 errichtet werden, das zweite von Q1 2026 bis Q1 2029. Zusätzlich ist der Bau einer Fernwärmezentrale vorgesehen, um die Abwärme des nördlichen Rechenzentrums ins Fernwärmenetz einzuspeisen. Beim Südlichen Rechenzentrum werden bauliche Vorkehrungen getroffen, um Abwärme zukünftig nutzen zu können.



Abbildung 32: Standorte für die zwei Rechenzentren in Campus Heusenstamm

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2023 haben die Hessische Landesenergieagentur, die GIITA und die Universität Kassel die potenzielle Nutzung von Abwärme aus geplanten Rechenzentren im Frankfurter Stadtteil Sossenheim untersucht.

Die betrachteten Anlagen weisen eine ähnliche Dimensionierung auf wie die in Heusenstamm geplanten Rechenzentren, sodass sich aus den Ergebnissen Rückschlüsse auf das dort zu erwartende Abwärmepotenzial ziehen lassen.

Energieverbrauch und Abwärmepotenzial der Rechenzentren in Frankfurt-Sossenheim

Im Gewerbegebiet Wilhelm-Fay-Straße sind derzeit zehn Rechenzentren in Betrieb, die zusammen über eine IT-Nennleistung von 122 MW verfügen. Die Studie stellt jedoch fest, dass die tatsächliche IT-Leistung eines Rechenzentrums deutlich unter der Nennleistung liegt und stark von der Belegungsrate, sowie der effektiven Auslastung der IT-Hardware abhängt. Im Untersuchungsgebiet bewegt sich die effektive IT-Leistung aktuell zwischen 7 und 55 Prozent der jeweiligen Nennleistung. Der Leistungsbedarf der zehn betriebenen Anlagen lag im Juli 2022 bei rund 60 Megawatt und hat sich damit gegenüber Januar 2021 (29 Megawatt) mehr als verdoppelt.

Für den gesamten Energiebedarf ist neben der IT-Leistung auch der zusätzliche Energieeintrag durch die Haustechnik zu berücksichtigen. Ein zentraler Kennwert hierfür ist der sogenannte Design-PUE (Power Usage Effectiveness). Er beschreibt das Verhältnis zwischen dem gesamten Energiebedarf eines Rechenzentrums – einschließlich Gebäudetechnik und Kühlung – und dem eigentlichen Leistungsbedarf der IT-Systeme.

Die in der Studie untersuchten Rechenzentren weisen einen Design-PUE zwischen 1,15 und 1,3 auf. Aufgrund der teilweise noch geringen Auslastung werden diese Werte im praktischen Betrieb derzeit nicht immer erreicht. Ein erheblicher Anteil der zusätzlichen Leistung entfällt auf den Betrieb der Kältemaschinen. Bei aktiver Abwärmenutzung werden diese jedoch gar nicht oder nur mit stark reduzierter Leistung betrieben. Der zusätzliche Wärmeeintrag der Haustechnik wird daher in diesem Zusammenhang nicht in das Abwärmepotenzial einbezogen.

Die gesamte elektrische Energie, die ein Rechenzentrum verbraucht, wird nahezu vollständig in Wärme umgewandelt und muss über Kühlsysteme abgeführt werden. Theoretisch lässt sich bis zu 90 % der IT-Leistung als Wärme auskoppeln.

Für die bereits betriebenen Rechenzentren mit einer effektiven Leistung von 60 MW ergibt sich eine potenzielle Abwärmeleistung von etwa 44 MW (Stand Januar 2023). Unter der Prämisse einer ganzjährigen, konstanten Wärmebereitstellung (8.760 h/Jahr) entspricht dies einer Wärmemenge von rund 385.440 MWh/a.

Weitere Erkenntnisse der Studie zeigen, dass die nach der Auskopplung erwarteten Abwärmemetemperaturen ganzjährig bei etwa 25 °C Vorlauf und 15 °C Rücklauf liegen. Die Abwärmeleistung ist nahezu konstant und unterliegt kaum tages- oder jahreszeitlichen Schwankungen.

Eine Abwärmenutzung in den bestehenden Rechenzentren ist bislang nicht vorgesehen. Eine Nachrüstung wäre in den meisten Fällen nur mit erheblichem Aufwand möglich. Die neuen Rechenzentren hingegen können nach aktuellem Planungsstand direkt „Abwärme-ready“ errichtet werden.

Schlussfolgerungen für das Rechenzentrum in Heusenstamm

In Heusenstamm sind zwei Rechenzentren mit einer IT-Nennleistung von insgesamt 57 MW geplant (19 MW und 38 MW). Bei einer angenommenen Auslastung von 75 % und unter der Prämisse, dass sich 90 % der IT-Leistung als Wärme auskoppeln lassen, ergibt sich daraus ein theoretisches Abwärmepotenzial von:

$$57 \text{ MW} \times 0,75 \times 0,9 \times 8760 \text{ h} = \mathbf{337.041 \text{ MWh/Jahr}}$$

Für eine kosteneffiziente Nutzung der Abwärme ist es entscheidend, dass die geplanten Rechenzentren bereits heute „Abwärme-ready“ konzipiert werden. Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie lässt sich davon ausgehen, dass das Abwärmepotenzial mit nur geringen Schwankungen ganzjährig verfügbar ist.

Bei der Entwicklung eines Ausbaupfads ist zu berücksichtigen, dass große Rechenzentren in der Regel schrittweise in Betrieb genommen werden. Einzelne Gebäudeteile, Stockwerke oder Serverhallen werden dabei bedarfsgerecht aktiviert. Der Zeitraum zwischen der ersten Inbetriebnahme und der vollständigen Auslastung kann erheblich variieren.

2.3.2 Abwasser und Kläranlagen

Durch die hohe spezifische Wärmekapazität von $c_p \approx 4,2 \text{ kJ/(kgK)}$ kann Wasser eine große Menge an Wärmeenergie speichern. Mit jedem Kelvin Temperaturunterschied kann einem Kubikmeter Wasser etwa 1,16 kWh Wärme entzogen werden. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss [m^3/h] und der Temperaturunterschied [K] zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich das potenziell nutzbare Wärmeangebot. Neben Grund- und Flusswasser bietet sich auch Abwasser als Wärmequelle an.

2.3.2.1 Abwasser

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

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

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

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

Das technische Potential ist beachtlich: Studien zeigen, dass bis zu 15 % des Wärmebedarfs im deutschen Gebäudesektor – entsprechend bis zu 100 TWh – aus Abwasser gedeckt werden könnten. Dabei wurden bereits realisierte Entzugsleistungen zwischen 20 kW und 2,1 MW dokumentiert. Wärmenetze mit Zieltemperaturen von bis zu 80–90 °C erlauben eine ganzjährige Nutzung.

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

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

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

2.3.2.2 Kläranlagen

Kläranlagen stellen einen der bedeutendsten Energieverbraucher in Deutschland dar. Die knapp 10.000 kommunalen Kläranlagen verbrauchen jährlich etwa 4.400 Gigawattstunden Strom, was etwa dem Output eines durchschnittlichen Kohlekraftwerks entspricht. Dadurch tragen sie nicht nur maßgeblich zu den Stromkosten der Kommunen bei, sondern sind auch ein bedeutender Faktor im kommunalen Klimaschutz, indem sie jährlich rund drei Millionen Tonnen CO₂ emittieren.

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

Die Energieeffizienz von Kläranlagen lässt sich vor allem durch drei Bereiche steigern:

- In der biologischen Reinigung bietet die Optimierung der Belüftungssysteme das größte Einsparpotenzial, da hier der höchste Stromverbrauch anfällt.
- Bei der Schlammverwertung kann das entstehende Klärgas in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden, wodurch Betriebskosten gesenkt und Ressourcen zurückgewonnen werden.

- Ergänzend steigert die Co-Vergärung mit energiereichen Cosubstraten wie Fetten oder Küchenabfällen die Gasproduktion und verbessert die Wirtschaftlichkeit, insbesondere in mittelgroßen und großen Anlagen (Björn Weber, 2023).

2.3.2.3 Potenzial vor Ort

Für die Bewertung des Standorts hinsichtlich der Nutzung von Wärme aus dem Abwassernetz ist eine detaillierte Analyse der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erforderlich. Dies schließt eine einjährige Erfassung der lokalen Abflussmengen und Abwassertemperaturen ein sowie die Prüfung infrastruktureller Faktoren wie Sanierungsbedarf, Kanalquerschnitte und hydraulische Belastung.

Für den abgefragten Gemeindebereich betreibt die Stadt Heusenstamm eine Kläranlage im Norden der Gemeinde (siehe Abbildung 33).

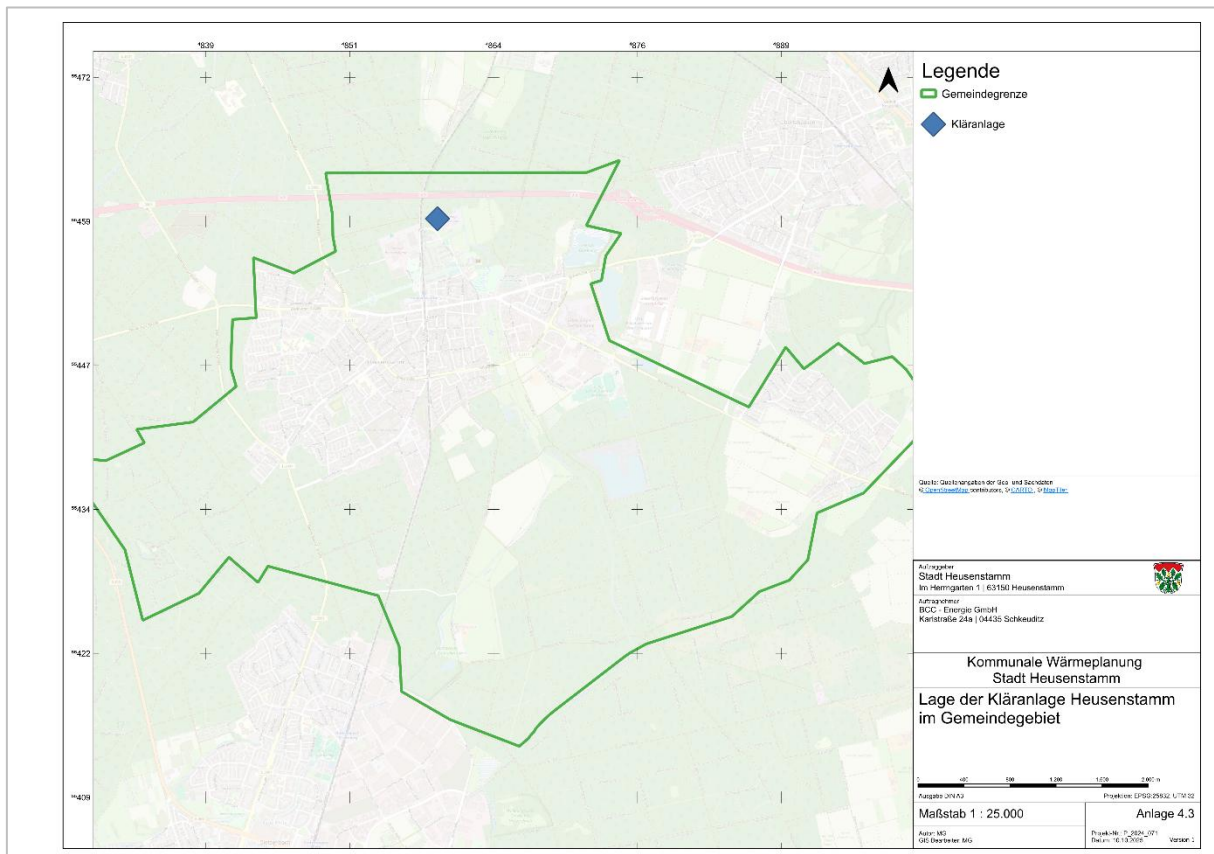


Abbildung 33: Lage der Kläranlage in der Stadt Heusenstamm

Die Parameter des Abwassers am Ablauf der zwei Nachklärbecken sind in Tabelle 13 zusammengefasst. Die daraus abgeleiteten theoretischen Potentiale der Wärmeentzugsleistung abhängig von den Temperaturen, dem Volumenstrom und den Betriebsstunden der Wärmepumpe sind anschließend textlich aufgeführt.

Die Temperaturen des Abwassers am Auslauf der Kläranlage schwanken in Abhängigkeit zur Außenlufttemperatur über das Jahr um ca. 16,5 °C, mit einer minimalen Temperatur von ca. 7,7°C wodurch für die Nutzung der Wärme eine Wärmepumpe notwendig wird.

Tabelle 13: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Abwärme aus Abwasser in Heusenstamm

PARAMETER	WERT/ANNAHME	QUELLE/BEMERKUNG
MINDESTABFLUSS	CA. 113 M ³ /H	MESSDATEN ABLAUF NACHKLÄRBECKEN
TEMPERATURDATEN	MONATSMITTEL 2025	MESSDATEN ABLAUF SCHÖNUNGSTEICH
VORLAUFTEMPERATUR ZIELWERT	65 °C	TECHNISCHE SYSTEMANFORDERUNG
BETRIEBSSTUNDEN	CA. 2.500 H/JAHR	HEIZPERIODE, SAISONAL GEWICHTET
ZULÄSSIGE MISCHTEMPERATURABWEICHUNG	MAXIMAL 1 K NACH EINLEITUNG	GENEHMIGUNGSGRENZE GEMÄß WASSERRECHT
NUTZUNGSSPERRE BEI GEWÄSSERTEMPORATUR	UNTERHALB 4 °C KEINE ABKÜHLUNG	
MAXIMALE TEMPERATURSPREIZUNG	5 K	TECHNISCHE BEGRENZUNG (KÜHLUNG VS. MISCHGRENZE)

Aus den Informationen über die Ablaufwassermenge und deren Temperaturniveau lässt sich eine Entzugsleistung abschätzen. Diese wird unter Annahme einer Temperaturabsenkung von maximal 5 K berechnet. Weiterhin werden für die zu erwartende monatliche Betriebszeit typische monatsbezogene Betriebsstunden vorausgesetzt.

Mit einem Mindestabfluss von ca. 113 m³/h und den monatlichen Durchschnittstemperaturen erhält man eine theoretische Entzugsleistung von ca. 656 kW.

Daraus folgt für das jährliche Abwärmepotenzial der Kläranlage, mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 3,5, sowie jährlicher Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe von 2.500h, eine jährliche Wärmemenge von ca. 2284 MWh/a. Je nach Abwassertemperatur, Ablaufvolumenstrom und Vollbenutzungsstunden kann auch mehr Energie bzw. weniger entzogen und genutzt werden.

Unter der Annahme eines mittleren Trockenwetterabflusses von 10 L/s sowie einer Nennweite von mindestens 800 mm als Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb der Abwasserwärmerückgewinnung, ergeben sich in Heusenstamm rund 180 Kanalhaltungen, die für weiterführende Untersuchungen in Betracht kommen.

2.4 Biogas und Biomethan

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

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

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

2.4.1 BHKW

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

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

2.4.2 Biomethan-Einspeisung

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

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

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

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

2.4.3 Direkte Abwärmenutzung

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

2.4.4 Potenzial vor Ort

Es wurden keine bestehenden Biogasanlagen im Markstammdatenregister identifiziert.

Seit dem Jahr 2021 erzeugt die Kläranlage in Heusenstamm eigenes Klärgas. Der überwiegende Teil dieses Gases wird direkt vor Ort genutzt, um den Betrieb der Anlage energetisch zu unterstützen und so den externen Energiebedarf deutlich zu reduzieren. Ein kleiner Restanteil des anfallenden Klärgases, der nicht unmittelbar verwertet werden kann, wird kontrolliert abgefackelt.

Das Drei-Jahres-Mittel der Klärgasproduktion in Heusenstamm liegt bei rund 152.768 m³, was einem Wärmepotenzial von etwa 917 MWh entspricht. Davon werden rund 108.554 m³ energetisch genutzt (ca. 651 MWh), überwiegend für den Eigenbetrieb der Kläranlage. Ein Rest von etwa 44.214 m³ (ca. 265 MWh) wird kontrolliert abgefackelt.

Das verbleibende Klärgas (ca. 44.214 m³) mit einer Energiemenge von ca. 265 MWh ist für eine externe Nutzung in der Regel zu gering, um die Kosten für Gasaufbereitung, Speicherung, Netzanbindung oder Transport wirtschaftlich zu rechtfertigen. Diese Menge entspricht grob der jährlichen Wärmeversorgung von 13 bis 22 Haushalten, wobei Verluste und Infrastrukturkosten nicht eingerechnet sind. Für solche Größenordnungen ist die direkte Nutzung vor Ort (Eigenversorgung, ggf. kleine KWK) fast immer effizienter und kostengünstiger als eine externe Vermarktung oder Einspeisung.

Die frei verfügbare Restmenge könnte sinnvoll für eine Spitzenlastdeckung zwischengespeichert werden. Auch wenn die Menge im Verhältnis zur Gesamtproduktion klein ist, bietet sie doch genügend Energie, um kurzfristige Lastspitzen im Eigenbetrieb der Kläranlage oder in einem Blockheizkraftwerk abzufangen.

2.5 Biomasse: Waldholz / Forstwirtschaft

2.5.1 Waldholz / Forstwirtschaft

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

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

Einige Regionen in Deutschland verfügen über ein entsprechend hohes Aufkommen an Holz innerhalb der Kommune. Dennoch muss die langfristige Verfügbarkeit hinterfragt werden. Aufgrund der Dürre- und Borkenkäfer-Schäden fielen in den vergangenen Jahren hohe Mengen an Restholz an. Die Auswirkungen halten noch immer an. Gleichzeitig läuft eine große Aufforstungswelle, die außerdem aus den einstmals vorherrschenden Nadelbaum-Monokulturen wieder klimaresistentere Mischwald entstehen lässt. Infolge der nachwachsenden Kulturen ist in 20 bis 30 Jahren mit einem erhöhten Holzanfall zu rechnen, da diese Flächen zur nachhaltigen Bewirtschaftung ausgelichtet werden müssen.

Es stellt sich jedoch die Frage, über welche Holzvorkommen wir bis dahin und darüber hinaus verfügen, insbesondere nach der Beseitigung der Sturm- und Borkenkäferschäden.

Hinzu kommt, dass der Wald eine wichtige natürliche Kohlenstoffsенке darstellt, die es zu schützen und im Idealfall zu erhöhen gilt, damit in einem treibhausgasneutralen Deutschland unvermeidbare Treibhausgasemissionen z.B. aus industriellen Prozessen oder der Landwirtschaft ausgeglichen werden können. Außerdem ist die stoffliche Nutzung (Weiterverarbeitung zu Langholz, Bauholz, Möbel, Spanholz, etc.) von Holz aus Klimaschutz- und Ressourcenschutzsicht immer einer energetischen Nutzung, also Verbrennung, vorzuziehen. Auch für traditionell nicht stofflich genutzte Sortimentе gibt es bereits mehr Möglichkeiten oder Aussichten auf eine stoffliche Nutzung. Und schließlich sollte, wenn das Holz energetisch genutzt wird, solchen Anwendungen Vorrang eingeräumt werden, die nur schwierig durch andere erneuerbare Energien versorgt werden können. Das sind laut dem Abschlussbericht „BioRest“ (Horst Fehrenbach, 2018) im Wesentlichen die Prozesswärme und der Flug- und Schiffsverkehr. Eine energetische Nutzung von Holz sollte sich somit nur am Ende einer möglichst langen Kette anderer Anwendungen befinden.

Die energetisch nutzbaren Potenziale aus der Forstwirtschaft werden in verschiedenen Studien als Waldrestholz oder als Waldrestholz und Schwachholz bezeichnet (Fritsche, 2004). Dabei wird meist mit verschiedenen Methoden für forstliche Betriebe abgeschätzt, ob das eingeschlagene Holz stofflich genutzt werden.

Nutzt man die Informationen der BfN-Studie (Ewald, et al., 2017), die auf den Daten der dritten Bundeswaldinventur (BWI) und auf den Zuwachsraten von 2002 bis 2012 basieren, so können dem Wald nur 1,8 Festmeter pro Hektar und Jahr als Energieholz bei nachhaltiger Bewirtschaftung entnommen werden.

Die Angaben sind einigermaßen sicher, denn es ist davon auszugehen, dass derzeit die tatsächlich eingeschlagene Holzmenge unter der möglichen einschlagbaren Holzmenge liegt. Dieser bisher im Wald stehende, im Prinzip ungenutzte Holzvorrat müsste aufwendig mobilisiert werden. Gleichzeitig kommen kalamitätsbedingt (Hitze, Dürre, Borkenkäfer, etc.) zunehmend nicht geplante Holzmengen, aber in großem Umfang auf den Markt. Die Planbarkeit wird durch diese Kalamitätsnutzungen zunehmend erschwert.

2.5.2 Potential vor Ort

Basierend auf dem integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm 2017 umfasst die Waldfläche im Stadtgebiet rund 1.081 Hektar. Die Waldfläche besteht aus Laub- und Nadelholzbeständen sowie Mischwald. Hinsichtlich einer möglichen Ausweitung der Holznutzung

besteht unter Fachleuten Uneinigkeit. Während einige ein zusätzliches Potenzial von etwa 100 MWh pro Jahr für realistisch halten, gehen andere von deutlich geringeren Werten aus. Für den Stadtwald Heusenstamm wird das Energieholzpotenzial auf lediglich 0,5 Erntefestmeter pro Hektar und Jahr geschätzt und liegt damit deutlich unter dem hessischen Landesdurchschnitt. Die Gemeinde verfügt über viele Waldgebiete, aber der Großteil davon liegt im Landschaftsschutzgebiet (Hellgelb auf der Abbildung 34). Nur wenige Flächen liegen in einem Naturschutzgebiet (Rot auf der Abbildung 34). Um genauere Informationen zu erhalten und die Flächen und Mengen an Holz zu ermitteln, die potenziell zum Heizen genutzt werden könnten, sind weitere Gespräche mit dem Forstamt Langen (HessenForst) erforderlich.

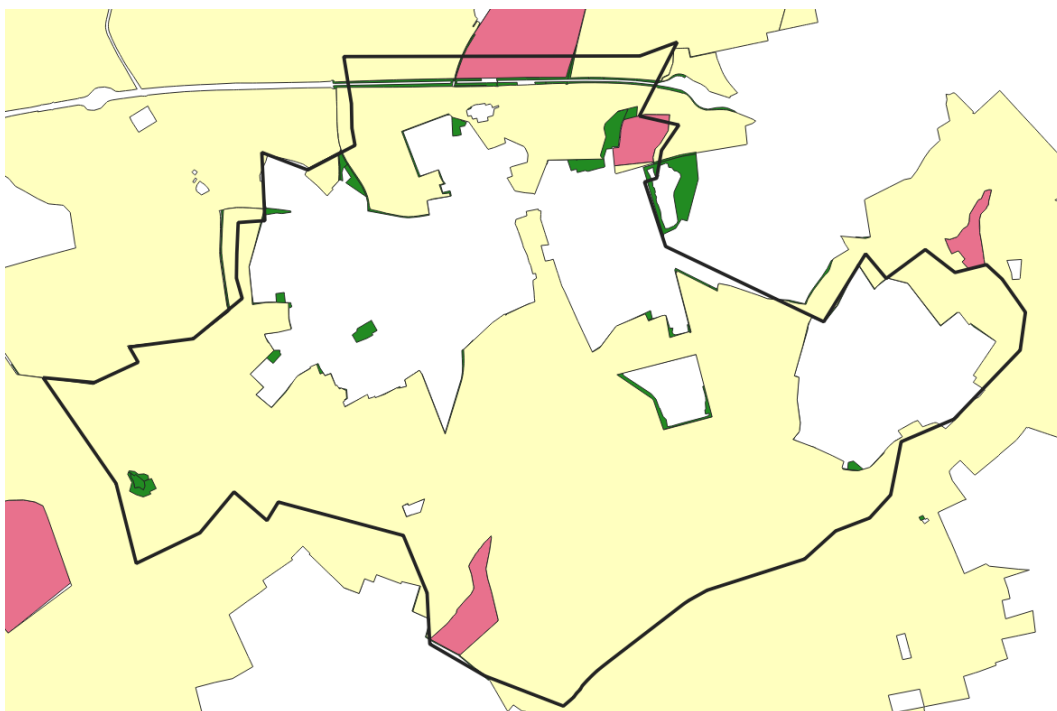


Abbildung 34: Wald und Naturschutzgebiete in Heusenstamm

Die Waldgebiete sind in grün dargestellt, die Naturschutzgebiete in rosa und die Landschaftsschutzgebiete in hellgelb. Große Teile des Waldes liegen in einem Landschaftsschutzgebiet und sind daher nicht sichtbar.

2.6 Geothermie

Kartenmaterial:

4.2_Geothermie_Potenzial

2.6.1 Oberflächennahe Geothermie

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

Zu den Vorteilen oberflächennaher Geothermie zählen nahezu konstante Wärmequelle, sehr gut für Wärmepumpen geeignetes Temperaturniveau, Geringe Betriebskosten und lange Lebensdauer. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie bringt aber ebenso Hindernisse mit sich, z.B. bergbaurechtliche und wasserwirtschaftliche Aspekte, Regelungen des Lagerstättengesetzes, Standortabhängigkeit, Erschließung teuer und Auskühlung des Erdreichs möglich.

Grundsätzlich werden drei verschiedene Arten der „Gewinnung“ der Erdwärme unterschieden, dargestellt in nachfolgender Abbildung 35: Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren) und Grundwasserbrunnen.

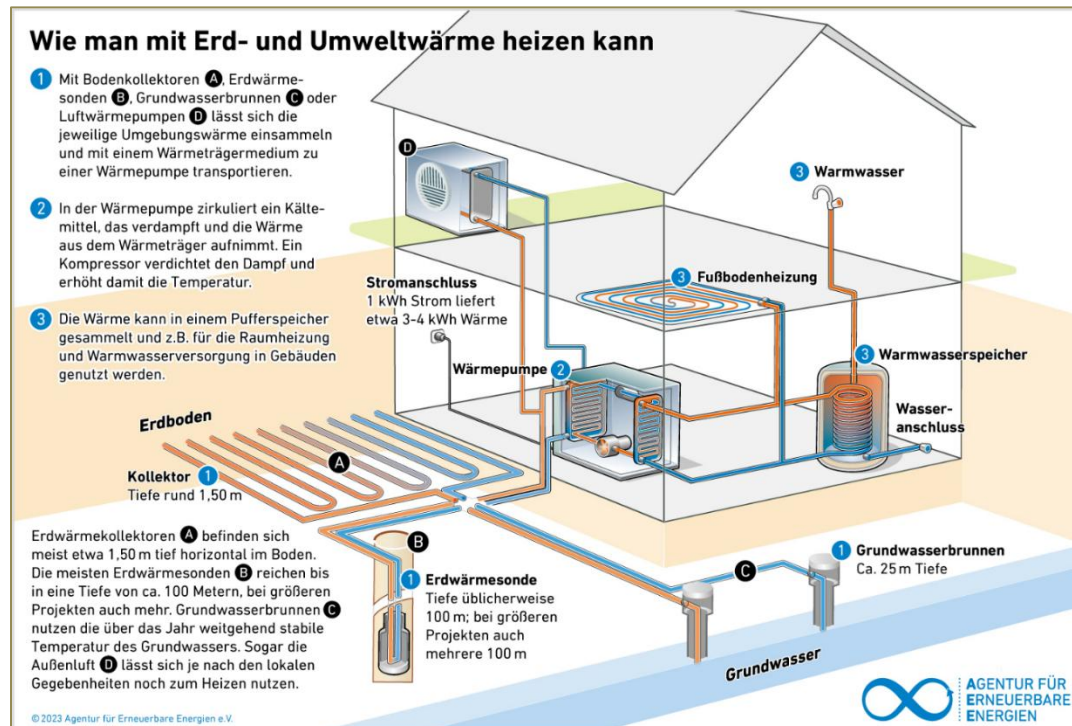


Abbildung 35: Erdwärme als Wärmequelle zur Gebäudeheizung; Quelle: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/78361.AEE_Oberflaechennahe_Geothermie_Maerz23.jpg

2.6.1.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden als senkrechte Bohrungen niedergebracht, in die Rohre eingelassen und durch eine Art Zement fest eingebaut. Die Rohre sind mit einer Wärmeträgerflüssigkeit, normalerweise Wasser mit einem speziellen Frostschutzmittel, gefüllt, die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Oberfläche zur Wärmepumpe transportiert. Ein bis zwei Bohrungen reichen für die Beheizung eines Einfamilienhauses aus. Auch komplette Wohngebiete lassen sich auf diese Weise versorgen. Bei der Installation mehrerer Erdwärmesonden mit dem beschriebenen Abstand ist zu berücksichtigen, dass thermische Wechselwirkungen zwischen den Sonden auftreten können, welche die Entzugsleistung der einzelnen Sonden mindern. Infolgedessen steigt die Gesamtentzugsleistung nicht proportional mit der Anzahl der installierten Sonden.

Laut Angaben der VDI ergibt sich bei der Installation von drei Sonden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/mK beispielsweise eine Gesamtentzugsleistung von etwa 8 kW. Die VDI-Richtlinie 4640 stellt für kleinere Anlagen mit Heizleistungen bis zu 30 kW Tabellen zur Verfügung, welche die Entzugsleistung abhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds und der Anzahl der am Standort installierten, Erdwärmesonden enthalten.

Es wird angenommen, dass die Sonden in einem Abstand von 6 m zueinander in den Untergrund eingelassen werden und die minimale Temperatur des Wärmeträgermediums bei Austritt aus der Wärmepumpe $\geq 0\text{ °C}$ beträgt. Für den Betrieb einer Sole-Sole Wärmepumpe mit 1800 Jahresvollaststunden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs von 1,5 W/mK kann demnach eine Sonde am Standort etwa 3 kW Heizlast bereitstellen. Ein Einfamilienhaus mit 150 m² Wohnfläche aus dem Baujahr 1980–1995 weist typischerweise eine Heizlast von 10 bis 20 kW auf. Um diese Leistung vollständig zu decken, wäre in diesem Fall und für diesen Standort eine größere Anzahl an Erdwärmesonden erforderlich. Die genaue Leistung und Anzahl an Sonden für den speziellen Anwendungsfall muss allerdings durch Testbohrungen noch genau bestimmt und an die Rahmenbedingungen angepasst werden.

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

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

2.6.1.2 Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren)

Erdwärmekollektoren werden in horizontalen Schlangenlinien in Tiefen von 80 bis 160 Zentimetern verlegt.

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

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

2.6.1.3 Grundwasserbrunnen

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

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

Grundwasserwärmepumpen lassen sich daher gewöhnlich erst ab einer Mindestgröße (ca. 35 kW Wärmebedarf) wirtschaftlich sinnvoll errichten.

Dann sind sie jedoch durch die hohen Wärmeleistungen pro Brunnenbohrung sehr günstig. Bei größeren Gebäuden sind Grundwasserwärmepumpen daher eine interessante Alternative. Steht genügend Grundwasser zur Verfügung können Grundwasserbrunnenanlagen in Verbindung mit Wärmepumpen auch zur Versorgung ganzer Wohngebiete eingesetzt werden. Statt des Grundwassers können in ähnlicher Form auch Oberflächengewässer genutzt werden.

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

2.6.2 Tiefe und Mitteltiefe Geothermie

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung der Erdwärme, die aus Bohrtiefen von typischerweise mehr als 400 Metern gewonnen wird, wobei einige Definitionen Tiefen von 500 Metern oder sogar 1000 Metern ansetzen.¹ In diesen Tiefen sind die Temperaturen deutlich höher als in oberflächennahen Schichten. Die Unterscheidung ist von entscheidender Bedeutung, da die tiefe Geothermie direkt hohe Temperaturen für Fernwärme und industrielle Prozesse sowie zur Stromerzeugung liefern kann, während oberflächennahe Systeme hauptsächlich für Anwendungen mit niedrigeren Temperaturen konzipiert sind. In der Erdkruste steigt die Temperatur durchschnittlich um etwa 3 bis 5 °C pro 100 Meter Tiefe an, was eine konstante Wärmezufuhr gewährleistet.

Bei der geothermischen Erschließung zählen aufsteigende sulfathaltige Wässer zu den Risiken, da sie erhöhte Anforderungen an Wärmetauscherflächen verursachen und den Einsatz von sulfatresistentem Beton erfordern.

Kennwerte	
Typische Tiefen	400 – 5.000 m
Platzbedarf	Relativ geringer oberirdischer Platzbedarf: ca. 2.000 – 5.000 m ² für eine Dublette
Material	Bohrtechnik: Spezialbohrgestänge, Bohrspülung, Zementierung Rohrleitungen: korrosionsbeständige Materialien Wärmetauscher & Pumpen: für hohe Temperaturen und mineralhaltiges Wasser ausgelegt
Baulicher Aufwand	Tiefenbohrung technisch anspruchsvoll, mehrere Wochen bis Monate Bohrzeit pro Bohrung, Genehmigungsverfahren und geologische Vorerkundung erforderlich
Investitionskosten	hängt stark von Standort, Bohrtiefe, geologischen Bedingungen und Systemauslegung ab; für Mittlere Anlagen etwa 1.500-3.000 €/kW Heizleistung

2.6.3 Potential vor Ort: Oberflächennahe Geothermie

Das integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm 2023 enthält eine Abschätzung der Potential Oberflächennahe Geothermie. In Heusenstamm beträgt die Nutzung der oberflächennahen Geothermie rund 861 MWh/Jahr. Die hydrogeologischen Bedingungen variieren: Während die Kernstadt günstige Voraussetzungen bietet, sind diese in Rembrücken ungünstig (Abbildung 36). Die Nutzung ist vor allem in dünn besiedelten Gebieten mit geringer Wärmedichte sinnvoll. In durch Fernwärme versorgten Bereichen sowie im Geltungsbereich der Gestaltungssatzung ist sie ausgeschlossen. Aufgrund der dichten Bebauung ist das zusätzliche nutzbare Potenzial in der Kernstadt gering und wird auf maximal 24 MWh/Jahr geschätzt (bei 10 kW Leistung pro Erdwärmesondenanlage und ca. 2.200 Vollbenutzungsstunden).

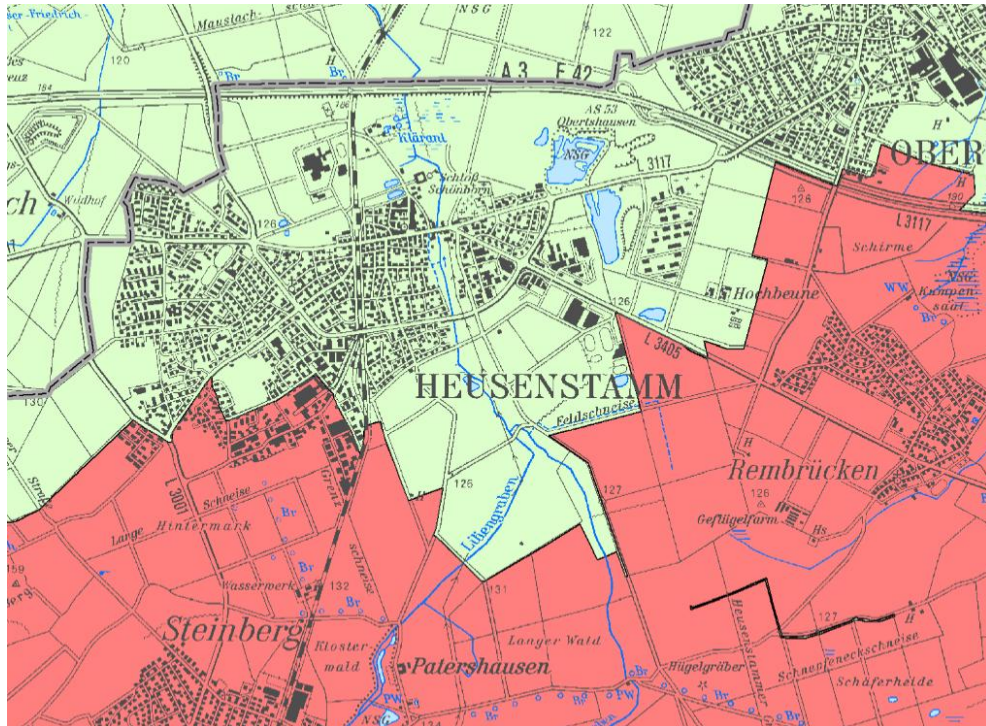


Abbildung 36: Analyse der Fläche für Erdwärmesonden. In Grün: Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig. In Rot: Wasserwirtschaftlich unzulässig. Quelle: HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Hydrologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen - Kreis Offenbach (2016).

Im Gemeindegebiet der Stadt Heusenstamm sind verschiedene geothermische Potenziale zu erwarten, die in der Potenzialkarte Geothermie aufgeführt sind (siehe Abbildung 37). Gebiete in ehemaligen Bergbauarealen wurden ausgeschlossen. Ebenso wurden Flächen in naturschutzrechtlich geschützten Bereichen, Überschwemmungsgebieten, Wäldern, Gewässern sowie überbauten Arealen nicht in die Potenzialermittlung einbezogen.

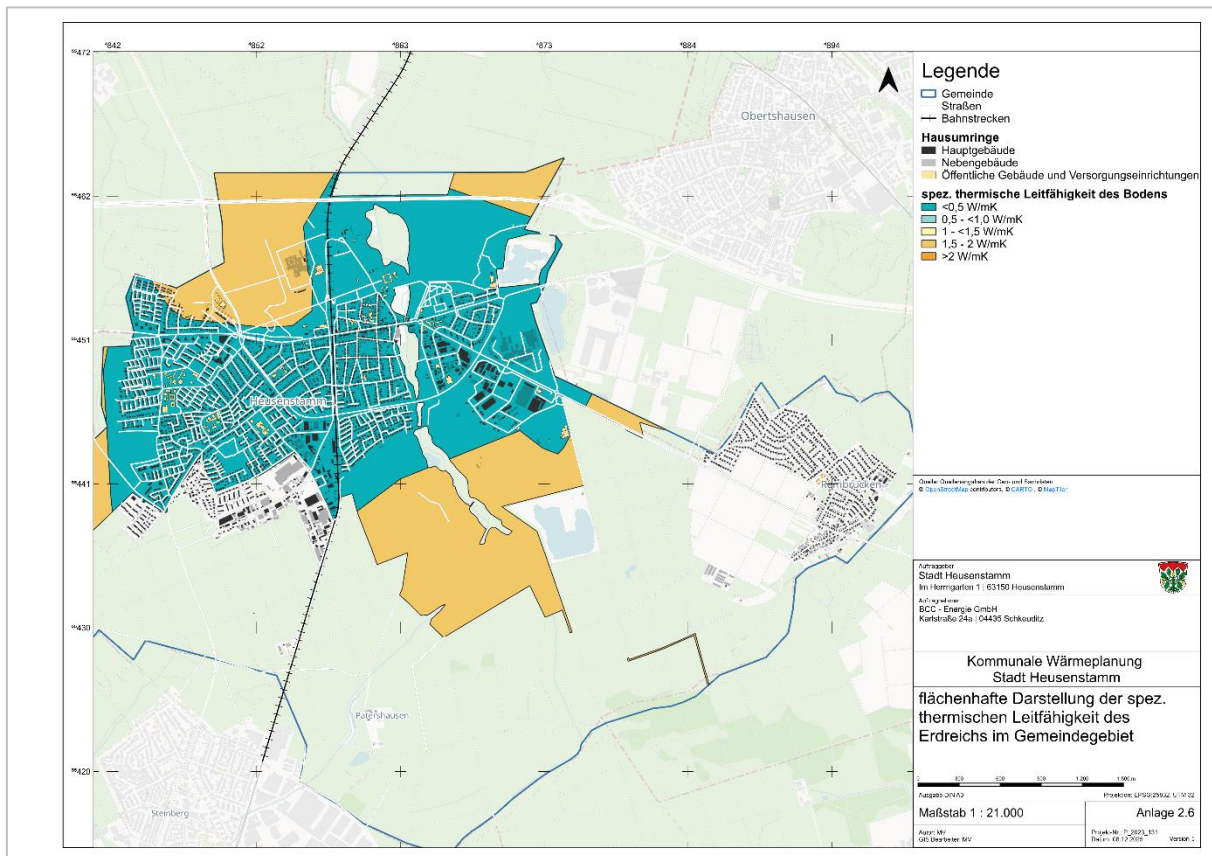


Abbildung 37: Karte der geothermischen Potenziale der Stadt Heusenstamm

Die angegebene thermische Leitfähigkeit gibt dabei eine Leistung je Meter Sonde im Erdreich an, bei einer Temperaturänderung um 1 K. Praktisch angewendet heißt das, dass eine 100 m lange Sonde bei einem Erdreich mit der spezifischen Entzugsleistung von 1 W/mK bei einer Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmetauschermedium und dem Erdreich von 5 K eine Wärmeleistung von 500 W erbringen würde. Dementsprechend sind Gebiete mit einer höheren spezifischen Entzugsleistung besser geeignet für die Nutzung oberflächennaher Geothermie.

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

Am Standort kann ein System aus Sole-Sole-Wärmepumpe und Erdsonde bei 1800 Jahresvolllaststunden sowie einer spezifischen Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs von 1,5 W/mK eine Heizlast von etwa 3 kW bereitstellen, unter der Prämisse, dass die Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 4 arbeitet.

Ein Einfamilienhaus mit 150 m² Wohnfläche aus dem Baujahr 1980–1995 weist typischerweise eine Heizlast von 10 bis 20 kW auf. Um diese Leistung vollständig zu decken, wäre in diesem Fall und für diesen Standort eine größere Anzahl an Erdwärmesonden erforderlich.

Bei der Installation mehrerer Erdwärmesonden mit dem beschriebenen Abstand ist zu berücksichtigen, dass thermische Wechselwirkungen zwischen den Sonden auftreten können, welche die Entzugsleistung der einzelnen Sonden mindern. Infolgedessen steigt die Gesamtentzugsleistung nicht proportional mit der Anzahl der installierten Sonden. Laut Angaben der VDI ergibt sich bei der Installation von drei Sonden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/mK beispielsweise eine Gesamtentzugsleistung von etwa 8 kW.

Die genaue Leistung und Anzahl an Sonden für den speziellen Anwendungsfall muss allerdings durch Testbohrungen noch genau bestimmt und an die Rahmenbedingungen angepasst werden. Die hier aufgeführten Werte sind allerdings als eine erste Indikation nutzbar.

2.6.4 Potential vor Ort: Tiefe Geothermie

Basiert auf den integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm 2023 ist die Nutzung der Tiefengeothermie in Heusenstamm nicht möglich.

2.7 Solarthermie und Photovoltaik

Die Potentiale Solarthermie und Photovoltaik wurden in zwei Kategorien analysiert: Dachfläche, Freiflächen und Parkplätze.

2.7.1 Dachfläche

Im Heusenstamm wurde das Potenzial für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen in dem integrierten Klimaschutzkonzept 2023 abgeschätzt. Aufgrund der Grundlage eines Dachflächenskatasters gelten rund 250.000 m² Dachfläche > 100 m² als geeignet, wobei 35 % für Solarthermie und 65 % für Photovoltaik angenommen wurden. Daraus ergibt sich ein jährliches Potenzial von etwa 12.500 MWh inklusive 4.500 MWh für Solarthermie und 8.100 MWh für Photovoltaik (Stand 2015). Davon wurden im Jahr 2015 rund 7.200 m² genutzt (Solarthermie: 2.331 m² und Photovoltaik: 4.850 m²).

Die Nutzung von Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung beträgt jährlich etwa 3.000 MWh, das sind rund 2 % des Wärmebedarfs. Die installierte Leistung der Photovoltaikanlagen betrug im Jahr 2021 in Heusenstamm 2515,21 kWp. Pro kWp werden jährlich ca. 1000 kWh Strom erzeugt. Das Solarkataster Hessen ist eine Online-Karte, die das Potenzial für jedes Gebäude und jede Fläche detailliert aufzeigt, z.B. für den Campus Heusenstamm (siehe Abbildung 38).

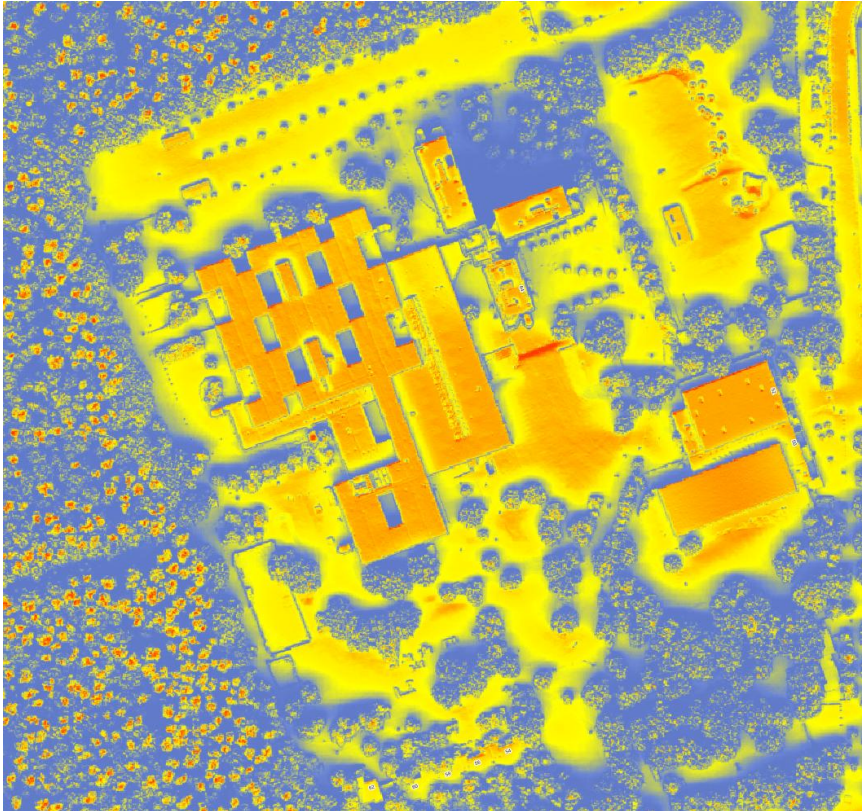


Abbildung 38: Screenshot des Solar-Kataster Hessen für das Campus Heusenstamm

2.7.2 Freifläche

Der Solarkataster Hessen ist eine gute Quelle, um gezielte Freiflächen mit hohem Potenzial für Photovoltaik oder Solarthermie zu identifizieren. Einige Flächen in Heusenstamm sind aufgrund von Hochwasser (entlang der Bieber), Gewässerschutz I+II und Naturschutz für PV und Solarthermie auf Freiflächen nicht geeignet (in Rot auf der Abbildung 39). Die blau markierten Zonen sind in der Mehrheit Landschaftschutzgebiete und Wasserschutzgebiete III und sind dementsprechend nicht ohne weiteres nutzbar. Es existiert bei der Stadt Heusenstamm kein gesondertes Freiflächenkonzept für Solaranlagen. Dies ist eine bewusste Entscheidung, da Heusenstamm den Schwerpunkt solcher Anlagen auf den Dächern sieht. Aufgrund der Lage der Stadt (umgeben von Wald) verfügt sie über wenige Freiflächen, welche dafür aber intensiv für die Naherholung genutzt werden.

Diese Freiflächen dienen der landwirtschaftlichen Nutzung oder sind geschützte Bereiche, wie z.B. Sandmagerrasen und eine Düne. Eine Ausweisung von Flächen für Solaranlagen ist dementsprechend nicht vorgesehen und wird in diesem Konzept auch nicht vorgenommen.

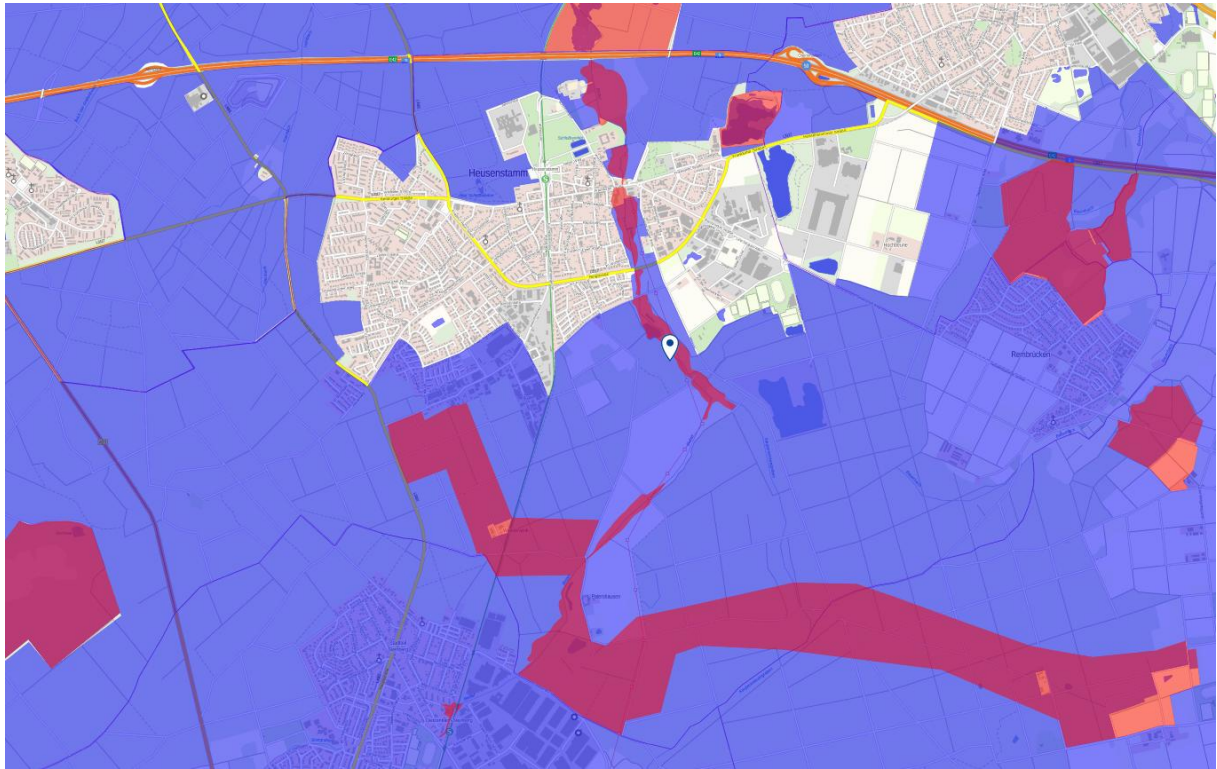


Abbildung 39: Screenshot des Solar-Katasters Hessen für Heusenstamm. In Rot: PV in der Regel nicht zulässig. In Blau: PV-Zulässigkeit zu prüfen

2.7.3 Parkplatzflächen

Weitere für Solarnutzung prädestinierte Flächen sind Parkplätze. Da diese schon versiegelt sind, lohnt es sich, deren Nutzungsgrad zu maximieren. Außerdem führt die Überdachung solcher Flächen, die im Sommer zu Hitze Hot-Spots werden, zu positiven Effekten in Hinblick auf der Lebensqualität in den Siedlungsbereichen. Für diese Berechnung wurden alle Parkplatzflächen mit einer Fläche größer als 1.000 m² ermittelt. Diese Flächen sind in Abbildung 40 dargestellt.

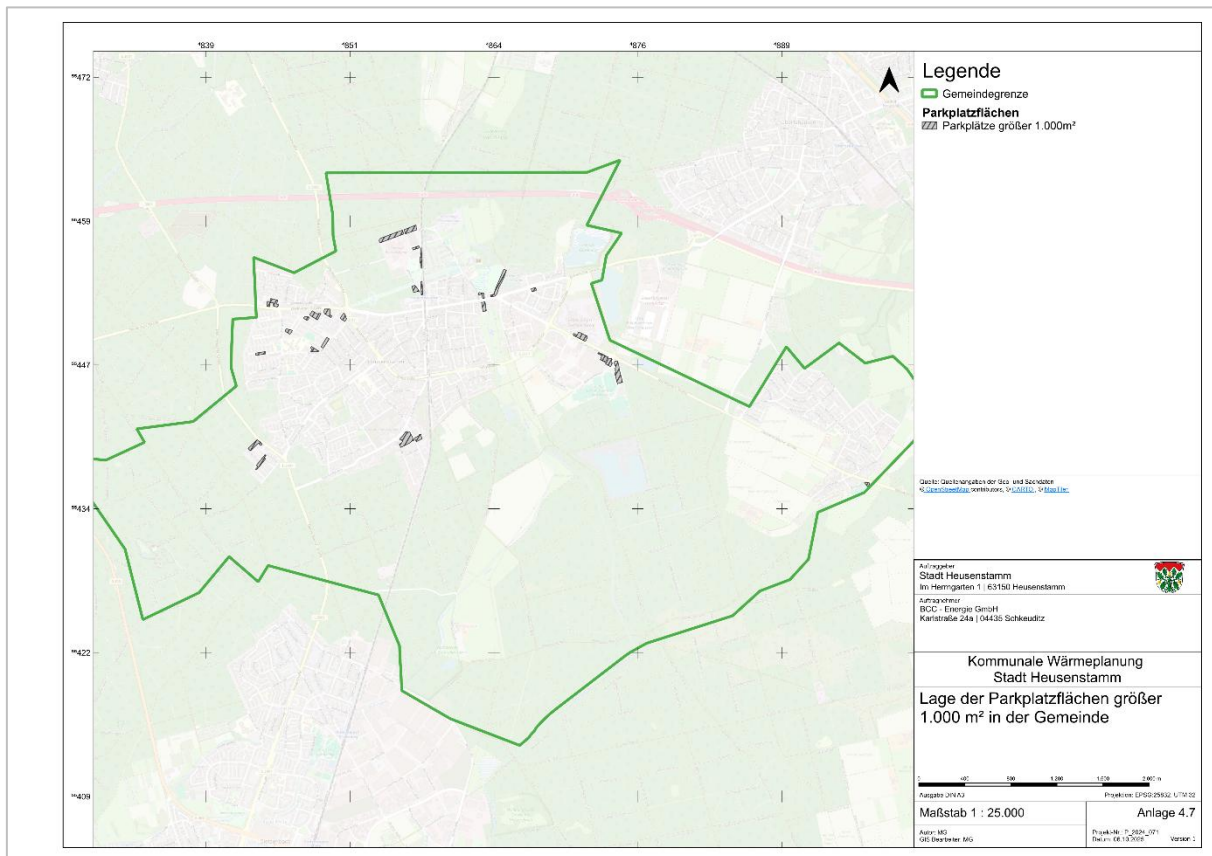


Abbildung 40: Parkplatzflächen mit einer Größe von $> 1.000 \text{ m}^2$ in der Gemeinde Heusenstamm

Für diese Flächen wurden die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie berechnet. Die Ergebnisse für das Solarthermie-Potenzial können Tabelle 14 entnommen werden.

Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Dachflächen geneigt ($10\text{-}30^\circ$)
- Ausrichtung West/Ost
- Abzug von 30% für verschattete Flächen, Denkmalschutzgebiete, Sichtbehinderung, etc.
- Verhältnis von Dachfläche zu Parkplatzfläche bei $> 1.000 \text{ m}^2$: 0,475

Für Solarthermie:

- spezifischer Ertrag (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten und solarem Nutzungsgrad von 40%): $350 \text{ kWh/ m}^2\cdot\text{a}$

Für Photovoltaik:

- spezifischer Ertrag (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten von 14%): $190 \text{ kWh/ m}^2\cdot\text{a}$

Tabelle 14: Technisches Potenzial für Solarthermie und Photovoltaik auf dem gesamten Flächenpotenzial von Parkplätzen größer als 1.000 m² in Heusenstamm

TECHNOLOGIE	GESAMTE PARKPLATZFLÄCHE FÜR PARKPLÄTZE > 1.000 m²	ÜBERDACHBARE PARKPLATZFLÄCHE	ERTRAG IN MWh/a
Solarthermie	136.801 m²	45.486 m²	15.900
Photovoltaik			8.650

Die Parkplatzpotenziale in Heusenstamm sind im Verhältnis zum heutigen Verbrauch beachtlich: Solarthermie könnte bilanziell rund 15.9 GWh/a liefern (etwa 12 % des Gasverbrauchs) und entspricht bereits ca. dem 1.7-Fachen der aktuellen Fernwärmemenge. Wird die PV-Erzeugung zur Versorgung von Wärmepumpen genutzt (z. B. Jahresarbeitszahl ≈ 3), ließen sich bilanziell aus 8.65 GWh Strom etwa 25.95 GWh Wärme bereitstellen — knapp 20 % des Gasverbrauchs und rund 2.7-mal die Fernwärme (vgl. Tabelle 14)

2.8 Wind

Basierend auf dem integrierten Klimaschutzkonzept 2023 der Stadt Heusenstamm ist die Nutzung von Windenergieanlagen zur Stromerzeugung im Stadtgebiet nicht möglich. In dem Sachlichen Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) 2019 und dem Wind-Atlas Hessen sind keine Vorranggebiete für die Windenergienutzung innerhalb des Gemeindegebietes gelistet.

3 Entwicklung von Verbrauchs- und Versorgungsszenarien - Zielszenario

Das **Zielszenario** beschreibt die Entwicklung des Wärmebedarfs und der Wärmeversorgungssysteme in Heusenstamm in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Nach den Vorgaben des Bundes muss spätestens im Jahr 2045 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden.

Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu anderen erneuerbaren Versorgungslösungen folgende Eigenschaften aufweisen:

- niedrige Wärmegestehungskosten: Die Wärmegestehungskosten umfassen dabei sowohl Investitionskosten einschließlich Infrastrukturausbaukosten als auch Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer der Anlage.
- geringe Realisierungsrisiken: Die Risiken sind durch rechtlich klare Genehmigungsverfahren, bewährte Technologien und unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten minimal.
- hohe Versorgungssicherheit: Die Versorgungssicherheit wird durch zuverlässige Anlagen, widerstandsfähige Systeme gegenüber Störungen, Notfallplanung, regelmäßige Wartung und einfache Betriebsprozesse gewährleistet.
- bis zum Zieljahr wenig ausgestoßene Treibhausgase: Durch eine hohe Effizienz der unterschiedlichen erneuerbaren Wärmeversorgungsarten werden die Treibhausgasemissionen schrittweise reduziert.

Neben den Wärmeversorgungsarten wird die Verringerung des Energiebedarfs durch die energetische Sanierung der Bestandsgebäude mitgedacht.

3.1 Definition von Eignungsgebieten

Der Zweck der Definition von Eignungsgebieten ist es, einen gesamtkommunalen Rahmen für technisch geeignete Lösungen zur zukünftigen Wärmeversorgung zu schaffen. Dies führt zu Gebieten mit verschiedenen Wärmeversorgungsmöglichkeiten und Ausschlusskarten, an denen sich Gebäudeeigentümer und Stadtplaner orientieren können. Diese Karten dienen als Grundlage für Quartiersarbeit, Bebauungspläne und Flächensicherung.

Die Festlegung von Eignungsgebieten ermöglicht räumlich differenzierte regulatorische oder förderpolitische Maßnahmen, wie z.B. eine sanierungsbezogene Förderung nach Eignungsgebiet oder spezialisierte Beratung zu technischen Lösungen. Die Kommune kann so herausfordernde Versorgungsgebiete identifizieren und frühzeitig mit den Bewohnerinnen und Bewohnern integrierte Lösungen entwickeln, um Klimaneutralität zu erreichen.

Ein Eignungsgebiet ist ein Bereich mit ähnlichen Eigenschaften für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Heusenstamm. Es berücksichtigt Wärmebedarf, Gebäudestrukturen, bestehende Versorgung und lokale Potenziale für Wärmequellen. Die optimale Technologie kann sich je nach Baublock, mitunter sogar je Gebäude unterscheiden. In Wärmenetzgebieten wird die Mehrzahl der Gebäude am effizientesten durch ein Wärmenetz versorgt, während einzelne Gebäude, z.B. mit geringem Wärmebedarf oder in einem Gebiet ohne signifikante Wärmequellen, besser mit einer Wärmepumpe bedient werden. Eignungsgebiete geben also eine Präferenz für den Großteil der Gebäude, sind aber keine festen Vorgaben.

Unter anderem in gemeinsamen Akteurgesprächen wurde definiert, in welchem Umfang, an welchen Stellen und in welcher Weise die bestehende Wärmeversorgungsstruktur im Verlaufe der Zeitachse (in 5-Jahres-Schritten) geändert werden kann, um zum Zielszenario zu gelangen.

3.1.1 Wärmenetzgebiete

Besonders geeignete Wärmeversorgungsarten zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Vergleich zu anderen möglichen Wärmeversorgungsarten niedrige Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit sowie niedrige kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweisen. Dabei umfassen die Wärmegestehungskosten sowohl die Investitionskosten inklusive der Infrastrukturausbaukosten als auch die Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer.

Zusätzlich gehen in die Einbeziehung auch noch technische Faktoren, wie das Vorhandensein bestehender Netze und besonders gut erschließbare oder große Potenziale für Wärmequellen mit in die Betrachtung ein.

Aufgrund individueller Entscheidungen der Gebäudeeigentümer sowie durch Einschränkungen wie begrenzte Erzeugungskapazitäten oder hydraulische Begrenzungen der Fernwärme, wird wahrscheinlich nicht jedes Gebäude in diesen Gebieten an die Fernwärme angeschlossen werden. Für die technische Betrachtung des Gebiets wurde trotzdem zunächst von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen, um die maximalen technischen Parameter zu erhalten, welche besonders in Bezug auf die verfügbare Wärmemenge der Wärmequellen von Bedeutung ist.

Auch in Wärmenetzeignungsgebieten ist eine energetische Sanierung der Gebäude sinnvoll, um den Wärmebedarf zu reduzieren, die Fernwärme mit verfügbaren Ressourcen zu dekarbonisieren und die mögliche Anschlussquote in einzelnen Gebieten zu erhöhen.

Da die begrenzten Sanierungskapazitäten (insbesondere Personal) dringend in dezentral zu versorgenden Gebieten benötigt werden, wo die Sanierung teilweise erforderlich ist, um auf ein klimaneutrales Heizsystem umzustellen, können die Sanierungsrate und -tiefe im Wärmenetzeignungsgebiet weniger ambitioniert sein bzw. ist in diesem Fall nicht weiter berücksichtigt worden.

3.1.2 Erläuterung der Prüfgebiet-Typen

Prüfgebiet 1: Gasnetz / dezentrale Versorgung

In diesem Gebiet besteht die Möglichkeit zur Weiternutzung des bestehenden Gasnetzes mit der Speisung von grünem Methan oder einer nachhaltigen Alternative zu Erdgas. Da das Netz schon vorhanden ist, sind die Investitionskosten geringer und die Umsetzung technisch leichter realisierbar. Abhängig vom jetzigen Heizungsalter kann ein zeitnahe Tausch auf eine dezentrale, EE-betriebene Heizanlage sinnvoll sein (günstige Fördermittelbedingungen).

Prüfgebiet 2: Erweiterung / Neubau eines Wärmenetzes

Im Prüfgebiet für Wärmenetze besteht die Möglichkeit zur Erweiterung des Wärmenetzes bzw. der Prüfung der Machbarkeit solcher. Die heutige Infrastruktur sowie die heutige Wärmebedarfsdichte lassen aufgrund der geringen Wirtschaftlichkeit keine eindeutige Empfehlung für ein Wärmenetz zu. Die Erweiterung ist jedoch grundsätzlich möglich und wird in der Fortschreibung erneut untersucht.

Prüfgebiet 3: Wasserstoffnetz

Das Prüfgebiet eignet sich aufgrund seiner Infrastruktur für ein Wasserstoffnetz. Das vorhandene Erdgasnetz in diesem Gebiet hat das Potenzial für die Versorgung mit grünem Wasserstoff umstrukturiert zu werden. Die Gebäude dieser Kategorie weisen besondere Anforderungen auf und bilden somit ein eigenes Gebiet. Konkrete Versorgungsarten werden nicht ausgewiesen, da dafür genaue Informationen zu Energiebedarf, Lastverlauf und eventuellen Wärmequellen notwendig sind. Der Wärmeplan trifft dennoch Aussagen über mögliche Wärmeversorgungsarten anhand von vereinfachten Annahmen zum Raumwärmebedarf. Aufgrund bestehender Gasinfrastruktur stellt das Gebiet, zusätzlich zur Wasserstoffnutzung und -nachfrage in den umliegenden Industriearealen, ein Untersuchungsfeld für ein Wasserstoffnetz dar. Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich weiterführende Untersuchungen entwickeln und vertiefen.

Derzeit wird die Anwendung für Wasserstoff fast ausschließlich im Industriesektor als wirtschaftlich angesehen.

Im Wohngebäudesektor gelten die Technologien zwar als marktreif, jedoch sind diese durch mangelnde lokale Erzeugungstechnologien und den damit verbunden hohen Beschaffungskosten unwirtschaftlich. Gegenwärtig werden regionale Pilotprojekte zur lokalen Erzeugung von grünem Wasserstoff aus überschüssigem Strom erprobt und zukünftig soll Wasserstoff europaweit mit dem European Hydrogen Backbone kostengünstig transportiert werden. Zum jetzigen Zeitpunkt wird die Wärmeversorgung über ein Wasserstoffnetz jedoch noch als unwahrscheinlich eingestuft. In der Fortschreibung wird die künftige Entwicklung von Wasserstoff beachtet und das Gebiet gegebenenfalls neu ausgewiesen.

Im Fall dieser Wärmeplanung wurde daher auf die Ausweisung von Wasserstoffnetzgebieten verzichtet.

3.1.3 Dezentrale Versorgungsgebiete

Diese Gebiete eignen sich ausschließlich für eine dezentrale Wärmeversorgung. Die Wärmeliniendichte ist zu gering, um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu betreiben und die Potenziale zur Wärmeerzeugung sind zwar vorhanden, können jedoch nicht in einer zentralen Versorgungsform genutzt werden. Die Entscheidung der Wärmeversorgung ist somit für jedes Gebäude individuell zu treffen. Die vorliegende Wärmeplanung gibt eine Übersicht, welche EE-Potenziale in den einzelnen Gebieten nutzbar sind, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung nach GEG bis 2044 zu gewährleisten. Der Wärmeplan ist für diese Gebiete eine Entscheidungshilfe, welche Potenziale für die Einzelfallentscheidung am ehesten in Frage kommen. Die Entscheidung der Wärmeversorgung ist für jedes Gebäude individuell zu treffen und hängt neben der Bautypologie und Bausubstanz des einzelnen Gebäudes in hohem Maß vom Sanierungsstand und den lokalen Möglichkeiten auf dem zugehörigen Grundstück ab.

Die **solarbasierte Wärme- oder Stromerzeugung** ist grundsätzlich in allen Teilgebieten möglich und geeignet. Individuell ist zu prüfen, ob die Dachausrichtung, Dachneigung und Statik eine Dachanlage (PV, Thermie oder kombiniert) zulassen. Zur Ermittlung des individuellen Solarertrags bietet sich die Plattform EO Solar vom deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (<https://eosolar.dlr.de/#/home>) an, auf der das PV-Potenzial der einzelnen Dächer abgerufen werden kann.

Luftwärmepumpen sind auch in allen Teilgebieten möglich. Bei der Planung einer Luftwärmepumpe ist der Sanierungsstand des Gebäudes und eine mögliche Geräuscentwicklung im Betrieb zu berücksichtigen.

Auch die Nutzung des Untergrunds (**Geothermie**) ist als Wärmequelle zu empfehlen. Neben der oberflächennahen Nutzung sind im Gemeindegebiet Aquifere vorhanden, die sich für eine tiefe/mitteltiefe geothermische Erschließung eignen.

3.2 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfes und der Nutzung erneuerbarer Energien im Verwaltungsgebiet - Erstellung von Zielszenarien

Im Rahmen des Wärmeplans ist die Zielsetzung für die Treibhausgasemissionen des Wärmesektors die Treibhausgasneutralität bis 2045. Dabei haben diverse Faktoren einen Einfluss auf diesen Absenkpfad, die in unterschiedlichem Maße im Lenkungsbereich der Kommune liegen. Im Fokus der Planungen und Szenarien stehen dementsprechend Maßnahmen, welche die Gemeinde aktiv beeinflussen oder durch die Schaffung von leitplanerischen Rahmenbedingungen lenken kann.

In Abbildung 41 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen von dem Ist-Stand im Zeitraum der Erstellung dieses Wärmeplans bis ins Jahr 2045 dargestellt. Dabei sind hier die Reduktionen aus den in den nächsten Abschnitten beschriebenen Maßnahmen mit aufgeführt. Diese setzen sich aus den Wärmenetzaus- und neubaugebieten (Szenarien), sowie den Gebieten mit erhöhtem Sanierungsbedarf und den Gebieten mit dezentraler Versorgung zusammen. Es wurde generell für die Kommune eine Minderung des Energieverbrauchs um 1 % pro Jahr angenommen. Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich dadurch um etwa 90,6 % im Vergleich zum Ausgangsjahr. Dabei entfallen die verbleibenden THG-Emissionen auf die Energieträger Biogas und Holz, welche laut den zugrundeliegenden Berechnungsdaten einen Emissionsfaktor aufweisen, aber grundsätzlich treibhausgasneutral sind. Sprich sie stoßen bei ihrer Verbrennung genauso viel CO₂ aus, wie sie bei ihrer „Entstehung“ aus der Atmosphäre binden.

Neben den bereits genannten Reduktionskategorien sind ebenso weitere Faktoren mit in den Zielpfad einzuberechnen. Die genauen Emissionssenkungen dieser sind nicht genau bezifferbar, sie sollen allerdings trotzdem in diesem Abschnitt mit angesprochen werden. Die angesprochenen Faktoren sind vor allem diese, welche nur im passiven Einfluss der Kommune liegen.

Die Treibhausgasemissionen werden sich in Zukunft durch die Bevölkerungsentwicklung ändern, wobei in Hessen nach heutigem Stand mit einem leichten Bevölkerungsanstieg bis 2035, gefolgt von einem leichten Bevölkerungsrückgang bis 2050 zu rechnen ist. Das würde langfristig zu einem Rückgang des Energiebedarfs führen und damit auch zu einem Rückgang der

Emissionen. Die Prognosen für Heusenstamm zeigen, dass die Bevölkerungszahlen relativ konstant bleiben, beispielsweise durch Zuzug aus den umliegenden ländlichen Räumen.

Des Weiteren ist bereits jetzt eine Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors zu beobachten, was einen Treibhausgasausstoß zu erhöhtem Maße davon abhängig macht, welchen spezifischen Emissionsfaktor der Strommix in Deutschland hat. Durch den Zubau von erneuerbaren Energien verringert sich der Faktor und soll bis zum Jahr 2045 auf null abgesenkt werden. Dies hätte einen direkten Einfluss auf in der Gemeinde in Wärmenetzen oder auch dezentral betriebenen Wärmepumpen, da diese schlussendlich treibhausgasneutrale Wärme erzeugen.

Ein weiterer Faktor zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist eine Effizienzsteigerung neuer Anlagentechnik. Durch die ständig stattfindende Erneuerung in der Erzeugungstechnik findet demnach unabhängig vom Energieträger eine Primärenergiebedarfsverringering statt, welche eine Emissionsminderung zur Folge hätte.

Als letzter Punkt sei zu nennen, dass infolge des Klimawandels davon auszugehen ist, dass zukünftige Winter milder werden und Tage mit sehr niedrigen Temperaturen dadurch seltener werden. Dies hätte eine Verringerung des Energieverbrauchs und damit auch der Emissionen zur Folge.

Neben der Senkung der Emissionen findet im selben Zuge auch eine Änderung der Beheizungsstruktur im Verlauf des Zielpfads statt. Dabei verschiebt sich die Erzeugerstruktur vom Energieträger Gas hin zu Fernwärme und dezentraler Versorgung zum überwiegenden Teil über Wärmepumpen. Eine Darstellung dieser Entwicklung der Beheizungsarten ist ebenfalls in Abbildung 41 aufgezeigt (Balken).

Grundlage für die Berechnungen sind die Anzahl der angeschlossenen Gebäude an Wärmenetze in den Wärmenetzeignungsgebieten abhängig von dem Zieljahr, in dem eine mögliche Erschließung angesetzt ist. Hinzu kommt ein Ersatz von Heizöl und Kohle zur Wärmeversorgung durch dezentrale erneuerbare Anlagentechnik, wie Wärmepumpen. Dies passiert ebenso bei der Gasversorgung, allerdings stückweise in Abschnitten über die Jahre bis 2045. Damit wäre die Beheizungsstruktur im Jahr 2045 treibhausgasneutral.

Die Erhöhung des Anteils der Wärmepumpen an der Beheizung würde einen zusätzlicher Strombedarf im Vergleich zum aktuellen Stand nach sich ziehen. Bei den hier zugrunde gelegten Werten beläuft sich dies auf etwa 11,5 GWh/a (JAZ = 3).

Zur Einordnung: Die Ertragsprognose moderner Windenergieanlagen mit 6,0 MW Leistung (inkl. Sicherheitsabschlag, Verluste durch Abschaltung, etc.) liegt bei ca. 10 – 14 GWh/a. Bilanzuell würde eine WEA also den gesamten zusätzlichen Strombedarf decken, wenn das Stromnetz die notwendigen Kapazitäten bereitstellen kann.

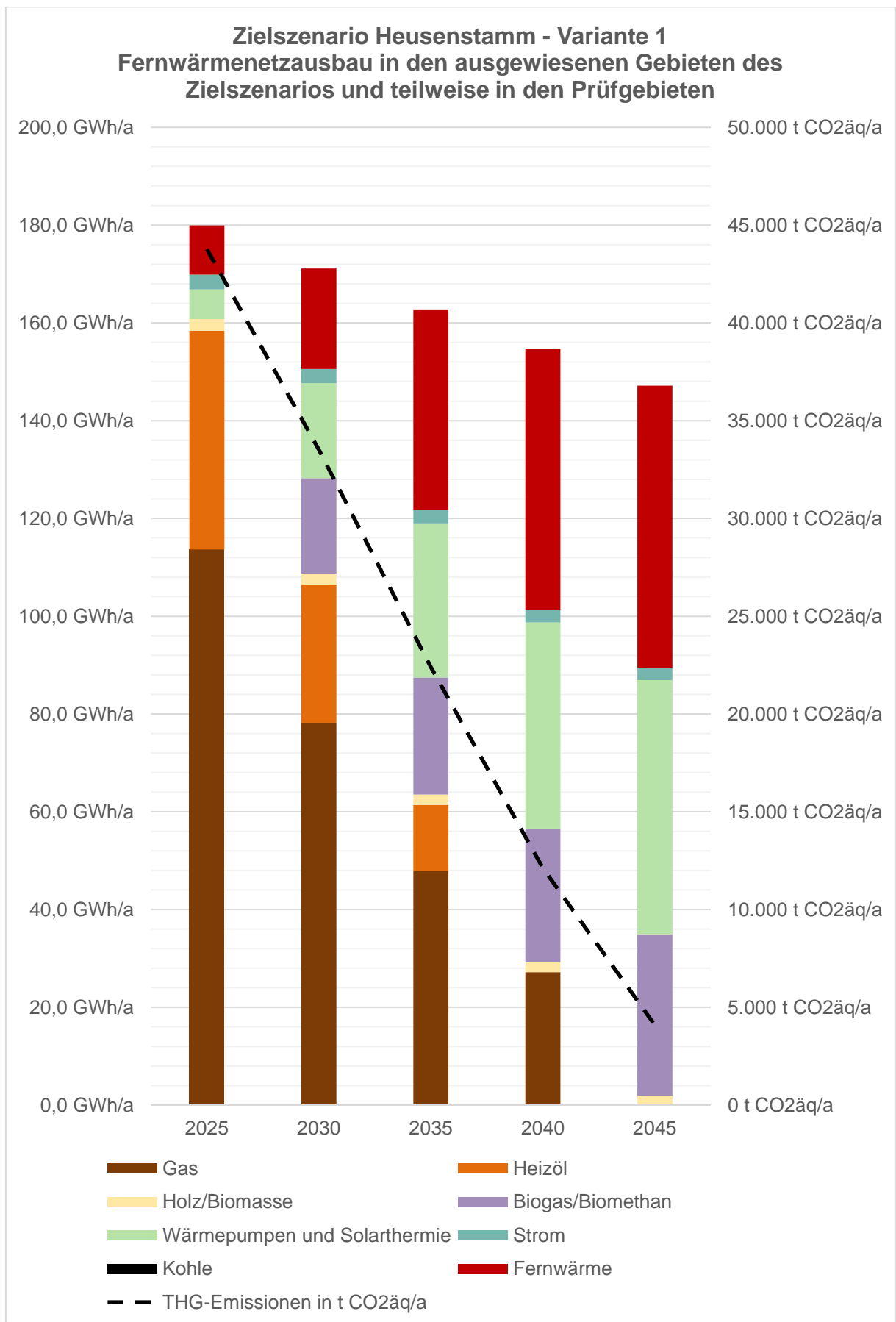


Abbildung 41: Entwicklung der Beheizungsstruktur und der Treibhausgasemissionen im Zielszenario

Die obenstehende Grafik zeigt die projizierte Entwicklung der vorherrschenden Technologien für die Wärmeversorgung. Im Jahr 2045 sind Fernwärme mit einem Anteil von etwa 39 Prozent und Wärmepumpen mit einem Anteil von etwa 35 Prozent aus Umweltwärme und Strom die vorherrschenden Beheizungsarten. Der Anteil der Gasversorgung mit Erdgas sinkt bis zum Jahr 2045 in diesem Szenario auf null ab. Eine Umstellung des Gasnetzes auf Biomethan wurde in diesem Zielszenario berücksichtigt. Dieses hat im Zieljahr 2045 einen Anteil von etwa 22 %.

In den Anteil der Fernwärme sind die Prüfgebiete hälftig mit einberechnet wurden. Da es in Heusenstamm aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und Diversität der Siedlungsstruktur, ein hohes Maß an zukünftigen dezentralen Versorgungsvarianten geben wird, ist die Aufstellung eines Zielszenarios mit großen Unsicherheiten verbunden. Im Folgenden sollen neben dem priorisierten Szenario noch eine weitere Möglichkeiten aufgeführt werden, die eine andere Prämissen zur Grundlage hat.

In der zweiten Version des Zielszenarios, abgebildet in Abbildung 42 ist ein möglicher Pfad skizziert. In diesem wird von einer vollständigen Errichtung von Wärmenetzen in den Prüfgebieten, sowie in den im westlichen Teil der Kernstadt Heusenstamm vorhandenen Prüfgebieten Gasnetz bzw. Gebieten dezentraler Versorgung ausgegangen. Dieser deutlich erhöhte Wärmebedarf wird in diesem Szenario durch die verstärkte Nutzung der Rechenzentrumsabwärme gedeckt.

Die THG-Emissionsreduktion beträgt dabei 92,2 % und der zusätzliche Strombedarf wäre etwa 7,44 GWh/a.

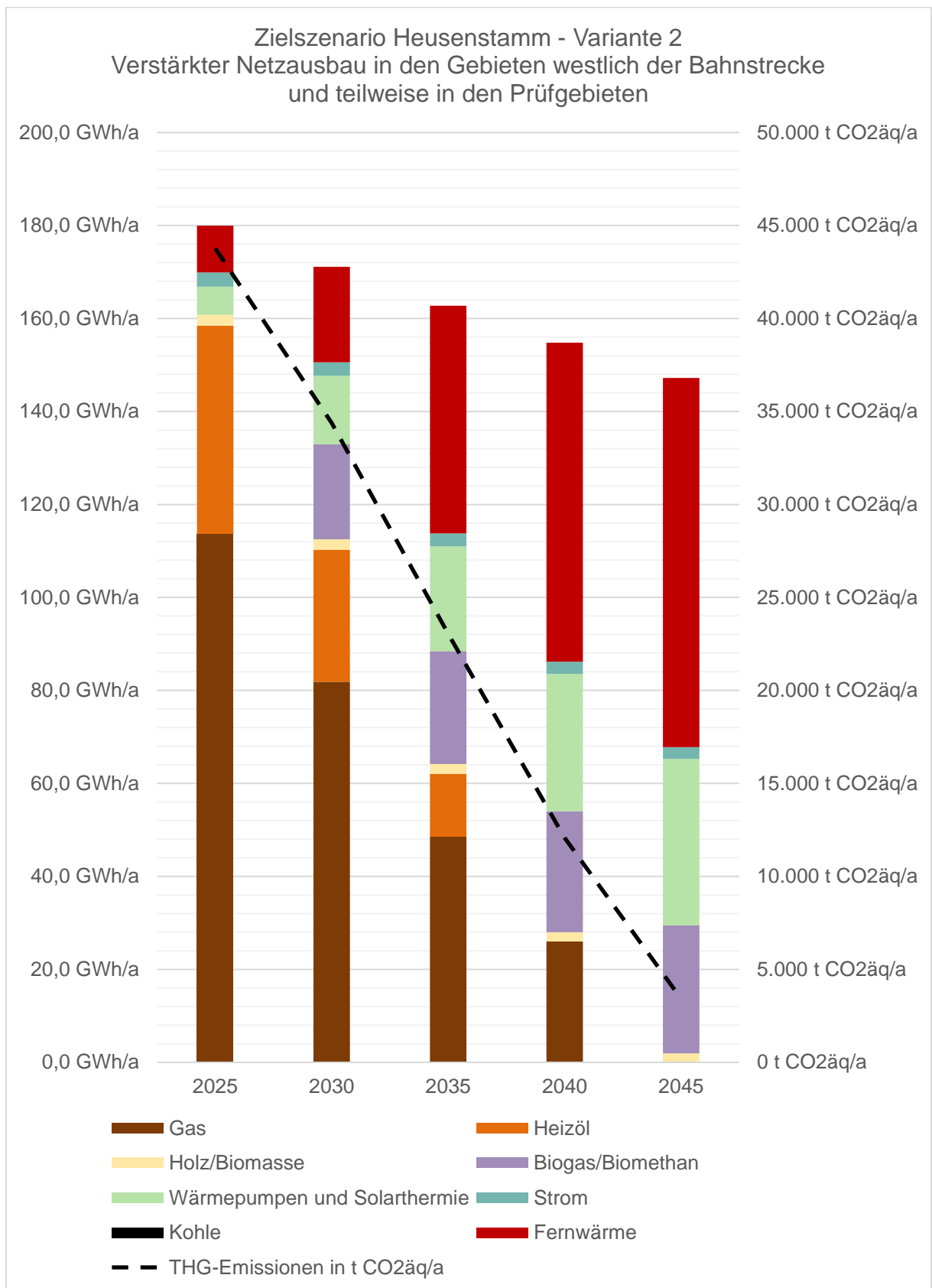


Abbildung 42: Entwicklung der Beheizungsstruktur und der Treibhausgasemissionen in Variante 2 des Zielszenarios

3.3 Definition von Fokusgebieten (Wärmeplanungs-Vorranggebiete)

Es wurden in Vorgesprächen mit der Stadt Fokusgebiete festgelegt. Diese wurden einerseits aufgrund bereits bestehender Aktivitäten, aber auch mit möglichst unterschiedlichen baulichen Strukturen und unterschiedlichen Erneuerbaren-Energien-Quellen ausgesucht.

Das Stadtgebiet wurde zudem anhand der Wärmelinienichte und Wärmeverbrauchsdichte in die unterschiedlichen Eignungsgebiete gemäß Wärmeplanungsgesetz aufgeteilt, so dass eine erste Orientierung der zukünftigen Versorgungsmöglichkeiten je Gebiet für die Bürgerinnen und Bürger möglich ist. Die Fokusgebiete dienen als „Blaupausen“ zur Vorgehensweise zur Transformation für ein jeweils charakteristisches Eignungsgebiet (siehe Abbildung 43).

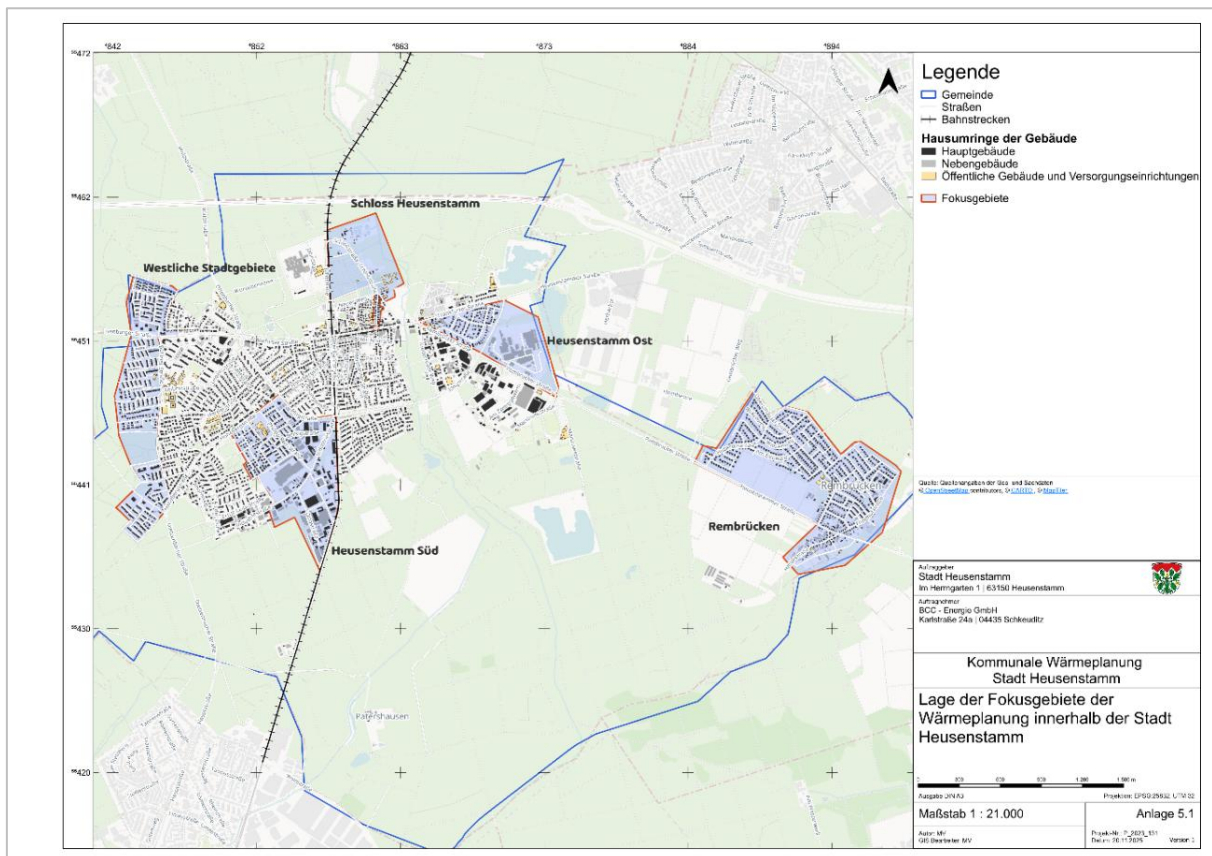


Abbildung 43: Übersicht Fokusgebiete in der Wärmeplanung der Stadt Heusenstamm

Folgende Fokusgebiete wurden festgelegt und verschiedenen Grundversorgungskomponenten zugeordnet:

- **Fokusgebiet Heusenstamm West** – Verdichtung und Erweiterung bestehendes Fernwärmenetz, Nutzung Abwärme Rechenzentrum
- **Fokusgebiet Schloss Heusenstamm** – Neubau eines Wärmenetzes, Nutzung Abwärme Kläranlage Heusenstamm, Nutzung Abwärme Rechenzentrum
- **Fokusgebiet Heusenstamm Ost – Ringstraße / Rembrückerstraße** – Neubau eines Wärmenetzes, Nutzung Abwärme Industrie
- **Fokusgebiet Heusenstamm Süd - Stadtentwicklungsfläche** – Neubau eines Wärmenetzes, Nutzung Abwärme Industrie
- **Fokusgebiet Rembrücken** – Prüfgebiet Gas, Dezentrale Versorgungslösungen

4 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

4.1 Maßnahmenkatalog

Basierend auf den Eignungs- und Fokusgebieten, welche im letzten Abschnitt beschrieben und bestimmt wurden, wird nun anschließend erklärt, in welcher Weise in diesen Gebieten die Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Versorgung geschehen kann.

Dabei liegt der Fokus auf der Verfügbarkeit erneuerbarer Quellen und gut erschließbaren Potenzialen. In den Beschreibungen wird auf die Beschaffenheit der Teilgebiete eingegangen und auch eine Risikobewertung hinsichtlich der Eignung für das vorgeschlagene Wärme- und Energieversorgungskonzept vorgenommen. Des Weiteren wird das mögliche technische Konzept beschrieben und die energetischen Rahmenbedingungen ausgewertet und eingeordnet. Abschließend wird eine grobe Umsetzungsstrategie inklusive organisatorischer Maßnahmen für die einzelnen Gebiete skizziert.

Die Maßnahmen gliedern sich dabei in die Themenbereiche:

- Leitungsgebundene Versorgung primär Wärmenetzgebiete
- Prüfgebiete
- Dezentrale Versorgung

4.1.1 Fokusgebiet Heusenstamm Westliche Stadtgebiete

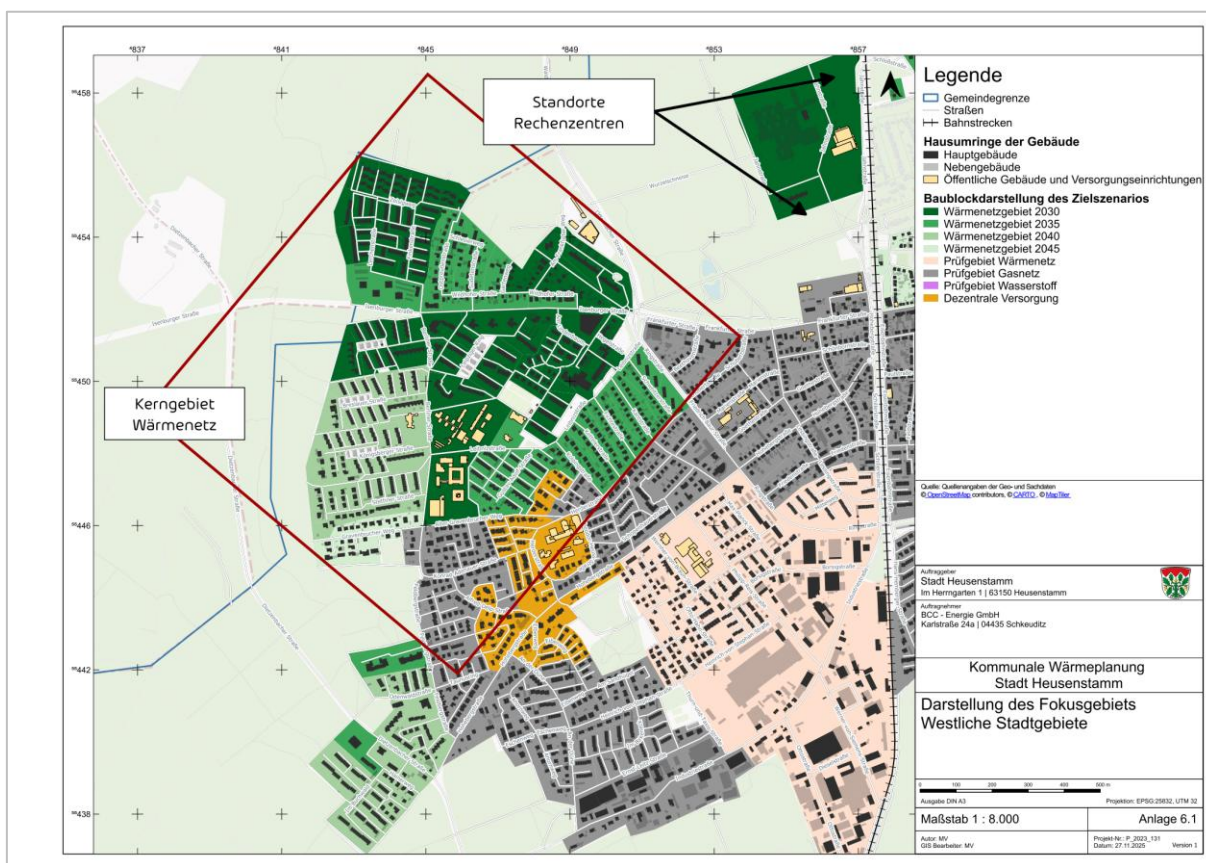
Beschreibung und Bestimmung des Gebietes

Das bestehende Wärmenetz in Heusenstamm West erstreckt sich über Teile des Nordwestlichen Stadtgebietes. Die Gebäudestruktur besteht dabei im jetzigen Netzbereich aus Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern in geschlossener Bebauung. Die Gebäude stammen überwiegend aus älteren Baualtersklassen. In den angrenzenden Gebieten liegt mehrheitlich Einfamilienhausbebauung in offener und geschlossener Bauweise vor. Den an das bestehende Wärmenetz angrenzenden Baublöcken wurden frühere Zieljahre zugeordnet als den weiter entfernt liegenden. Die Zieljahre sind die folgenden:

- Möglicher Zeitraum der Umsetzung: erste Umsetzungszeitraum bis 2030, zweiter Zeitraum bis 2035, darüber hinaus bis 2040

Derzeit findet die Wärmeerzeugung für das Wärmenetz nicht in Heusenstamm selbst statt, sondern in Offenbach und Dietzenbach. In Zukunft sollen jedoch die geplanten Rechenzentren im Gemeindegebiet von Heusenstamm in das Wärmenetz eingebunden werden.

Die Strategie für das Fokusgebiet und die umliegenden Bereiche ist die Verdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes der Energieversorgung Offenbach AG. In nachfolgender Grafik ist das Fokusgebiet Heusenstamm Ost mit der Einteilung im Sinne des Zielszenarios dargestellt.



Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden ebenfalls auch Risiken mit abgeschätzt, welche in nachfolgender Risikofaktoren-Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 15: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm West

Indikator	Wärmenetzgebiet Heusenstamm West
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Gering
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Mittel
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Sehr wahrscheinlich geeignet

Kenndaten des Wärmenetzgebietes und Emissionen

In nachfolgenden Tabellen werden die Kenndaten des Eignungsgebietes für Wärmenetze innerhalb des Fokusgebietes tabellarisch aufbereitet. Die Daten der einzelnen Tabellen kommen dabei aus den Analysen im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse. Die Anzahl der Abnehmer und die Wärmemenge bezieht sich jeweils auf ein Anschlussquote von 100 %.

Die in dem Gebiet nutzbare und priorisiert zu erschließende Wärmequelle ist die Abwärme aus den zwei Rechenzentren, die im Umfeld des Campus Heusenstamm errichtet werden. Dabei handelt es sich um Abwärme auf einem Temperaturniveau von etwa 30°C, die mithilfe von Wärmepumpen auf die Vorlauftemperatur des bestehenden Wärmenetzes angehoben wird. Die bereitstellbaren Mengen würden dabei auf Grundlage der Berechnungen aus Kapitel 2.3.1.1 den Bedarf des Gebietes vollständig decken, auch in der größten Ausbaustufe. Allerdings wird die Abwärme durch die Einbindung in das Bestandsnetz auch außerhalb der Stadt genutzt werden. Der Plan des Netzbetreibers EVO ist es hierbei durch die Einbindung von Rechenzentren den Wegfall von Wärmemengen infolge der Stilllegung des Steinkohlekraftwerks in Offenbach zu kompensieren.

Bereits eingeplant ist dabei die Nutzung der Abwärme aus dem kleineren der beiden Rechenzentren, wobei bei dem Zweiten bereits alle technischen Bedingungen erfüllt sind, um auch dort die Abwärme für ein Wärmenetz nutzbar zu machen. Hier muss im Laufe des Betriebs der Anlagen geprüft werden, welche Wärmemengen verfügbar sind, um weitere Bereiche der Stadt mit Wärme zu versorgen.

Hervorzuheben sind in dem Untersuchungsgebiet folgende mögliche Ankerkunden, also Abnehmer, die größere Mengen Wärme benötigen und abnehmen und somit besonders positiv auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit des Netzes hinwirken:

- Adolf-Reichwein-Schule und Gymnasium
- Lindenschule Heusenstamm

Tabelle 16: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm West

	ANZAHL ABNEHMER	WÄRMEMENGE [MWh/a]
2030	424	21.600
2035	724	34.800
2040	1.138	44.600
2045	1.166	45.460

Tabelle 17: Wärmequellen für das Fokusgebiet Heusenstamm West

WÄRMEQUELLEN

Art	(max.) verfügbare Wärmemenge [MWh/a]
Abwärme aus Rechenzentren	337.000

Die Treibhausgasemissionseinsparungen je Zieljahr sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Für den Fall der Erweiterung des Wärmenetzes wurden für den Emissionsfaktor des Netzes ein schrittweiser Pfad bis hin zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 mit den Zwischenschritten 30 % erneuerbare Energien im Jahr 2030 und 80 % erneuerbar im Jahr 2040 vom Ausgangspunkt 2023 (124 g/kWh) angenommen.

Tabelle 18: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm West

	TREIBHAUSGASEMISSIONSEINSPARUNGEN [T CO₂Äq/a]
2030	2.199,05
2035	5.299,98
2040	8.489,09
2045	9.803,35

Schritte der Umsetzungsstrategie und Organisatorische Maßnahmen im Gebiet

Umsetzungsempfehlungen für das Fokusgebiet Heusenstamm West, insbesondere für das Wärmenetzeignungsgebiet:

- Erfragung von Anschlusswillen innerhalb des Erschließungsgebiets
- Abstimmung mit den Netzbetreiber hinsichtlich der Erweiterung und Verdichtung des bestehenden Wärmenetzes mit entsprechenden Zieljahren für einzelne Straßenabschnitte und Quartiere
- Vertiefte Planung des Netzes und möglichst Herstellung Förderbarkeit
- Bau des Wärmenetzes mit den Hausanschlussstationen
 - o Fokus auf den Anschluss von Großabnehmern
 - o Anschluss von weiteren Kunden entlang der Anschlussstrassen
 - o Ausbau des Wärmenetzes je nach Anschlusswillen evtl. in mehreren Abschnitten
- Integrierung der Baumaßnahmen insbesondere im Straßenraum in die Bebauungspläne und Stadtentwicklungspläne, Umsetzung mehrerer Bauvorhaben in derselben Baumaßnahme

4.1.2 Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

Beschreibung und Bestimmung des Gebietes

Das Fokusgebiet im Norden der Stadt erstreckt sich von der Kläranlage Heusenstamm bis zur Frankfurter Straße. Innerhalb des Gebietes liegt das Schloss Schönborn. Die Gebäudestruktur besteht dabei, abgesehen von Schloss Schönborn, aus vorwiegend Einfamilienhäusern älteren Baualters. In den angrenzenden Gebieten gibt es mehrheitlich Einfamilienhausbebauung.

Das Gebiet verfügt zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht über ein Wärmenetz, sondern wird zum Großteil mit Erdgas und Erdöl versorgt. Das Klärwerk im Norden könnte als künftige Wärmequelle für ein Wärmenetz fungieren.

Die Strategie für das Fokusgebiet und die umliegenden Bereiche ist der Bau eines Fernwärmenetzes.

In nachfolgender Grafik ist das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm mit der Einteilung im Sinne des Zielszenarios dargestellt.

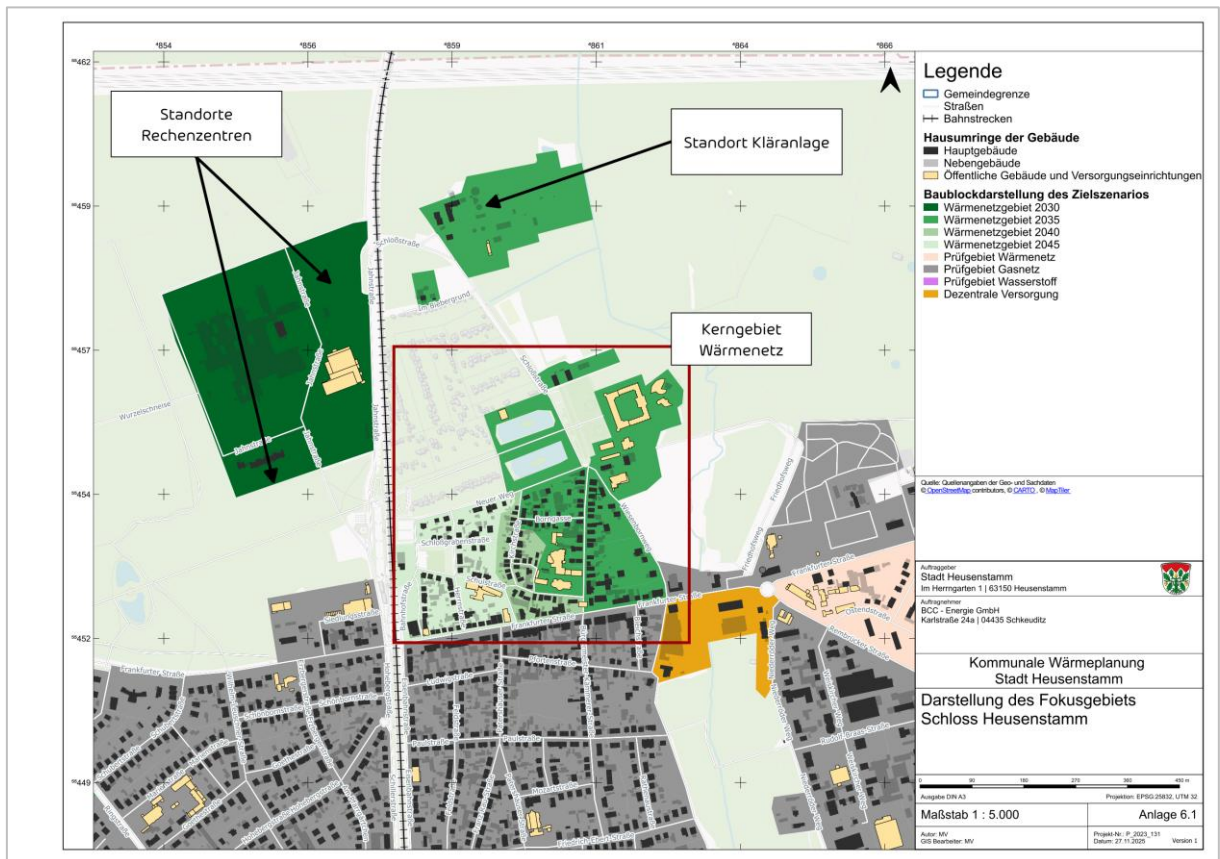


Abbildung 45: Karte zum Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden ebenfalls auch Risiken mit abgeschätzt, welche in nachfolgender Risikofaktoren-Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 19: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

Indikator	Wärmenetzgebiet Heusenstamm	Schloss
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Hoch	
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Gering	
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittel	
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Mittel	
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	

Kenndaten des Wärmenetzgebietes und Emissionen

In nachfolgenden Tabellen werden die Kenndaten des Eignungsgebietes für Wärmenetze innerhalb des Fokusgebietes tabellarisch aufbereitet. Die Daten der einzelnen Tabellen kommen dabei aus den Analysen im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse. Die Anzahl der Abnehmer und die Wärmemenge bezieht sich jeweils auf ein Anschlussquote von 100 %.

Eine mögliche nutzbare Wärmequelle für das Fokusgebiet ist die Kläranlage Heusenstamm im Norden des Gebietes und energetische Nutzung deren Abflusses. Auf der Grundlage der Daten aus der Potenzialanalyse unter 2.3.2.3 wird mit einer max. verfügbaren Leistung von 0,65 MW gerechnet. Damit würde dem Netzgebiet bei einer Vollbenutzungsstundenzahl von 2.500 eine theoretische Gesamtwärmemenge von circa 2,3 GWh/a bereitgestellt werden. Dies reicht aus, um etwa 48 % des Wärmeverbrauch des untersuchten Gebietes im ersten Zieljahr (2035) bereitzustellen. Die Abwärme aus dem Abfluss der Kläranlage wird dabei auf 65 °C gehoben, was 5 K über der Zieltemperatur des Wärmenetzes liegt. Mit dem Erschließen dieser beiden Wärmequellen könnten größere Teile des Bedarfs durch die Nutzung lokaler Quellen abgedeckt werden.

Zusätzlich dazu könnte die Abwärme aus den Rechenzentren zur Versorgung des Gebietes mit genutzt werden. Dabei handelt es sich wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben um Abwärme auf einem Temperaturniveau von etwa 30°C. Die bereitstellbaren Mengen würden dabei auf Grundlage der Berechnungen aus Kapitel 2.3.1.1 den Bedarf des Gebietes vollständig decken.

Zur vollständigen Deckung des Bedarfs in den Eignungsgebieten werden zudem noch Behälterwärmespeicher mit eingesetzt, um die erzeugte bzw. verfügbare Wärme zwischenspeichern und zu puffern. Außerdem sollte insbesondere zur Deckung von Lastspitzen und zur Besicherung über einen redundanten Wärmeerzeuger, wie bspw. einen Biogaskessel nachgedacht werden.

Hervorzuheben sind in dem Untersuchungsgebiet folgende mögliche Ankerkunden, also Abnehmer, die größere Mengen Wärme benötigen und abnehmen und somit besonders positiv auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit des Netzes hinwirken:

- Schloss Schönborn Heusenstamm inkl. Stadtverwaltung
- Kinderhaus Wiesenborn
- Stadtbücherei Heusenstamm
- Musikschule Heusenstamm
- Adalbert-Stifter-Schule
- Haus der Stadtgeschichte
- Kirche

Tabelle 20: Wärmesenken des Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

	ANZAHL ABNEHMER	WÄRMEMENGE [MWh/a]
2030	0	-
2035	91	4.710
2040	132	5.870
2045	192	7.700

Tabelle 21: Wärmequellen für das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

WÄRMEQUELLEN

Art	(max.) verfügbare Wärmemenge [MWh/a]
Abwärme aus dem Abfluss der Kläranlage	2.300

Die Treibhausgasemissionseinsparungen je Zieljahr sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt. Die Berechnungen beruhen auf der Grundlage der Bestandsdaten und es wird vereinfacht angenommen, dass der derzeitige Wärmebedarf über Erdgas abgedeckt wird. Die Versorgung erfolgt in dieser Berechnung anteilig über die Abwärme aus der Kläranlage und darüber hinaus über die Abwärme aus den Rechenzentren.

Tabelle 22: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm

	TREIBHAUSGASEMISSIONSEINSPARUNGEN [T CO₂Äq/a]
2030	-
2035	1.009
2040	1.296
2045	1.767

Schritte der Umsetzungsstrategie und Organisatorische Maßnahmen im Gebiet

Umsetzungsempfehlungen für das Fokusgebiet Schloss Heusenstamm, insbesondere für das Wärmenetzgeignungsgebiet:

- Regelungen zum Betreibermodell
- Erfragung von Anschlusswillen innerhalb des Erschließungsgebiets
- Vertiefte Planung des Netzes und möglichst Herstellung Förderbarkeit
 - Insb. auch Überprüfung der Integrierung der Abwärme aus den Rechenzentren
 - Lage einer möglichen Anschlussstrasse zur Querung der Bahnlinie

- Sicherung von Flächen für die Anlagen- / Erzeugertechnik
 - Realisierung des Zugangs zur Kläranlage Heusenstamm, Einsatz von Großwärmepumpen
 - Bau der Heizzentrale
 - Bau der Wärmespeicher
- Bau des Wärmenetzes mit den Hausanschlussstationen
 - Fokus auf den Anschluss von Großabnehmern
 - Anschluss von weiteren Kunden entlang der Anschlusstrassen
 - Ausbau des Wärmenetzes je nach Anschlusswillen evtl. in mehreren Abschnitten
- Integrierung der Baumaßnahmen insbesondere im Straßenraum in die Bebauungspläne und Stadtentwicklungspläne, Umsetzung mehrerer Bauvorhaben in denselben Baumaßnahme

4.1.3 Fokusgebiet Heusenstamm Süd - Stadtentwicklungsfläche

Beschreibung und Bestimmung des Gebietes

Das Fokusgebiet Heusenstamm Süd umfasst sowohl ein Gewerbegebiet als auch Teile des Siedlungsgebietes. Das Gewerbegebiet liegt am südlichen Ortsrand entlang der Industriestraße. Es ist durch eine Mischung aus mittelständischen Betrieben und größeren Unternehmensstandorten geprägt und bietet Parkplatzflächen zur potenziellen Nutzung als Energieflächen. Die Wohngebäude in dem betrachteten Gebiet sind sowohl Ein- als auch Mehrfamilienhäuser in mittelalten bis älteren Baualtersklassen. Die Gewerbebetriebe und Haushalte werden zurzeit größtenteils über ein Gasnetz der Maingau Energie GmbH versorgt. Es ist kein Wärmenetz vorhanden. Zudem liegt in dem Gebiet mit dem ehemaligen Fernmeldezeugamt ein großes Gelände was zukünftig umgebaut und neugestaltet werden soll. Es soll ein zukunftsfähiges Wohnquartier mit Angeboten für Spiel, Sport und Begegnung entstehen. Außerdem befindet sich in dem Gebiet der Standort für den geplanten Neubau der Feuerwehr der Stadt Heusenstamm.

Allgemein ist in Prüfgebieten zu untersuchen, ob ein Anschluss an ein bestehendes, in Planung befindliches oder benachbartes Wärmenetz möglich und sinnvoll ist. Dabei sind die baulichen Zustände der Gebäude, der aktuelle und künftige Wärmebedarf sowie die Verfügbarkeit dezentraler erneuerbarer Energiequellen im Gebiet zu erfassen. Die Ergebnisse dienen als Grundlage, um gemeinsam mit dem Wärmenetzbetreiber die Erweiterung des Netzes zu prüfen. Ziel ist es, eine wirtschaftlich tragfähige und klimaschonende Wärmeversorgung im Sinne der kommunalen Wärmeplanung zu ermöglichen. Eine Netzerschließung kann dabei sowohl für die Eigentümer als auch für die Kommune langfristige Vorteile bringen. Entscheidend ist

auch die Anschlussbereitschaft der Eigentümer und die Möglichkeit zur Versorgung mit ausreichend erneuerbarer Wärme. Die Bewertung fließt in die Fortschreibung der Wärmeplanung ein.

In nachfolgender Grafik ist das Fokusgebiet Heusenstamm Süd mit der Einteilung im Sinne des Zielszenarios dargestellt.

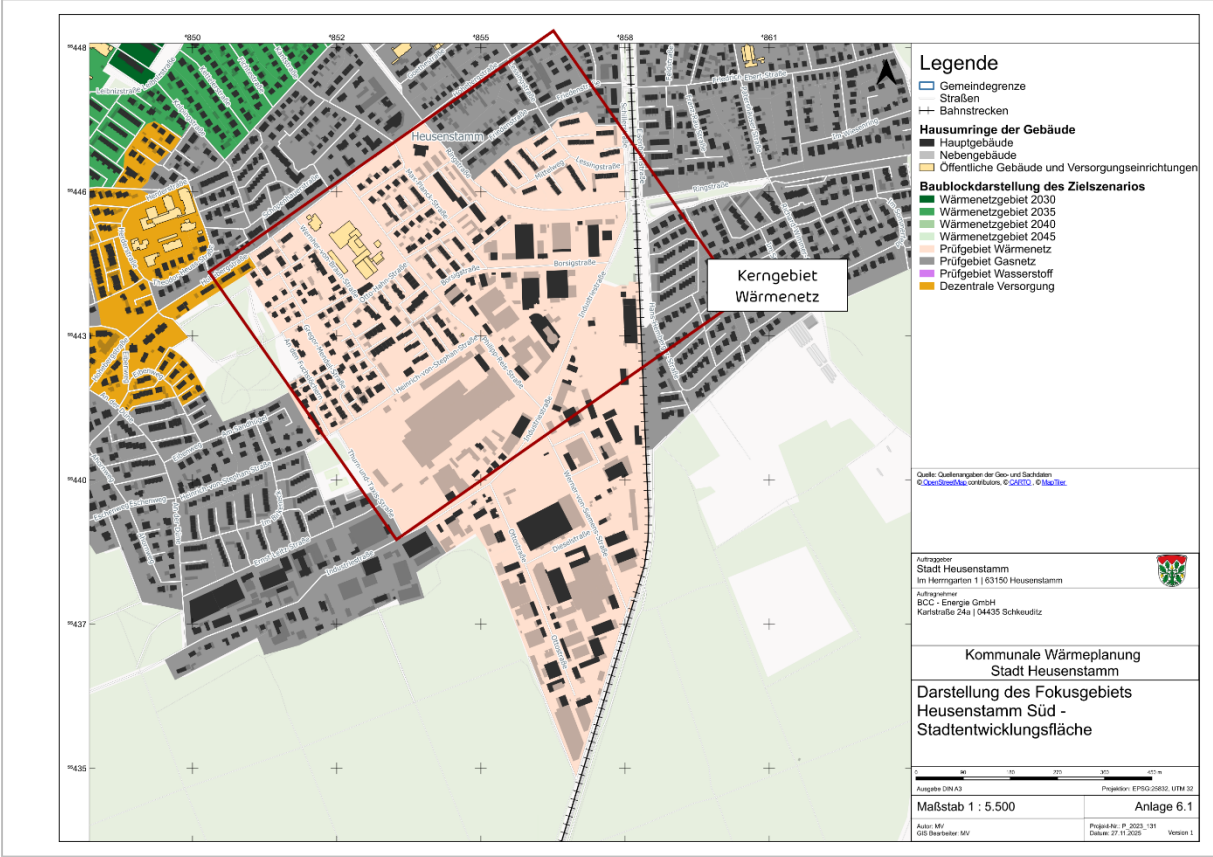


Abbildung 46: Karte zum Fokusgebiet Heusenstamm Süd

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden ebenfalls auch Risiken mit abgeschätzt, welche in nachfolgender Risikofaktoren-Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 23: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm Süd

Indikator	Wärmenetzgebiet Heusenstamm Süd
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Hoch
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Mittel

Indikator	Wärmenetzgebiet Heusenstamm Süd
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittel
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Mittel
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Eignung weiter zu prüfen

Die im Gebiet bereitzustellenden Wärmemengen belaufen sich nach der Auswertung der Daten der Bestandsanalyse auf 15,3 GWh/a (vgl. Tabelle 24). Die durchschnittliche Wärmelinien-dichte beläuft sich zudem auf etwa 2,2 MWh/m und Jahr.

Zusätzlich zu der möglichen Erschließung des Gebietes mit Industrieabwärme bestünde ebenso die Möglichkeit über eine neue Fernwärmetrasse, das Areal an das bestehende Wärmenetz anzuschließen oder ein neues Netz zu bauen, welches dann analog zu den Ausführungen in Kapitel 4.1.1 mit der Abwärme der Rechenzentren versorgt werden könnte. Hierbei ist zu beachten, dass die Rechenzentren ca. 1 km entfernt liegen. Sollte eine Versorgungsleitung in das Fokusgebiet realisiert werden, so sollte darüber nachgedacht werden, inwiefern Gebäude entlang der Trasse ebenfalls mit angebunden werden können.

Hervorzuheben sind in dem Untersuchungsgebiet folgende mögliche Ankerkunden, also Abnehmer, die größere Mengen Wärme benötigen und abnehmen und somit besonders positiv auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit des Netzes hinwirken:

- Gelände des ehemaligen Fernmeldezeugamts
- Gelände des Brückenbauhofs incl. neue Feuerwehr Stadt Heusenstamm
- Grundschule Otto-Hahn-Schule

Tabelle 24: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm Süd

	WÄRMEMENGE [MWh/a]
FG Heusenstamm Süd	15.300

Die Treibhausgasemissionseinsparungen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt. Die Berechnungen beruhen auf der Grundlage der Bestandsdaten und es wird vereinfacht angenommen, dass der derzeitige Wärmebedarf über Erdgas abgedeckt wird. Die Versorgung erfolgt in dieser Berechnung über die Abwärme aus den Rechenzentren.

Tabelle 25: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm Süd

TREIBHAUGASEMISSIONSEINSPARUNGEN [T CO ₂ Äq/A]	
FG Heusenstamm Süd	3.130

Schritte der Umsetzungsstrategie und Organisatorische Maßnahmen im Gebiet

Umsetzungsempfehlungen für das Fokusgebiet Heusenstamm Süd, insbesondere für das Wärmenetzprüfgebiet:

- Erfragung von Anschlusswillen innerhalb des Erschließungsgebiets
- Untersuchung des Gebietes im Szenario „Abwärmeeinbindung“ im Rahmen der BEW-Förderung, Regelungen zum Betreibermodell
- Bereitstellung von Informationsmaterial zum Thema industrielle Abwärme und vertraglich geregelter Belieferungs- und Abnahmebedingungen
- Vertiefte Planung des Netzes und möglichst Herstellung Förderbarkeit vor allem mit Blick auf die Bauvorhaben „Fernmeldezeugamt“ und „Neue Feuerwehr“
 - Überprüfung der Einbindung von Abwärme aus den Rechenzentren am Campus über Anschlussleitungen entweder direkt oder als Erweiterung des Netzgebietes im Westen der Stadt
 - Vorplanung des Wärmenetzverlaufs
 - Fokus auf den Anschluss von Großabnehmern
 - Anschluss von weiteren Kunden entlang der Anschlussstrassen (siehe vorheriger übergeordneter Anstrich)
 - Ausbau des Wärmenetzes je nach Anschlusswillen evtl. in mehreren Abschnitten
- Untersuchung von Quartiersinternen Versorgungsmöglichkeiten unabhängig vom Anschluss an die vorhandenen Wärmenetze bpsw. auf Basis der Nutzung von oberflächennaher Geothermie, Dachflächensolaranlagen oder auch Biomasse (Bezug auf die Kapitel 2.5.2, 2.6.3 und 2.7.1 der Potenzialanalyse)

- Integrierung der Baumaßnahmen insbesondere im Straßenraum in die Bebauungspläne und Stadtentwicklungspläne, Umsetzung mehrerer Bauvorhaben in denselben Baumaßnahme

4.1.4 Fokusgebiet Heusenstamm Ost – Ringstraße / Rembrückerstraße

Beschreibung und Bestimmung des Gebietes

Das betrachtete Fokusgebiet setzt sich zur Hälfte aus einem Wohngebiet und zur anderen Hälfte aus einem Industriegebiet zusammen. Innerhalb der Siedlungsfläche befindet sich zudem die Feuerwache der Stadt. Die Gebäudestruktur im Wohnbereich besteht überwiegend aus Mehrfamilienhäusern mittleren bis jüngeren Baualters. Das Gebiet wird durch angrenzende Gewerbeflächen eingefasst.

Auf dem Gewerbegelande der BMI Deutschland GmbH besteht ein erhebliches Abwärmepotenzial, das hinsichtlich seiner Nutzung in einem Wärmenetz vor der Umsetzung zu bewerten ist. Da derzeit kein Wärmenetz vorhanden ist, sind die technische Realisierbarkeit sowie die wirtschaftliche Tragfähigkeit einer entsprechenden Lösung eingehend zu prüfen. Derzeit erfolgt die Wärmeversorgung im Fokusgebiet überwiegend über Gas- und Heizölheizungen

Die allgemeinen Besonderheiten eines Wärmenetzprüfgebietes, wie in 4.1.3 beschrieben gelten auch hier.

In nachfolgender Grafik ist das Fokusgebiet Heusenstamm Ost mit der Einteilung im Sinne des Zielszenarios dargestellt.

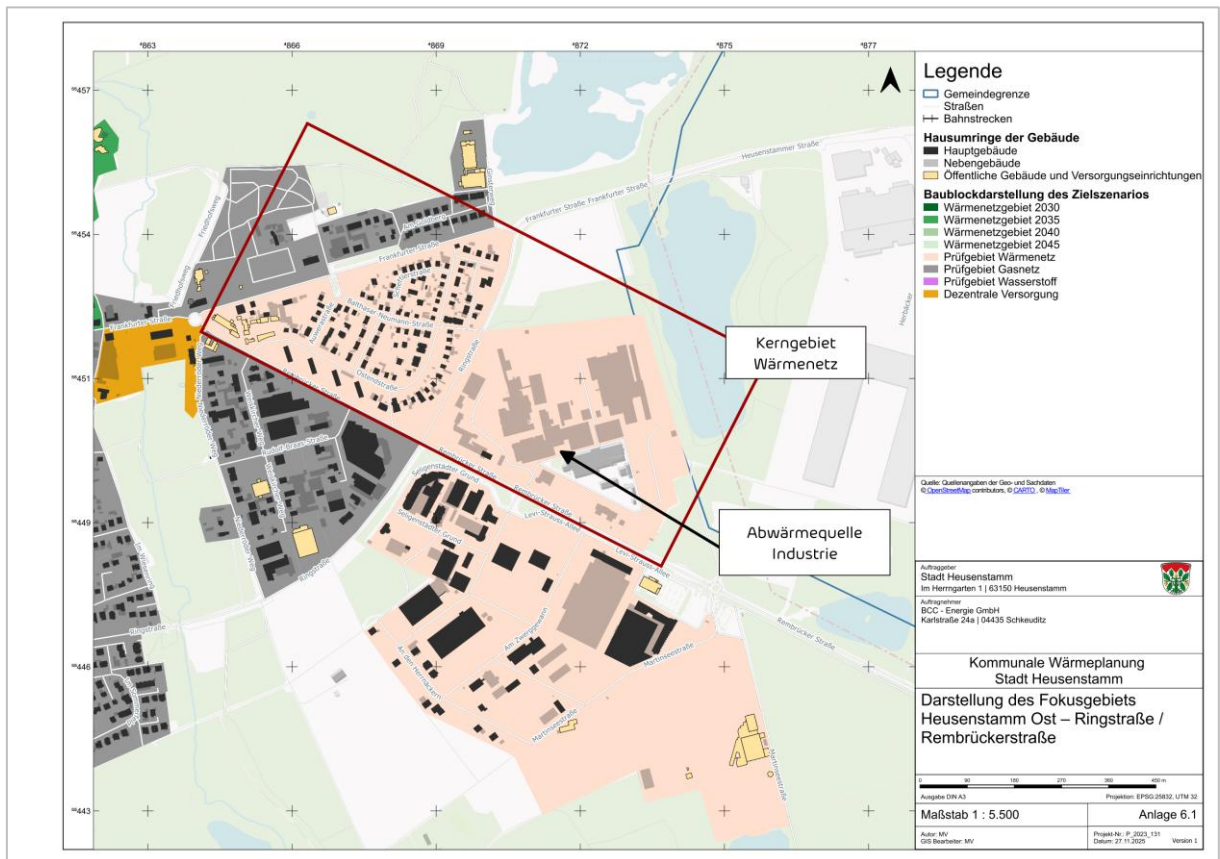


Abbildung 47: Karte zum Fokusgebiet Heusenstamm Ost

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden ebenfalls auch Risiken mit abgeschätzt, welche in nachfolgender Risikofaktoren-Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 26: Risikofaktoren zum Fokusgebiet Heusenstamm Ost

Indikator	Wärmenetzgebiet Heusenstamm Ost
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Hoch
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Eignung weiter zu prüfen

Austausch von industrieller Abwärme zwischen Unternehmen

Für die Planung und Umsetzung einer außerbetrieblichen Abwärmenutzung sind präzise Informationen über die verfügbaren Energiemengen, deren zeitliche Schwankungen sowie die Ausfallsicherheit der Wärmequelle erforderlich. Diese Daten bilden die Grundlage für den Abgleich mit dem Wärmebedarf potenzieller Abnehmerunternehmen. Um einen effizienten Wärmeaustausch sicherzustellen, sollten folgende technische Mindestanforderungen erfüllt sein:

- Die Temperatur der Wärmequelle sollte mindestens 20 °C über der benötigten Temperatur der Wärmesenke liegen.
- Die jährlich übertragene Energiemenge sollte mindestens 2 MWh pro Meter Leitungslänge betragen.

Ein wesentliches Risiko für das abnehmende Unternehmen besteht in der zwischenbetrieblichen Abhängigkeit. Dieses kann durch vertragliche Zusicherungen zur Stabilität der Wärmeversorgung minimiert werden. Ist die Wärmeversorgung für das Abnehmerunternehmen kritisch, empfiehlt sich die Vorhaltung einer Ersatzwärmequelle zur Absicherung.

Planung und Umsetzung eines Wärmenetzes mit industrieller Abwärme

Bei der Realisierung eines Wärmenetzes mit dezentraler Einspeisung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Hoher organisatorischer Aufwand durch die Einbindung mehrerer Akteure (Unternehmen, öffentliche Hand, Contracting-Partner).
- Lange Amortisationszeiten erfordern eine langfristige Planung.
- Eine ausreichende Anzahl von Wärmeabnehmern bzw. eine Mindestwärmemenge muss gewährleistet sein.
- Rechtliche Rahmenbedingungen, wie die Zusicherung der Abwärmeverfügbarkeit über einen definierten Zeitraum, müssen geklärt sein.
- Abhängig von der Transportentfernung können hohe Anfangsinvestitionen entstehen.
- Die Absicherung durch einen Ersatzwärmeerzeuger ist empfehlenswert.

Technisch unterscheidet sich die Einspeisung von Wärme in ein Verteilnetz grundlegend von der Einspeisung elektrischer Energie. Der Wärmetransport erfolgt durch strömungsbasierte Systeme, deren Kapazität nur begrenzt variierbar ist. Zudem müssen hydraulische Bedingungen erfüllt sein, damit größere Wärmemengen eingespeist werden können. Intelligente Regelmechanismen ermöglichen eine bedarfsgerechte Steuerung der Einspeisung. Bestehende Wärmenetze definieren daher technische Anschlussbedingungen, die zur Sicherstellung der Netzfunktionalität eingehalten werden müssen.

Wirtschaftlichkeit

Die Nutzung eigener oder fremder Abwärme kann Investitionen in neue Energieerzeugungsanlagen überflüssig machen und bietet ein hohes Einsparpotenzial. Dies führt zu attraktiven Kapitalrenditen und kurzen Amortisationszeiten. Zusätzlich kann durch die Abführung überschüssiger Wärme der Bedarf an Prozesskühlung reduziert und Investitionen in Kühlanlagen vermieden werden.

Bei der Abgabe überschüssiger Wärme an Dritte erhält das liefernde Unternehmen eine Vergütung – entweder direkt durch vertragliche Vereinbarungen mit dem Abnehmer oder über den Netzbetreiber bei Einspeisung in ein Fernwärmenetz. Dadurch entstehen zusätzliche Einnahmequellen.

Zur ersten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Abwärmeprojekts werden zwei Kennwerte herangezogen:

- Leistungsdichte: mindestens 1 kW pro Meter Leitungslänge.
- Übertragene Energiemenge: mindestens 2 MWh pro Meter Leitungslänge und Jahr.

Kenndaten des Wärmenetzgebietes und Emissionen

In nachfolgenden Tabellen werden die Kenndaten des Prügebietes für Wärmenetze innerhalb des Fokusgebietes tabellarisch aufbereitet. Die Daten der einzelnen Tabellen kommen dabei aus den Analysen im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse. Die Anzahl der Abnehmer und die Wärmemenge bezieht sich jeweils auf ein Anschlussquote von 100 %.

Die im Gebiet bereitzustellenden Wärmemengen belaufen sich nach der Auswertung der Daten der Bestandsanalyse auf 19,4 GWh/a bzw. etwa 4 GWh/a im Gebiet zwischen Rembrücker und Frankfurter Straße (vgl. Tabelle 27). Die durchschnittliche Wärmelinien-dichte in zuletzt genanntem Gebiet beläuft sich auf etwa 2,1 MWh/m und Jahr.

Die im Fokusgebiet priorisiert zu erschließende Wärmequelle ist die Abwärme aus dem Industriebetrieb BMI im Osten der Stadt Heusenstamm. Dabei handelt es sich vor allem Abwärme auf einem Temperaturniveau von über 90°C. Diese könnte dabei direkt in einem Wärmenetz genutzt werden. Die bereitstellbaren Mengen würden dabei auf Grundlage der Berechnungen aus Kapitel 2.3.1 den Bedarf des Gebietes zwischen Rembrücker und Frankfurter Straße zu etwa 90 % decken.

Zur vollständigen Deckung des Bedarfs in den Eignungsgebieten werden zudem noch Behälterwärmespeicher mit eingesetzt, um die erzeugte bzw. verfügbare Wärme zwischenspeichern und zu puffern.

Außerdem sollte insbesondere zur Deckung von Lastspitzen und zur Besicherung über einen redundanten Wärmeerzeuger, wie bspw. einen Biogaskessel nachgedacht werden.

Hervorzuheben sind in dem Untersuchungsgebiet folgende mögliche Ankerkunden, also Abnehmer, die größere Mengen Wärme benötigen und abnehmen und somit besonders positiv auf die Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit des Netzes hinwirken:

- Industrie- & Gewerbeunternehmen Seligenstädter Grund

Tabelle 27: Wärmesenken des Fokusgebiet Heusenstamm Ost

	WÄRMEMENGE [MWh/A]
FG Heusenstamm Ost	19.400
davon Gebiet zwischen Rembrücker und Frankfurter Straße	4.000

Tabelle 28: Wärmequellen für das Fokusgebiet Heusenstamm Ost

WÄRMEQUELLEN

Art	(max.) verfügbare Wärmemenge [MWh/a]
Industrielle Abwärme	3.650

Die Treibhausgasemissionseinsparungen je Zieljahr sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt. Die Berechnungen beruhen auf der Grundlage der Bestandsdaten und es wird vereinfacht angenommen, dass der derzeitige Wärmebedarf über Erdgas abgedeckt wird. Die Versorgung erfolgt in dieser Berechnung über die industrielle Abwärme.

Tabelle 29: Treibhausgasemissionsminderung für das Fokusgebiet Heusenstamm Ost

	TREIBHAUSGASEMISSIONSEINSPARUNGEN [T CO₂Äq/A]
FG Heusenstamm Ost	820

Schritte der Umsetzungsstrategie und Organisatorische Maßnahmen im Gebiet

Umsetzungsempfehlungen für das Fokusgebiet Heusenstamm Ost, insbesondere für das Wärmenetzprüfgebiet:

- Abfrage des Interesses an der Einspeisung industrieller unvermeidbarer Abwärme

- Untersuchung des Gebietes im Szenario „Abwärmeeinbindung“ im Rahmen bspw. einer BEW-Förderung, Regelungen zum Betreibermodell
- Bereitstellung von Informationsmaterial zum Thema industrielle Abwärme und vertraglich geregelter Belieferungs- und Abnahmebedingungen
- Erfragung von Anschlusswillen innerhalb des Erschließungsgebiets insb. bei den Industrie- & Gewerbeunternehmen Seligenstädter Grund und im Wohngebiet zwischen Rembrücker und Frankfurter Straße
- Vertiefte Planung des Netzes und möglichst Herstellung Förderbarkeit
- Sicherung von Flächen für die Anlagen- / Erzeugertechnik
 - Nutzung der Abwärme von Industrieunternehmen im Wärmenetz durch den Einsatz von Großwärmepumpen oder direkte Einkopplung
 - Bau der Heizzentrale
 - Bau der Wärmespeicher
 - Vorhaltung von Redundanzen zur Besicherung des Netzes im Falle betrieblicher Ausfälle des abwärmeliefernden Unternehmens
- Bau des Wärmenetzes mit den Hausanschlussstationen
 - Fokus auf den Anschluss von Großabnehmern
 - Anschluss von weiteren Kunden entlang der Anschlussstrassen
 - Ausbau des Wärmenetzes je nach Anschlusswillen evtl. in mehreren Abschnitten
- Integrierung der Baumaßnahmen insbesondere im Straßenraum in die Bebauungspläne und Stadtentwicklungspläne, Umsetzung mehrerer Bauvorhaben in denselben Baumaßnahme

4.1.5 Fokusgebiet Rembrücken

Beschreibung und Bestimmung des Gebietes

Das Fokusgebiet Rembrücken soll als Blaupause für weitere Gebiete mit dezentralen Lösungen dienen.

Rembrücken weist eine dichte, sehr homogene und strukturierte Bauweise auf, in der die dezentrale Versorgung eine große Rolle spielt und ist damit repräsentativ für die anderen Ortschaften im Gemeindegebiet und kann ebenfalls auch als Beispiel für Teile anderer Fokusgebiete herangezogen werden. Die hier besprochenen und vorgestellten Maßnahmen und Anregungen, sind grundsätzlich dort anwendbar, wo es in Zukunft keine Wärmenetzgebiete geben wird. Und auch für Gebiete, in denen heute ein Gasnetz existiert, können Schlüsse gezogen werden, wenn es zu einem Energieträgerwechsel kommen soll.

Das Fokusgebiet weist einen hohen Anteil an Wohngebäuden mit ähnlichem Baualtersklassen auf. Einen größeren Anteil an Nichtwohngebäuden gibt es nicht.

Aktuell wird das Gebiet über das Erdgasnetz der Maingau und über dezentrale Versorgungslösungen (inbs. Heizöl) versorgt. Es gibt also bereits heute einen diversen Energieträgermix, allerdings zum größten Teil auf Basis fossiler Brennstoffe.

In nachfolgender Grafik ist das Fokusgebiet Rembrücken mit der Einteilung nach Baualterklassen dargestellt.

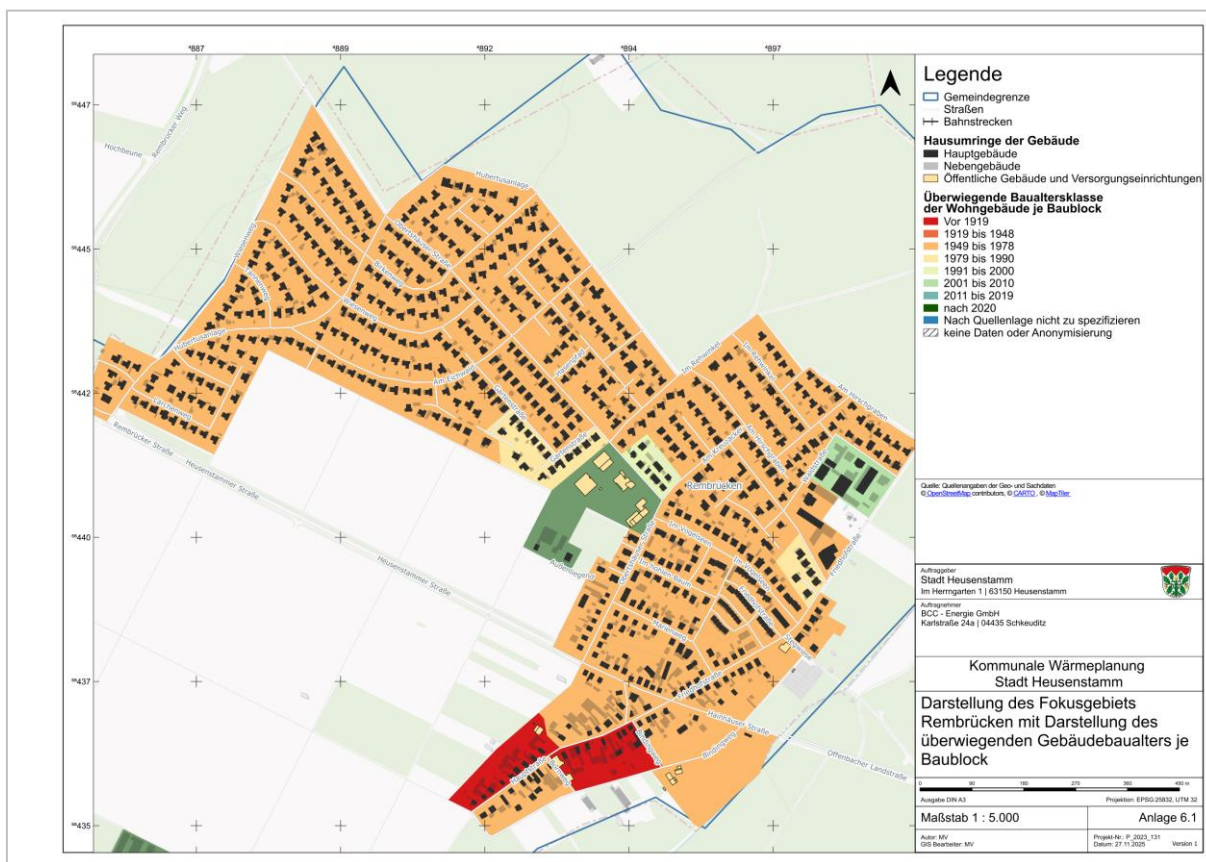


Abbildung 48: Karte zum Fokusgebiet Rembrücken

4.1.5.1.1 Herangehensweise und Szenarien für dezentrale Lösungen

In den meisten Fokusgebieten ist die Errichtung eines Wärmenetzes bzw. die Verdichtung von Bestandsnetzen wirtschaftlich und lokale regenerative Wärmequellen ermöglichen eine Transformation der Wärmenetze hin zur Treibhausgasneutralität. Beispielsweise ist im Fokusgebiet Rembrücken die Errichtung eines Wärmenetzes nicht wirtschaftlich. Daher müssen Gebäudeeigentümer von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden ihre zukünftige Wärmeversorgung dezentral und individuell mit treibhausgasneutralen Lösungen gestalten. Dies betrifft in der Regel Gebiete mit geringerer Wärmestromdichte. Auch wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz in absehbarer Zeit unwahrscheinlich ist, sollten Eigentümer die Entwicklungen von möglichen Wärmenetzausbauplänen der Stadtwerke Heusenstamm etc. im Auge behalten. Die meisten Gebäude werden über das Erdgasnetz versorgt. Laut dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) ist die Beheizung von Gebäuden mit fossilen Brennstoffen ab den 01.01.2045 nicht mehr zulässig. Zusätzlich wird voraussichtlich die CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe in den nächsten Jahren ansteigen, was weitere Preiserhöhungen bei z.B. Erdgas, Erdöl zur Folge hat.

Da es sich bei der kommunalen Wärmeplanung um einen möglichen Weg zur Dekarbonisierung handelt, dienen die Versorgungsszenarien in den Fokusgebieten als planerischer Entwurf für weitere Planungen. Es besteht keine Rechtsverbindlichkeit zur Umsetzung der Anschlüsse an bestehende oder zu erweiternde Wärmenetze. Dementsprechend ist die Herangehensweise und Szenarien für dezentrale Lösungen nicht nur für das Fokusgebiet Rembrücken von Bedeutung, sondern für alle Gebäudeeigentümer, die sich mit einer dezentralen Lösung zur Wärmeerzeugung auseinandersetzen wollen.

4.1.5.1.2 Herangehensweise bei der dezentralen Wärmeversorgung

Für Gebäude, die in einem Gebiet verortet sind, das für eine dezentrale Wärmeversorgung vorgesehen ist, sollte die energetische Sanierung zur Wärmeversorgung strategisch geplant werden. Je nachdem welchen Kenntnisstand der Gebäudeeigentümer zu seinem Objekt hat, ist der erste Schritt die Durchführung einer Energieberatung. Die Vorgehensweise kann sowohl bei Wohngebäuden als auch bei Nichtwohngebäuden angewendet werden.

Im Rahmen einer Energieberatung wird ein Bericht erstellt inkl. einer energetischen Bilanzierung Ihres Gebäudes, Vorschlägen für wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sowie ein Anlagenkonzept zur Wärme- und Warmwasserversorgung sowie Hinweise zur Förderfähigkeit. Im ersten Schritt sollten die energetischen Schwachstellen des Gebäudes identifiziert werden, um passende Sanierungsmaßnahmen für Gebäudehülle und Anlagentechnik ermitteln zu können.

Darüber hinaus müssen vor Sanierung notwendige Berechnungen durchgeführt werden. Mit der Berechnung der Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831 wird ein später neu eingebauter Wärmeerzeuger korrekt dimensioniert. Mit einem passen ausgelegtem Wärmeerzeuger können Investitionskosten eingespart werden und es wird ein effizienter und wirtschaftlicher Betrieb des Wärmeerzeugers ermöglicht. Sollten Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt werden, sind diese ebenfalls bei der Berechnung der Gebäudeheizlast zu berücksichtigen und der Wärmeerzeuger entsprechend auszulegen. Mit der Berechnung zum hydraulischen Abgleich wird die Vor- und Rücklauftemperatur des bestehenden Heizungssystems ermittelt. Es können z.B. zu kleine Heizkörper identifiziert werden, dessen Austausch eine Absenkung der Vorlauftemperatur ermöglicht. Auf Grundlage der berechneten Vor- und Rücklauftemperaturen kann individuell für das Gebäude ein passender Wärmeerzeuger empfohlen werden.

Die Energieberatung soll aufzeigen, welche Sanierungsmaßnahmen an Gebäudehülle und Anlagentechnik mit minimalen Kosten den größten Effekt erzielen (effizientes Kosten-Nutzen-Verhältnis). Dabei ist zu beachten, dass Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik zusammen betrachtet werden. Dementsprechend können Einflussfaktoren zur Entscheidung, wie z.B. Investitionskosten, zukünftige Betriebskosten und die CO₂-Abgabe umfassend bewertet werden. Es kann ebenfalls abgestimmt werden, welche Sanierungsmaßnahmen in Eigenleistung durchgeführt werden können, um die Investitionskosten zu reduzieren.

Bei einem Vor-Ort-Termin mit einem ausführenden Fachunternehmen kann z.B. der Heizungsinstallateur beurteilen, ob der bisherige Platzbedarf für die Installation des neuen Wärmeerzeugers ausreicht. Auch bei einer Wärmepumpe gibt es verschiedene Bauarten und Lösungen für geringen Platzbedarf. Angaben zu Investitionskosten können erst abgeschätzt werden, wenn die Art des neuen Wärmeerzeugers und damit verbundene Umbaumaßnahmen bekannt sind. Die Amortisationszeit hängt nicht nur von den Investitionskosten, sondern auch von den bisherigen Energiekosten, dem persönlichen Nutzerverhalten und der Effizienz des neuen Wärmeerzeugers ab.

Um die besten Konditionen zu erhalten, sollten Sie nach der Beratung mehrere Angebote von Fachbetrieben einholen und benötigte Fachplaner (z.B. Fördermittelmanagement, Statikprüfung). Bei der Suche nach den richtigen Partnern können Ihnen die Landesenergieagenturen, Verbraucherzentralen und Fachverbände (z.B. bwp) Unterstützung bieten. Sie informieren über die passende Technik und helfen bei der Suche nach qualifizierten Fachpartnern. Das Gebäudeforum Klimaneutral stellt auf seiner Homepage Factsheets zu den unterschiedlichen Wärmeerzeugern zur Verfügung: <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/erneuerbare-energien/erneuerbare-waerme-in-gebaeuden/>

4.1.5.1.3 Wirtschaftliche Aspekte

Der Umstieg auf erneuerbare Energien wird zurzeit durch staatliche Fördermittel unterstützt. Bei der Sanierung der Gebäudehülle können Förderquoten von bis zu 20 % erreicht werden, während bei einem Heizungstausch Zuschüsse von bis zu 70 % möglich sind (Extremfall).

Ein weiterer entscheidender Faktor ist die CO₂-Abgabe, die für fossile Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl anfällt. Diese Abgabe soll laut Prognosen in den kommenden Jahren weiter steigen. Da auf Strom und Holz keine CO₂-Abgabe erhoben wird, gibt es Wärmeerzeuger wie z.B. Wärmepumpen, Pelletkessel, die nicht direkt von der CO₂-Abgabe beeinflusst werden. Dies hat einen enormen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Investitionen in einen

neuen Wärmeerzeuger und auch für Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, da durch eine Reduzierung des Wärmeverbrauchs auch der Einfluss der CO₂-Abgabe verringert wird.

Hinweis: Angaben zu Fördermitteln und Förderquoten werden entsprechend der aktuell gültigen Förderrichtlinien der BAFA/KfW erstellt (Stand 24.09.2025).

4.1.5.1.4 Gesetzliche Vorgaben (Gebäudeenergiegesetz – GEG 2024)

Bei einem Heizungstausch in einem Wohn- oder Nichtwohngebäuden müssen die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes in aktueller Fassung (derzeit: GEG 2024) eingehalten werden. Dies umfasst u.a. (Auflistung nicht abschließend):

- Neu eingebaute Heizungsanlagen müssen Ihre Wärme zu mind. 65% aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen
- Beratungspflicht bei Einbau einer Heizungsanlage mit festem/ flüssigem/ gasförmigem Brennstoff
- Bis Abschluss Wärmeplanung (Übergangsfrist: 1 Monat nach Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaubereich) muss 65%-Regelung nicht eingehalten werden
- Wärmeerzeuger mit flüssigem oder gasförmigen Brennstoff, die zwischen 01.01.2024 und Abschluss Wärmeplanung (Übergangsfrist: 1 Monat nach Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaubereich) eingebaut wurden, müssen schrittweise dekarbonisiert werden (ab 01.01.2029 mind. 15%, ab dem 01.01.2025 mind. 30%, ab 01.01.2040 mind. 60% Wärme, ab 01.01.2045 100% aus Biomasse oder grünem/blauem Wasserstoff)
- Übergangsfristen (übergangsweise darf max. 5 Jahre lang ein Wärmeerzeuger eingebaut werden, der die 65%-Regelung nicht erfüllt, Etagenheizungen, Einzelraumfeuerstätten, Hallenheizungen mit Übergangsfristen, Wohnungseigentümergeinschaften) und Härtefallregelungen (Unwirtschaftlichkeit der Maßnahme muss nachgewiesen werden)

Definition unvermeidbare Abwärme: Über technisches System nutzbar gemacht und zur Deckung Wärmebedarf genutzt.

4.1.5.1.5 Nachweis Erfüllung 65%-Regelung

Zum Nachweis, dass der neu eingebaute Wärmeerzeuger die Wärme zu mind. 65% aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme bezieht, besteht immer die Möglichkeit eines rechnerischen Nachweises nach der DIN V 18599: 2018-09. alternativ können verschiedene Erfüllungsoptionen gewählt werden. Auch hier sind teilweise eigene Berechnungen notwendig, wie z.B. die Berechnung der Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831. Die Erfüllungsoptionen können auch miteinander kombiniert werden.:

Möglichkeiten zum Nachweis entsprechend GEG 2024 § 71:

- Berechnung nach DIN V 18599:2018-09
- Anschluss an ein Wärmenetz
- Elektrisch angetriebene Wärmepumpe
- Stromdirektheizung
- Solarthermische Anlage
- Wärmeerzeuger mit Nutzung von Biomasse (feste Biomasse (z.B. Pellets), gasförmige Biomasse (Biogas))
- Wärmeerzeuger mit Nutzung von grünem/blauem Wasserstoff
- Wärmepumpen-Hybridheizung (elektrisch angetriebene Wärmepumpe in Kombination mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung)
- Solarthermie-Hybridheizung (Solarthermische Anlage in Kombination mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung)

4.1.5.1.6 Dezentrale Lösungen über ein Gebäudenetz

Wenn die Errichtung eines Wärmenetzes nicht wirtschaftlich ist, kann geprüft werden, ob in Bereichen mit einer hohen Bebauungsdichte oder hoher Wärmeverbrauchsichte die Errichtung eines Gebäudenetzes sinnvoll ist. Im Unterschied zu einem Wärmenetz werden an ein Gebäudenetz nur wenige Gebäude angeschlossen. Im Gegensatz zu einem öffentlichen Wärmenetz ist ein Gebäudenetz nicht an das öffentliche Wärmenetz angeschlossen.

Gebäudenetze bieten die Möglichkeit den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen und die Wärmeerzeugung zentral zu dekarbonisieren. Durch die Anbindung von Gebäuden an ein Gebäudenetz, die keine anderweitigen Chancen zur Einbindung erneuerbaren Energien vorweisen können, wird die Wärmeerzeugung der Gebäude durch erneuerbare Energien ermöglicht. Durch den Anschluss eines Gebäudes an ein Gebäudenetz verschiebt sich der Handlungsspielraum. Auf der einen Seite gibt es mehr Möglichkeiten erneuerbare Energien in die Wärmeversorgung einzubinden, als auf dem Grundstück eines einzelnen Gebäudes der Fall ist. Auf der anderen Seite können mit der Dekarbonisierung des Gebäudenetzes gleich alle daran angeschlossenen Gebäude ebenfalls mit dekarbonisiert werden. Aus Perspektive des Gebäudeeigentümers verändert sich die Verantwortung für die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung. Mit Anschluss eines Gebäudes an das Gebäudenetz, liegt es in der Verantwortung des Netzbetreibers die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren. Bezüglich der Dekarbonisierung eines jeden angeschlossenen Gebäudes tritt der Vorteil auf, dass die Einhaltung der Treibhausgasneutralität bis 2045 über das Gebäudenetz realisiert wird und bis auf die Errichtung einer Übergabestation im Gebäude keine Investitionen in den einzelnen Gebäuden notwendig sind.

Bei Gebäudenetzen besteht die Möglichkeit das Netz auf einem geringen Temperaturniveau zu betreiben (kaltes Wärmenetz). Durch den Einsatz von Wärmepumpen wird das Temperaturniveau bei Bedarf direkt beim Verbraucher erhöht. Die eingespeiste Wärme kann von allen angeschlossenen Anlagen zur Verfügung gestellt und von allen Verbrauchern entnommen werden. Es können diverse Energiequellen eingebunden werden. z.B.:

Abwärme

Abwärme mit einem geringen Temperaturniveau ($<70^{\circ}\text{C}$) wird nur selten genutzt. Mit der Einbindung in ein kaltes Wärmenetz kann die Abwärme aus verschiedenen Abwärmequellen, unabhängig vom Temperaturniveau, eingebunden werden. Somit kann beispielsweise die bei der Verstromung in einem BHKW oder bei Kälteanlagen entstehende Abwärme genutzt werden.

BHKW

Wird ein BHKW wärmegeführt betrieben, sinkt im Sommer die Wärme- und Stromproduktion. Bei einem Anschluss an ein kaltes Wärmenetz kann die entstehende Wärme genutzt und folglich die Betriebsstunden und somit die Wirtschaftlichkeit erhöht werden. Sowohl der erzeugte Strom eines BHKW als auch einer Photovoltaik-Anlage kann zur Versorgung der dezentralen Wärmepumpe sowie der Steuerung- und Regelungstechnik genutzt werden.

Wärme von Solarthermieranlagen

Durch die dezentrale Nutzung von Solarthermieranlagen wird das Potenzial der nutzbaren Wärme nicht vollkommen ausgeschöpft. Ist der dezentrale Pufferspeicher bereits vollständig beladen, kann die Solarthermieranlage keine weitere Wärme einspeisen. Bei der Anbindung in ein kaltes Wärmenetz kann die Solarthermieranlage überschüssige Wärme einspeisen und somit ihren Ertrag erhöhen. Ein weiterer Vorteil des kalten Wärmenetzes ist die geringe Rücklauftemperatur. Je niedriger die Rücklauftemperatur, desto höher ist der Wirkungsgrad der Solarthermieranlage.

Das kalte Wärmenetz entkoppelt die Abhängigkeit von Erzeugung und Verbrauch zeitlich. Durch diese Pufferwirkung werden die Bereitstellungsverluste reduziert. Das Einsatzgebiet von Wärmepumpen wird ebenfalls erweitert, da keine separate dezentrale Wärmequelle in der Nähe des Verbrauchers vorhanden sein muss. Zusätzlich steigt der Wirkungsgrad der Wärmepumpe, da das Temperaturniveau ganzjährig auf einem hohen Temperaturniveau liegt.

Anteil erneuerbarer Energien

Kalte Wärmenetze bieten die Möglichkeit den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen und die Wärmeerzeugung zu Dekarbonisieren.

Durch die Anbindung von Gebäuden an ein kaltes Wärmenetz, die keine anderweitigen Chancen zur Einbindung erneuerbaren Energien vorweisen können, wird die Wärmeerzeugung der Gebäude durch erneuerbare Energien ermöglicht.

Die Energieeffizienz eines Gebäudenetzes ist höher als die Summe vieler einzelner Wärmeerzeuger. Auf Grund des geringen Temperaturniveaus ist eine Brennwertnutzung der angeschlossenen Wärmeerzeuger möglich und die Wärmeverluste werden reduziert. Die Betriebsstunden von BHKW und Solarthermieanlagen werden gesteigert. Die Reduzierung des Hilfsenergiebedarfs führt ebenfalls zu einer Erhöhung der Energieeffizienz.

Vorteile des kalten Wärmenetzes:

- Reduzierung der Wärmeverluste im gesamten Wärmenetz
- Abwärme mit geringerem Temperaturniveau kann eingebunden werden
- es werden keine separaten Energiequellen für die Wärmepumpen benötigt
- Wärme kann von allen Erzeugern zur Verfügung gestellt werden
- Nutzung lokaler Energiequellen
- Brennwertnutzung möglich
- Temperaturniveau kann von den Verbrauchern als Kälte oder Wärme genutzt werden

Nachteile des kalten Wärmenetzes:

- bisher wurden nur wenige Netze umgesetzt (im Vergleich zu Nah- und Fernwärmenetzen)
- größere Rohrquerschnitte im Vergleich zu einem konventionellen Wärmenetz

Synergieeffekte bei der Wärmeversorgung

Bei der Errichtung eines Gebäudenetzes treten mehrere Synergien auf. Bevor mit der Planung des Gebäudenetzes begonnen wird, sollte mit allen potenziellen Abnehmern (Wohn- und Nichtwohngebäude) abgestimmt werden, welche Gebäude an das Gebäudenetz angeschlossen werden sollen. Somit wird auch für einen möglichst großen Anteil von Gebäude Eigentümer eine Dekarbonisierung erreicht und die Wirtschaftlichkeit verbessert. Wir empfehlen im Rahmen einer Bürgerveranstaltung durch den zukünftigen Netzbetreiber den geplanten Verlauf des Gebäudenetzes vorzustellen und Interessenten über Vorteile und Kosten des Gebäudeanzschlusses zu informieren. Je mehr Gebäude an das Gebäudenetz angeschlossen werden, desto geringer werden die Investitionskosten pro angeschlossenen Gebäude, da die größten Investitionskosten für die Errichtung der Wärmeerzeuger und der Hauptverteilung anfallen und vergleichsweise geringe Kosten für den Gebäudeanschluss anfallen.

Bezüglich der Dekarbonisierung eines jeden angeschlossenen Gebäudes tritt der Vorteil auf, dass die Einhaltung der Treibhausgasneutralität bis 2045 über das Gebäudenetz realisiert wird

und bis auf die Errichtung einer Übergabestation im Gebäude keine Investitionen und in einzelnen Gebäuden notwendig sind. Durch die Anbindung von Gebäuden an ein Gebäudenetz, wird die Wärmeerzeugung der Gebäude durch erneuerbare Energien ermöglicht. Neben der Wertstabilität bzw. sogar Wertsteigerung fallen pro Gebäude geringere Investitionskosten für die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung an als bei der Investition jedes Gebäudeeigentümers in eine eigene Wärmeerzeugung. Im Vergleich zu vielen einzelnen Heizungsanlagen kann bei einem zentralen Wärmeerzeuger durch die Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren eine geringere Erzeugerleistung installiert werden. Dies wirkt sich wieder positiv auf die spezifischen Investitionskosten und die spezifischen Betriebskosten der Anlagentechnik aus.

Die Nutzung von Synergien kann dazu beitragen Gebäudenetze effizienter, kostengünstiger und umweltfreundlicher zu betreiben und somit einen wichtigen Beitrag zur Wärmewende im Gebäudesektor zu leisten. Eine integrierte Planung und die Zusammenarbeit verschiedener Akteure sind entscheidend, um diese Potenziale optimal zu nutzen.

Synergieeffekte bei der Stromerzeugung

Je nachdem, welche Technologien zur Versorgung des Gebäudenetzes eingesetzt werden, können im Kombination mit der Stromerzeugung Synergien genutzt werden.

Blockheizkraftwerke (BHKW) erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme. Der erzeugte Strom kann ins öffentliche Netz eingespeist oder direkt vor Ort genutzt werden (u.a. zum Betrieb des Gebäudenetzes), während die Abwärme effizient das Gebäudenetz versorgt. Dies erhöht den Gesamtwirkungsgrad der Energieerzeugung.

Überschüssiger Strom aus erneuerbaren Energien (z.B. Wind oder Photovoltaik) kann genutzt werden, um das Gebäudenetz zu betreiben (z.B. Antrieb von Pumpen, Steuer- und Regelungstechnik, Wärmepumpen) oder um Wasser im Gebäudenetz zu erwärmen. Dies hilft, das Stromnetz zu stabilisieren und die Nutzung erneuerbarer Energien zu maximieren, insbesondere in Zeiten geringer Stromnachfrage und hoher Stromerzeugung.

Die Steuerung des Gebäudenetzes kann in intelligente Stromnetze integriert werden, um den Energiefluss optimal zu managen und Lastspitzen zu vermeiden.

Synergieeffekte mit der Infrastrukturplanung und Quartiersentwicklung

Bei Tiefbauarbeiten für Gebäudenetze können Synergien genutzt werden, indem gleichzeitig Leerrohre für Glasfaserkabel oder andere Infrastruktur mitverlegt werden. Dies reduziert Kosten und minimiert Beeinträchtigungen. Darüber hinaus können in Neubaugebieten oder bei der Sanierung von Quartieren integrierte Energiekonzepte entwickelt werden, die Gebäudenetze mit dezentralen erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (z.B. Photovoltaik) und Speicherlösungen kombinieren. Außerdem können Gebäudenetze in umfassendere Energiekonzepte für Quartiere integriert werden, die auch die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität und lokale Energiespeicher umfassen.

4.1.5.1.7 Beispiel Gebäudenetz Rembrücken „Im Vogelseen/ Friedhofstraße“

Um einen möglichen Trassenverlauf und damit verbundene geschätzte Investitionskosten und Energieeinsparung exemplarisch darzustellen wird anhand eines Beispiels die Errichtung eines Gebäudenetzes erläutert. Anhand der Wärmeliniendichte und der Blockdarstellung des Energieverbrauchs wurde ein Gebiet in Rembrücken mit einer hohen Wärmeliniendichte und einem hohen Energieverbrauch gewählt. Als Beispiel wurde ein Wohngebiet in Rembrücken ausgewählt, das einen Teil der Straßen „Im Vogelseen“ sowie „Friedhofstraße“ umfasst. In diesem Bereich werden acht Gebäude an das Gebäudenetz angeschlossen.

Der mögliche Trassenverlauf (orange) und ein Vorschlag für die Positionierung des neuen Wärmeerzeugers (gelb) ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Abbildung 49: Möglicher Verlauf Gebäudenetz zum Anschluss der Gebäude (orange) (Quelle: GoogleMaps)

Um die Investitionskosten für die Errichtung des Gebäudenetzes, der Wärmeerzeuger und den Anschluss der Gebäude abschätzen zu können, muss die benötigte Heizleistung der Gebäude bekannt sein. Da die Gebäudeheizlasten hier nicht konkret vorliegen, wird der Wärmebedarf des Gebietes mit Hilfe einer GIS-Analyse ermittelt.

Für die Wohngebäude ergibt sich ein Wärmebedarf von 243,589 MWh/a.

Um grob abschätzen zu können, welche Erzeugerleistung bereitgestellt werden muss, wird anhand der sog. „Schweizer Formel“ von dem Wärmebedarf auf die Heizlast geschlossen. Dabei handelt es sich um eine überschlägige Ermittlung, die hier zur Abschätzung der Investitionskosten herangezogen wird. Dabei werden keine Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt, was bei einer ingenieurtechnischen Auslegung des Gebäudenetzes und der dazugehörigen Wärmeerzeuger der Fall wäre.

$$\text{Heizlast Quartier in kW} = \frac{\text{Verbrauch in } \frac{\text{kWh}}{\text{a}} * \text{Jahresnutzungsgrad in \%}}{\text{Volllaststunden in } \frac{\text{h}}{\text{a}}}$$

Annahmen:

- Volllaststunden: 2.300 h (bei Wohngebäuden/ Raumwärme und Warmwasserbereitung)
- Brennstoffverbrauch in kWh/a aus Wärmebedarf mit 243.590 kWh/a
- Jahresnutzungsgrad: 0,9 (Annahme 90% bei einem Gas-BW-Kessel)

$$\text{Heizlast Quartier in kW} = \frac{243.589 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} * 90\%}{2.300 \frac{\text{h}}{\text{a}}} = 95,32 \text{ kW}$$

Unter Berücksichtigung eines moderaten Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,9 ergibt sich als vorläufige Schätzung eine Heizlast von 86 kW, die über das Gebäudenetz bereitgestellt werden muss.

Abschätzung Investitionskosten

Die Kostenschätzung wird in Anlehnung an den Technikkatalog Wärmeplanung Version 1.1 (August24) aus dem Leitfaden Wärmeplanung des BMWK und BMW SB durchgeführt.

Bei einer Hauptleitung mit 5 m Länge (820 €/m), Anschlussleitungen mit 35 m Länge (829 €/m) und 7 Hausanschlüssen (8.228 €/Anschluss), Übergabestation für 86 kW (277.296 €/MW) sowie Pumpstation für 86 kW (251.136 €/MW) belaufen sich die Kosten für die Installation des Wärmenetzes/ Gebäudenetzes auf ca. 136.156 € netto.

Hinzu kommt noch die Errichtung der Wärmeerzeuger mit ca. 111.400 € netto. (Annahme: 2 Luft-Wasser-Wärmepumpen in Kaskade). Bei der Auswahl des Wärmeerzeugers handelt es sich um eine mögliche Lösung. Die Sanierung der Anlagentechnik muss durch eine konkrete Bewertung der Vor-Ort-Situation und durch eine weiterführende Planung konkretisiert werden.

Für Planungskosten werden erfahrungsgemäß 50.000 € einkalkuliert. Dementsprechend belaufen sich die Investitionskosten für das Gebäudenetz auf ca. 297.556 € netto.

Aus der Kostenschätzung lässt sich ableiten, dass die Investitionskosten ca. 297.556 € netto betragen werden. In dieser Kostenschätzung ist die Nutzung von Fördermitteln noch nicht berücksichtigt.

Abschätzung Investitionskosten und Energieeinsparung – Gebäudenetz

Die folgenden Annahmen beziehen sich auf das Bezugsjahr 2025:

- Investitionskosten: ca. 297.556 € netto
- Förderprogramm: BAFA BEG EM Gebäudenetz (aktueller Stand Förderquote: max. 30%)
- Investitionskosten gefördert: ca. 208.289 € netto (BEG EM Stand 11/2025)
- Energieeinsparung: ca. 171.945 kWh/a (bei Luft-Wasser-Wärmepumpe mit JAZ 3,4)
- Kosteneinsparung Energieträger: ca. 6.692 €/a (Bei einem gleichbleibenden Heizwärmebedarf wird, durch die effiziente Wärmepumpe auf Grund des Wechsels zum teureren Energieträger Strom zu Beginn nur eine geringe Reduzierung der Energiekosten erreicht. Es wird von einer JAZ 3,4 ausgegangen. Die Effizienzsteigerung wird kostenseitig reduziert, da Strom (0,250 €/kWh) zurzeit noch ca. 2,5 mal teurer ist als Gas (0,101 €/kWh). Bei zukünftigen Preissteigerungen fossiler Energieträger wird die Energiekosteneinsparung bei Nutzung einer Wärmepumpe gegenüber Erdgas jährlich steigen.)
- Einsparung CO₂-Abgabe: ca. 2.163 €/a (0,107 €/kgCO₂)
- Statische Amortisation: ca. 24 Jahre (Bei zukünftigen Preissteigerungen fossiler Energieträger wird die Energiekosteneinsparung bei Nutzung einer Wärmepumpe gegenüber Erdgas jährlich steigen. Ebenfalls wird die steigende CO₂-Abgabe sowie die korrekte Dimensionierung des Gebäudenetzes und der Wärmeherzeugung die Amortisationszeit verkürzen.)

Die Leistungsergebnisse aus diesem Bericht ersetzen keine bauphysikalische Fachplanung und keine Fachplanung zur Ausführung von Baumaßnahmen sowie Anlagentechnik durch die Fachunternehmen. Die Leistungsinhalte beziehen sich auf energetisch relevante Maßnahmen. Sie schließen Architektenleistungen sowie Leistungen zu Steuer- und Rechtsberatung aus. Eine weitere Planung durch Fachplaner detailliert das Ergebnis.

Bezüglich der Abschätzung der Fördermittel werden aktuelle Bundesmittel berücksichtigt. In der weiterführenden Planung sind die Förderprogramme der Länder und Kommunen zu prüfen.

4.1.5.1.8 Mieterstrommodell: Installation PV-Anlage

Für Eigentümer von Mehrfamilienhäusern und Dachflächen, die für die Installation von PV-Anlagen geeignet sind, kommen Mieterstrommodelle in Betracht.

Mit einer Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) wird der Strom selbst erzeugt und die Kosten für den Bezug von Netzstrom werden reduziert. Durch die Nutzung des selbsterzeugten Stroms werden die CO₂-Emissionen des Gebäudes reduziert.

Neben den PV-Modulen fallen Kosten an für das Montagesystem, den Wechselrichter, die elektrischen Leitungen und Mieterzähler. Bei einem konstanten Grundlast-Stromverbrauch ist es sinnvoll einen Stromspeicher einzusetzen.

Bei der Auslegung der PV-Anlage wird der eigene Strombedarf berücksichtigt, um einen möglichst hohen Anteil des erzeugten Stroms selbst nutzen zu können. Der restliche Strom wird eingespeist. Es wird eine möglichst hohe Eigenverbrauchsquote angestrebt, weil sich damit die Amortisationszeit verkürzt. Bei der Planung der PV-Anlage werden die örtlichen Gegebenheiten (Dachneigung, -ausrichtung-, Verschattung, behördliche Auflagen) und die Traglastreserven des Daches berücksichtigt. Darüber hinaus muss geprüft und mit den Behörden abgestimmt werden, in welcher Größenordnung eine Einspeisung in das örtliche Stromnetz möglich ist.

Mieterstrommodelle

Ein Mieterstrommodell ermöglicht es den selbsterzeugten Strom an die Mieter der Gebäude zu liefern und zu verkaufen.

Auf diese Weise haben auch Mieter in Gebäuden, die nicht Eigentümer sind und somit keine Möglichkeit der Mitgestaltung haben, die Möglichkeit von gebäudenah erzeugtem PV-Strom zu profitieren. Mieter können Strom aus erneuerbaren Energien beziehen oder selbst Eigentümer eines Gebäudes oder einer PV-Anlage zu sein. und damit die CO₂-Emissionen reduzieren. Weitere Vorteile ergeben sich für die Mieter, da die Abhängigkeit vom Stromanbieter und den Strompreisen sinkt und bei Mieterstrommodellen gibt es einen Betreiber, der sowohl die Planung koordiniert als auch den Betrieb verwaltet und abrechnet. Dazu ist es notwendig, dass jeder Mieter einen passenden Stromzähler erhält.

Für den Gebäudeeigentümer ergibt sich der Vorteil, dass die CO₂-Emissionen des Gebäudes reduziert werden und dass er einen Einfluss auf den Strombezug der Mieter nehmen kann. Denn beim Mieterstrombezug hat der Gebäudeeigentümer keinen Einfluss bezüglich des Stromvertrages.

Synergieeffekte

Bei der Errichtung einer PV-Anlage treten mehrere Synergien auf, insbesondere wenn Mieterstrommodelle eingesetzt werden und ein Gebäudenetz errichtet wird. Bei der Einbindung an die Versorgung eines Gebäudenetzes kann der erzeugte Strom der PV-Anlage zur Versorgung der Wärmeerzeuger sowie der Steuerung- und Regelungstechnik genutzt werden. Anstatt den überschüssigen Strom ins Netz einzuspeisen, kann dieser auch zur Erwärmung des Gebäudenetzes genutzt werden.

Alternativ kann überschüssiger Strom auch zur Versorgung von Ladesäulen und zum Laden von Elektroautos genutzt werden, um die E-Mobilität zu unterstützen.

Über den Verkauf des selbsterzeugten Stroms an die Mieter entsteht eine zusätzliche Einnahmequelle, die zur Amortisierung der PV-Anlage beiträgt und den Mietern ist es möglich Ihre CO₂-Emissionen zu senken, wodurch auch die CO₂-Emissionen des gesamten Gebäudes reduziert werden. Die Installation einer PV-Anlage führt zu einer Wertstabilität bzw. sogar Wertsteigerung des Gebäudes.

Wird ein Gebäude sowohl mit einer PV-Anlage versorgt als auch an ein Gebäude- oder Wärmenetz angeschlossen, wird die Dekarbonisierung des Gebäudes sowohl beim Strom- als auch beim Wärmeverbrauch vorangetrieben.

4.2 Umsetzungsstrategie gesamtes Planungsgebiet

Um die Klimaneutralität bis 2045 in Heusenstamm zu erreichen, ist es unerlässlich, dass die Stadtverwaltung sowie alle Bürgerinnen, Bürger und weiteren Akteure gemeinsam an der Umsetzung arbeiten. Hierfür ist es erforderlich, die Maßnahmen aus der Wärmeplanung eindeutig zu kommunizieren. Dies sollte sowohl allgemein und übergeordnet als auch spezifisch auf die Anforderungen und Rahmenbedingungen in den einzelnen Gebieten zugeschnitten erfolgen. Durch diesen intensiven Austausch mit der Zivilgesellschaft können bestehende Widerstände und Bedenken sowie mögliche Fehlinformationen aufgegriffen und geklärt werden.

Für einen Überblick sollen die Handlungsfelder hier noch einmal allgemein und übergeordnet beschrieben werden.

4.2.1 Handlungsfeld Fernwärmeaus- und Neubau, sowie Umstellung auf erneuerbare Energien

Das Ziel der Maßnahmen besteht darin, die Bestandsnetze zu verdichten, zu erweitern und zu transformieren sowie neue Wärmenetze zu realisieren.

Verdichtung und Erweiterung der Bestandsnetze

Bestandsnetze zeichnen sich dadurch aus, dass diese Gebiete bereits mit einem Wärmenetz erschlossen sind. In Heusenstamm wurde im Rahmen der Wärmeplanung ein solches Netz identifiziert. Die Umstellung des Bestandsnetzes auf klimaneutrale Energieträger ist eine Grundvoraussetzung zur Erreichung der Klimaneutralität in der Kommune. Diese Netze werden von der EVO (Energieversorgung Offenbach AG) betrieben, die bereits einen Transformationsplan zur Treibhausgasneutralität in ihren Netzen erstellt haben. Direkte Einflussnahme auf den Erzeugerpark und das Netz von Seiten der Kommune ist aber nicht gegeben.

Neben der Umstellung auf regenerative Energien spielen auch die Verdichtung und Erweiterung der Bestandsnetze eine wichtige Rolle. Gebäude, die noch nicht an das Bestandsnetz angeschlossen sind, sollten möglichst integriert werden. In den versorgten Gebieten variieren die Anschlussquoten erheblich. In einigen Straßenzügen sind bereits viele bis alle Grundstücke an die Fernwärme angeschlossen, während in anderen nur vereinzelt Gebäude Fernwärme beziehen. Aufgrund der dichten Bebauung im Versorgungsgebiet ist die Nachverdichtung die sinnvollste Option und sollte konsequent bis zu einer Anschlussquote von 100 % angestrebt werden. Dazu ist eine gezielte Planung zum Anschluss weiterer Gebäude notwendig. Das Versorgungsgebiet sollte in einzelne Bereiche unterteilt werden, um die Baumaßnahmen zu bündeln. Diese Einteilung kann auf Grundlage der Bestandsanalyse erfolgen oder wurde bereits auf Baublockebene in der Eignungsprüfung durchgeführt.

Für Erweiterungsgebiete, die in unmittelbarer Nähe zum bisherigen Versorgungsgebiet liegen, gelten die gleichen Voraussetzungen und Vorgehensweisen wie für den Neubau von Wärmenetzen. Im Gegensatz zur Verdichtung in Bestandsnetzgebieten kann in den Netzerweiterungsgebieten entweder das Fernwärmenetz direkt erweitert oder es können Sekundärnetze mit niedrigerem Temperaturniveau aufgebaut werden.

Sowohl für das Verdichtungs- als auch das Erweiterungsgebiet der Fernwärme ist es vorteilhaft, dass der Gebäudebestand entsprechend saniert wird, da dadurch Vorlauftemperaturabsenkungen im Netz möglich werden, welche die Effizienz des Netzes steigern. Dafür könnten bspw. auch die Ergebnisse der Umfrage, die im Rahmen der Wärmeplanung herangezogen wurde, genutzt werden. Dies ermöglicht einen moderateren Anstieg der bereitzustellenden Erzeugungsleistung durch den Anschluss zusätzlicher Gebäude an das Fernwärmenetz. Es sollte geprüft werden, inwieweit die bestehende Infrastruktur eine Nachverdichtung und Erweiterung in Bezug auf die Netzhydraulik zulässt und ob ein Austausch von Fernwärmeleitungen notwendig ist. Hierzu sollte ein enger Austausch mit dem Netzbetreiber und den Planern erfolgen.

Bau neuer Netze

In den identifizierten Wärmenetzzeignungsgebieten sollte auf Basis der kommunalen Wärmeplanung eine vertiefte Grundlagenplanung erfolgen. Diese Analyse kann als Machbarkeitsstudie, beispielsweise über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung), direkt beim späteren Netzbetreiber durchgeführt werden.

Ergibt die detaillierte Analyse des Gebiets eine technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit, kann die weiterführende Planung für die Erschließung der Umweltquellen, den Bau der Heizzentrale und des Wärmenetzes beginnen. Ein Ergebnis dieser Planung ist auch die Erstellung eines Zeit- und Wirtschaftsplans, der sich an den im Wärmeplan avisierten Umsetzungszeiträumen orientiert.

Ist die technische Machbarkeit gegeben, wird bis zur Vergabeplanung sichergestellt, dass alle rechtlichen Anforderungen berücksichtigt sind und das Netz realisiert werden kann. Anschließend können die ersten Schritte für den Bau des Wärmenetzes erfolgen. In Abstimmung mit dem Baufortschritt des Nahwärmenetzes und des Hochbaus der Heizzentrale erfolgt der Bau der Anlagentechnik in der Heizzentrale sowie die Erschließung der erneuerbaren Wärmequellen. Bei der zeitlichen Planung der Bauabschnitte sind Synergieeffekte, wie die Breitbandverlegung oder Straßensanierung, im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und die möglichst geringe Belastung der Anwohner zu beachten. Diese ganzheitliche Betrachtung ermöglicht es, Ressourcen optimal zu nutzen.

Nach erfolgreichem Abschluss der Bauphase und Übergabe zum Betrieb wird das System kontinuierlich gewartet und überwacht. Mit dem Übergang in den Betrieb erfolgt auch das Anlagenmonitoring, welches eine betriebsoptimierte und analytische Fahrweise ermöglicht.

Stellt sich in der Machbarkeitsstudie heraus, dass die Eignung eines Gebiets nicht gegeben ist, beispielsweise aufgrund fehlender Flächen für die Nutzung erneuerbarer Potenziale, sollte die Möglichkeit der Cluster- oder Nachbarschaftsversorgung umfassend untersucht werden.

Weitere Schritte der Umsetzung und Fortführung der Planungen aus dem Wärmeplan für das Gemeindegebiet sind die folgenden:

- Untersuchung der Machbarkeit, Konzeption und Realisierung neuer Wärmenetze, inklusive Erschließung bzw. Feststellung lokaler Potenziale insbesondere Abwärme aus Industrie und Rechenzentren, Wärmepumpen auf Basis von Abwärme aus der Kläranlage oder auch BHKW-Anlagen auf Basis von Biomethan

4.2.2 Handlungsfeld Eignungsgebiete dezentrale Wärmeversorgung

4.2.2.1 Matrix für mögliche Potenziale dezentraler Lösungen

Die folgende Matrix bietet eine fundierte Übersicht über die Potenziale verschiedener Energieerzeugungsanlagen. Je nach Baujahr des Gebäudes wurde eine entsprechende Matrix erstellt. Wurde das Gebäude seit Errichtung bereits saniert kann anhand des derzeitigen Energieverbrauchs (z.B. entsprechend der Gas- und Stromabrechnung) das Gebäude in eine der drei Aufstellungen eingeordnet werden. Die Übersicht dient als grobe Übersicht zu Potenzialen, die sowohl die technischen Möglichkeiten als auch die Wirtschaftlichkeit, die Förderfähigkeit und die Eignung für Quartierslösungen berücksichtigt. Es muss immer noch eine individuelle Detailbetrachtung erfolgen, um das richtige Konzept zur Wärme- und Warmwassererzeugung eines Gebäudes zu erstellen.

Die Leistungsergebnisse aus diesem Bericht ersetzen keine bauphysikalische Fachplanung und keine Fachplanung zur Ausführung von Baumaßnahmen sowie Anlagentechnik durch die Fachunternehmen. Die Leistungsinhalte beziehen sich auf energetisch relevante Maßnahmen. Eine weitere Planung durch Fachplaner detailliert das Ergebnis.

Mit der Note (1-5) wird die Bewertung der vier Hauptkriterien zusammengefasst und farblich hervorgehoben.:

- Technisches Potenzial: bewertet, ob in der Gebäudekategorie das Potenzial generell technisch einsetzbar ist
- Wirtschaftliches Potenzial: bewertet, ob die realistischen Investitionskosten im Verhältnis zu möglichen Energieeinsparungen stehen
- Förderfähigkeit: Beurteilung, ob für die Errichtung der Anlagentechnik staatliche Fördermittel in Anspruch genommen werden können (derzeitiger Stand der Förderrichtlinien)
- Eignung Quartierslösung: Beurteilung, ob die Anlagentechnik möglicherweise in ein dezentrales Netz eingebunden werden kann

Eine „schlechte“ Note oder eine unwahrscheinliche technische oder wirtschaftliche Eignung bedeutet nicht, dass ein Potenzial am individuellen Standort nicht genutzt werden kann. Genauso wenig garantiert eine (sehr) wahrscheinlich technische und wirtschaftliche Nutzung eines Potenziales die technische und wirtschaftliche Umsetzung am Standort. Es ist immer eine individuelle Konzepterstellung und Auslegung notwendig, die auch die Wünsche des Kunden und Umsetzbarkeit in dem Gebäude und auf dem Grundstück berücksichtigt. Die Matrizen dienen als grobe Orientierung und signalisieren ein mögliches Potenzial oder weisen auf Hürden hin.

Im Anhang sind drei Matrizen aufgeführt, die sich auf das Baujahr bzw. nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen auf den Energieverbrauch des Gebäudes beziehen. Es werden folgende Baujahre bzw. Energieeffizienzklassen unterschieden:

1. **Baujahr vor 1978**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen ca.:
 - EFH mit $\geq 150 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse E und schlechter¹
 - Reihenhaushaus mit $\geq 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D und schlechter¹
 - Mehrfamilienhaus mit $\geq 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D und schlechter¹
2. **Baujahr: 1979-2000**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen ca.:
 - EFH mit $100 - 150 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D - E¹
 - Reihenhaushaus mit $90 - 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C-D¹
 - Mehrfamilienhaus mit $100 - 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D¹
3. **Baujahr ab 2001**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen:
 - EFH mit $\leq 100 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹
 - Reihenhaushaus mit $\leq 90 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹
 - Mehrfamilienhaus mit $\leq 100 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹

¹Endenergiebedarf laut Energieausweis

Die Matrizen sind im Anhang 6.1 aufgeführt.

Beispiele für die Bewertung der Potenziale:

Die Nutzung eines **Pelletkessels** ist technisch in allen Gebäuden, unabhängig vom Sanierungszustand, möglich, da hohe Vorlauftemperaturen bereitgestellt werden können. Die Wirtschaftlichkeit verbessert sich mit sinkendem Wärmebedarf, da die Investitionskosten für die Errichtung des Pelletlagers und die Kosten für den Brennstoff geringer werden. Da die Errichtung eines Pelletkessels gefördert und in eine Quartierlösung eingebunden werden kann, resultiert eine gute Gesamtbewertung. Eine etwas schlechtere Gesamtbewertung erhält der **Gas-Brennwertkessel**. Obwohl der Gas-Brennwertkessel technisch in fast allen Gebäuden einsetzbar ist, wird die Bewertung herabgesetzt, da die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beeinflusst wird von steigenden Betriebskosten (z.B. steigende Gaspreise, steigende CO₂-Abgabe), fehlender Förderfähigkeit und regulatorischen Unsicherheiten da die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ab spätestens 2045 verboten wird.

Wie oben kurz erläutert, ist immer eine individuelle Konzepterstellung und Auslegung notwendig, die auch die Wünsche des Kunden und Umsetzbarkeit in dem Gebäude und auf dem Grundstück berücksichtigt. Die Matrizen dienen als grobe Orientierung und signalisieren ein mögliches Potenzial oder weisen auf Hürden hin.

An den verschiedenen Aufstellungen ist erkennbar, dass der Einsatz bestimmter Technologien abhängig ist vom Baualter und dem Energieverbrauch des Gebäudes (z.B. Wärmepumpe) und

wiederum andere Potenziale davon unabhängig sind (z.B. Gas-Brennwert-Kessel). Beispielsweise ist der Einsatz von **Wärmepumpen** in alten Bestandsgebäuden zwar grundsätzlich möglich, muss aber detailliert geprüft werden. In Bestandsgebäuden (Baujahr vor 1978) wird der Einsatz einer Wärmepumpe technologisch und wirtschaftlich nur sinnvoll sein, wenn die Gebäudehülle saniert wird/wurde. Bei Gebäuden, die von 1979-2000 errichtet wurden, ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass Wärmepumpen eingesetzt werden können, da das Niveau der Systemtemperaturen geringer und ein effizienterer Betrieb möglich ist. Bei Gebäuden, die ab 2001 errichtet wurden, ist sowohl der Wärmebedarf als auch das Temperaturniveau gering, sodass ein effizienter Betrieb und ein wirtschaftlicher Einsatz von Wärmepumpen sehr wahrscheinlich möglich sind. Generell gilt, dass bei jüngeren Gebäuden mehr Potenziale genutzt werden können.

Stromdirektheizungen werden durchweg mit einem geringen Potenzial bewertet. Bei Bestandsgebäuden führt der hohe Energiebedarf zu hohen Betriebskosten, die sich zwar mit steigender Energieeffizienz reduzieren, aber der Einsatz einer Stromdirektheizung ist ohne nähere Betrachtung nur in Effizienzhäusern wirtschaftlich.

Die Nutzung von Wärmeerzeugern mit **Wasserstoff** ist technologisch zwar möglich, weist aber wirtschaftliche und regulatorische Hürden auf. Da weder die Versorgungssicherheit mit Wasserstoff geklärt ist noch die Betriebskosten für grünen Wasserstoff abgeschätzt werden können, sollte die Nutzung des Potenzials nicht priorisiert werden.

Der Einsatz von **fossilen Brennstoffen** ist laut Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) unter Auflagen zwar weiterhin möglich, aber ab 2024 errichtete Wärmeerzeuger mit fossilen Brennstoffen unterliegen einem Stufenmodell. Folglich muss der Wärmeerzeuger stufenweise mit Biomasse oder grünem bzw. blauem Wasserstoff (und deren Derivate) betrieben werden. Das Stufenmodell gliedert sich wie folgt:

- ab 2029 mit mind. 15%
- ab 2035 mit mind. 30%
- ab 2040 mit mind. 60%
- ab 2045 mit 100%

4.2.2.1.1 Beispiel Einfamilienhaus: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger

Am Beispiel von Ein- und Zweifamilienhäusern folgt eine Übersicht zum voraussichtlichen Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger. In den beiden folgenden Tabellen werden beispielhaft Angaben zu voraussichtlichen Investitions-, Energie- und Wartungskosten sowie vermutlichen Energieverbräuchen gemacht. Die Tabellen sind aufgeteilt in

Ein- und Zweifamilienhäuser mit geringem bzw. hohem Energieverbrauch. Die Angaben werden den Factsheets des Gebäudeforums Klimaneutral (Quelle: <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/erneuerbare-energien/erneuerbare-waerme-in-gebaeuden/>) (Abruf am 02.10.2025)) entnommen. Dabei handelt es sich um eine beispielhafte Übersicht zu voraussichtlichen Kosten. Die Angaben ersetzen keine Fach- und Ausführungsplanung. Die Übersicht dient als grobe Orientierungshilfe für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit möglicher neuer Wärmeerzeuger. Es werden die Rahmenbedingungen für Ein-/Zweifamilienhäuser im Bestand beispielhaft bei geringem und hohem Verbrauch angegeben. Die Angaben beziehen sich auf die Einhaltung der Vorgabe 65% der Wärme aus erneuerbaren Energien zu generieren. Die weiteren Rahmenbedingungen können den Factsheets entnommen werden: <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/erneuerbare-energien/erneuerbare-waerme-in-gebaeuden/>

Die Angaben wurden ergänzt durch einen Hinweis, ob dabei ein Energieträger genutzt wird, für den die CO₂-Abgabe anfällt. Bei der Erstellung eines individuellen Konzeptes zur Wärme- und Warmwasserversorgung ist immer eine Detailbetrachtung auf Grundlage der realen Gebäude- und Nutzerdaten erforderlich.

Hinweise zur CO₂-Abgaben-Entwicklung

Der Deutsche Bundestag hat eine CO₂-Abgabe von 55 €/t ab 2025 beschlossen. Das entspricht z.B. bei Erdgas 1,19 ct/kWh (brutto, Heizwert). Im Jahr 2026 soll die CO₂-Abgabe zwischen 55 und 65 €/t liegen. Ab 2027 wird die CO₂-Abgabe über den europäischen Emissionshandel durch CO₂-Zertifikate am freien Markt reguliert und die Abgabe kann höher ausfallen. Der Preis setzt sich aus Angebot und Nachfrage zusammen und die Anzahl der CO₂-Zertifikate sollen stetig verringert werden.

Die CO₂-Abgabe ist von Gebäudeeigentümer und Mieter zu tragen. Wie die Anteile zwischen Eigentümer und Mieter aufgeteilt werden wird im Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz (CO₂KostAufG) geregelt. Bei Wohngebäuden greift ein Stufenmodell in Abhängigkeit der CO₂-Emissionen des Gebäudes. Das Stufenmodell motiviert Eigentümer von energetisch schlechten Immobilien Sanierungsmaßnahmen durchzuführen und sensibilisiert Mieter auf ihren Energieverbrauch zu achten.

4.2.2.1.2 Ein-/ Zweifamilienhaus mit geringem Verbrauch

- Verbrauchswert: ca. 15.000 kWh/a (ca. 100 kWh/m²_{Nutz}) oder ca. 1.500 l/a
- Typ: kleines EFH, guter baulicher Wärmeschutz, sparsames Nutzerverhalten, geringe Personenanzahl

Tabelle 30: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger (EFH mit geringem Verbrauch)

Bezeichnung	Energieverbrauch in kWh/a	Energiekosten in €/a	Investitionskosten in €	Instandsetzungsaufwand (anteilig Investitionskosten)	Wartungskosten in €/a	Lebensdauer in a	Energieträger mit CO ₂ -Abgabe
Wärmepumpensysteme							
Luft-Wasser-Wärmepumpe	4.600	1.200 ¹	25.000 € ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	125	18	nein ²
Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden / Erdkollektoren	3.700	1.000 ¹	28.000 € + 17.000 € Erdsonden oder + 10.000 € Erdkollektoren ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	150	20	nein ²
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	3.100	800 ¹	31.500 € + Zusatzkosten für Saug- und Schluckbrunnen ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	150	20	nein ²
Warmwasser-Wärmepumpe (Trinkwasser-erwärmung)	1.000	260 ¹	6.500 € Außenluft- und Abluftbetrieb oder 5.000 € bei Umluftbetrieb	1,0 %	150	18	nein ²
Luft-Luft- Wärmepumpe („Klimaanlage“)	4.300	1.200	Abhängig von Art und Anzahl Inneneinheiten (ca. 3.000 €/IE)	1,0 %	125 + 50 €/IE	18	nein ²
Hybrid-Systeme							
Solarthermie	-	-	9.500 € für solare Trinkwassererwärmung oder 15.000 € für solare Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	0,5 % für Kollektoren 1,0 % beim Speicher	50	18 -20	nein
Wärmepumpen-hybridheizung mit Gas-Brennwert-kessel	7.300	1.700 ¹	28.000 € LWWP und Gas-BW-Kessel ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,5 %	300	18	Gas – ja Strom - nein
Biomasse-Systeme							
Pelletkessel	13.400	900	24.000 € + 4.500 € Lagerung	3,0 %	400	15 – 20	nein ³

Bezeichnung	Energieverbrauch in kWh/a	Energiekosten in €/a	Investitionskosten in €	Instandsetzungsaufwand (anteilig Investitionskosten)	Wartungskosten in €/a	Lebensdauer in a	Energieträger mit CO ₂ -Abgabe
			Ggf. + 9.500 € solare Trinkwassererwärmung				
Hackschnitzel-kessel	erst bei größeren Leistungen wirtschaftlich sinnvoll						
Scheitholzvergaser-kessel	erst bei größeren Leistungen wirtschaftlich sinnvoll						
Gas- und strombetriebene Systeme							
Gas-Brennwert-kessel	13.700	2.600	9.000 € ggf. + 2.500 € Warmwasserspeicher	1,5 %	150	18	ja
Brennstoffzellenheizung	erst bei größeren Leistungen wirtschaftlich sinnvoll						
Stromdirektheizung	13.000	5.000	4.000 € + 900 € E-Durchlauferhitzer	1,0 %	0	22	nein ²
Legende: ¹ Wärmepumpen Tarif ² Strom (keine direkte CO ₂ -Abgabe) ³ Holz (keine direkte CO ₂ -Abgabe)							

4.2.2.1.3 Ein-/ Zweifamilienhaus mit hohem Verbrauch

- Verbrauchswert: ca. 29.000 kWh/a (ca. 125 kWh/m²Nutz) oder ca. 2.900 l/a
- Typ: größeres EFH, schlechter baulicher Wärmeschutz, hoher Komfort, höhere Personenanzahl

Tabelle 31: Übersicht Energieverbrauch und -kosten für verschiedene Wärmeerzeuger (EFH mit hohem Verbrauch)

Bezeichnung	Energieverbrauch in kWh/a	Energiekosten in €/a	Investitionskosten in €	Instandsetzungsaufwand (anteilig Investitionskosten)	Wartungskosten in €/a	Lebensdauer in a	Energieträger mit CO ₂ -Abgabe
Wärmepumpensysteme							
Luft-Wasser-Wärmepumpe	8.700	2.300 ¹	25.000 € ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	125	18	nein ²
Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden / Erdkollektoren	7.000	1.900 ¹	28.000 € + 17.000 € Erdsonden oder + 10.000 € Erdkollektoren ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	150	20	nein ²
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	5.800	1.600 ¹	31.500 € + Zusatzkosten für Saug- und Schluckbrunnen ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,0 %	150	20	nein ²
Warmwasser-Wärmepumpe (Trinkwasser-erwärmung)	1.400	370 ¹	6.500 € Außenluft- und Abluftbetrieb oder 5.000 € bei Umluftbetrieb	1,0 %	150	18	nein ²
Luft-Luft- Wärmepumpe („Klimaanlage“)	8.300	2.200	Abhängig von Art und Anzahl Inneneinheiten (ca. 3.000 €/IE)	1,0 %	125 + 50 €/IE	18	nein ²
Hybrid-Systeme							
Solarthermie	-	-	9.500 € für solare Trinkwassererwärmung oder 15.000 € für solare Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	0,5 % für Kollektoren 1,0 % beim Speicher	50	18 -20	nein
Wärmepumpen-hybridheizung mit Gas-Brennwert-kessel	13.700	3.200 ¹	28.000 € LWWP und Gas-BW-Kessel ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,5 %	300	18	Gas – ja Strom - nein
Biomasse-Systeme							
Pelletkessel	23.200	1.600	24.000 € + 4.500 € Lagerung ggf. + 9.500 € solare Trinkwassererwärmung	3,0 %	400	15 – 20	nein ³

Bezeichnung	Energieverbrauch in kWh/a	Energiekosten in €/a	Investitionskosten in €	Instandsetzungsaufwand (anteilig Investitionskosten)	Wartungskosten in €/a	Lebensdauer in a	Energieträger mit CO ₂ -Abgabe
Hackschnitzel-kessel	24.600	1.000	individuell	3,0 %	100	15 - 20	nein ³
Scheitholzvergaser-kessel	individuell			2,0 %	400	15	nein ³
Gas- und strombetriebene Systeme							
Gas-Brennwert-kessel	25.300	4.800	9.000 € ggf. + 2.500 € Warmwasserspeicher	1,5 %	150	18	ja
Brennstoffzellenheizung	34.200	6.500 ⁵	37.000 € ggf. + 6.000 € Heizflächentausch	1,5 %	500	18	nein ⁴
Stromdirektheizung	nur bei Gebäuden mit geringem Energieverbrauch wirtschaftlich sinnvoll						
Legende:							
¹ Wärmepumpen Tarif							
² Strom (keine direkte CO ₂ -Abgabe)							
³ Holz (keine direkte CO ₂ -Abgabe)							
⁴ Wasserstoff (keine direkte CO ₂ -Abgabe, aber direkte Abgabe für Herstellung des Wasserstoffes)							
⁵ Zusätzliche Reduzierung Energiekosten durch Vergütung und eingesparte Strombezugskosten: ca. 2.100 €/a							

Im Anhang sind Beispiele für den Aufbau und den Inhalt des sog. Individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP). Der iSFP ist das Ergebnis einer (geförderten) Energieberatung durch einen gelisteten Energie-Effizienz-Experten. Er zeigt Schritt für Schritt, wie ein Gebäude energetisch modernisiert werden kann und bietet Eigentümern eine klare Übersicht über sinnvolle Maßnahmen, deren zeitliche Reihenfolge sowie mögliche Förderungen und macht die Sanierung planbar und effizient.

4.2.2.2 Generelle Fragestellungen - FAQ

Was bedeutet es, wenn in meiner Region aus wirtschaftlichen Gründen kein Wärmenetz errichtet wird? Heißt das, dass ein Anschluss in Zukunft vielleicht doch noch möglich wäre oder ist das endgültig?

Das bedeutet in der Regel, dass die Kosten für den Bau und Betrieb des Wärmenetzes im Verhältnis zur erwarteten Nachfrage in Ihrer Region als zu hoch eingeschätzt werden.

Es ist unwahrscheinlich, dass sich dies kurzfristig ändert. Allerdings können sich langfristig Rahmenbedingungen oder Technologien ändern, daher ist es ratsam, die Entwicklungen in der Kommunalen Wärmeplanung im Auge zu behalten, auch wenn ein Anschluss aktuell ausgeschlossen ist.

Welche klimafreundlichen Heizalternativen stehen mir nun offen, und welche davon sind für mein Bestandsgebäude überhaupt technisch realisierbar?

Die gängigsten Alternativen für Bestandsgebäude sind Wärmepumpen (Luft-Wasser, Sole-Wasser) möglicherweise auch in Kombination mit einer PV-Anlage, Pelletheizungen, moderne Gasbrennwertheizungen (oft in Kombination mit Solarthermie) oder ggf. der Anschluss an ein lokales Nahwärmenetz, falls verfügbar. Die Eignung hängt von Faktoren wie Dämmstandard des Hauses, Platzbedarf, vorhandenen Heizkörpern und den örtlichen Gegebenheiten ab.

Dürfen funktionierende Gas- oder Ölheizung im Bestand weiterhin betrieben werden?

Bestehende Heizsysteme dürfen auch weiterhin betrieben werden. Eine Pflicht zum Austausch besteht nur bei Heizungen, die weder Brennwert- noch Niedertemperaturkessel sind. Diese alten Systeme (Konstanttemperaturkessel) müssen spätestens 30 Jahre nach Inbetriebnahme ersetzt werden.

Heizungen, die vor 2024 eingebaut wurden, dürfen noch bis zum 31.12.2044 mit bis zu 100% fossilem Erdgas bzw. Heizöl betrieben werden. Spätestens ab diesem Zeitpunkt muss jedoch ein Brennstoffwechsel zu biogenen oder synthetischen Brennstoffen erfolgen.

Gas- oder Ölheizungen, die in der Übergangszeit zwischen 2024 und dem Zeitpunkt, an dem die Wärmeplanung greift, eingebaut wurden, dürfen weiterhin betrieben werden. Allerdings müssen diese Heizungen ab 2029 steigende Anteile erneuerbarer Energien nutzen (15% ab 2029, 30% ab 2035 und 60% ab 2040).

Darf eine bestehende Gas- oder Ölheizung repariert werden?

Kaputte Heizungen dürfen repariert werden.

Meine Gas- oder Ölheizung ist irreparabel defekt. Was kann oder muss ich nun tun?

Wenn eine Erdgas- oder Ölheizung irreparabel defekt ist gibt es Übergangslösungen. Es kann beispielsweise eine gebrauchte Gasheizung oder ein Mietgerät installiert werden. Für diesen Fall gibt es Übergangsfristen von bis zu 5 Jahren (bis zu 13 Jahre bei Gasetagenheizungen), um den Umstieg auf eine Heizung mit 65% erneuerbarer Energie gut vorbereiten zu können.

Nach der Frist muss die Heizung jedoch mit mindestens 65% erneuerbarer Energie versorgt werden. Falls der Anschluss an ein Fernwärmenetz möglich ist, beträgt die Frist maximal 10 Jahre.

Dürfen im Bestandsgebäuden noch neue Gas- oder Ölheizungen eingebaut werden?

Ab dem 30. Juni 2026 in Kommunen über 100.000 Einwohner bzw. nach dem 30. Juni 2028 in Kommunen mit bis zu 100.000 Einwohnern greift für neu eingebaute Heizungen die Pflicht, dass mindestens 65% der Heizenergie aus erneuerbaren Energien stammen müssen. Dies gilt ebenfalls ab dem Zeitpunkt des abgeschlossenen kommunalen Wärmeplanung in der jeweiligen Kommune.

Liegt ein Fahrplan für den Ausbau oder die Umstellung eines Gasnetzes auf Wasserstoff vor kann eine auf 100 % Wasserstoff umrüstbare Gasheizung noch bis zur Umstellung auf Wasserstoff vollständig mit Erdgas betrieben werden.

Auch wenn ein Vertrag mit einem Wärmenetzbetreiber vorliegt, der einen Fernwärmeanschluss innerhalb der nächsten 10 Jahre zusagt, kann die Gas- oder Ölheizung bis zum Anschlusszeitpunkt übergangsweise weiterhin betrieben werden. Danach muss das Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden.

Sollte der Anschluss an ein Fernwärmenetz durch den Betreiber nicht vorgesehen sein, ist der Eigentümer der Heizung dazu verpflichtet mindestens 65% der Heizenergie aus erneuerbaren Quellen zu beziehen. Diese Pflicht kann durch den Wechsel zu einem Versorgungstarif mit entsprechend hohem Anteil erneuerbarer Energien erfüllt werden. Spätestens ab dem 01.01.2045 dürfen keine fossilen Brennstoffe mehr zum Heizen verwendet werden.

Die Gesetzeslage sieht vor, dass beim Einbau von Heizungen, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden, eine verbindliche Pflichtberatung erfolgen muss. Diese Beratung soll auf die wirtschaftlichen Risiken hinsichtlich steigender CO₂-Preise für fossile Energien hinweisen und auch Alternativen in Betracht ziehen.

Ich möchte meine Heizung erneuern. Welche nächsten Schritte sind sinnvoll?

Für eine fundierte Entscheidung ist eine detaillierte Analyse der jeweiligen Immobilie und der individuellen Bedürfnisse des Eigentümers notwendig. Allgemein lassen sich folgende wichtige Schritte festhalten:

- Energieberatung in Anspruch nehmen: Eine unabhängige Energieberatung ist der erste und wichtigste Schritt, um die individuelle Situation zu analysieren und die besten

Optionen zu finden. Ebenso ist eine Beratung durch einen Heizungsinstallateur möglich.

- Förderprogramme recherchieren: Informieren Sie sich frühzeitig über aktuelle Förderbedingungen und stellen Sie die Anträge rechtzeitig unter Berücksichtigung der Förderrichtlinien.
- Mehrere Angebote einholen: Vergleichen Sie die Angebote verschiedener Handwerksbetriebe und Heizungsinstallateure.
- Langfristig planen: Berücksichtigen Sie bei Ihrer Entscheidung nicht nur die Anschaffungskosten, sondern auch die zukünftigen Betriebskosten und die Umweltaspekte.

Welche staatlichen Förderungen und Zuschüsse kann ich für den Einbau einer neuen, „grünen“ Heizung beantragen, wenn ein Wärmenetzanschluss nicht möglich ist?

Es gibt verschiedene Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene für den Austausch alter Heizungen durch klimafreundlichere Systeme. Aktuell sind dies vor allem die Förderungen im Rahmen der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG). Die genauen Konditionen (Förderhöhe, Voraussetzungen) variieren und ändern sich gelegentlich. Es ist wichtig, sich vor Beginn der Maßnahme umfassend zu informieren und die Anträge korrekt zu stellen. Lassen Sie sich von einem Energie-Effizienz-Experten beraten und unterstützen.

Gibt es eine neutrale Beratungsstelle, die mir bei der Auswahl des passenden Heizsystems helfen kann, ohne dass Eigeninteressen von Anbietern im Vordergrund stehen?

Ja, es gibt unabhängige Energieberater, die vom Bund gefördert werden und Ihnen bei der Auswahl des passenden Heizsystems und der Beantragung von Fördermitteln helfen können. Unter <https://www.energie-effizienz-experten.de> können Sie von der dena akkreditierte Energieberater in Ihrer Region und für Ihre Sanierungsmaßnahme suchen.

Auch Verbraucherzentralen bieten Energieberatungen an. Es ist ratsam, mehrere Angebote einzuholen und auf die Unabhängigkeit des Beraters zu achten.

Zur Antragstellung und Nachweisführung in den Programmen der BEG bei KfW bzw. BAFA sind akkreditierte Energie-Effizienz-Experten mit aktuell gültigen Qualifikationsnachweisen erforderlich. BCC-ENERGIE verfügt für die Bereiche Wohngebäude, Nichtwohngebäude und Denkmal sowie weiterführende Programme des Bundes über die erforderlichen Nachweise.

Landesenergieagenturen, Verbraucherzentralen, die Bundesverbände (z.B. DEPV, bwp) oder das „Gebäudeforum klimaneutral“ der dena (<https://www.gebaeudeforum.de/>) informieren über Wissenswerte zur Technik sowie zur Umsetzung und helfen bei der Fachpartnersuche.

Welche technischen Aspekte müssen bei der Wahl des neuen Heizungssystems beachtet werden?

Neben notwendigen baulichen Veränderungen muss der vorhandene Platzbedarf vorhanden sein, um den neuen Wärmeerzeuger zu montieren. Bei einem Vor-Ort-Termin kann der Heizungsinstallateur beurteilen, ob der bisherige Platzbedarf für die Installation des neuen Wärmeerzeugers ausreicht und welcher Platzbedarf für ggf. Brennstofflager benötigt werden. Auch bei einer Wärmepumpe gibt es verschiedene Bauarten und Lösungen für geringen Platzbedarf oder dezentrale Versorgung im Geschosswohnungsbau. Es wird erörtert, welche baulichen Veränderungen notwendig sind und es wird abgestimmt, welche Grenzen (z.B. Platzbedarf, Denkmalschutz, Abstandsflächen) eingehalten werden müssen.

Welche Berechnungen sind vor Auslegung und Montage des neuen Wärmeerzeugers notwendig?

Um den neuen Wärmeerzeuger korrekt dimensionieren zu können, muss die Gebäudeheizlast berechnet werden. Darüber hinaus ist die Berechnung der raumweisen Heizlast und zum hydraulischen Abgleich notwendig. Damit kann ermittelt werden, welche Systemtemperaturen erreicht werden können und welcher Wärmeerzeuger dafür geeignet ist. Mit der Berechnung zum hydraulischen Abgleich kann ebenfalls ermittelt werden, ob ggf. einzelne Heizkörper ausgetauscht und durch größere ersetzt werden sollten, um die Systemtemperatur abzusenken. Die Berechnungen kann ein Heizungsinstallateur oder ein Energieberater durchführen. Den hydraulischen Abgleich führt der Heizungsinstallateur durch. Sind die Ventile Ihrer Heizkörper nicht voreinstellbar, müssen diese ausgetauscht werden oder Abgleichventile am Fußbodenheizkreisverteiler nachgerüstet werden.

Um zu beurteilen, ob niedriginvestive Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle notwendig sind, ist die Berechnung des gesamten Gebäudes sinnvoll. Ein Energieberater (Energie-Effizienz-Experte) kann einen Sanierungsfahrplan erstellen und sinnvolle sowie wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen ermitteln.

Mit welchen Investitionskosten muss gerechnet werden und wann amortisiert sich der Austausch der Heizung?

Angaben zu Investitionskosten können erst abgeschätzt werden, wenn die Art des neuen Wärmeerzeugers und damit verbundene Umbaumaßnahmen bekannt sind. Die Amortisationszeit hängt nicht nur von den Investitionskosten, sondern auch von den bisherigen Energiekosten, dem persönlichen Nutzerverhalten und der Effizienz des neuen Wärmeerzeugers ab.

Wie entwickeln sich die Preise für die verschiedenen Energieträger (z.B. Gas, Öl, Strom, Holzpellets) in den kommenden Jahren, und welche Heizung ist langfristig die kostengünstigste?

Die Energiepreisentwicklung ist schwer vorherzusagen und hängt von vielen globalen und lokalen Faktoren ab. Generell wird erwartet, dass fossile Brennstoffe langfristig teurer werden, während erneuerbare Energien durch den Ausbau und technologische Fortschritte tendenziell günstiger werden. Zusätzlich steigt die CO₂-Abgabe für fossile Energieträger in den nächsten Jahren weiter an. Eine breite Aufstellung und die Nutzung erneuerbarer Energien können hier Kostenrisiken minimieren.

Muss ich jetzt sofort handeln, wenn meine aktuelle Heizung noch funktioniert, oder gibt es Übergangsfristen oder Pflichten, die ich beachten muss?

Nein, solange Ihre Heizung funktioniert, besteht in der Regel keine sofortige Handlungsnotwendigkeit. Nur bei Heizkessel mit einem Alter von über 30 Jahren besteht unter bestimmten Bedingungen eine Austauschpflicht (Ausnahme: es handelt sich um einen Niedertemperatur- oder Brennwertkessel, oder die Nennleistung liegt unter 4 kW oder über 400 kW, oder die Heizungsanlage ist Bestandteil einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung). Allerdings kann es sinnvoll sein, sich frühzeitig über Alternativen zu informieren, insbesondere wenn Ihre Heizung älter ist. Beachten Sie jedoch, dass es in Zukunft möglicherweise gesetzliche Austauschpflichten für sehr alte Öl- und Gasheizungen geben könnte. Spätestens ab dem 01.01.2045 dürfen Heizungen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Wie wirkt sich der fehlende Wärmenetzanschluss auf den Wert meiner Immobilie aus?

Das ist schwer pauschal zu sagen. Eine moderne, effiziente und umweltfreundliche Heizung kann den Wert steigern. Ein veraltetes Heizsystem hingegen kann potenziellen Käufern Sorgen bereiten. Wichtig ist, dass Sie eine zukunftssichere Lösung wählen, die den Anforderungen an Energieeffizienz entspricht. Ausschlaggebend für den Wert Ihrer Immobilie sind die CO₂-Emissionen. In verschiedenen Studien wurde der Einfluss des energetischen Niveaus der Immobilie auf den Gebäudewert untersucht.

4.2.3 Überprüfung der Maßnahmen auf ihre Sozialverträglichkeit

Quellen:

Agora Energiewende und Fraunhofer IEE, 2025

Soziale Wärmewende. Wie Wohngebäude sozialverträglich klimaneutral werden.

Heindl, Peter; Löschel, Andreas, 2016

Energiewende ohne Verlierer? In: *Neue Caritas*.

Ziel des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist nach § 1 zu einer Umstellung auf eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente sowie treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 beizutragen. Um alle genannten Anforderungen zu erfüllen, sollte bei allen Maßnahmen auch stets die Sozialverträglichkeit der beschlossenen Maßnahmen im Blick behalten werden. Dabei ist besonders auf Haushalte zu achten, die momentan oder absehbar von Energiearmut betroffen sind, also einer Unterversorgung mit Energie aufgrund ihrer finanziellen Situation oder einer Verschärfung der allgemeinen finanziellen Situation durch hohe Energiekosten (Heindl und Löschel 2016).

5 Literaturverzeichnis

- Biogas, F., 2022. *www.biogas.org*. [Online]
Available at: <https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE-Habeck-kuendigt-kurzfristige-Ausweitung-der-Biogasproduktion-an?open&ccm=050>
[Zugriff am 01. August 2022].
- Björn Weber, ., 2023. *#Klimahacks Mach dein Projekt: Energieautarke Kläranlage*. [Online]
Available at: <https://backend.repository.difu.de/server/api/core/bitstreams/7e85de84-e55d-476a-a56a-3df8b8ad588b/content>
[Zugriff am 28 September 2023].
- Christian Löffler, C. V., 2022. *Biomethan jetzt erst recht 2.0*, s.l.: Landwärme GmbH.
- Dr. Susanne Stark et al., November 2022. *Leitfaden zur Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung*, Frankfurt am Main: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. .
- Ewald, J., Rothe, A. & et.al., 2017. *Energiewende und Waldbiodiversität, Abschlussbericht (FKZ 3512 83 0700), BfN-Skripten 455*, Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- Fritsche, U. e. a., 2004. *Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse*, Berlin: Öko-Institut, ISBN 3-934490-20-4, <https://www.oeko.de/oekodoc/236/2004-025-de.pdf>.
- Gudrun Schütze, e. a., 2021. *Umweltschutz, Wald und nachhaltige Holznutzung in Deutschland*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.3.
- Horst Fehrenbach, e. a., 2018. *BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor)*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA).
- Wirkner, R., 2022. *Waldfläche und Wäödnutzung Gemeinde Muldestausee*, Dessau: Landesforstamt Dessau.
- GoogleMaps (2025): *Kartenausschnitt von GoogleMaps: Heusenstamm*. Online verfügbar unter: https://www.google.com/maps/place/Heusenstamm/@50.0444314,8.7756166,8896m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x47bd125a07dc38fd:0x78100f087dd8b8d5!8m2!3d50.0549935!4d8.7969647!16zL20vMDc2c2Ni?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTExMC4wIXMDS0AsAFQAw%3D%3D [Zugriff: 13.11.2025].
- Gudrun Schütze, e. a., 2021. *Umweltschutz, Wald und nachhaltige Holznutzung in Deutschland*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.3.
- Hessen Agentur (2024): *Gemeindelexikon PDF Nr. 438005: Städte/ Gemeinden des Landes Hessen – Datenblatt Stadt Heusenstamm*. Online verfügbar unter: https://www.hessen-gemeindelexikon.de/gemeindelexikon_PDF/438005.pdf [Zugriff: 04.11.2025].
- Hessen. Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVL) (2018): *3. Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 – Plankarte*. Online verfügbar unter: https://landesplanung.hessen.de/sites/landesplanung.hessen.de/files/2022-08/Dritte_Aenderung_LEP_Plankarte.pdf [Zugriff: 13.11.2025].

Horst Fehrenbach, e. a., 2018. *BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor)*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA).

OpenStreetMap (2025): *Kartenausschnitt von OpenStreetMap: Heusenstamm*. Online verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/search?query=Heusenstamm&zoom=14&minlon=8.109884262084963&minlat=50.02406419970446&maxlon=8.211679458618166&maxlat=50.068599310532385#map=14/50.05351/8.80520>. Zugriff: [13.11.2025].

Regionalverband FrankfurtRheinMain (2019): *Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) 2019*. Online verfügbar: <https://www.region-frankfurt.de/Unsere-Themen-Leistungen/Regionaler-FI%C3%A4chennutzungsplan/G%C3%BCltiger-RegFNP-2010/Genehmigte-Planunterlagen/> [Zugriff: 13.11.2025].

Stadt Heusenstamm (o. J.): *Zahlen, Daten, Fakten – Stadt Heusenstamm*. Online verfügbar unter: <https://www.heusenstamm.de/de/buerger-und-stadt/ueber-heusenstamm/zahlen-daten-fakten#!1762> [Zugriff: 04.11.2025].

Stadt Heusenstamm (2015): *Erhaltungssatzung Stadt Heusenstamm Erläuterungen 31.03.2015*. Online verfügbar unter: <https://www.heusenstamm.de/Portals/0/Resources/1374/Downloads/Erhaltungssatzung-Heusenstamm-Teil-C-red.pdf> [Zugriff: 13.11.2025].

Stadt Heusenstamm (2019): *Integriertes Stadt- und Entwicklungskonzept (ISEK) Heusenstamm*. Online verfügbar unter: <https://www.heusenstamm.de/de/leben-und-wohnen/bauen-und-wohnen/stadtumbau/stadtumbau-detail/item/6137/isek-integriertes-staedtebauliches-entwicklungskonzept> [Zugriff: 13.11.2025].

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023): *Zensus 2022 – Gebäude nach Baujahr (Jahrzehnte) in Gitterzellen (100 m-Gitter)*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Zensus2022/_inhalt.html#1415500 [Zugriff: 04.11.2025].

Wirkner, R., 2022. *Waldfläche und Wäodnutzung Gemeinde Muldestausee*, Dessau: Landesforstamt Dessau.

6 Anhang

6.1 Matrix für mögliche Potenziale dezentraler Lösungen

Die folgende Matrix bietet eine fundierte Übersicht über die Potenziale verschiedener Energieerzeugungsanlagen. Je nach Baujahr des Gebäudes wurde eine entsprechende Matrix erstellt. Wurde das Gebäude seit Errichtung bereits saniert kann anhand des derzeitigen Energieverbrauchs (z.B. entsprechend der Gas- und Stromabrechnung) das Gebäude in eine der drei Aufstellungen eingeordnet werden. Die Übersicht dient als grobe Übersicht zu Potenzialen, die sowohl die technischen Möglichkeiten als auch die Wirtschaftlichkeit, die Förderfähigkeit und die Eignung für Quartierslösungen berücksichtigt. Es muss immer noch eine individuelle Detailbetrachtung erfolgen, um das richtige Konzept zur Wärme- und Warmwassererzeugung eines Gebäudes zu erstellen.

Die Matrizen beziehen sich auf das Baujahr bzw. nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen auf den Energieverbrauch des Gebäudes. Es werden folgende Baujahre bzw. Energieeffizienzklassen unterschieden:

1. **Baujahr vor 1978**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen ca.:
 - EFH mit $\geq 150 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse E und schlechter¹
 - Reihenhaushaus mit $\geq 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D und schlechter¹
 - Mehrfamilienhaus mit $\geq 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D und schlechter¹
2. **Baujahr: 1979-2000**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen ca.:
 - EFH mit $100 - 150 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D - E¹
 - Reihenhaushaus mit $90 - 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C-D¹
 - Mehrfamilienhaus mit $100 - 125 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse D¹
3. **Baujahr ab 2001**; oder bei Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen:
 - EFH mit $\leq 100 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹
 - Reihenhaushaus mit $\leq 90 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹
 - Mehrfamilienhaus mit $\leq 100 \text{ kWh/ (m}^2 \text{ a)}$ entspricht ca. Klasse C und besser¹

¹Endenergiebedarf laut Energieausweis

Leitfaden für die Anwendung:

1. Wenn seit Errichtung des Gebäudes keine weiteren Sanierungsmaßnahmen mehr durchgeführt wurden: anhand des Baujahres des Gebäudes die passende Matrix heraussuchen
2. Wenn seit Errichtung des Gebäudes Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden: anhand der Gebäudetypen und des Energieverbrauches (z.B. laut Abrechnungen Energieversorger) die passende Matrix heraussuchen

6.1.1 Baujahr vor 1978

Baujahr vor 1978	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Bezeichnung					
Wärmepumpensysteme					
Luft-Wasser-Wärmepumpe	-	-	+	/	5
Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden / Erdkollektoren *	-	-	+	/	5
Wasser-Wasser-Wärmepumpe *	-	-	+	/	5
Warmwasser-Wärmepumpe (Trinkwassererwärmung)	+	+	/	/	4
Luft-Luft- Wärmepumpe („Klimaanlage“)	-	-	+	/	5
Hybrid-Systeme (Kombination mehrerer Wärmeerzeuger)					
Solarthermie-Hybridheizung	+	+	+	/	4
Wärmepumpen-Hybridheizung	-	+	+	/	5
Biomasse-Systeme					
Pelletkessel	++	+	+	+	2
Hackschnitzelkessel	++	+	+	+	2
Scheitholzvergaserkessel	+	-	+	/	4
Gas- und strombetriebene Systeme					
Gas-Brennwertkessel	++	+	/	+	3
Brennstoffzellenheizung (gleichzeitige Produktion von Wärme und Strom unter Verwendung von Wasserstoff)	+	-	+	/	4
Stromdirektheizung (z.B. Infrarotheizung, elektrische Fußbodenheizung)	-	-	/	/	5
Weitere Systeme					
Wärmeerzeuger mit Wasserstoff	-	-	+	/	5
Wärmeerzeuger mit Biomethan (bilanziell)	++	+	/	+	2
Hybridlösung aus mehreren Wärmeerzeugern	++	+	+	+	2
Wärmespeicher (z.B. Trinkwasserspeicher, Heizungsspeicher)	++	+	+	+	2
Legende: ++ sehr wahrscheinlich möglich - nicht empfehlenswert ohne weitere Detailbetrachtung + wahrscheinlich möglich / wahrscheinlich nicht möglich					

Baujahr vor 1978	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Bezeichnung					
* Bewertung anhand der Potenzialanalyse					

Übersicht möglicher Potenziale für Gebäude mit Baujahr vor 1978

Baujahr 1979 - 2000

Baujahr 1979 – 2000	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Bezeichnung					
Wärmepumpensysteme					
Luft-Wasser-Wärmepumpe	+	+	+	+	3
Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden / Erdkollektoren *					
Heusenstamm Süd (Im Buchwald, Ahornweg / Eschenweg, Im Birkeneck, Ottostraße / Dieselstraße, Industriestraße), Heusenstamm	-	-	+	/	5
Rembrücken	+	-	+	+	4
Wasser-Wasser-Wärmepumpe *					
Heusenstamm	+	+	+	+	3
Heusenstamm Süd (Im Buchwald, Ahornweg / Eschenweg, Im Birkeneck, Ottostraße / Dieselstraße, Industriestraße), Rembrücken	-	-	+	/	5
Warmwasser-Wärmepumpe (Trinkwassererwärmung)	+	+	/	/	4
Luft-Luft- Wärmepumpe („Klimaanlage“)	+	-	+	+	4
Hybrid-Systeme (Kombination mehrerer Wärmeerzeuger)					
Solarthermie-Hybridheizung	+	+	+	/	4
Wärmepumpen-Hybridheizung	+	+	+	/	4
Biomasse-Systeme					
Pelletkessel	++	++	+	+	1

Baujahr 1979 – 2000					
Bezeichnung	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Hackschnitzelkessel	++	+	+	+	2
Scheitholzvergaserkessel	+	-	+	/	4
Gas- und strombetriebene Systeme					
Gas-Brennwertkessel	++	+	/	+	3
Brennstoffzellenheizung (gleichzeitige Produktion von Wärme und Strom unter Verwendung von Wasserstoff)	+	-	+	/	4
Stromdirektheizung (z.B. Infrarotheizung, elektrische Fußbodenheizung)	-	-	/	/	5
Weitere Systeme					
Wärmeerzeuger mit Wasserstoff	-	-	+	/	5
Wärmeerzeuger mit Biomethan (bilanziell)	++	+	/	+	2
Hybridlösung aus mehreren Wärmeerzeugern	++	+	+	+	2
Wärmespeicher (z.B. Trinkwasserspeicher, Heizungsspeicher)	++	++	+	+	1
Legende: ++ sehr wahrscheinlich möglich + wahrscheinlich möglich - nicht empfehlenswert ohne weitere Detailbetrachtung / wahrscheinlich nicht möglich * Bewertung anhand der Potenzialanalyse					

Übersicht möglicher Potenziale für Gebäude mit Baujahr ca. 1979-2000

Baujahr ab 2001

Baujahr ab 2001					
Bezeichnung	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Wärmepumpensysteme					
Luft-Wasser-Wärmepumpe	++	++	+	+	1
Sole-Wasser- Wärmepumpe mit Erdsonden / Erdkollektoren *					

Baujahr ab 2001	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Bezeichnung					
Heusenstamm Süd (Im Buchwald, Ahornweg / Eschenweg, Im Birkeneck, Ottostraße / Dieselstraße, Industriestraße), Heusenstamm	-	-	+	/	5
Rembrücken	+	-	+	+	4
Wasser-Wasser-Wärmepumpe *					
Heusenstamm	++	+	+	+	2
Heusenstamm Süd (Im Buchwald, Ahornweg / Eschenweg, Im Birkeneck, Ottostraße / Dieselstraße, Industriestraße), Rembrücken	-	-	+	/	5
Warmwasser-Wärmepumpe (Trinkwassererwärmung)	++	++	/	/	3
Luft-Luft- Wärmepumpe („Klimaanlage“)	++	+	+	+	2
Hybrid-Systeme (Kombination mehrerer Wärmeerzeuger)					
Solarthermie-Hybridheizung	++	+	+	/	3
Wärmepumpen-Hybridheizung	++	+	+	/	3
Biomasse-Systeme					
Pelletkessel	++	++	+	+	1
Hackschnitzelkessel	++	+	+	+	2
Scheitholzvergaserkessel	+	-	+	/	4
Gas- und strombetriebene Systeme					
Gas-Brennwertkessel	++	+	/	+	3
Brennstoffzellenheizung (gleichzeitige Produktion von Wärme und Strom unter Verwendung von Wasserstoff)	+	-	+	/	4
Stromdirektheizung (z.B. Infrarotheizung, elektrische Fußbodenheizung)	++	+	/	/	3
Weitere Systeme					
Wärmeerzeuger mit Wasserstoff	-	-	+	/	5
Wärmeerzeuger mit Biomethan (bilanziell)	++	+	/	+	2
Hybridlösung aus mehreren Wärmeerzeugern	++	+	+	+	2
Wärmespeicher (z.B. Trinkwasserspeicher, Heizungsspeicher)	++	++	+	+	1

Baujahr ab 2001		Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial	Förderfähigkeit	Eignung Quartierlösung	Note
Bezeichnung						
Legende: ++ sehr wahrscheinlich möglich + wahrscheinlich möglich - nicht empfehlenswert ohne weitere Detailbetrachtung / wahrscheinlich nicht möglich * Bewertung anhand der Potenzialanalyse						

Übersicht möglicher Potenziale für Gebäude mit Baujahr ca. ab 2001