Ingenieure aus Leidenschaft

EGS plan

Kommunale Wärmeplanung Frickenhausen am Main

im Auftrag der Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt



Bildquelle: https://www.frickenhausen-main.de/

Abschlussbericht

Projektleitung:	M.Sc. Tobias Nusser
Bearbeitung:	M.Sc. Nora Geiselhart
	B.Eng. Sven Dietterle
Stand:	30.10.2026

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart
Tel. +49 711 99 007 - 5 . Fax +49 711 99 007 - 99
info@egs-plan.de . www.egs-plan.de

IBAN-Nr. DE48 2505 0000 0002 0740 60 . BIC: NOLADE 2HXXX
Ust.-IdNr. DE218431901 . Registergericht Stuttgart HRB 22434

Geschäftsführung:
Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Böwe
Dr.-Ing. Boris Mahler
Tobias Nusser M.Sc.

Generalbevollmächtigter:
Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch

261030 KWP Frickenhausen Bericht E25013.docx

Auftraggeber / Bauherr
Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt
Marktplatz 2
97246 Eibelstadt

Auftragnehmer
EGS-Plan Ingenieurgesellschaft für
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5
Fax +49 711 99 007 - 99
www.egs-plan.de
info@egs-plan.de

Projektleitung
M.Sc. Tobias Nusser

Bearbeitung
M.Sc. Nora Geiselhart
B.Eng. Sven Dietterle

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Äq.	Äquivalent
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BGF	Brutto-Grundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
B-Plan	Bebauungsplan
BW	Baden-Württemberg
CO_2	Kohlenstoffdioxid
dB(A)	Dezibel – Bewertungskurve a
ENA	Erzeugernutzenergieabgabe
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EW	Einwohner
FFH-Gebiete	Fauna-Flora-Habita-Gebiet
Fm	Festmeter
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GemO	Gemeindeordnung
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
GIS	Geoinformationssystem
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
H_2	Wasserstoff
ha	Hektar (100m x 100m)
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kW_p	Kilowattpeak
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
m	Meter
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
MW	Megawatt
MWh	Megawattsunde
MW_p	Megawattpeak
PV	Photovoltaik
t	Tonne
TA-Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

Inhalt

1 Zusammenfassung 7

2 Kommunale Wärmeplanung 10

2.1 Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung 10

2.2 Vorgehensweise und Methodik 10

2.3 Organisatorischer Rahmen 12

3 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept 14

4 Bestandsanalyse 17

4.1 Ziele und Vorgehensweise 17

4.2 Datengrundlagen 17

4.2.1 Daten der Kommunalverwaltung 18

4.2.2 Daten der Schornsteinfeger 18

4.2.3 Daten der Energieunternehmen 19

4.2.4 Großverbraucher 19

4.3 Ergebnisse der Bestandsanalyse 20

4.3.1 Definition der Teilgebiete 20

4.3.2 Kommunalstruktur 21

4.3.3 Energieinfrastruktur 25

4.3.4 Wärmebedarf 28

4.3.5 Endenergie- und Treibhausgasbilanz 30

4.3.6 Großverbraucheranalyse 33

4.4 Eignungsprüfung 34

4.4.1 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz 35

4.4.2 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz 36

4.4.3 Fazit der Eignungsprüfung 37

5 Potenzialanalyse 38

5.1 Ziele und Vorgehensweise 38

5.2 Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs 38

5.2.1 Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden 38

5.2.2 Potenziale durch Steigerung von Prozesseffizienzen 39

5.2.3 Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs 39

5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme 42

5.3.1 Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe 42

5.3.2 Abwasser - Kanal 44

5.3.3 Abwasser – Kläranlage 45

5.3.4 Flusswasser 46

5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral 48
5.3.6 Geothermie – Sonden dezentral 51
5.3.7 Geothermie – Sonden zentral 52
5.3.8 Grundwasser 53
5.3.9 Seewasser 55
5.3.10 Solarthermie - dezentral 56
5.3.11 Solarthermie - zentral 57
5.3.12 Tiefengeothermie 60
5.3.13 Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme 63
5.3.14 Potenzial für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung 68
5.4 Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung 69
5.4.1 Photovoltaik – dezentral 70
5.4.2 Photovoltaik – zentral 71
5.4.3 Windkraft 74
5.4.4 Wasserkraft 75
5.5 Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse 77
6 Zielszenario 79
6.1 Ziele und Vorgehensweise 79
6.2 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze 80
6.3 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze 82
6.4 Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung 84
6.5 Entwicklung und Vergleich der zielkonformen Szenarien 86
6.6 Übersicht der wesentlichen Zielszenarien 87
6.7 Maßgebliches Zielszenario 2045 91
6.8 Zielszenario 2030 94
6.9 Klimapfad bis 2045 96
6.10 Kostenschätzung für maßgebliches Zielszenario 2045 100
7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog 101
7.1 Ziele und Vorgehensweise 101
7.2 Maßnahmen auf Meta-Ebene 101
7.3 Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation 105
7.3.1 Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete 105
7.3.2 Kommunale Fokusgebiete 107
7.3.3 Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf 109
7.4 Teilgebiet-Steckbriefe 111
7.5 Priorisierte Maßnahmen des Wärmeplans 113

7.5.1 Erschließung Potenzial Außenluft 115
7.5.2 BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ortskern 118
7.5.3 Ausweitung der Beratung zu Sanierung und Effizienzsteigerung 121
7.5.4 Koordinierter Stromnetz-Dialog 124
7.5.5 Gründung eines Umsetzungsteams Wärmeversorgung 127
7.5.6 Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge 129

8 Abbildungsverzeichnis 131

9 Tabellenverzeichnis 133

10 Literaturverzeichnis 134

11 Anhang 135

11.1 Detailergebnisse der Eignungsprüfung nach Kapitel 4.4 Eignungsprüfung 135
11.2 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen 137
11.3 Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung 138
11.4 Detailergebnisse der Eignungsbewertung nach Kapitel 6 138

12 Anlage zur Dokumentation der Einhaltung der Anforderungen nach WPG 140

12.1 Einordnung 140
12.2 Bestandsanalyse 140
12.2.1 Baublockbezogene Darstellung der Art der dezentralen Wärmeerzeuger 140
12.2.2 Darstellung Wärme- und Gasspeicher 141
12.2.3 Darstellung Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen 141
12.2.4 Darstellung der Abwassernetze und -leitungen 142
12.3 Eignungsprüfung 143
12.4 Potenzialanalyse 143
12.5 Zielszenario 143
12.5.1 Darstellung leitungsgebundene Wärmeversorgung Zieljahr und Stützjahre 143
12.5.2 Darstellung Gasbedarf im Zieljahr und Stützjahren 145
12.5.3 Darstellung Gebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang 145
12.6 Anforderungen für ein Gemeindegebiet mit mehr als 45.000 Einwohnerinnen und Einwohnern 145

1 Zusammenfassung

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) verpflichtet alle Kommunen zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung bis Mitte 2028. Die kommunale Wärmeplanung soll dabei als strategisches Planungsinstrument Erkenntnisse liefern, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung[1] bis zum Zieljahr 2045 erreicht werden kann. Der Markt Frickenhausen am Main hat im Jahr 2025 die Erarbeitung der Wärmeplanung begonnen und analysiert darin die Möglichkeiten einer klimaneutralen Wärmeversorgung bereits für das kommunalpolitisch gesetzte Zieljahr 2045.

Die kommunale Wärmeplanung weist grundlegend vier zentrale Arbeitsphasen auf: Bestandsanalyse inklusive Eignungsprüfung, Potenzialanalyse, Zielszenario und Maßnahmenkatalog.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse hat das Ziel, den aktuellen Wärmebedarf und -verbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen (THG) für die gesamte Kommune zu bestimmen. Durch die Datenerhebungsermächtigung im Wärmeplanungsgesetz liegen hierfür reale Daten zum Energieverbrauch als auch Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen sowie der dezentralen Wärmeversorgungsstruktur der Wohn- und Nicht-Wohngebäude vor.

Im Rahmen der Bestandsanalyse ist die Kommune in 9 Teilgebiete eingeteilt worden, um auf dieser Ebene jeweils passende Lösungsansätze zu ermitteln und die Ergebnisse datenschutzkonform weiternutzen zu können. Insgesamt sind im Rahmen der Analyse rund 1.253 Gebäude mit mehr als 211.548 m² Brutto-Geschossfläche ausgewertet worden. Davon weisen 520 Gebäude (145.677 m² Brutto-Geschossfläche) einen Wärmebedarf auf.

Der Endenergiebedarf für Wärme lag im Jahr 2023 bei ca. 18 GWh. Der größte Anteil des Wärmebedarfs wird heute durch fossile Energieträger Erdgas und Heizöl (rund 70 %) gedeckt. Rund 88 % des Endenergiebedarfs sind dabei auf die Nutzungskategorie Wohnen zurückzuführen. Der Anteil der dezentralen erneuerbaren Energien liegt bei ca. 30 %.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 3.675 Tonnen CO_2-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund drei Tonnen pro Einwohner für den Sektor Wärme.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse beinhaltet die Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung durch Gebäudesanierungen und Effizienzmaßnahmen im Bereich der Prozesswärme sowie die Erhebung der lokal nutzbaren Potenziale klimaneutraler Energiequellen und Abwärme. Das Leitszenario zur Ermittlung der Einsparpotenziale zeigt auf, dass durch die Verbesserung des Wärmeschutzes von Gebäuden ca. 33 % des Gesamtwärmebedarfs eingespart werden kann. Dabei ist eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen sowie ein Sanierungsniveau,

[1] Siehe Erläuterung hierzu in Kapitel 2.2 „*Exkurs: Definition klimaneutrale Wärme*“

das dem heutigen gesetzlichen Mindeststandard entspricht. Durch Prozesseffizienzmaßnahmen in Industrie und Gewerbe resultiert in dem Szenario eine Wärmebedarfsreduktion um ca. 1 % bis 2045. Gegenüber dem Basisjahr 2023 resultiert für das Zielszenario insgesamt ein um rund 34 % reduzierter Wärmebedarf.

Die Analyse der lokal verfügbaren emissionsfreien Wärmequellen ergibt, dass die größten Potenziale im Bereich der Flusswasserwärme und Solarthermie liegen. Darüber hinaus sind für eine vollständige Bedarfsdeckung die Nutzung von im Wesentlichen räumlich unabhängigen Energieträgern wie Außenluftwärme, Biomasse und „grüne Gase“ erforderlich und einsetzbar.

Zielszenario 2045

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung vor. Gemäß Gesetzesbegründung bedeutet dies, dass durch die Wärmeversorgung im Zieljahr nur noch Wärme auf Basis von erneuerbaren Energien oder Abwärme zum Einsatz kommen darf. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse wird dieses „Zielszenario“ ausgearbeitet, das aufzeigen soll, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann.

Der Endenergiebedarf für Wärme in Frickenhausen am Main beträgt im Zieljahr 2045 rund 12 GWh, dieser Bedarf ist durch emissionsfreie Wärmequellen zu decken. Ausgehend von rund 70 % fossiler Endenergie im Basisjahr zeigt dies die Dimension des fortzuführenden Transformationsprozesses.

Zentrales Element der Wärmeerzeugung sind im Zielszenario die Wärmepumpen in Heizzentralen und Gebäuden. Wärmepumpen stellen hierbei über die Hälfte der Wärme im Zielszenario bereit. Wesentliche Umweltwärmequellen sind Außenluft und Flusswasserwärme.

Im Rahmen des Zielszenario-Prozesses sind auf der Ebene von acht Teilgebieten räumlich zugeordnete Empfehlungen in den Teilgebiet-Steckbriefen ausgearbeitet, die Aufschluss darüber geben, welche Energieversorgungssysteme (Wärmenetze, dezentrale Heizungsanlagen) und Energieträger für die Erreichung der Klimaneutralitätsziele eine Option darstellen.

Handlungsstrategie/Maßnahmenkatalog

Auf Basis der Ergebnisse des Zielszenarios sind Handlungsstrategien und ein Katalog mit fünf Maßnahmen erarbeitet worden. Darüber hinaus sind grundlegende strukturelle und unterstützende Maßnahmen bei der Kommunalverwaltung für die Umsetzung dieses Transformationsprozesses ausformuliert.

Die fünf Maßnahmen sind in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung, den Gas- und Stromnetzbetreibe sowie der Energieagentur entwickelt und ausführlich in Steckbriefen in Kapitel 7.5 beschrieben. Hierbei handelt es sich um folgende Maßnahmen.

1. Koordinierter Stromnetzdialog – *Ist das Stromnetz bereit für den Ausbau der Wärmepumpen?*
2. Ausweitung der Beratung Sanierung und Effizienzsteigerung – *Ausarbeitung eines Beratungskonzeptes zur Sanierung und Effizienzsteigerung*
3. BEW-Studie Wärmenetz Ortskern – *Wärmenetzplanung für neue klimaneutrale Bestandsquartiere*
4. Potenzialerschließung Außenluftwärme – *Unterstützung der Eigentümer bei der Erschließung von Außenluft-Wärmepumpen*
5. Gründung eines Umsetzungsteams Wärmeversorgung – Begleitung, Organisation und Unterstützung der Umsetzung konkreter Maßnahmen

2 Kommunale Wärmeplanung

2.1 Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Planungswerkzeug, um das Handlungsfeld Wärme innerhalb der nachhaltigen Stadtentwicklung gestalten zu können. Die Kommunen entwickeln dabei eine Strategie zum langfristigen Umbau der Wärmeversorgung hin zur Klimaneutralität, die die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Sie enthält eine Analyse des Wärmebedarfs vor Ort und Maßnahmen, wie dieser mit erneuerbaren und emissionsfreien Energien perspektivisch gedeckt werden kann[2].

Durch die Wärmeplanung verfügen Kommunen über einen starken Hebel, um die Wärmewende sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der ganzheitlich und konsequent auf die Klimaneutralität ausgerichtete Ansatz eröffnet der Verwaltung und kommunalen Entscheidungsebene einen strategischen Fahrplan, der ihre Arbeit in den Folgejahren Orientierung geben kann. Ein Wärmeplan ersetzt dabei niemals eine ortsgenaue Planung eines Wärmenetzes oder detailliertere Betrachtungen in einem Quartier.

Die Rahmenbedingungen, der Umfang sowie die Inhalte der Wärmeplanung sind im Wärmeplanungsgesetz des Bundes geregelt. Dieses verpflichtet alle Kommunen in Deutschland schrittweise zur Erstellung eines Wärmeplans, abgestuft nach Gemeindegröße. Großstädte (über 100.000 Einwohner) müssen ihren Wärmeplan bis Mitte 2026 vorlegen, kleinere Gemeinden folgen bis spätestens Mitte 2028. Ziel ist es, eine flächendeckende, vorausschauende und klimaneutrale Wärmeversorgung in Deutschland zu ermöglichen.

2.2 Vorgehensweise und Methodik

Die Kommunale Wärmeplanung besteht im Kern aus vier Arbeitsphasen: Bestandsanalyse inklusive Eignungsprüfung, Potenzialanalyse, Zielszenario und Maßnahmenkatalog.

Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden Daten zur Gebäude-, Siedlungs- und Energieinfrastruktur erhoben und analysiert. Das digitale Liegenschaftskataster liefert Informationen zur Nutzungsart und Kubatur der Gebäude, den Flurstücken und Straßen. Im Anschluss wird der aktuelle Wärmebedarf/-verbrauch erhoben und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen ermittelt. Zusätzlich werden Informationen zur Energieinfrastruktur, wie z. B. Gas- und Wärmenetze, zur dezentralen Wärmeerzeugung in Gebäuden und zum Gebäudebestand allgemein analysiert.

Die Grundlagen für die Bestandsanalyse sind unter anderem gebäudescharfe als auch aggregierte Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger (Gas, Strom, Wärme), das digitale Liegenschaftskataster. Ergänzend fließen lokale

[2] Siehe Erläuterung zur klimaneutralen Wärme in Anhang im Kapitel 11.3

Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen Gebäuden und denkmalgeschützten Gebäuden mit ein. (siehe Kapitel 4.2)

Die **Eignungsprüfung** gemäß § 14 des Wärmeplanungsgesetzes bewertet systematisch, welche Teilgebiete einer Kommune sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung über Wärmenetze oder Wasserstoffnetze eignen. Für diese Teilgebiete kann die Kommune eine verkürzte Wärmeplanung vornehmen.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse dient der Berechnung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme.

Zielszenario

Das Zielszenario steht für die Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dazu gehört eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2045 mit ausgewählten zeitlichen Zwischenschritten. Dies erfolgt durch die Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete und Gebiete für die dezentrale Versorgung.

Handlungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung führt Potenziale und Bedarf systematisch zusammen. Auf diese Weise lassen sich Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem klimaneutralen Wärmesystem definieren und lokal umsetzen. Aufbauend auf dem Zielszenario werden sowohl grundlegende als auch konkrete Maßnahmen und Strategien formuliert, die für die erfolgreiche Umsetzung dieses Transformationsprozesses empfohlen werden.

Die Maßnahmen beziehen sich spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere sowie auf strukturelle und prozesshafte Aspekte auf Seiten der Kommunalverwaltung. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll helfen, die erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Der kommunale Wärmeplan soll in der anschließenden Umsetzungsphase Orientierung geben. Seine Ergebnisse und Handlungsvorschläge dienen der Verwaltung und dem Gemeinderat als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Während des gesamten Prozesses gilt es, die Inhalte anderer Vorhaben der Kommune, etwa die der Bauleit- oder Regionalplanung, zu berücksichtigen.

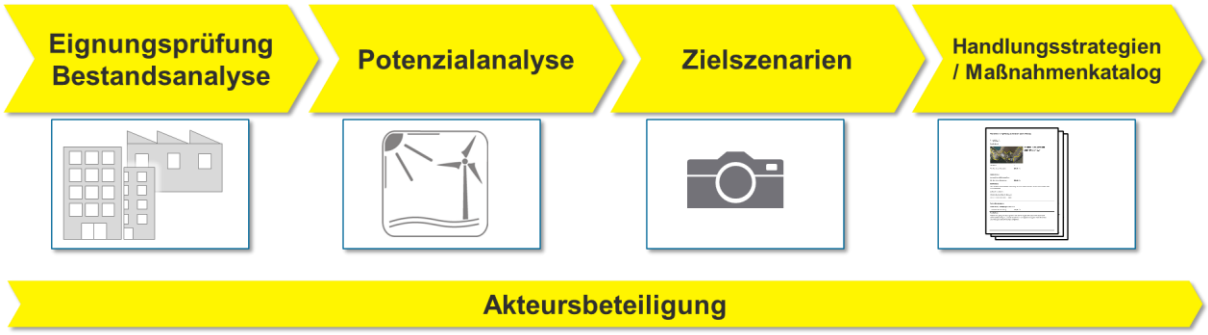


Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP

Exkurs: Definition klimaneutrale Wärmeversorgung

Das Ziel eine klimaneutralen Wärmeversorgung definiert das seit Januar 2024 in Kraft getretene „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (WPG). Dort ist zur Erfüllung einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Zielszenario gemäß § 19 Abs 1 WPG „… eine Wärmeversorgung ausschließlich auf Grundlage von Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme innerhalb des beplanten Gebiets …“ auszuarbeiten. Der Gesetzgeber definiert dabei keine Emissionsvorgaben, sondern lediglich für die Erfüllung als geeignet eingestufte Energieträger.

Auf Ebene der Kommune bestehen dabei überörtliche Abhängigkeiten von klimaneutralem Strom und eventuell auch in angemessenem Umfang sonstigen klimaneutralen Energieträgern („grünes Methan oder Wasserstoff“), die nicht unbedingt im Kommunalgebiet hergestellt werden können. Die Orientierung an den Klimaschutzzielen und -vorgaben von Bund und Land gewährleistet, dass diese klimaneutralen Versorgungsmöglichkeiten nur in angemessenem Umfang in die örtliche Planung eingestellt werden.

Die in Tabelle 19 aufgeführten Emissionsfaktoren zeigen auf, dass auch im Zieljahr erneuerbare Wärme emissionsbehaftet sein kann. Die aus dem Technikkatalog angelehnten Emissionsfaktoren verdeutlichen dabei die in der Gesetzesbegründung erwähnten überörtlichen Abhängigkeiten und den Sachverhalt, dass gemäß diesen Emissionsszenarien auch bei „Wärme aus erneuerbaren Energien“ Treibhausgasemissionen resultieren.

Die Darstellung des Zielszenarios bezieht sich im Fachgutachten aus diesem Grund im Wesentlichen auf die darin eingesetzten Energieträger und Versorgungssysteme.

2.3 Organisatorischer Rahmen

Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet Kommunen in Deutschland bis spätestens Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen und alle fünf Jahre bezüglich künftiger Entwicklungen zu überprüfen. Die kommunale Wärmeplanung ist für Kommunen der zentrale strategische Prozess, um Maßnahmen für das Erreichen der Klimaschutzziele im Wärmebereich zu identifizieren. Dabei folgt sie dem Leitspruch: Energiewende durch

Wärmewende. Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 vor.

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden an zentraler Stelle durch das Bayerisches Landesamt für Maß und Gewicht geprüft. Spätestens alle fünf Jahre muss die kommunale Wärmeplanung fortgeschrieben werden. Damit wird gewährleistet, dass die Ergebnisse geprüft und die Umsetzung weiter vorangetrieben werden.

Der Markt Frickenhausen am Main zählt rund 1.231 Einwohner und liegt im Landkreis Würzburg im Regierungsbezirk Unterfranken. Als Mitglied der Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt ist der Markt Teil der Region Mainfranken. Frickenhausen a.Main liegt am Main südlich von Würzburg und ist insbesondere durch seine historische Altstadt sowie den Weinbau geprägt.

Die kommunale Wärmeplanung ist in der Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt in der Abteilung III – Bauverwaltung angesiedelt. Diese Abteilung ist für baurechtliche und technische Betreuungen der Mitgliedsgemeinden zuständig. Darüber hinaus übernimmt die Bauverwaltung Aufgaben im Bereich der städtebaulichen Entwicklung, der Sanierung und der Grundstücks- und Bodenordnung.

3 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept

Für den Erfolg und die Akzeptanz einer kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer aktiven Beteiligung und Information der lokalen Akteure und der Öffentlichkeit. Der partizipative Beteiligungsprozess hat das Ziel, mit den an der späteren Umsetzung zuständigen Akteuren akzeptierte Ergebnisse und Maßnahmen zu finden. Zu Beginn sind daher im Rahmen einer Akteursanalyse die wesentlichen Akteure identifiziert und deren Erwartungen an die KWP erfasst worden. Darauf aufbauend wurde ein Kommunikationskonzept frühzeitig entwickelt, um eine Mitwirkung und zielgruppenspezifische Einbindung der lokalen Akteure zu erreichen.

Bei der Akteursanalyse sind zunächst alle relevanten Akteure in Gruppen eingeteilt und für diese ein Beteiligungs- und Kommunikationskonzept erstellt worden. Die identifizierten Akteursgruppen sind in Tabelle 1 aufgelistet. In Abhängigkeit von den Gruppen und Kommunikationsformaten sind mit der Kommunalverwaltung entsprechende Beteiligungsformate festgelegt worden.

Tabelle 1: Akteursgruppen

	Gruppe
A1	Marktgemeinderat
A2	Verwaltung
A3	Energieunternehmen
A4	Handwerker, Schornsteinfeger
A5	Großverbraucher
A6	Immobilienbestandshalter
A7	Landwirtschaft
A8	Öffentlichkeit
A9	Energieagentur Unterfranken

Information der betroffenen Öffentlichkeit

Gemäß § 13 Absatz 2 ist die betroffene Öffentlichkeit frühzeitig und fortlaufend über die Vorgehensweise und Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu informieren.

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung auf der Homepage von Frickenhausen am Main über den Start und die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert. Zudem sind die Zwischenergebnisse und Meilensteine der kommunalen Wärmeplanung auf der Webseite der Kommune veröffentlicht.

Darüber hinaus wurde der Zwischenstand der Kommunalen Wärmeplanung vor Festlegung der Maßnahmen am 05.08.2026 im Rahmen einer Informationsveranstaltung der Öffentlichkeit präsentiert. An Thementischen gab es die Möglichkeiten für Rückmeldungen zur KWP sowie für Diskussionen des anstehenden Transformationsprozesses und Kontaktaufnahme zu lokalen Akteuren (Netzbetreiber, Stadtverwaltung). Auf der Webseite der Kommune wurde im

Nachgang zur Informationsveranstaltung der Entwurf des Zielszenarios veröffentlicht und Kontaktdaten für Fragen und Rückmeldungen benannt.

Neben der Information der Öffentlichkeit kommt der Information des Marktgemeinderats und der relevanten kommunalpolitischen Gremien und Ausschüssen eine zentrale Rolle zu. Die erste Information fand für alle Kommunen der Verwaltungsgemeinschaft am 15.01.2026 statt. Die Zwischenergebnisse der Bestandsanalyse und Sanierungspotenziale wurden hier präsentiert. Am 21.07.2026 wurden die Ergebnisse des Zielszenarios und der Ausblick auf die letzte Projektphase im Marktgemeinderat vorgestellt. Ziel der Vorstellungen war es über die Relevanz der kommunalen Wärmeplanung und den aktuellen Stand zu informieren sowie das weitere Vorgehen zu erläutern. Dadurch konnten regelmäßig Fragen und Anmerkungen aus der Kommunalpolitik abgeholt und in die weitere Bearbeitung integriert werden.

Die finale Präsentation im Marktgemeinderat findet am 24.11.2026 statt, wobei auch der Beschluss der Maßnahmen und des Wärmeplans vorgesehen ist.

Partizipative Beteiligung der wesentlichen Akteure

Das Wärmeplanungsgesetz fordert im Rahmen von § 7 die Beteiligung der wesentlichen Akteure an der Wärmeplanung, deren Aufgabenbereiche durch die Wärmeplanung berührt werden. Dazu zählen konkret die kommunalpolitischen Vertreter und die Verwaltung sowie die Energieunternehmen und Netzbetreiber.

Das zentrale Format für die Kommunikation waren hierbei regelmäßig stattgefundene Besprechungstermine mit der Stadtverwaltung. Hier wurden je nach Projektphase, in der Regel monatlich, die Zwischenstände vorgestellt und aktuelle Projektthemen diskutiert. Diese Zwischenstände wurden in die weiteren Verwaltungseinheiten kommuniziert.

Zum Kommunikations- und Partizipationskonzept gehörte, je Projektphase die außerhalb der Verwaltung angesiedelten, relevanten Akteure in die Termine mit einzubeziehen. Unter anderem waren die Vertreter der Mainfranken Netze in diesen Abstimmungsgesprächen auf Arbeitsebene direkt mit eingebunden. Die Gespräche wurden genutzt, um sich bilateral über bestehende und geplante Entwicklungen bei den Netzinfrastrukturen (Gas, Wärme, Strom) zu berichten.

Darüber hinaus wurden weitere Akteursgruppen über die Zwischenergebnisse nach der Erstellung der Bestandsanalyse und des Zielszenario-Entwurfs über die Inhalte und das weitere Vorgehen informiert. Die eingeladenen Akteure konnten in diesen Formaten in das Gespräch mit der Kommune und dem Dienstleister treten und Rückmeldungen zu den anstehenden Arbeiten einfließen lassen. Diese digitalen Informationstermine für die wesentlichen Akteure fanden am 20.07.2026 gemeinsam für alle vier Kommunen im Konvoi statt. Teilnehmer waren u. a. die Vertreter der Industrie- und Handelskammer, des Abwasserzweckverband Ochsenfurt, der Mainfranken Netze, der Gasversorgung Unterfranken sowie der N-ERGIE.

Die Rückmeldungen zu den jeweiligen Zwischenergebnissen wurden zentral von der Kommunalverwaltung gesammelt, in einer Abwägungstabelle bewertet und für die weitere Berücksichtigung im Wärmeplan aufbereitet.

4 Bestandsanalyse

4.1 Ziele und Vorgehensweise

Die Bestandsanalyse basiert auf der Erhebung von Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypologien, der Versorgungsstrukturen von Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie der Ermittlung der Wärmeversorgungsstruktur in den Wohn- und Nicht-Wohngebäuden. Darauf aufbauend werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen im Bereich Wärme bestimmt.

In den folgenden Abschnitten werden die grundlegend erhobenen Daten und die Datenherkunft näher beschrieben. Exemplarisch wird jeweils aufgezeigt, wie Analysen für die weitere Nutzung der Daten in der KWP eingesetzt werden.

Ein wesentliches Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des Energiebedarfs und der THG-Emissionen, die auf den Wärmesektor zurückzuführen sind. Mit diesen Ergebnissen kann eine erste verursacherorientierte und räumliche Zuordnung der Bedarfe und Umweltwirkungen in der Kommune vorgenommen werden. Für die anschließende Potenzialanalyse stellen diese Ergebnisse die wesentliche Grundlage dar, um Abschätzungen des zukünftigen Wärmebedarfs und der potenziellen Wärmedeckungsanteile ableiten zu können.

Die Aufbereitung und Bearbeitung der Daten erfolgt mit Hilfe des Open-Source-Geographischen-Informationssystems QGIS.

Neben den nachfolgend aufbereiteten Ergebnissen der Bestandsanalyse sind im Anhang in Kapitel 11 weitere Kennzahlen und Abgabebestandteile gemäß der Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes enthalten.

4.2 Datengrundlagen

Um eine hohe Qualität der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, werden mit dem Wärmeplanungsgesetz die Kommunen zur Datenerhebung relevanter Daten ermächtigt. Gemäß § 10 des Wärmeplanungsgesetzes sind die Kommunen als planungsverantwortliche Stelle „ […] befugt, zur Erfüllung der ihr nach den Abschnitten 4 bis 6 obliegenden Aufgaben für die Bestandsanalyse nach § 15 oder für die Potenzialanalyse nach § 16 Daten schriftlich und in elektronischer und maschinenlesbarer Form zu verarbeiten, wenn und soweit dies für die Aufgabenerfüllung erforderlich ist. Dies umfasst insbesondere die Erhebung, Speicherung und Verwendung der Daten. […]“. Darin inbegriffen sind auch Daten von Gewerbe- und Industriebetrieben, die im Rahmen der KWP erhoben werden. Diese Daten dürfen lediglich zum Zweck der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung verwendet werden.

Eine weitere Datenquelle sind verwaltungsinterne Informationen, Karten und Fachplanungen, die von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern bereitgestellt werden. Im Folgenden sind die Datengrundlagen bezüglich Herkunft und Inhalt erläutert.

4.2.1 Daten der Kommunalverwaltung

Allgemeine Daten der Kommunalverwaltung werden zu Beginn der Bearbeitung von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern angefordert. Wesentlicher Baustein ist das digitale Liegenschaftskataster als auch weitere Fachplanungen. Das digitale Liegenschaftskataster beinhaltet beispielsweise Gebäudeinformationen wie die Gebäudegrundfläche, die Gebäudefunktion und die Lagebezeichnung mit Adresse sowie weiteren Angaben zu Flurstücken und Flächennutzungen auf dem Kommunalgebiet.

Ergänzend werden bei der Kommunalverwaltung folgende Informationen abgefragt:

- Bebauungspläne
- Energiebericht kommunale Liegenschaften
- Erarbeitete Quartierskonzepte
- Geplante Neubaugebiete
- Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte
- Liste denkmalgeschützter Gebäude
- Liste kommunaler Liegenschaften

4.2.2 Daten der Schornsteinfeger

Wichtige Daten im Bereich der Heizungsanlagen in Gebäuden werden grundsätzlich schon von den Bezirksschornsteinfegern erfasst, verarbeitet und dokumentiert. Aus diesem Grunde ermächtigt das Wärmeplanungsgesetz Kommunen zur Abfrage der Daten aus den einzelnen Kehrbezirken von den Schornsteinfegern. Die Schornsteinfegerverbände haben frühzeitig zusammen mit Softwareanbietern für den automatisierten Export der benötigten Daten Ausgabefunktion implementiert und unterstützen damit maßgeblich die Erstellung der KWP. Dies ermöglicht den einfachen Datenexport für die Weiternutzung in den Analysetools der Dienstleister.

Folgende Angaben und Daten werden unter anderem für die kommunale Wärmeplanung von den Bezirksschornsteinfegern gebäudescharf bzw. bei Einfamilienhäusern in aggregierter Form bereitgestellt:

- Adresse (Kommune, Straße und Hausnummer)
- Feuerstättenart
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Art der Heizung: Zentralheizung/ Einzelraumheizung

4.2.3 Daten der Energieunternehmen

Die Ermittlung des kommunalen Energiebedarfs im Bereich Wärme kann über Bedarfskennzahlen oder über die Erfassung von Verbrauchsdaten geschehen. Verbrauchsdaten haben den Vorteil, dass diese der Realität entsprechen und die konkreten Nutzungsanforderungen dadurch besser wiedergegeben werden als bei pauschalen Bedarfskennzahlen. Den Energieunternehmen liegen für leitungsgebundene Energieträger die gebäudescharfen Verbrauchsdaten im Bereich Strom (Heizstrom, Wärmepumpenstrom), Wärme (Wärmeabsatz über Wärmenetze) und Gas vor, bei Einfamilienhäusern in aggregierter Form. Für eine qualitativ hochwertige und belastbare Bedarfsanalyse ist in Anlage 1 des Wärmeplanungsgesetzes die Kommune zur Erhebung der erforderlichen Daten bei den Energieunternehmen ermächtigt.

Neben den Verbrauchsdaten können Energieunternehmen als Betreiber von Energienetzen und Erzeugungsanlagen weitere relevante Informationen zur vorliegenden Infrastruktur in der Kommune liefern. Speziell für größere Wärmenetze ist die Information über die verbaute Technik in den Heizzentralen von großer Bedeutung, um konkrete Transformationspotenziale bewerten zu können.

Folgende Daten umfassen aktuell die Abfrage und Übermittlung:

- Energieanlagen und -infrastrukturen
    - Energienetze
        - Abwassernetz
        - Gasnetz
        - Wärmenetze
    - Installierte KWK-Leistung
    - Installierte elektrische Speicherkapazität
    - Installierte thermische Speicherkapazität
    - Wärmezentralen inklusive Angaben zu Temperaturniveaus und Art der Wärmeerzeugung, Leistung der Erzeuger und Netzabnahme, Wärmemenge
- Verbrauchsdaten (aggregiert)
    - Gasverbrauch
    - Wärmeverbrauch (an Wärmenetzen)

4.2.4 Großverbraucher

Im Zuge der ersten Berechnung der Wärmebedarfszahlen können Großverbraucher mit einem hohen Wärme- und Energieverbrauch identifiziert werden. Um Abwärme- und Energieeffizienzpotenziale zu erkennen, besteht für Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die öffentliche Hand die Verpflichtung, unter anderem Angaben über Höhe und Art ihres Endenergiebedarfs, Wärmeenergiebedarfs und -verbrauchs zu machen. Hierzu wurden die identifizierten Großverbraucher im Rahmen einer Befragung angeschrieben und bei Bedarf über qualifizierende Interviews detaillierter analysiert.

4.3 Ergebnisse der Bestandsanalyse

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse gelten für das gewählte Basisjahr 2023. Im Rahmen der Ergebnisvorstellung wird zunächst auf die Teilgebiet-Bildung eingegangen, da Teilgebiete eine geeignete Aggregationsebene bilden, um datenschutzkonform die Energiebedarfe und THG-Emissionen darstellen zu können. Im Anschluss werden die grundsätzliche Siedlungsstruktur und die aktuellen relevanten Energieinfrastrukturen erläutert. Den Abschluss der Ergebnisdokumentation bildet die Wärme- und THG-Bilanz, die Grundlage für die weitere Bearbeitung im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielszenarioprozesses ist.

4.3.1 Definition der Teilgebiete

Gemäß der in Kapitel 4.2 beschriebenen Datenerhebungsermächtigung werden, falls nicht aggregiert, im Rahmen der KWP auch zum Teil personenbezogene bzw. schützenswerte Daten auf Einzelgebäude-Ebene erhoben und verarbeitet. Für eine datenschutzkonforme Weiternutzung und Veröffentlichung werden diese Einzeldaten in Teilgebieten aggregiert.

Insgesamt wird die Kommune in neun Teilgebiete eingeteilt. Davon entfallen keine Teilgebiete auf geplante Neubaugebiete. Kriterien für die Abgrenzung der Teilgebiete sind die Siedlungsstruktur, Gebäudenutzungstypen, Baualter sowie Energieträger und -infrastrukturen zur Wärmeversorgung. Ziel ist es neben der Einhaltung des Datenschutzes möglichst sinnvolle homogene Versorgungsbereiche für eine potenzielle zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung abzugrenzen. Räumliche trennende bzw. verbindende Elemente, wie Straßen, sind bei der Wahl der Teilgebietsgrenzen ebenfalls mitberücksichtigt. Die finale Auswahl der einzelnen Teilgebiete ist im engen Austausch mit der Kommunalverwaltung geschehen.

Einzelne Gebäude außerhalb der gewählten Teilgebiete, wie z. B. Aussiedlerhöfe, sind im Rahmen der GIS-Bearbeitung in einem virtuellen Teilgebiet „0“ zusammengefasst. Dieses wird nicht kartografisch dargestellt, sodass aus diesem Grund für dieses Teilgebiet keine Fläche ermittelt wird.

Im Rahmen der KWP werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse als auch des Zielszenarios auf Ebene der Teilgebiete ausgewiesen und dokumentiert.

4.3.2 Kommunalstruktur

Der Markt Frickenhausen am Main setzt sich aus einem Stadtteil zusammen, welcher hauptsächlich durch Wohnnutzung geprägt ist. Das gesamte Gemarkungsgebiet der Kommune umfasst eine Fläche von 1.055 ha. Darunter befinden sich 194 ha Wald sowie 438 ha Ackerland. Damit ist der Großteil der nicht bebauten Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung zuzuordnen.

Gebäudeinfrastruktur

Im Zuge der Bestandsanalyse werden in der Kommune insgesamt rund 1.253 Gebäude erfasst und analysiert. Die Kategorisierungen und Verteilungen der Gebäudetypen sind in Tabelle 2 aufgeführt.[3] Einen großen Anteil der Gebäude mit einem Anteil von rund 39 % an der Gebäudezahl und rund 56 % an der Fläche nehmen die Wohngebäude ein.

Die Kategorie Sonstige umfasst mit 58 % der Gebäudeanzahl alle Gebäude, die nach ihrer Nutzung keinen Wärmebedarf aufweisen (Garagen, Gartenhäuser, Scheunen, etc.).

Bei einer Gesamtwohnfläche[4] von 78.669 m² in der Kommune resultiert eine einwohnerbezogene Wohnflächeninanspruchnahme von 123 m²/EW.

Tabelle 2: Gebäudestatistik

	Gebäudeanzahl	Rel. Anteil in %	Fläche im m² (BGF)	Rel. Anteil in %
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	11	0,9 %	14.330	6,8 %
Industrie	6	0,5 %	5.535	2,6 %
Mischnutzung	12	1 %	4.120	1,9 %
Öffentliche Einrichtung	11	0,9 %	8.065	3,8 %
Wohnnutzung	487	39 %	118.969	56 %
Sonstige	726	57,9 %	60.529	28,6 %
Gesamt	**1.253**		**211.548**	

In Abbildung 2 ist die Verteilung der Baualtersklassen der Wohngebäude im Bestand in Frickenhausen am Main dargestellt. Über 89 % der Wohngebäude weisen ein Baualter von mehr als 25 Jahre auf. Mit einem Anteil von 22 % nimmt die Baualtersklasse vor 1919 den größten Anteil ein.

[3] Die Zuordnung der Einzelgebäude zu Nutzungsgruppen erfolgt gebäudescharf anhand der im amtlichen Liegenschaftskataster hinterlegten Gebäudenutzung

[4] Berechnet aus der BGF der Wohnnutzung in Gebäuden

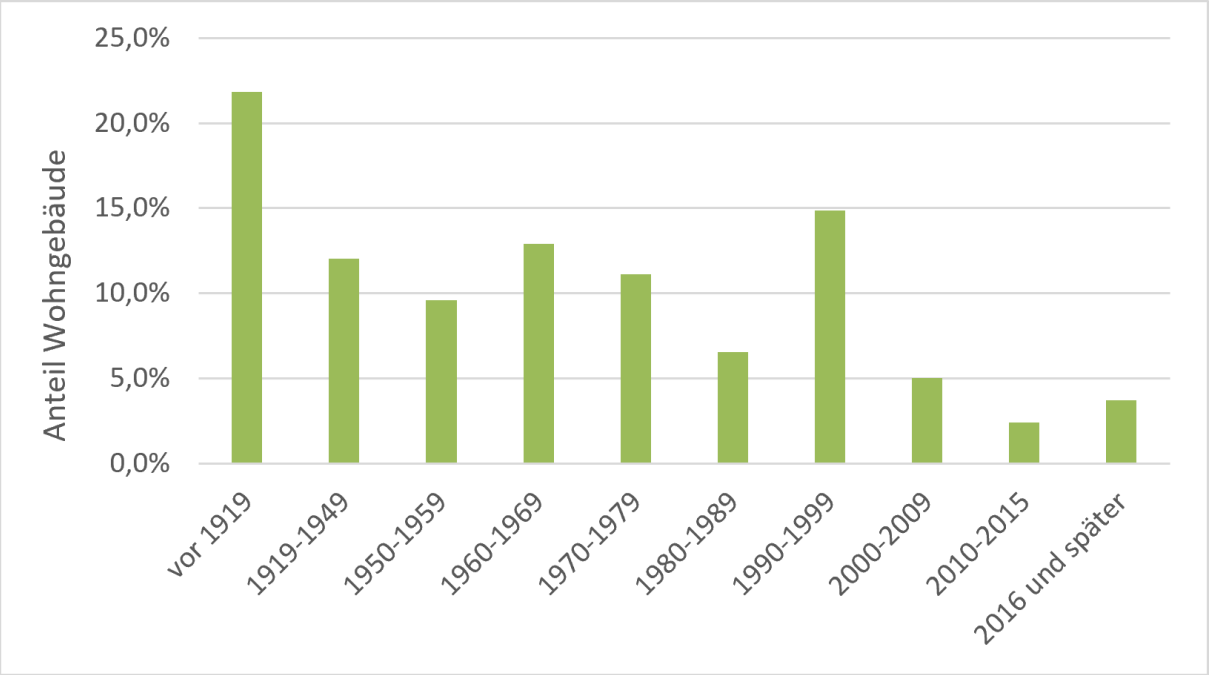


Abbildung 2: Baualtersklassen Wohngebäude im Bestand (prozentuale Verteilung)[5]

Die räumliche Verteilung der dominierenden Baualtersklassen wird auf Basis der Zensus-Daten[5] in Abbildung 3 dargestellt.

[5] Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014: *Zensus 2011, Gebäude und Wohnung, Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011*

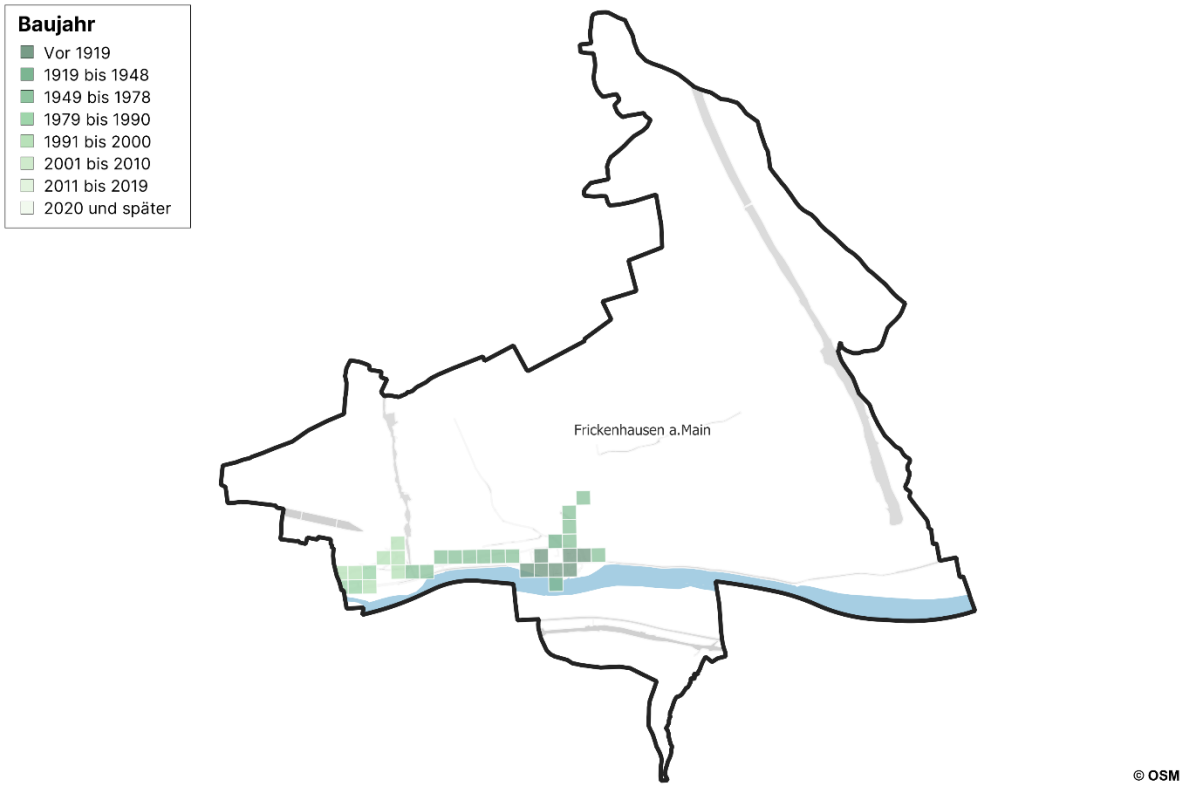


Abbildung 3: Räumliche Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude

Teilgebiet-Struktur

In Tabelle 3 und Abbildung 4 sind die Hauptnutzungsarten der Teilgebiete dargestellt. Die Hauptnutzungsarten werden auf Basis der einzelnen Gebäudenutzungen innerhalb der Teilgebiete bestimmt. Sofern eine dominierende Nutzungsart vorliegt, entspricht diese der Hauptnutzungsart des Teilgebietes. Falls keine eindeutige Nutzung für das Teilgebiet identifiziert werden kann, wird dieses als „Mischnutzung“ definiert. Ähnlich zur Gebäudestatistik nehmen die Teilgebiete der Kategorie Wohnnutzung sowohl absolut als auch bezogen auf die Teilgebietsfläche den größten Anteil ein.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle 3: Teilgebiet-Statistik der Sektoren und Nutzungen

	Teilgebietanzahl	Rel. Anteil in %	Teilgebiet-fläche in ha	Rel. Anteil in %
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	0	0 %	0	0 %
Industrie	1	11 %	5	13 %
Mischnutzung	1	11 %	0	0 %
Öffentliche Einrichtung	0	0 %	0	0 %
Sondernutzung	0	0 %	0	0 %
Wohnnutzung	7	78 %	35	87 %
Gesamt	**9 ***		**41**	

**Gesamtsumme inkl. Teilgebiet 0, für welches keine Fläche ermittelt wird*

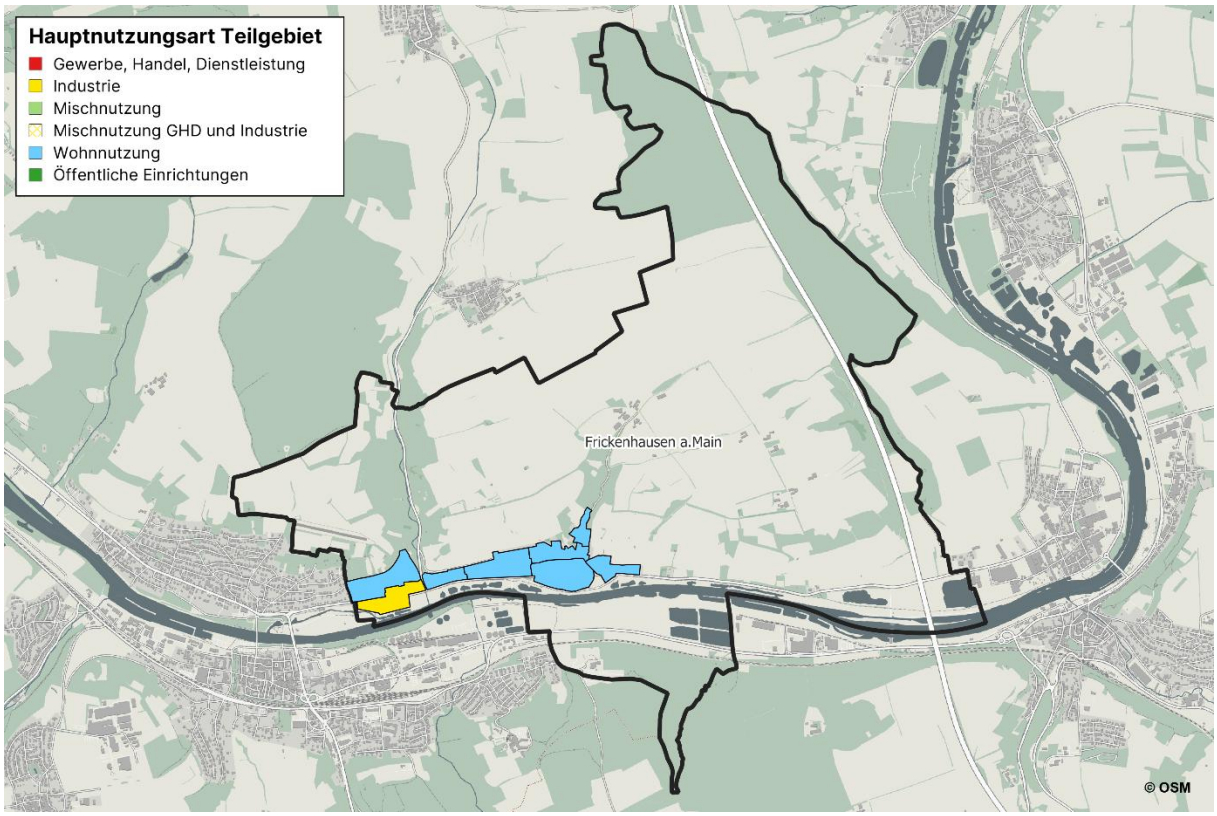


Abbildung 4: Hauptnutzungsarten der Teilgebiete

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

4.3.3 Energieinfrastruktur

Die Dokumentation der Energieinfrastruktur im Abschlussbericht beschränkt sich neben den im Anhang aufgeführten Kennzahlen auf die Beschreibung der Gas- und Wärmenetze. Diese sind in Abbildung 5 bis Abbildung 8 dargestellt.

Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses liegt flächendeckend in der Kommune vor und wird mit Erdgas betrieben. Der Gasnetzbetreiber ist N-ERGIE. Bei einer gesamten Leitungslänge von etwa 5 km resultiert aktuell ein Anschlussgrad von rund 43 % (entspricht 222 angeschlossene Gebäude). Abbildung 5 stellt baublockbezogen dar, in welchen Gebieten ein Gasnetz vorhanden ist.

Abbildung 6 zeigt die Anschlussgrade und die Anzahl der angeschlossenen Gebäude je Teilgebiet.

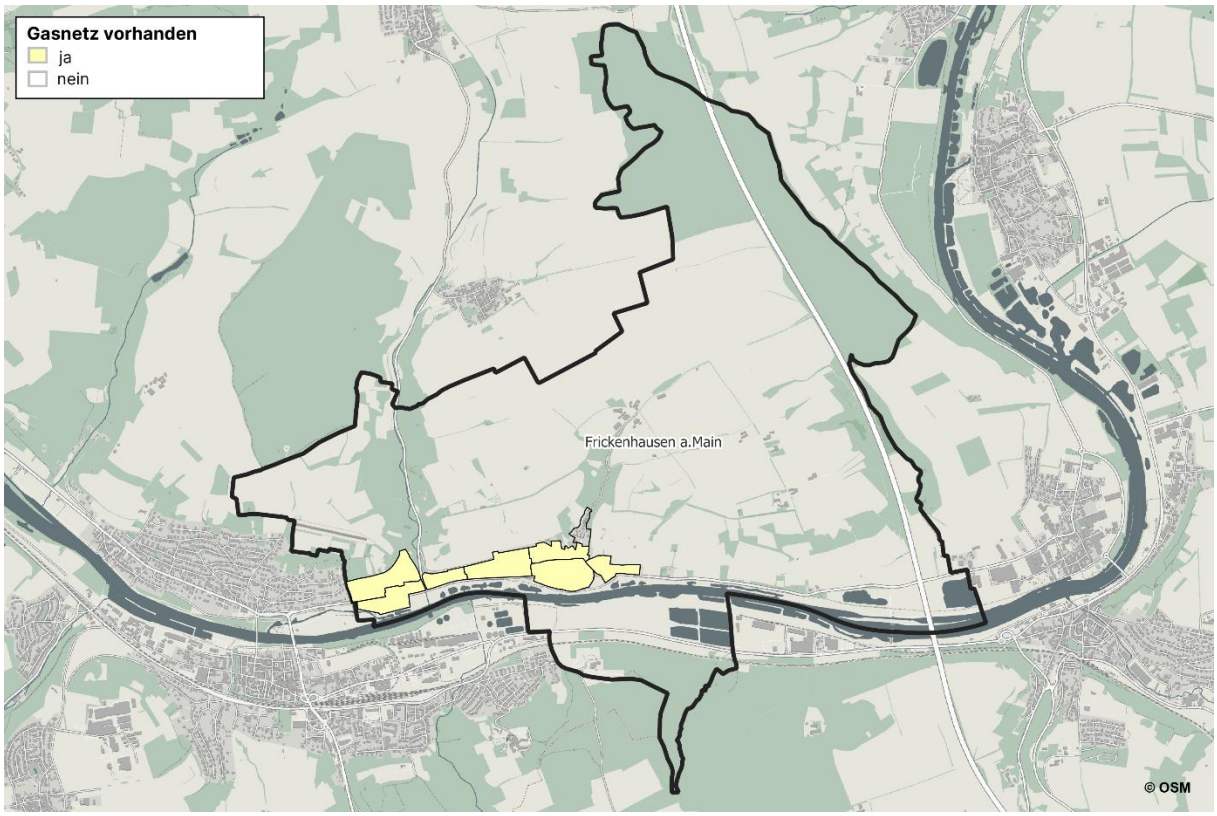


Abbildung 5: Übersichtskarte der Gasnetzinfrastruktur

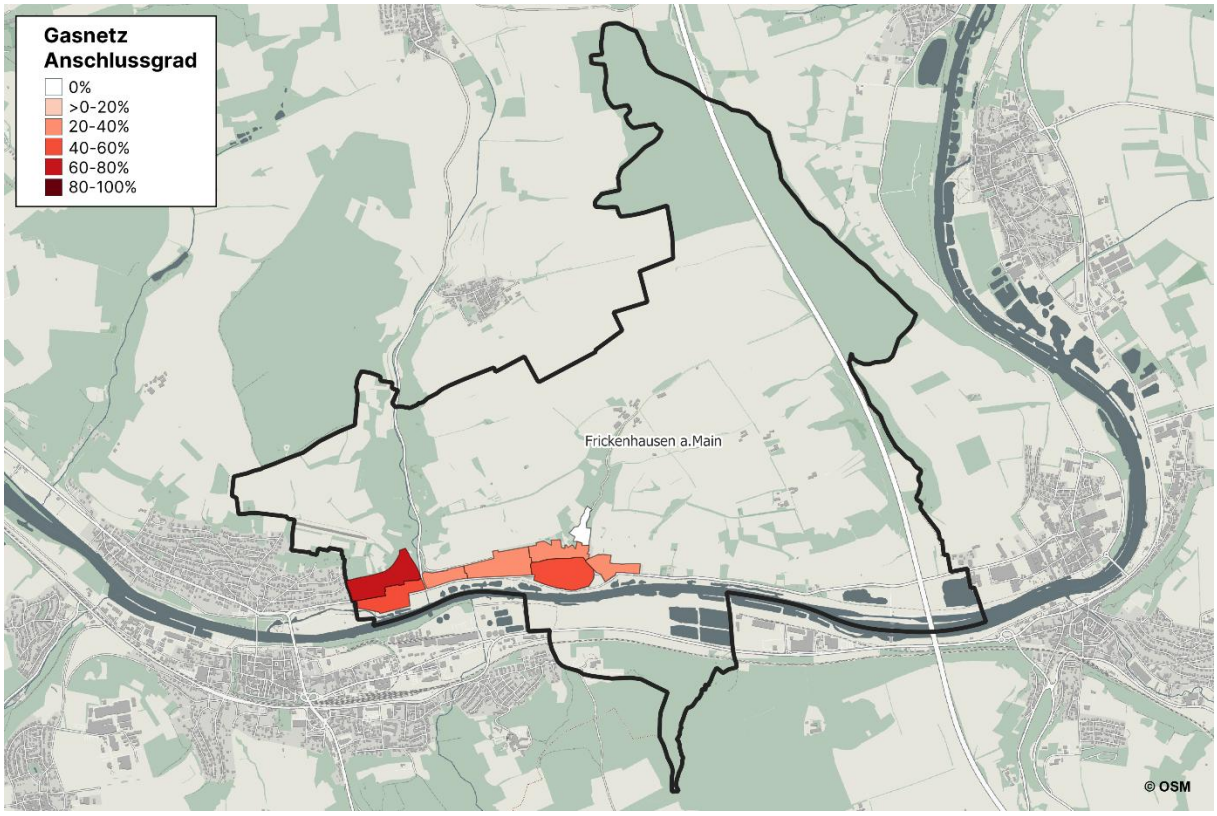


Abbildung 6: Teilgebiete mit Gasnetzinfrastruktur-Daten

Wärmenetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung über Wärmenetze spielt aktuell keine Rolle, da keine Wärmenetze in der Kommune Frickenhausen am Main vorhanden sind.

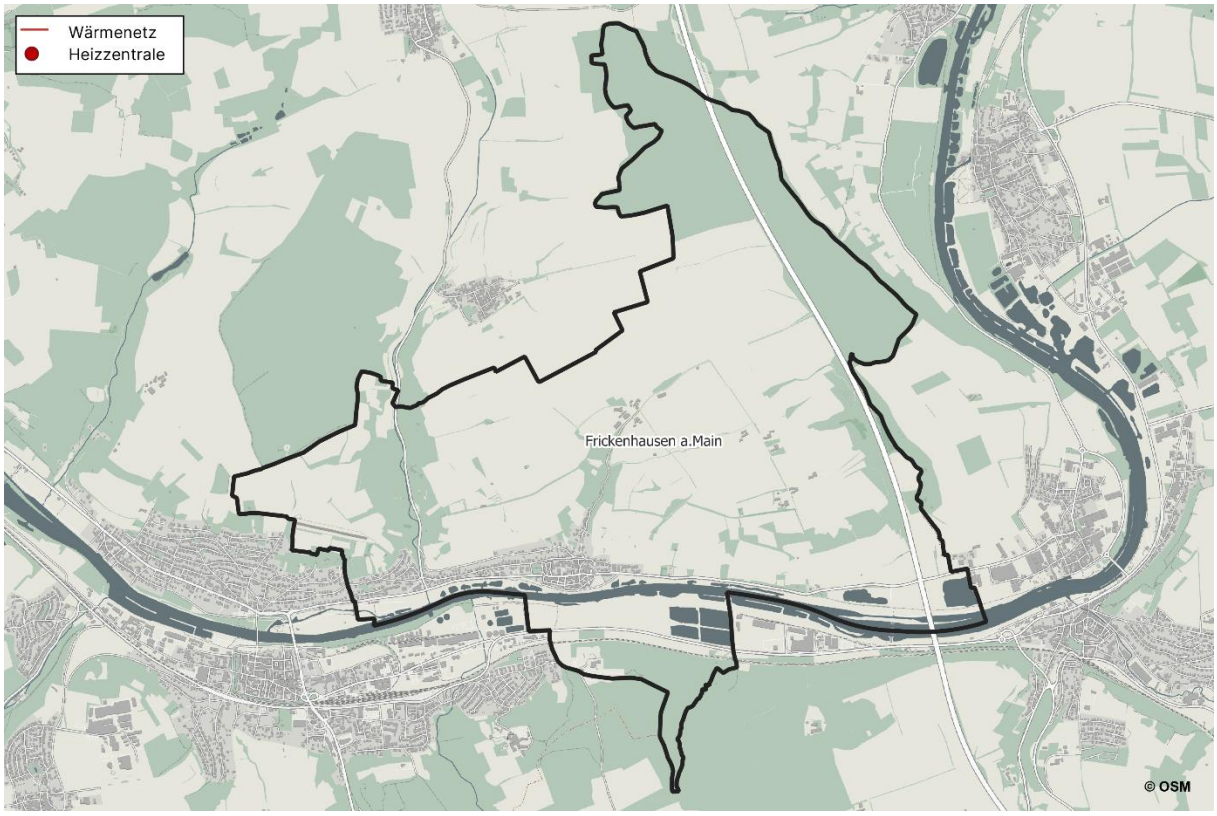


Abbildung 7: Übersichtskarte der Wärmenetzinfrastruktur

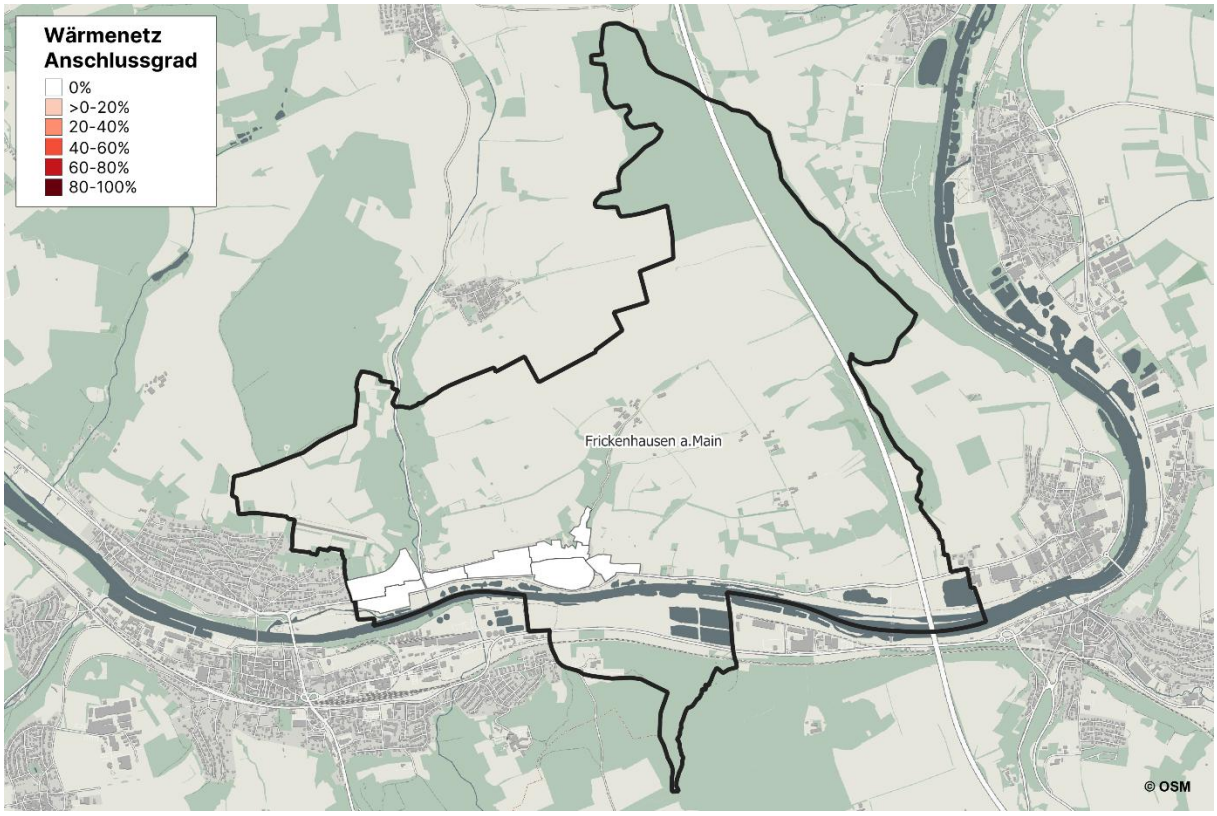


Abbildung 8: Teilgebiete mit Wärmenetzinfrastruktur-Daten

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

4.3.4 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf des Basisjahres für das gesamte kommunale Gebiet wird auf Grundlage von Verbrauchsdaten und flächenbezogenen Bedarfskennzahlen hochgerechnet. Die Verbrauchsdaten stammen aus der Datenerhebung der Energieunternehmen. Die zusätzlichen berechneten Bedarfe werden in Abhängigkeit von den Gebäudenutzungen und den ermittelten Gebäudegrundflächen kalkuliert. Dieses Verfahren schafft durch die priorisierte Verwendung der realen Verbrauchsdaten eine hohe Güte der kommunalen Wärmemengen im Basisjahr. Bei der Betrachtung dieser Bewertungsgröße spielt die Art der Energiebereitstellung (Energieträger, Versorgungssystem) keine Rolle, dies wird im Folgekapitel behandelt.

Insgesamt resultiert in Frickenhausen am Main ein Wärmebedarf[6] von 16.323 MWh/a. In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die räumlichen Verteilungen der Wärmebedarfe auf dem Kommunalgebiet ersichtlich. Neben dem absoluten Bedarf sind dort auch Wärmedichte- und Wärmeliniendichteangaben enthalten, die erste Schlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete zulassen. Eine hohe Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte impliziert hierbei eine bessere Eignung.

Der Wärmebedarf pro Einwohner beträgt im Basisjahr rund 13 MWh/(EW·a).

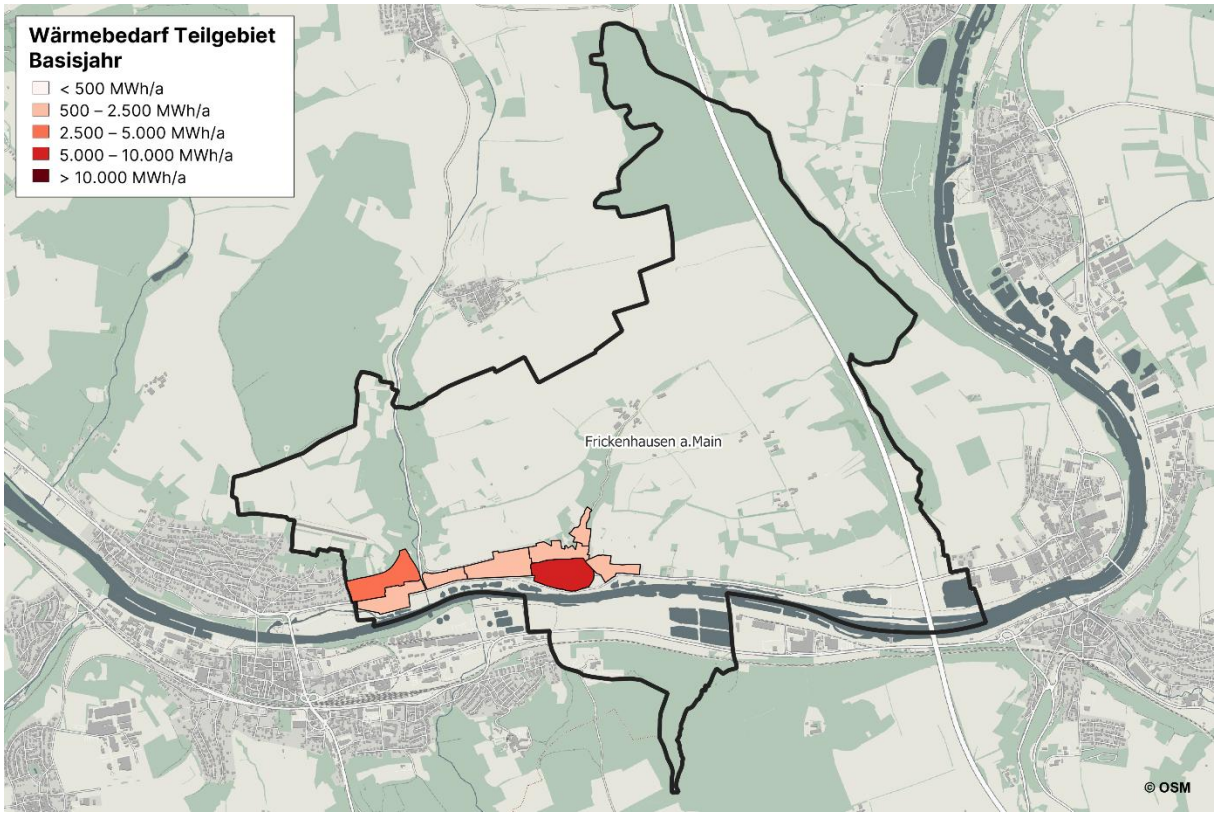


Abbildung 9: Wärmebedarf je Teilgebiet im Basisjahr

[6] Wärme = Erzeugernutzenergieabgabe

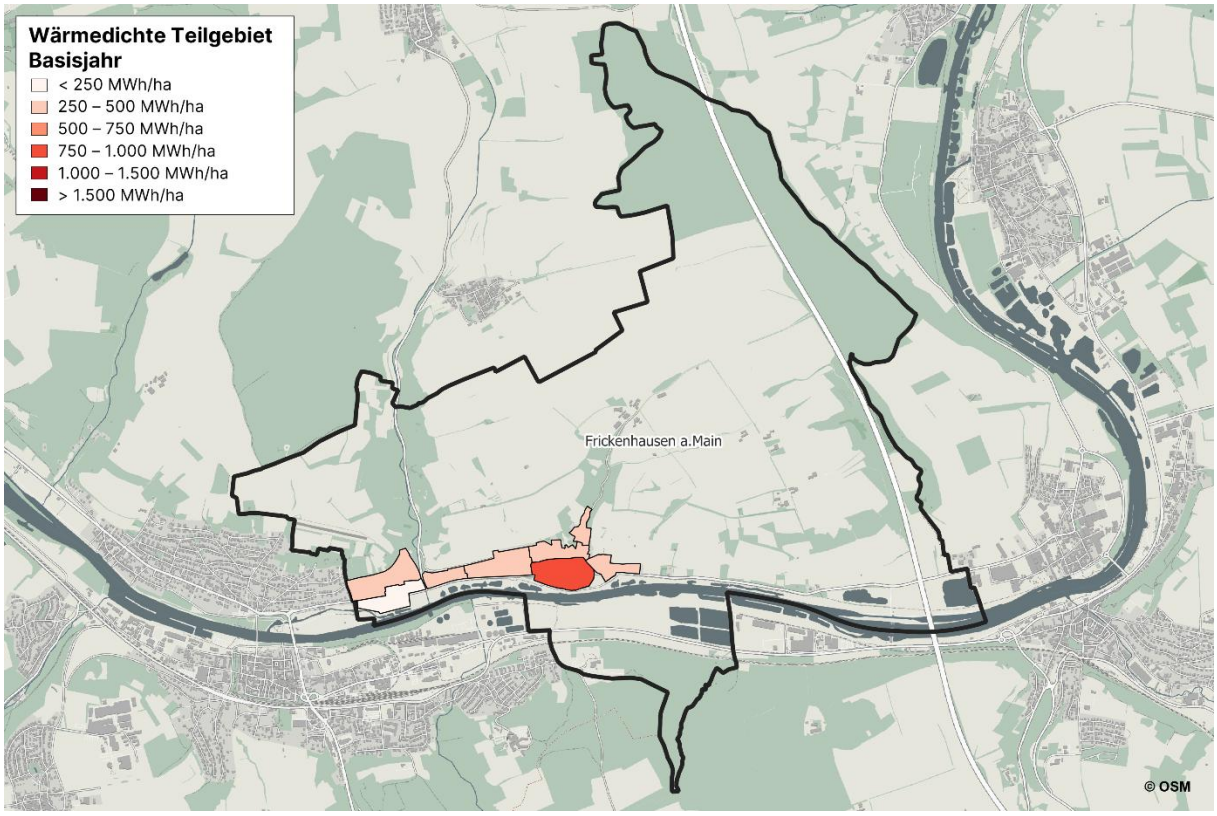


Abbildung 10: Wärmedichte je Teilgebiet im Basisjahr

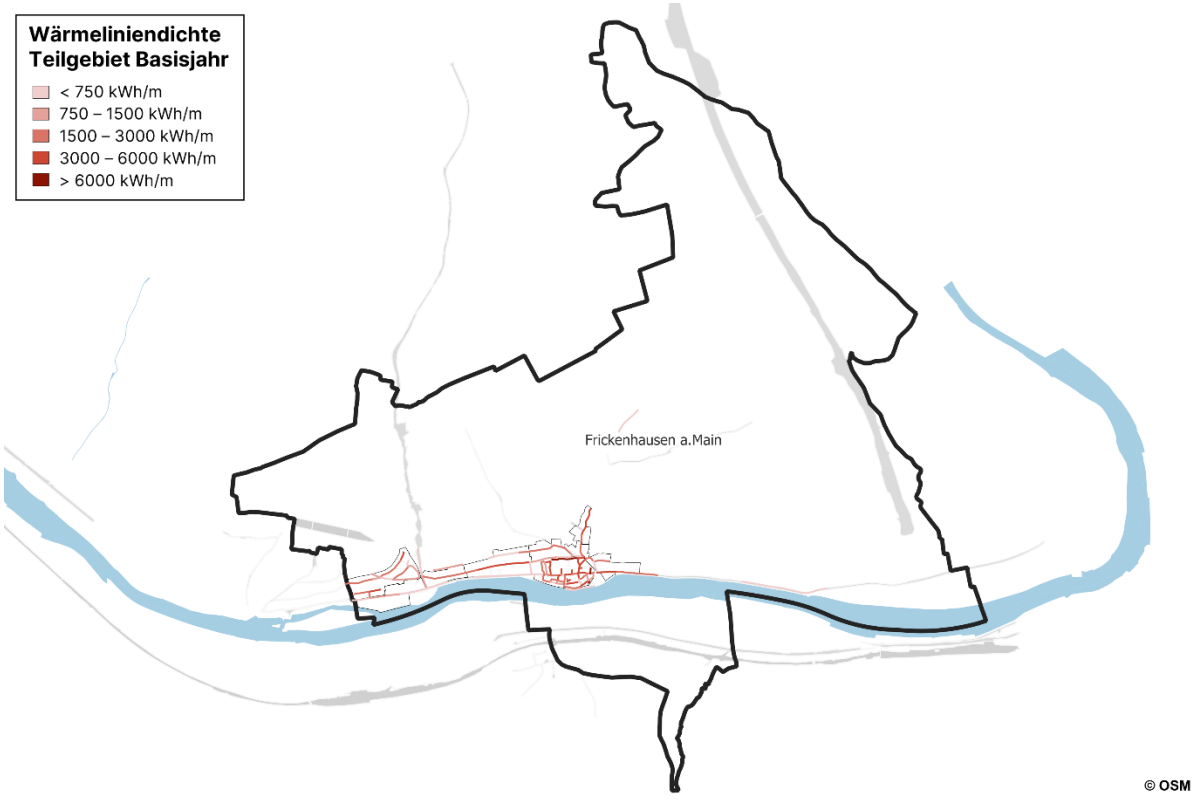


Abbildung 11: Wärmeliniendichte straßenabschnittsbezogen im Basisjahr

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

4.3.5 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Für die Bewertung der Ausgangssituation auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sind die im Bereich Wärme eingesetzten Endenergieträger entscheidend. Denn das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedeutet, dass fossile und damit nennenswert emissionsbehaftete Energieträger durch perspektivisch emissionsfreie Energieträger zu ersetzen sind.

Für diese große Transformationsaufgabe ist es wichtig zu verstehen, wie im Basisjahr die Energieträgerzusammenstellung aussieht, sowohl nach Einsatz in den Nutzungssektoren als auch nach Energieträgern.

Endenergiebilanz

In Abbildung 12 sind die Endenergiebedarfe im Bereich Wärme nach Verbrauchssektoren dargestellt. Bei einem Gesamtbedarf von rund 18 GWh/a nimmt die Wohnnutzung den deutlich höchsten Anteil mit knapp über 88 % ein. Die Kategorie Öffentliche Einrichtung ist mit einem Anteil von lediglich rund 2 % als untergeordnet einzustufen, aufgrund der direkten Einflussmöglichkeit der Kommunalverwaltung und der Vorbildfunktion dennoch von besonderer Relevanz. Die detaillierte Auflistung des Energieeinsatzes nach Nutzungssektoren ist in Tabelle 4 enthalten.

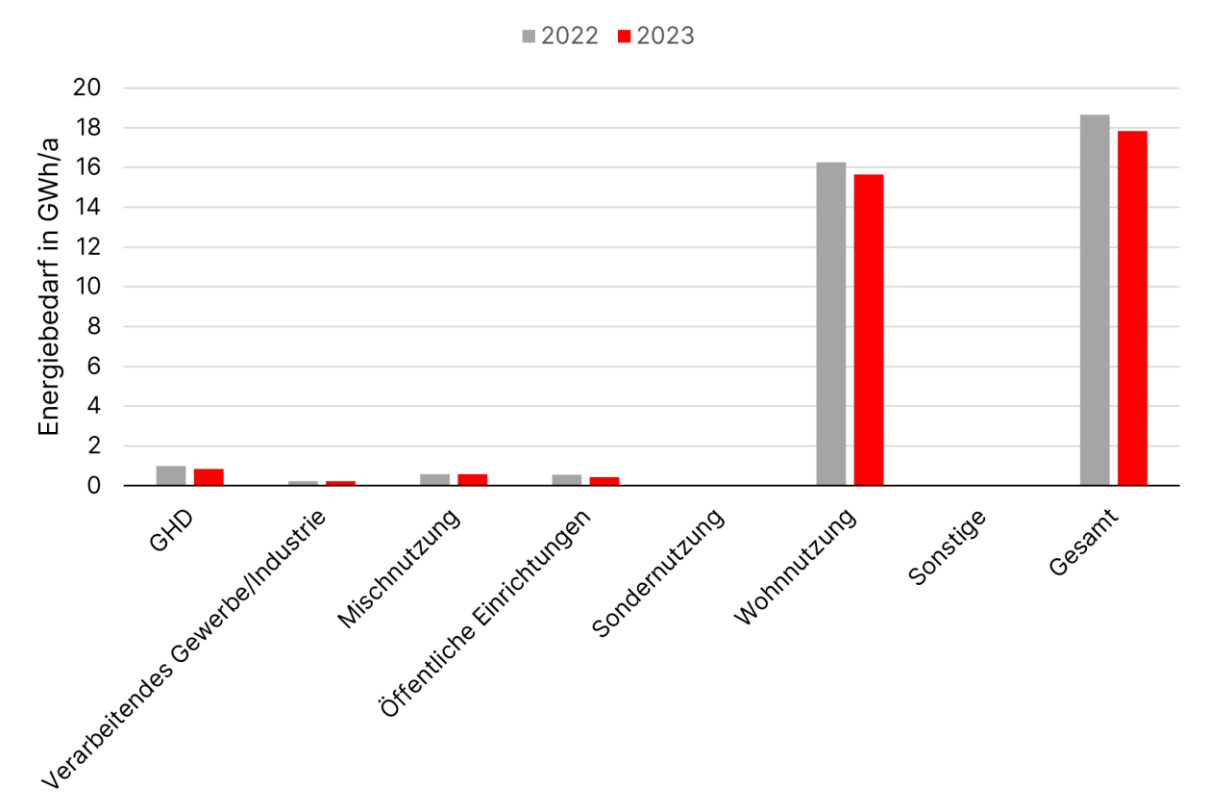


Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Die Analyse des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern verdeutlicht die große Dominanz fossiler Energieträger im Bereich der Wärmeversorgung. Durch einen Anteil von rund 23 % durch Erdgas und 45 % durch Heizöl ist die aktuelle Versorgung durch fossile Strukturen geprägt. In Tabelle 5 sind die jeweiligen Anteile der Energieträger an der Gesamtversorgung im Bereich Wärme detailliert aufgelistet.

Tabelle 4: Endenergie- und THG-Bilanz nach Nutzungssektoren

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
GHD	866	5 %	181	5 %
Industrie	250	1 %	55	2 %
Mischnutzung	606	3 %	138	4 %
Öffentliche Einrichtung	445	2 %	90	2 %
Wohnnutzung	15.649	88 %	3.210	87 %
Gesamt	**17.816**		**3.675**	

Tabelle 5: Endenergie- und THG-Bilanz nach Energieträgern

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
Biomasse	5.387	30 %	108	3 %
Heizöl	8.017	45 %	2.485	68 %
Gas fossil (Erdgas)	4.092	23 %	982	27 %
Keine Angabe	321	2 %	99	3 %
Gesamt	**17.816**		**3.675**	

Ergänzend sind in Tabelle 6 die Anteile der Energieträger gegliedert nach leitungsgebundener Wärme und dezentralen Versorgungen aufgeführt.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle 6: Energieträgereinsatz nach Versorgungssystemen

	Wärmenetze		Dezentrale Versorgungen	
	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %
Biomasse	0	0 %	5.387	30 %
Heizöl	0	0 %	8.017	45 %
Gas fossil (Erdgas)	0	0 %	4.092	23 %
Sonstige	0	0 %	321	2 %
Gesamt	**0**		**17.816**	

Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der Treibhausgasbilanz basiert auf den zuvor ermittelten Endenergiebedarfen. Die Energiebedarfe je Energieträger werden hierzu mit den jeweiligen Emissionsfaktoren multipliziert, um die resultierenden Treibhausgasemissionen bestimmen zu können. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Bilanzen werden die Emissionsfaktoren angelehnt an den Technikkatalog i. A. des BMWK und BMWSB genutzt, die sowohl CO_2-Äquivalente als auch Vorketten beinhalten. Die konkreten Emissionsfaktoren sind im Anhang in Kapitel 11.3 aufgeführt. Die mit diesem Verfahren ermittelte Menge repräsentiert die Treibhausgas-Emissionen, die im Basisjahr im Bereich der Wärmeversorgung anfallen.

Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedingt, dass diese Emissionen auf ein Niveau nahe Null gesenkt werden.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 3.675 Tonnen CO_2-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund drei Tonnen pro Einwohner für den Sektor Wärme.

In Abbildung 13 ist eine Heatmap-Darstellung gewählt, um die räumliche Verteilung der Emissionen im Kommunalgebiet zu visualisieren. Die Karte zeigt auf, dass sich speziell im Ortskernbereich aufgrund der höheren Wärmedichte Emissionsschwerpunkte herausbilden.

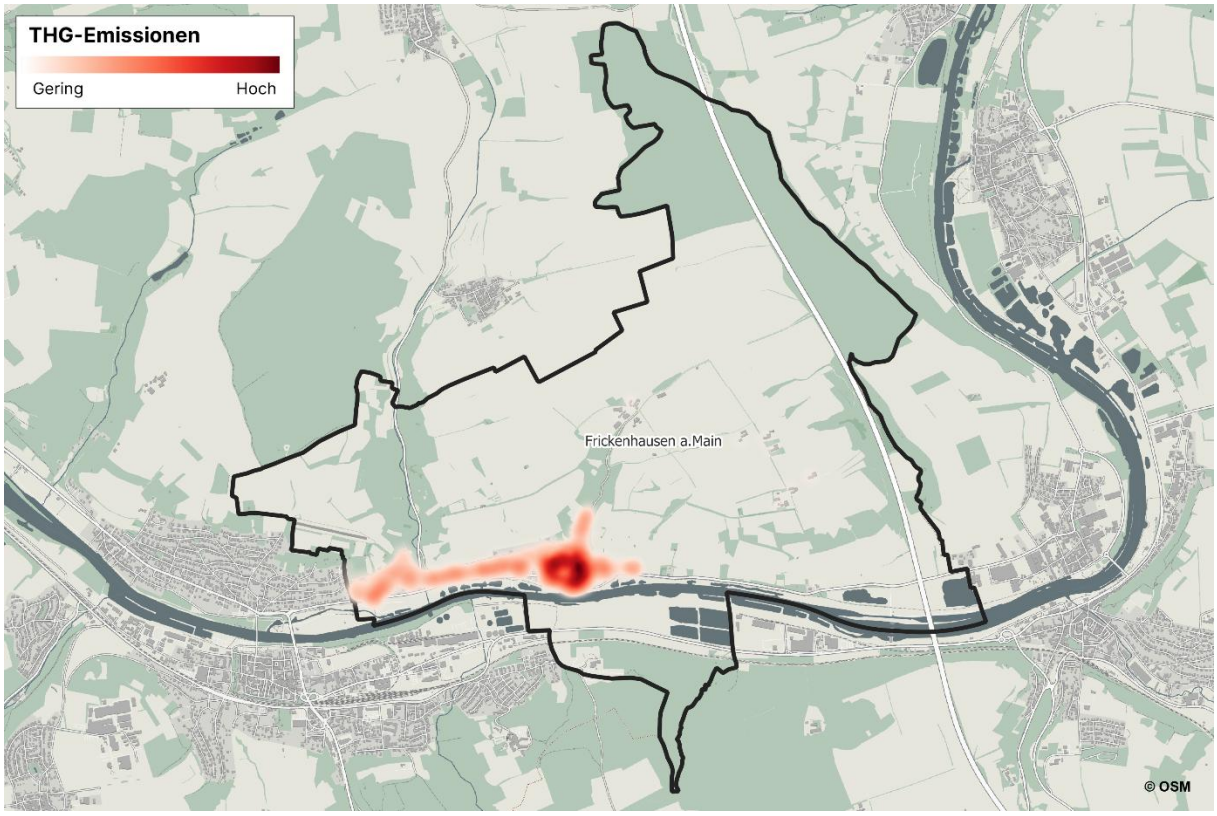


Abbildung 13: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune

4.3.6 Großverbraucheranalyse

Das Ziel der Großverbraucheranalyse ist die Quantifizierung des Potenzials zur Effizienzsteigerung und Abwärmenutzung.

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind daher die größten Verbraucher von Wärme und Gas in der Kommune analysiert worden. Mithilfe von Fragebögen konnten die größten Verbraucher kontaktiert werden, um Wissen über die Hintergründe zu den Prozessen zu generieren und Abwärmepotenziale zu ermitteln. Insofern aus den Fragebögen hervorgeht, dass Prozesse vorliegen, die die Nutzung von Abwärme begünstigen, wird im Rahmen von Interviews das Potenzial verifiziert und die Möglichkeiten einer Auskopplung der Abwärme kommuniziert.

Ergebnis der Großverbraucherbefragung

Die Analyse der vier größten Verbraucher im Bereich Wärme zeigt auf, dass diese für rund 7 % des gesamten kommunalen Wärmebedarfs verantwortlich sind und damit als relevant eingestuft werden. Die Befragung der Großverbraucher hat jedoch nicht zur Identifikation relevanter Abwärmemengen beigetragen, die im Zuge der KWP weiter genutzt werden könnten. Die analysierte räumliche Verteilung zeigt auch keinen expliziten Schwerpunktbereich. Die Großverbraucher sind über das kommunale Gebiet verteilt.

Gemäß Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes sind die Großverbraucher standortbezogen darzustellen. In Abbildung 14 ist die räumliche Verortung dieser auf dem Kommunalgebiet einsehbar.

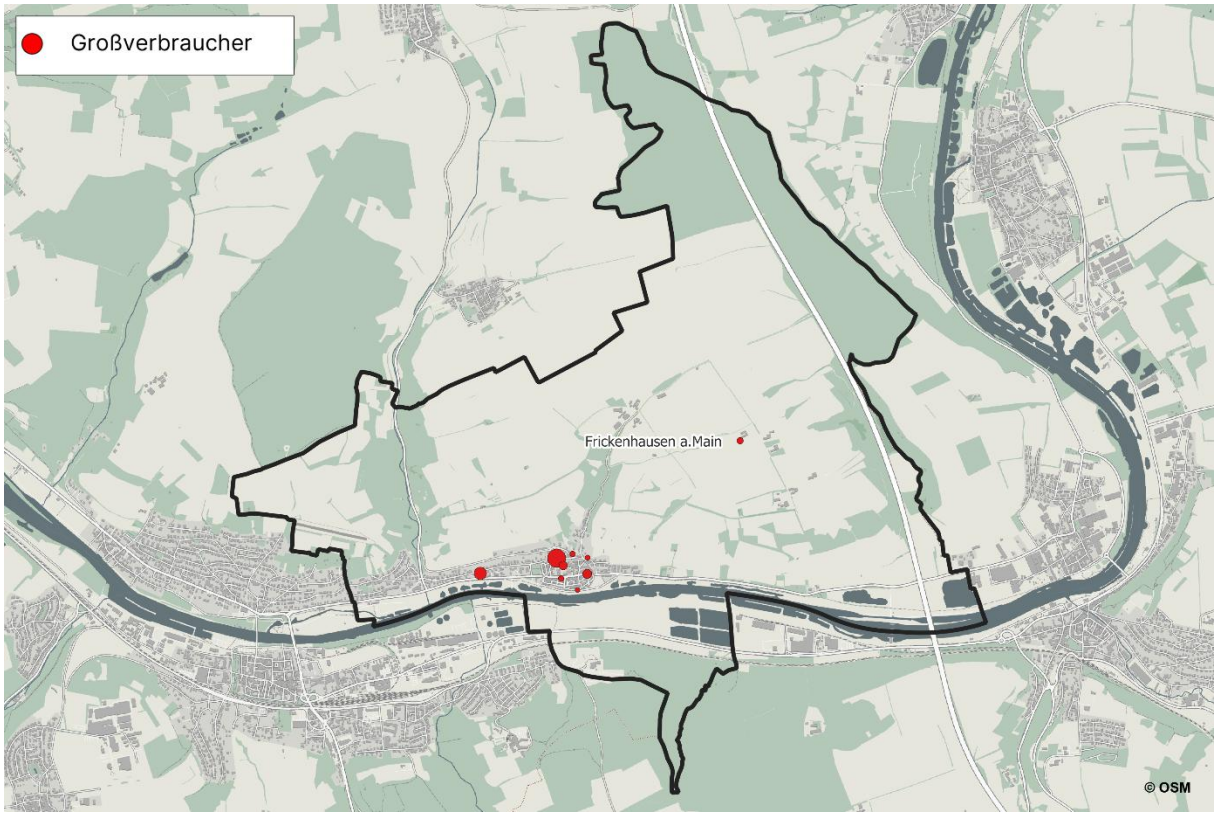


Abbildung 14: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher

4.4 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung nach § 14 WPG wird im Rahmen der Bestandsanalyse vorgenommen. Dabei werden die Teilgebiete auf Grundlage der bekannten Informationen zur Wärmebedarfs- und Verbrauchsstruktur sowie der Wärme- und Gasinfrastruktur vertiefend analysiert und bewertet. Teilgebiete, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen, sollen identifiziert werden. Für solche Teilgebiete kann die Kommunalverwaltung entscheiden, eine verkürzte Wärmeplanung durchzuführen.

Die Eignung von Teilgebieten zur Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz wird grundsätzlich in die nachfolgenden vier Stufen kategorisiert.

- sehr wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich ungeeignet
- sehr wahrscheinlich ungeeignet

4.4.1 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz

Für die Einstufung der Eignung eines Wärmenetzgebietes werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

1. Wärmenetz Status Quo → *Bewertung existierender Wärmenetze*
2. Wärmebedarfsdichte → *Wärmebedarf im Teilgebiet*
3. Siedlungsstruktur → *Bebauungsdichte, Anteil einfamilienhausähnlicher Bebauung*
4. Ankerkunden → *Öffentliche Liegenschaften, Großverbraucher*
5. Erneuerbare Energie / Abwärme →*Verfügbarkeit erneuerbarer Wärme*
6. Hochtemperaturbedarf

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Wärmenetzeignung vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets.

Das Ergebnis der Eignungsprüfung ist in Abbildung 15 dargestellt. Deutlich erkennbar ist eine höhere Eignung im Ortskern und Bereichen mit höherer Bedarfsdichte. Insgesamt werden vier Teilgebiete als wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Für vier Teilgebiete wird eine Eignung ermittelt, davon für kein Teilgebiet eine Einordnung in „sehr wahrscheinlich geeignet“.

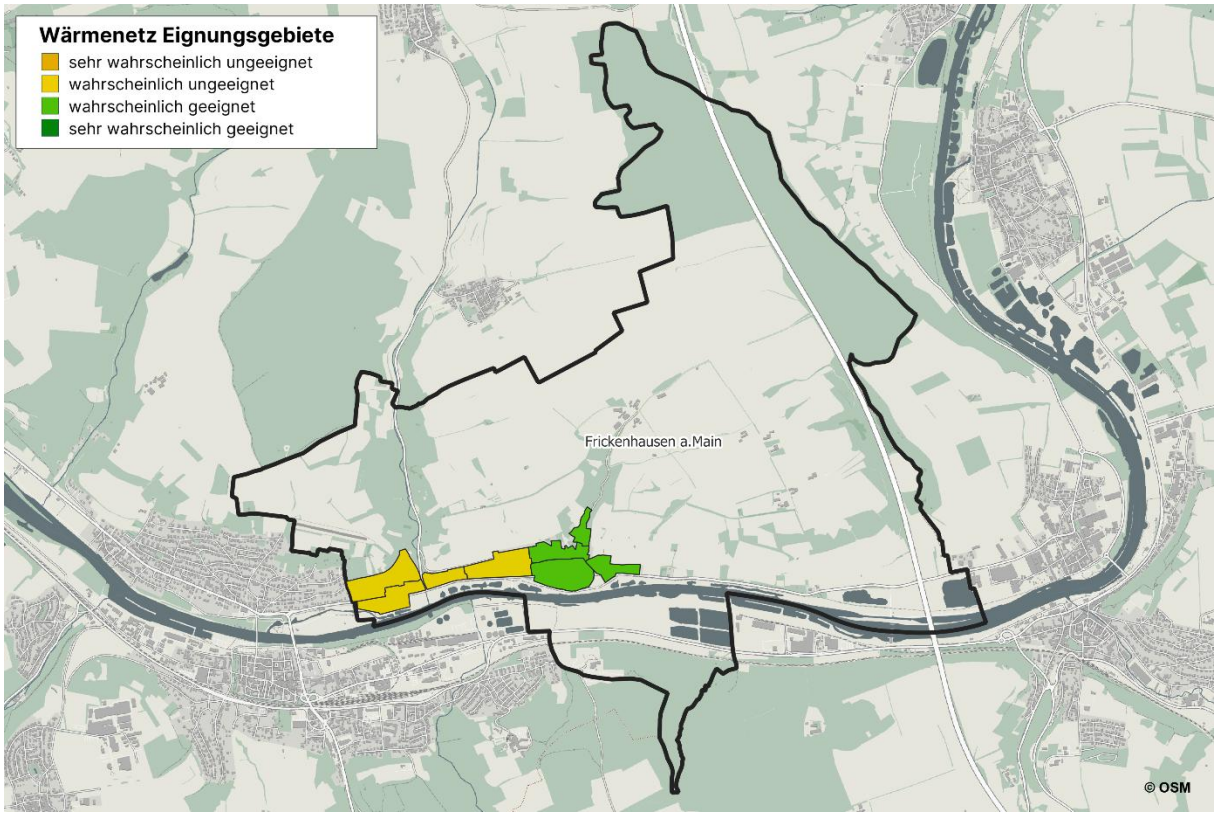


Abbildung 15: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz

4.4.2 Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz

Für die Einstufung der Eignung eines Gebietes zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

1. Gasnetz Status Quo → *Bewertung, ob ein Gasnetz vorliegt*
2. Gasbedarf → *Zukünftiger Gasbedarf bei Ankerkunden vorhanden?*
3. Geplantes H_2-Netz → *Entfernung zu bereits geplanten Wasserstoffnetzen*

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets.

Das Ergebnis der Eignungsprüfung ist in Abbildung 16 dargestellt. Erkennbar ist eine höhere Eignung bei höherem Gasanschussgrad. Insgesamt werden sieben Teilgebiet als wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Für eins der Teilgebiete wird eine wahrscheinliche Eignung ermittelt.

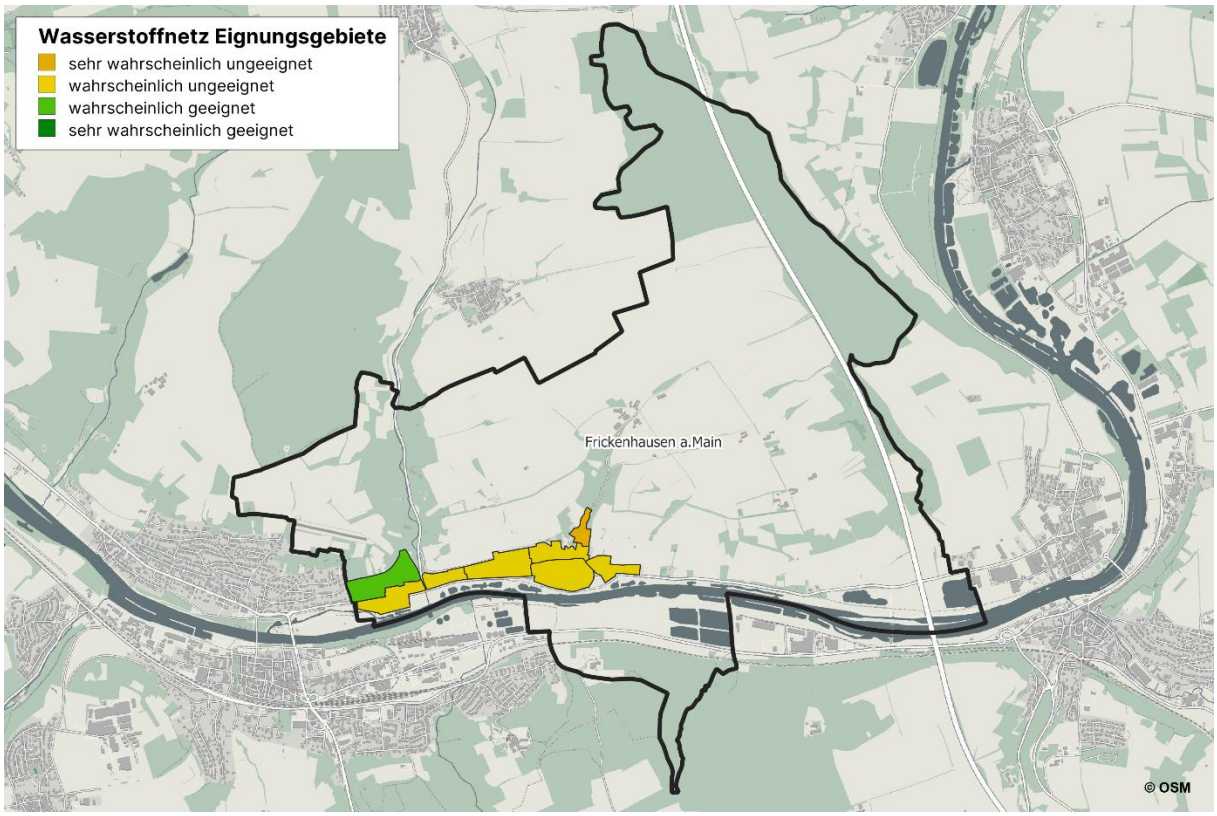


Abbildung 16: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz

4.4.3 Fazit der Eignungsprüfung

Das Ergebnis der Prüfung nach § 14 WPG führte aus Gutachtersicht zu der Empfehlung, keine verkürzte Planung durchzuführen. Das Regelverfahren zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wird für das gesamte kommunale Gebiet von Frickenhausen am Main angewendet. Die differenzierte Anwendung der Ansätze einer verkürzten Wärmeplanung wird als nicht erforderlich erachtet, da dadurch keine nennenswerte Reduzierung des Planungsaufwands erwartet wird.

5 Potenzialanalyse

5.1 Ziele und Vorgehensweise

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale zur Energieeinsparung betrachtet sowie die Potenziale zur Bereitstellung emissionsfreier Wärme und erneuerbaren Stroms. Es wird analysiert, wie sich der Wärmebedarf in der Kommune in Zukunft entwickeln kann und mit welchen Wärmequellen sich der zukünftige Wärmebedarf potenziell decken lässt. Die nachfolgenden Kapitel orientieren sich daher an den beschriebenen Inhalten und sind wie folgt geordnet:

- Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs
- Potenziale für klimaneutrale Wärme
- Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung

5.2 Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs

Die Potenziale zur Energieeinsparung resultieren einerseits aufgrund von **Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden** durch energetische Sanierungen und andererseits durch **Steigerung der Energieeffizienz bei industriellen und gewerblichen Prozessen**.

5.2.1 Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Für die Ermittlung des Einsparpotenzials durch Sanierungen an der Gebäudehülle werden nur die Gebäudenutzungen analysiert, bei denen eine Verbesserung der Gebäudehülle, einen wesentlichen Einfluss auf den Wärmebedarf haben. Dazu gehören die Wohnnutzung, Mischnutzung, Öffentliche Einrichtung und Hotelnutzung. Es werden drei unterschiedliche Szenarien betrachtet. Die Randbedingungen der Szenarien sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Bei den Sanierungsszenarien wird jeweils von einer idealtypischen Vorgehensweise ausgegangen, bei der zuerst die Gebäude mit dem höchsten flächenspezifischen Wärmebedarf auf das Zielniveau saniert werden. Die Auswirkungen auf den Wärmebedarf aller Gebäude der analysierten Gebäudenutzungen zeigt Abbildung 17. Im Rahmen der weiteren Erstellung der KWP ist das Szenario 1 als Leitszenario für die Berechnungen in der Potenzialanalyse und für die Zielszenario-Erstellung verwendet worden.

Tabelle 7: Sanierungsszenarien im Rahmen der KWP

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Sanierungsrate	2 %/a	1 %/a	2 %/a
Reihenfolge	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Teilgebiete mit höchster spezifischen Wärmedichte
Zielzustand nach	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70

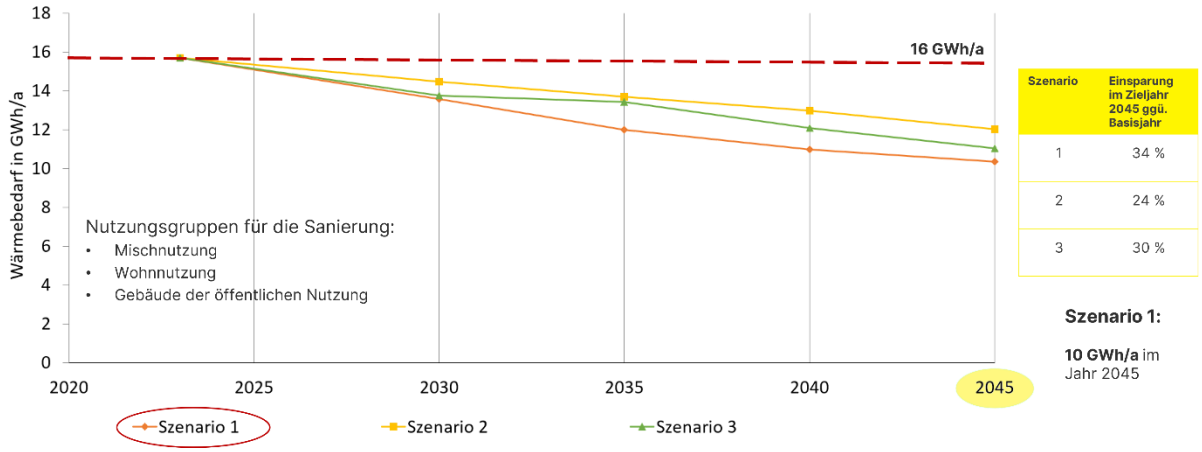


Abbildung 17: Entwicklung des Wärmebedarfs verschiedener Sanierungsszenarien

5.2.2 Potenziale durch Steigerung von Prozesseffizienzen

Bei der Senkung des Energiebedarfs durch Steigerung der Prozesseffizienz wird mit einem Szenario basierend auf dem Leitfaden für die kommunale Wärmeplanung der KEA gerechnet (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Hierbei werden für die Industrie- und Gewerbenutzung Reduktionspfade zur Beschreibung der Effizienzpotenziale angenommen. Diese sind in dem nachfolgenden Diagramm abgebildet.

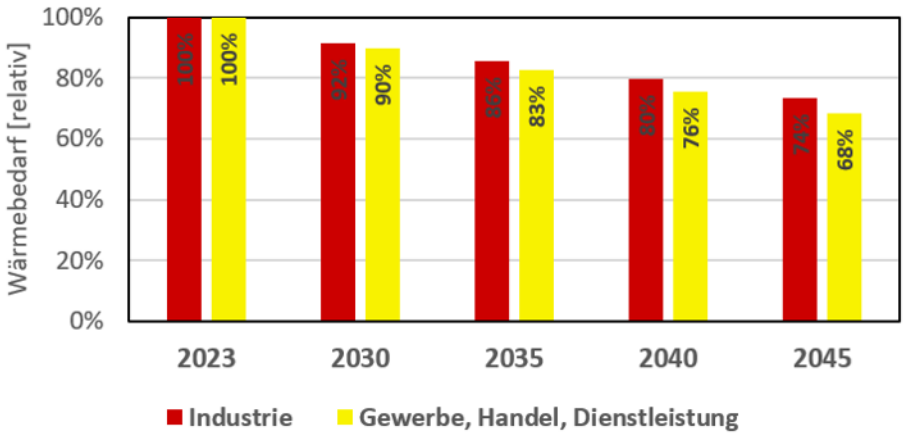


Abbildung 18: Szenario Prozesseffizienz - Entwicklung des Wärmebedarfs GHD und Industrie

5.2.3 Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs

In Summe resultiert für das Zieljahr ein Einsparpotenzial durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und Erhöhung von Prozesseffizienzen in Höhe von 6 GWh/a. Dies entspricht einer relativen Einsparung in Höhe von 34 %. Der Wärmebedarf im Basisjahr sinkt dabei von 16 GWh/a auf unter 11 GWh/a im Zieljahr. Abbildung 19 zeigt für das Leitszenario die zeitliche

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Entwicklung des Energiebedarfs im Bereich Wärme auf. Ergänzend sind in Tabelle 8 die Ergebnisse für die jeweiligen Zeitschritte nach Nutzungssektoren aufgeschlüsselt.

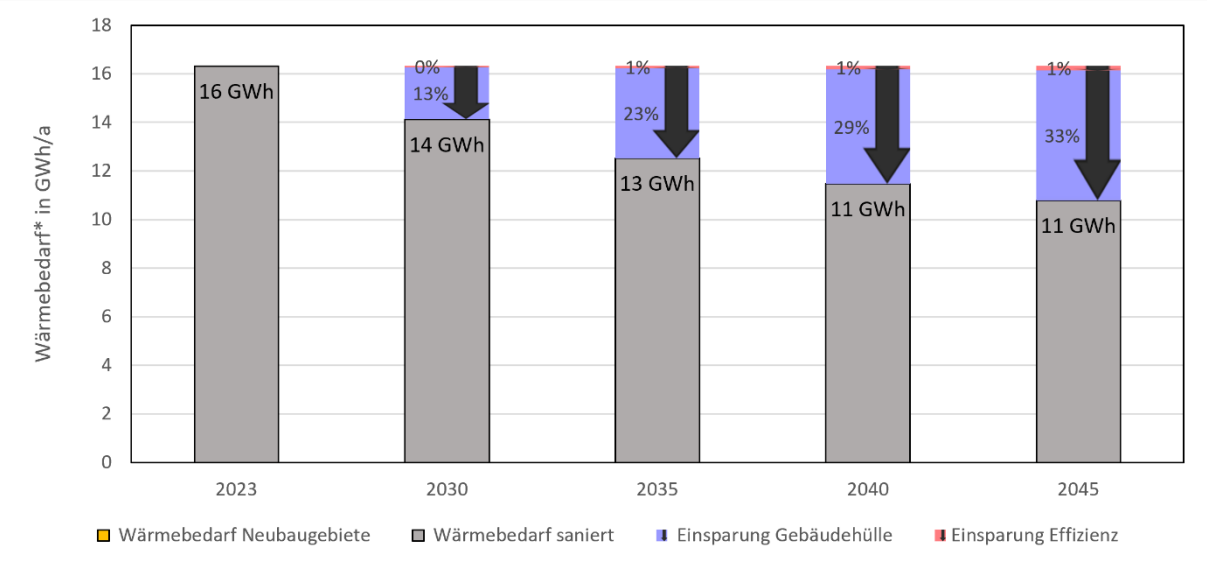


Abbildung 19: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1

Tabelle 8: Energiebedarfsentwicklung nach Sektoren – Szenario 1

Sektor	2023	2030	2035	2040	2045
GHD	746	706	706	678	650
Industrie	231	212	212	198	184
Mischnutzung	575	425	340	322	322
Öffentliche Einrichtung	408	408	408	408	408
Wohnnutzung	14.363	12.372	10.997	10.059	9.415
Gesamt	**16.323**	**14.124**	**12.663**	**11.666**	**10.980**

Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Gemäß § 18 Abs. 5 WPG sind Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial aufzuzeigen. Diese können durch Sanierungsmaßnahmen und Prozesseffizienzsteigerung einen relevanten Beitrag zur Erreichung der Wärmewendeziele beitragen. In Abbildung 20 und Abbildung 21 sind die Wärmeeinsparpotenziale im Zieljahr gegenüber dem Basisjahr für die einzelnen Teilgebiete dargestellt. Diese Analyse wird unter anderem zur Identifikation kommunaler Fokusgebiete gemäß Kapitel 7.3.2 weiterverwendet.

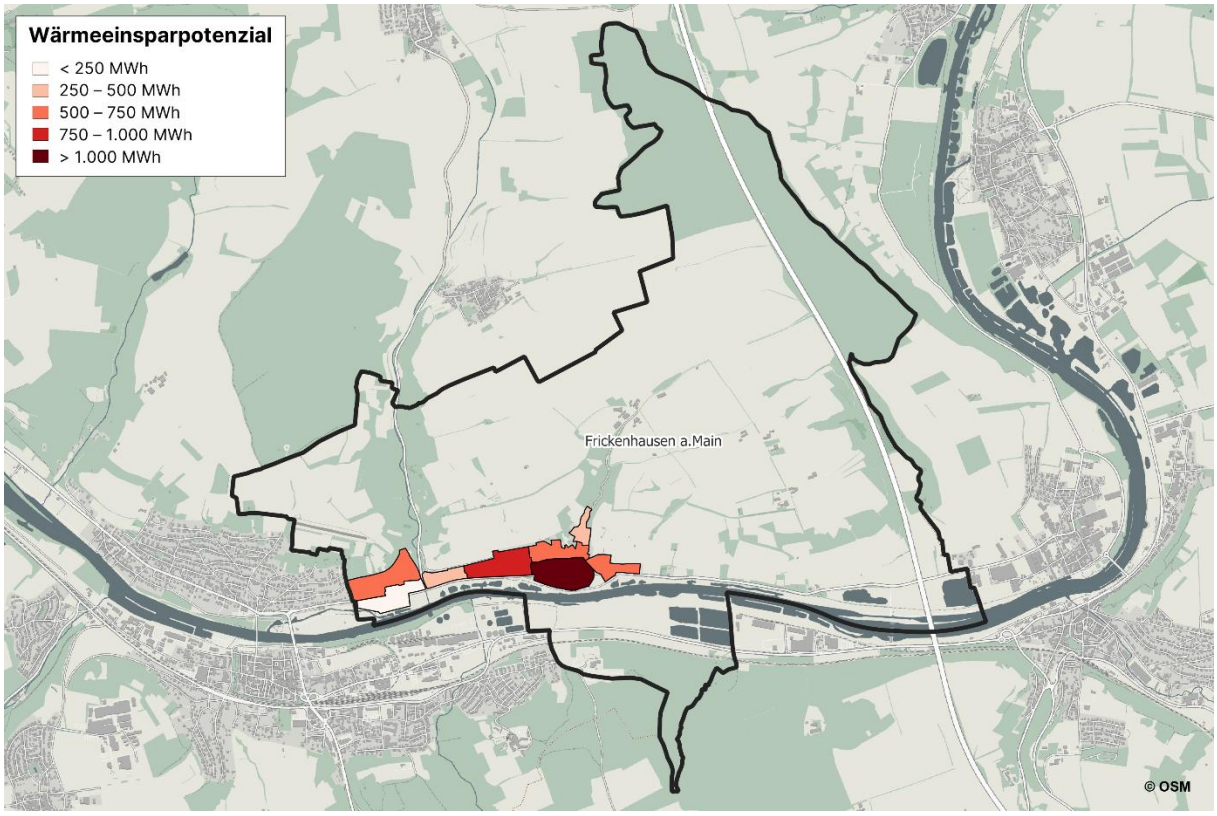


Abbildung 20: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - absolut

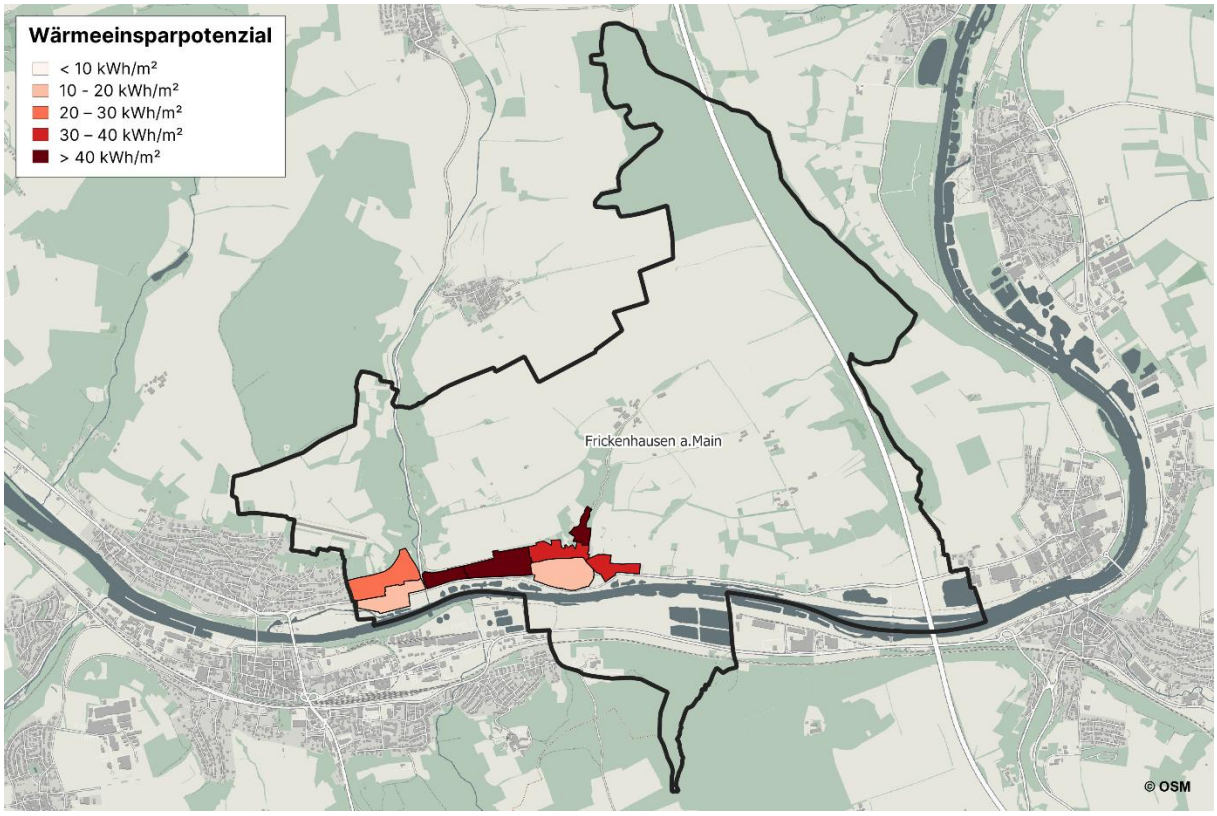


Abbildung 21: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - flächenspezifisch

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wird im Rahmen der Potenzialanalyse aufgezeigt, welche Nutzungspotenziale erneuerbarer Energieträger und klimaneutraler Wärmequellen aus heutiger Sicht bis zum Zieljahr erschlossen werden können.

Bedingt durch die niedrigeren, spezifischen Treibhausgas-Emissionswerte sinken bei der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien die treibhausrelevanten Emissionen. Regional betrachtet resultiert eine erhöhte Wertschöpfung in Form von positiven Beschäftigungseffekten durch die Nutzung lokal verfügbarer Ressourcen wie zum Beispiel Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und Erdwärme. Zudem reduziert die Nutzung regenerativer Energieträger die Importabhängigkeit und sichert die fossilen Ressourcen für die immer wichtiger werdende stoffliche Verwertung in der Industrie.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Einzelpotenziale zur Nutzung klimaneutraler Wärme für die Kommune analysiert und im Kontext der kommunalen Wärmeplanung bewertet. Die Karten zeigen jeweils die prozentuale Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr durch das entsprechende Potenzial (Nachfragepotenzial).

Die Ausarbeitung enthält folgende, lokal zuordenbare Potenziale:

- Abwärme – Industrie und Gewerbe
- Abwasser – Kanal
- Abwasser – Kläranlage
- Biomasse
- Flusswasser
- Geothermie – Kollektoren
- Geothermie – Sonden dezentral
- Geothermie – Sonden zentral
- Grundwasser
- Seewasser
- Solarthermie – dezentral
- Solarthermie – zentral
- Tiefengeothermie

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Diese sind in Kapitel 5.3.13 beschrieben.

5.3.1 Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe

Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben, die in Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen als Nebenprodukt anfällt und aktuell ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, gilt als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption. Ziel der Abwärmenutzung ist es, die verfügbare Abwärme sinnvoll für Wärmeversorgungen außerhalb der eigenen Unternehmensgrenzen zu aktivieren.

Abhängig vom Temperaturniveau, der Wärmemenge und dem Wärmeträgermedium wird bei der kommunalen Wärmeplanung analysiert, wie die Abwärme in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz für externe Nutzungen verwendet werden kann.

In Abgrenzung zur allgemein gültigen Definition der Abwärmenutzung liegt die betriebs- und prozessinterne Abwärmenutzung in der Regel nicht im Bewertungsrahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Datengrundlage

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die größten Wärmeverbraucher auf dem Kommunalgebiet näher betrachtet. Im Wärmeplanungsgesetz ist dazu eine rechtliche Grundlage zur Datenerhebung mit aufgenommen. Die Befragung dieser Großverbraucher gemäß Kapitel 4.3.6 liefert unter anderem Informationen zum Abwärmeaufkommen dieser Unternehmen und der Bereitschaft, sich an kommunalen Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen.

Ergebnis

Als Ergebnis der Großverbraucheranalyse liegen Angaben zu Abwärmemengen, Temperaturniveaus und zeitlicher Verfügbarkeit vor. Diese Informationen werden mit den Wärmebedarfsprognosen für das Zieljahr im eigenen Teilgebiet und den umliegenden Teilgebieten abgeglichen. Der Abgleich erfolgt dabei auf monatlicher Basis, um zeitliche Abhängigkeiten bei der Verfügbarkeit der Abwärme und beim Wärmebedarf adäquat berücksichtigen zu können.

Mit der vorliegenden Analyse für „Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe“ resultiert kein Potenzial für die Kommune.

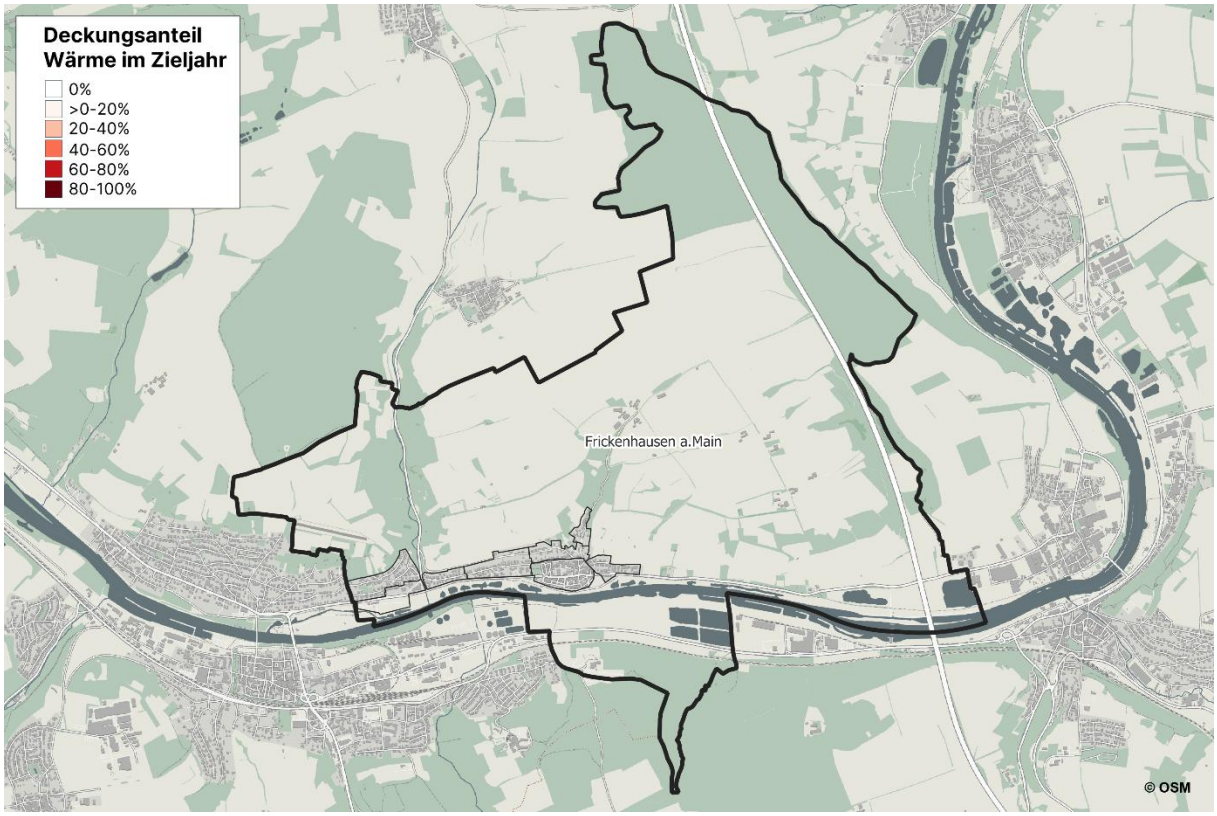


Abbildung 22: Potenzialkarte „Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe“ je Teilgebiet

5.3.2 Abwasser - Kanal

Die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist in Siedlungsgebieten flächendeckend vorhanden. In den Abwasserkanälen wird Abwasser und meist auch Regenwasser gesammelt und zu den kommunalen Kläranlagen geleitet. Das Abwasser befindet sich dabei auf einem Temperaturniveau, das für eine energetische Nutzung durch eine Wärmepumpe gut geeignet ist (in der Regel > 10 °C).

Mit Wärmetauschern wird dem Abwasser Wärme entzogen und als Wärmequelle für elektrische Wärmepumpen nutzbar. Für das Entzugssystem können verschiedene Bauformen zum Einsatz kommen:

- Doppelrohr-Wärmetauscher als im Abwasserrohr integrierte Lösungen (Neubau/Ersatz)
- Kanalwärmetauscher für den Einbau in bestehende Kanäle
- Rohrbündelwärmetauscher im Bypass; die sich in einem separaten Bauwerk befinden

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung sind für ausgewählte Kanalabschnitte die Wärmenutzungspotenziale abgeschätzt worden. Unter anderem finden folgende Datengrundlagen in der Ermittlung Verwendung.

Datengrundlage

Informationen zu den Kanaldimensionen und -querschnitten stammen in der Regel vom kommunalen Amt für Entwässerung und auch den Stadtwerken. Die Durchflussmenge und Temperatur des Abwassers hängen davon ab, ob der Kanal als Schmutz-, Misch- oder Regenwassersystem betrieben wird. Für die Abwasserwärmenutzung mit einer Wärmepumpe ist ein kontinuierliches Abwasseraufkommen erforderlich. Belastbare Aussagen zum Abwasseraufkommen liegen zum Teil durch temporäre Messungen im Kanal vor.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr kein Wärmedeckungspotenzial resultiert.

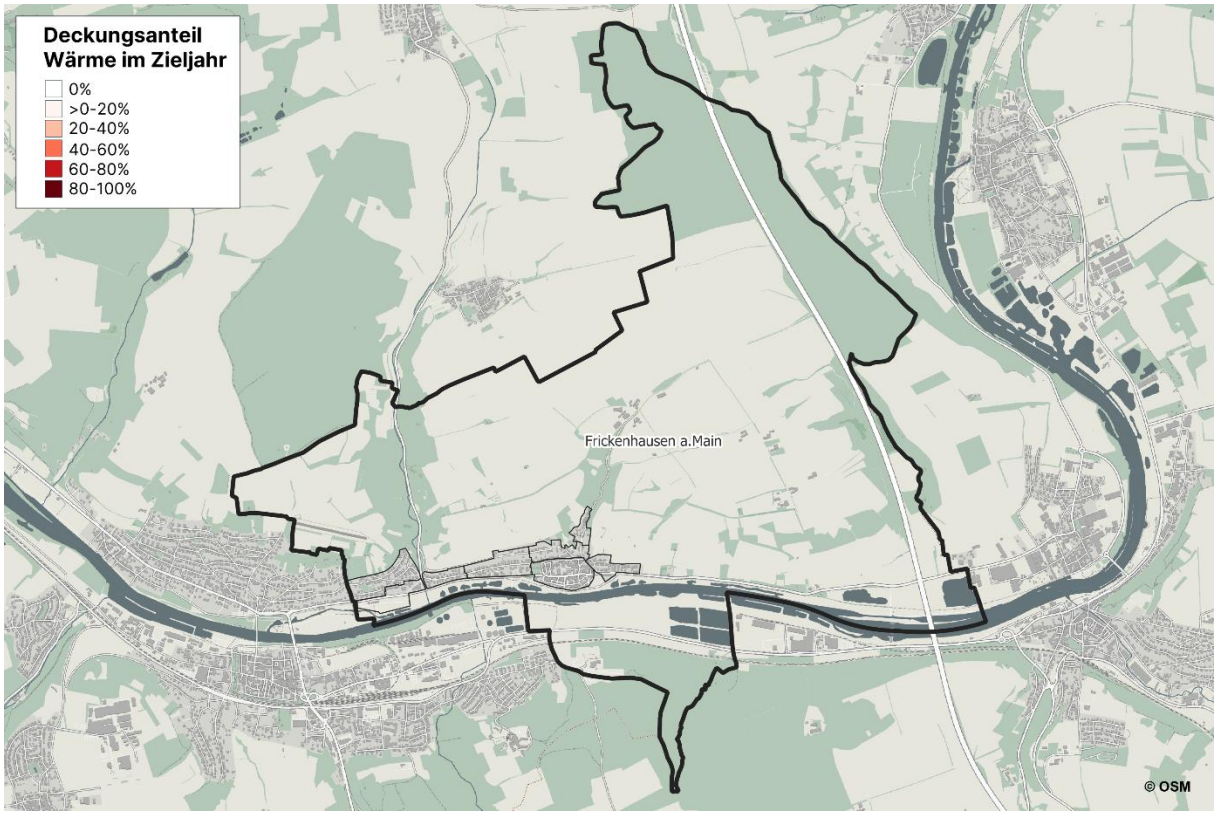


Abbildung 23: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.3 Abwasser – Kläranlage

In Abgrenzung zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen steht das Potenzial „Abwasser – Kläranlage“ für ein zentral erschließbares, urbanes Umweltwärmepotenzial. Im Gegensatz zu der Abwasserwärmenutzung im Zulauf der Kläranlagen wird hierbei eine thermische Nutzung des geklärten Abwassers im Auslauf der Kläranlage betrachtet. Der wesentliche Vorteil dieses Konzeptes besteht darin, dass die Abwasserwärmenutzung die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht mehr negativ beeinflussen kann. Vielmehr kann durch das abgekühlte Abwasser ein weiterer positiver Effekt speziell in den Sommermonaten für die Gewässer entstehen, in denen das geklärte Wasser eingeleitet wird.

Dem Abwasser an Kläranlagen wird über Wärmetauscher Wärme entzogen. Diese zentral erschlossene Abwasserwärme kann im Anschluss direkt über Großwärmepumpen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen für externe Wärmeanwendungen nutzbar gemacht werden. Im Vergleich zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen resultieren am Auslauf der Kläranlage höhere Potenziale durch die größeren Durchflussmengen und die höhere mögliche Temperaturspreizung. Dadurch können auch Teilgebiete, die nicht in direkter Nähe sind, für eine Abwasserwärmenutzung in Frage kommen. In der Regel sind Teilgebiete in einer Entfernung von bis zu mehreren hundert Metern hierfür geeignet.

Datengrundlage

Die erforderlichen Daten zu Durchflussmengen und Temperaturen am Auslauf der Kläranlagen stammen von den Anlagenbetreibern (z. B. Abwasserwirtschaftsbetriebe der Kommune) und stellen damit eine hohe Datengüte für die Berechnung des Wärmepotenzials dar.

Ergebnis

In Frickenhausen am Main gibt es keine Kläranlage, daher wird für das Zieljahr kein Wärmedeckungspotenzial ermittelt.

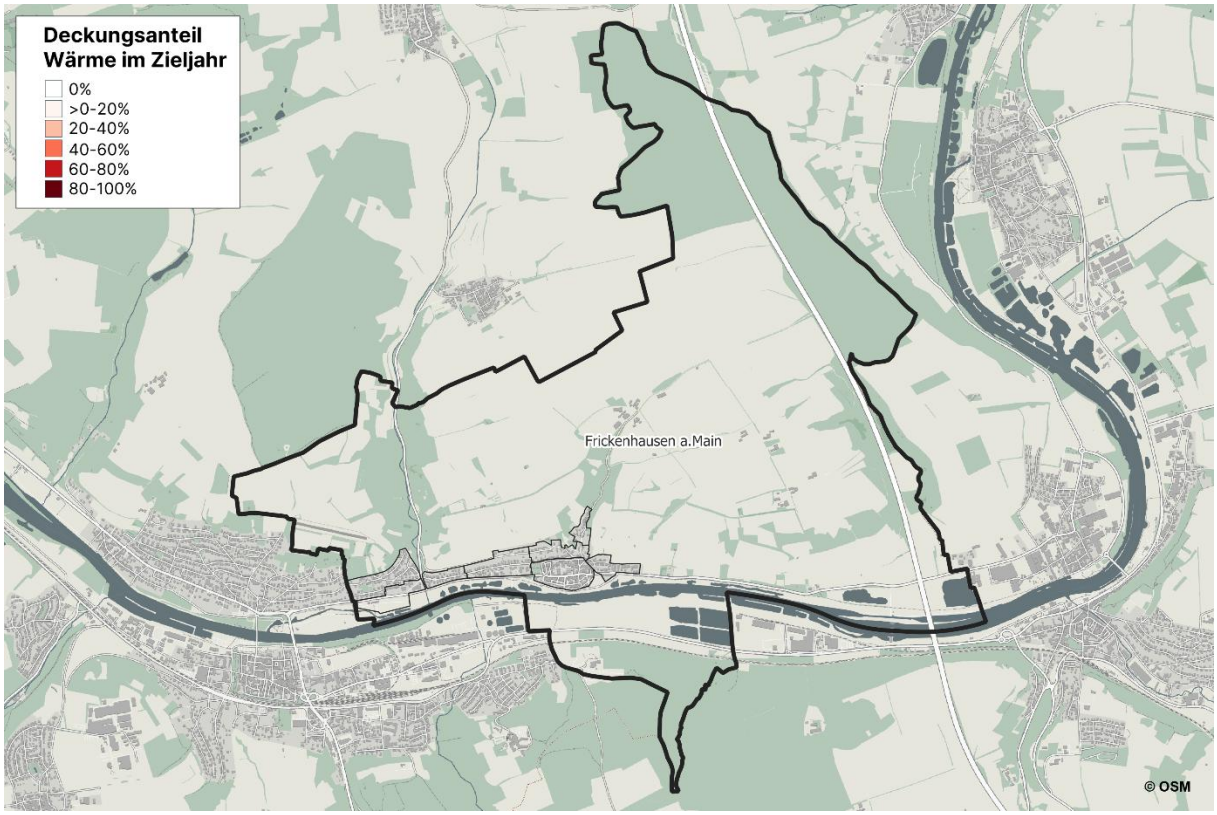


Abbildung 24: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.4 Flusswasser

Die Potenzialanalyse zur Wärmenutzung aus Flusswasser beinhaltet die Betrachtung fließender Oberflächengewässer. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen beschränkt sich die Betrachtung auf größere Fließgewässer wie Flüsse. Kleinere Bäche und Bachläufe sind nicht Teil der Analyse.

Aufbauend auf der Bestandsanalyse (Lage von potenziell zu versorgenden Teilgebieten) und einer manuellen Sichtung und Bewertung von Flurstücken in Gewässernähe werden potenziell geeignete Standorte für eine Flusswasserwärmenutzung identifiziert.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Die Analyse des Flusswasserpotenzials basiert auf der Annahme, dass dem Fließgewässer Wasser entnommen und diesem über einen externen Wärmetauscher Wärme entzogen wird. Für die Wärmeversorgung wird die entzogene Wärme über Großwärmepumpen in Kombination mit Wärmenetzen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Das abgekühlte Wasser wird im Anschluss dem Fluss wieder zugeführt. Die potenziell nutzbare Wärmemenge aus dem Flusswasser hängt vom Temperatur-Jahresverlauf des Gewässers, der Wassermenge und der möglichen Temperatur-Spreizung ab.

Datengrundlage

Die Datengrundlage für die Berechnung des Flusswasserpotenzials ist die Durchflussmenge sowie die Wassertemperatur im Jahresverlauf. Diese können zum Teil dem Daten- und Kartendienst des Bayerischen Landesamt für Umwelt (LFU, https://www.gkd.bayern.de/) entnommen werden.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 44 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Flusswasserwärme rund 5.085 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. Die räumliche Verteilung des Potenzials entlang des Mains in Abbildung 25 zeigt konkret mögliche Versorgungsgebiete in Frickenhausen am Main.

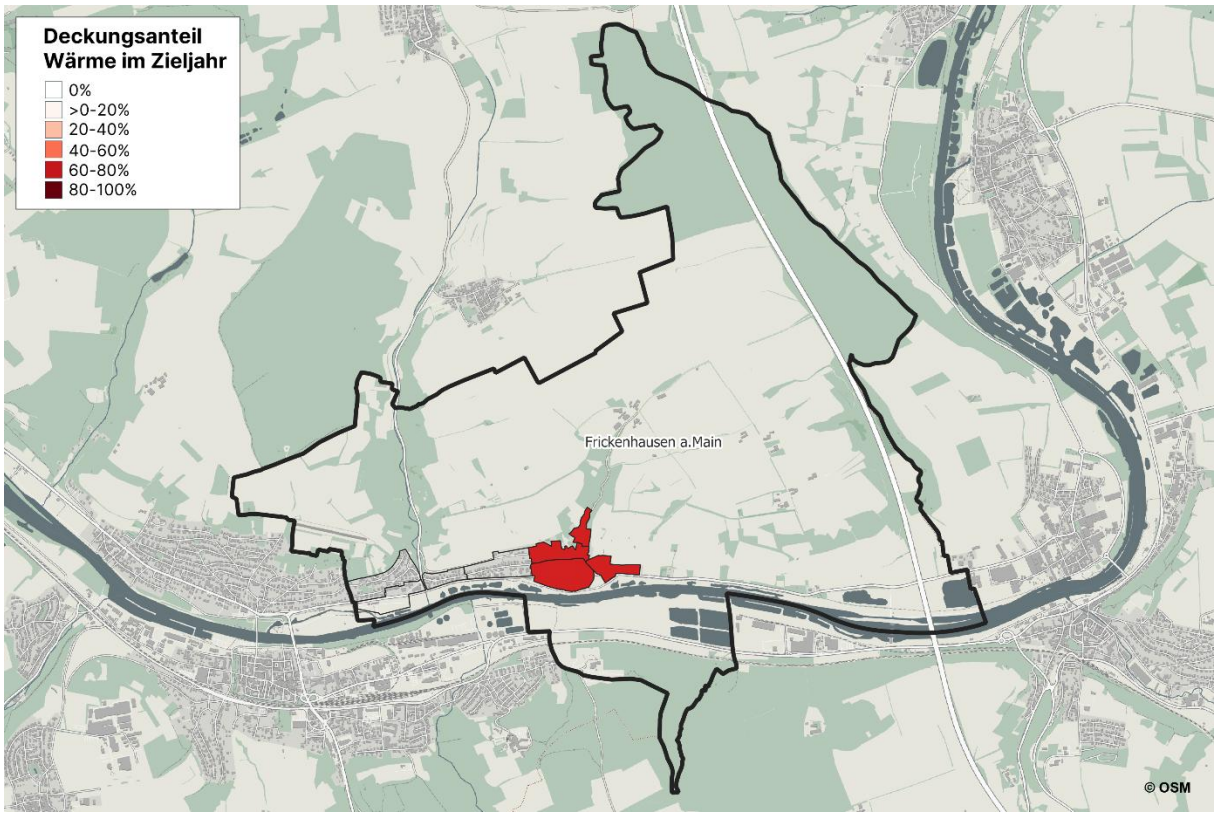


Abbildung 25: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Teilgebiet-Ebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral

Geothermie ist die unterhalb der festen Erdoberfläche gespeicherte Energie in Form von Wärme und kann als klimafreundliche, alternative Energiequelle auf dem Kommunalgebiet genutzt werden. Verschiedene Technologien werden zum Heizen, Kühlen oder zur Stromerzeugung mittels Erdwärme eingesetzt. Oberflächennahe Wärmereservoirs dienen zum Beispiel den Wärmepumpensystemen als Wärmequelle. Tiefengeothermie bietet ein Potenzial zur Nutzung höherer Temperaturniveaus im Erdinneren für die Stromerzeugung.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Geothermie – Kollektoren zentral“ wird die Erdwärme-Erschließung über Flächenkollektoren auf Freiflächen im Außenraum betrachtet. Im Gegensatz zu Erdwärmesonden befinden sich die Flächenkollektoren im Erdreich lediglich in einer Tiefe zwischen 1 bis 3 Metern. Dem Erdreich wird mit den Flächenkollektoren als Wärmetauscher Wärme entzogen und über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben.

Datengrundlage

Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Erdwärmekollektoren vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aufbauend auf Daten des digitalen Liegenschaftskatasters getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland. Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Streuobstwiesen, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete,Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete) und Wasserschutzgebietszonen. Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Teilgebieten mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

Bei der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen (speziell mit guten Ertragswerten) und solche mit einer Lage innerhalb weicher Restriktionsgebiete (z. B. Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann im Anhang in Kapitel 11.2 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung als für die Nutzung als Energieinfrastruktur geeignet dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 26 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

Dabei bilden in diesem Dokument grundsätzlich die grün dargestellten Flächen die geeigneten Flächen (Priorität 1), die gelb dargestellten Flächen die bedingt geeigneten (Priorität 2) und die rot dargestellten Flächen die ungeeigneten Flächen (Priorität 3).

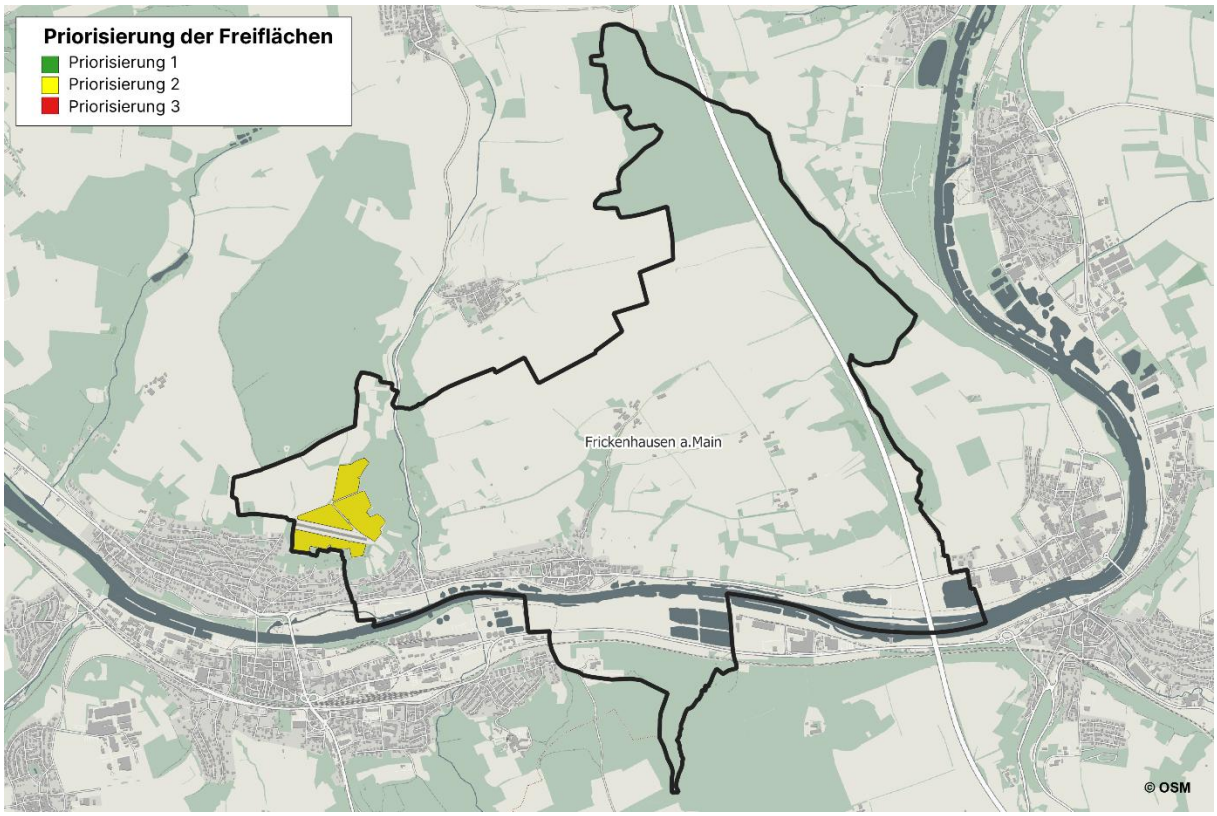


Abbildung 26: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgendenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfläche sind in Tabelle 9 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung´
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

Tabelle 9: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Geothermie – Kollektoren zentral“

Priorisierung	Fläche in ha	Anteil an Fläche der Kommune in %
1	0	0
2	18,7	1,8
3	0	0
Summe	**18,7**	**1,8**

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr kein Wärmedeckungspotenzial resultiert. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 25 kWh/(m²·a) für Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten für die Versorgung der angrenzenden Teilgebiete über Wärmepumpen. Hierbei werden die absolute Höhe und die jahreszeitliche Verteilung des zukünftigen Wärmebedarfs der Teilgebiete mitberücksichtigt. Dabei sind die Teilgebiete mit einer Wärmenetz-Eignung gemäß Kapitel 4.4.1 und mit einer Lage im Siedlungs-Innenraum priorisiert berücksichtigt.

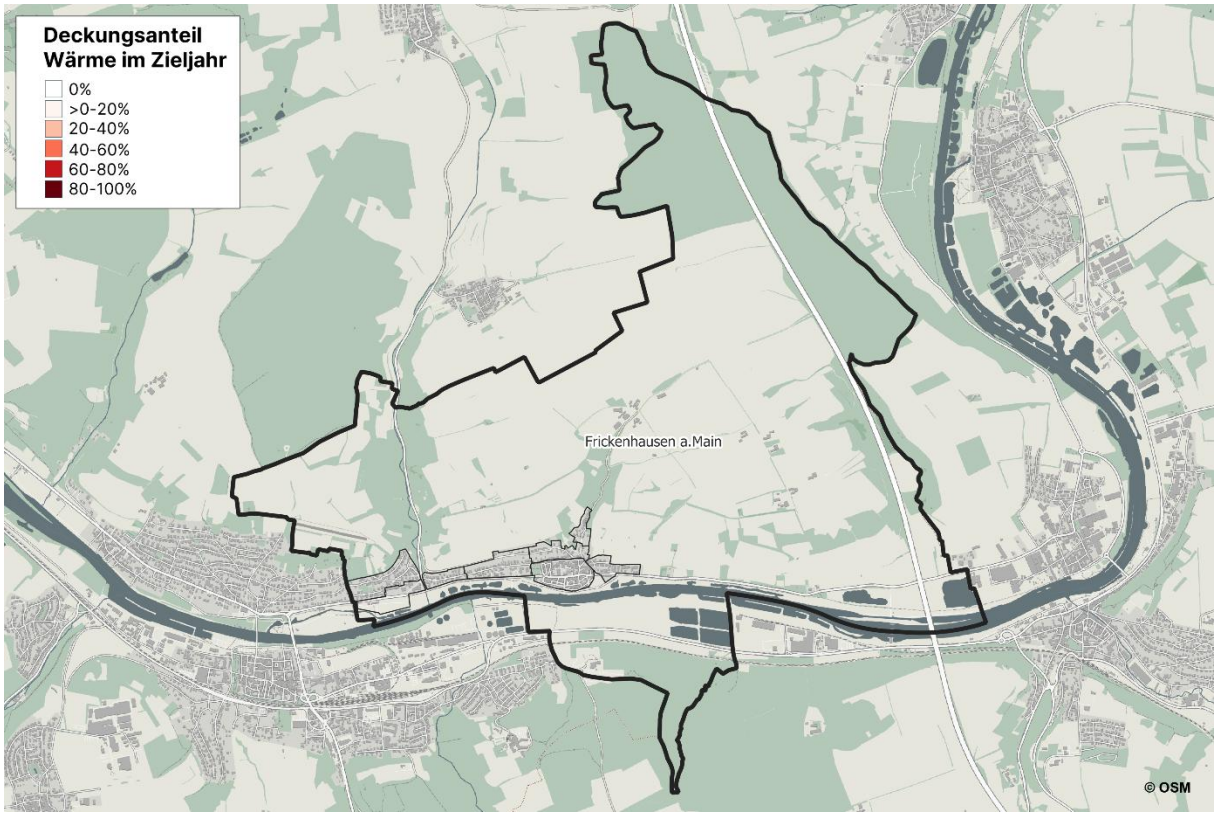


Abbildung 27: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.6 Geothermie – Sonden dezentral

Die Potenzialkategorie „Geothermie – Sonden dezentral“ betrachtet die Nutzung der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden. Der Zusatz „dezentral“ beschränkt die Potenzialanalyse für die Erdwärmeerschließung auf eigene Flurstücke von Gebäuden mit Wärmebedarf. Die Potenzialkategorie „Geothermie – Sonden zentral“ analysiert die Nutzungsmöglichkeiten auf Freiflächen im Außenraum auch für Wärmenetze.

Grundsätzlich gilt auch bei Erdwärmesonden, dass die erschließbare Umweltwärme mittels Wärmepumpen in den Gebäuden nutzbar gemacht wird.

Für die Ermittlung der maximal möglichen Erdwärmesonden auf einem Flurstück werden die Flächen um Gebäude mit Hilfe des Geoinformationssystems räumlich analysiert. Unter Berücksichtigung von Abständen zu Nachbargrundstücken, Gebäuden und Mindestabständen einzelner Sonden untereinander von z. B. 10 m bei 100 m Tiefe wird je Flurstück die maximal verortbare Sondenanzahl ermittelt. Diese bildet die Grundlage für die Berechnung des potenziellen Wärmedeckungsanteils je Gebäude, welcher auf maximal 100 % begrenzt wird. Die flurstücks- bzw. gebäudescharfen Daten sind im weiteren Verfahren auf Teilgebietebene aggregiert und dargestellt.

Datengrundlage

Für die Kommune werden zunächst grundlegende geologische Informationen des Untergrunds gesammelt und ausgewertet. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi) stellt umfangreiche Daten im Rahmen des „Energie-Atlas Bayern“ zur Verfügung, welche durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (Lfu) bereitgestellt werden. Für die Potenzialabschätzung relevante Parameter sind hieraus unter anderem Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete, Bohrtiefenbegrenzungen und die geothermische Effizienz des Untergrunds.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie – Sonden dezentral“ zeigt auf, dass sich nach Angaben des LfU nahezu die gesamte Gemarkung in einem hydrogeologisch, geologisch oder wasserwirtschaftlich kritischen Gebiet befindet. In diesen Bereichen ist die Errichtung von Erdwärmesonden nicht zulässig. Daher wird das Wärmedeckungspotenzial für das Zieljahr mit 0 % bewertet.

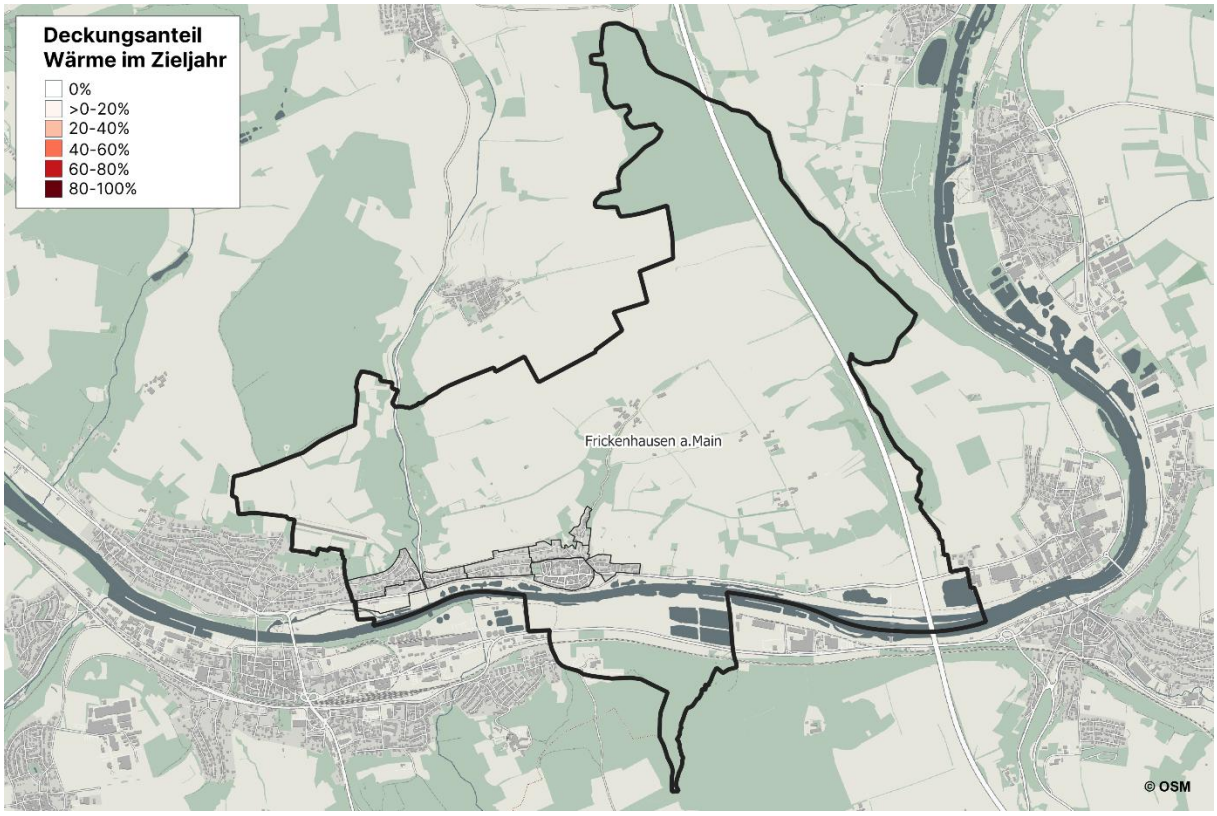


Abbildung 28: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.7 Geothermie – Sonden zentral

Analog zur Erschließung der oberflächennahen Geothermie für Erdwärmekollektoren erfolgt die Potenzialermittlung für die Kategorie „Geothermie – Sonden zentral“. Die Identifikation geeigneter Freiflächen erfolgt auf gleichem Wege.

Technisch unterscheidet sich die Ermittlung des Wärmepotenzials darin, dass für die resultierenden Freiflächen im Folgeschritt die mögliche Anzahl von vertikalen Erdwärmesonden berechnet wird. Die Maximalanzahl ergibt sich aus der Geometrie der Freifläche und den Sondenabständen in Abhängigkeit von der Bohrtiefenbegrenzung. Für die resultierende Sondenzahl wird dann das mögliche Entzugspotenzial ermittelt und mit dem perspektivischen Wärmebedarf angrenzender Teilgebiete im Zieljahr abgeglichen. Aus dieser Berechnung resultiert der potenzielle Wärmedeckungsanteil auf Teilgebiet-Ebene.

Datengrundlage

Die Datengrundlage und Methodik zur Ermittlung potenzieller Freiflächen entspricht der Beschreibung aus Kapitel „5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral“.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie – Sonden zentral“ wird für das Zieljahr aus denselben Gründen wie bei den dezentralen Sonden ein Wärmedeckungsanteil von 0 % ausgewiesen.

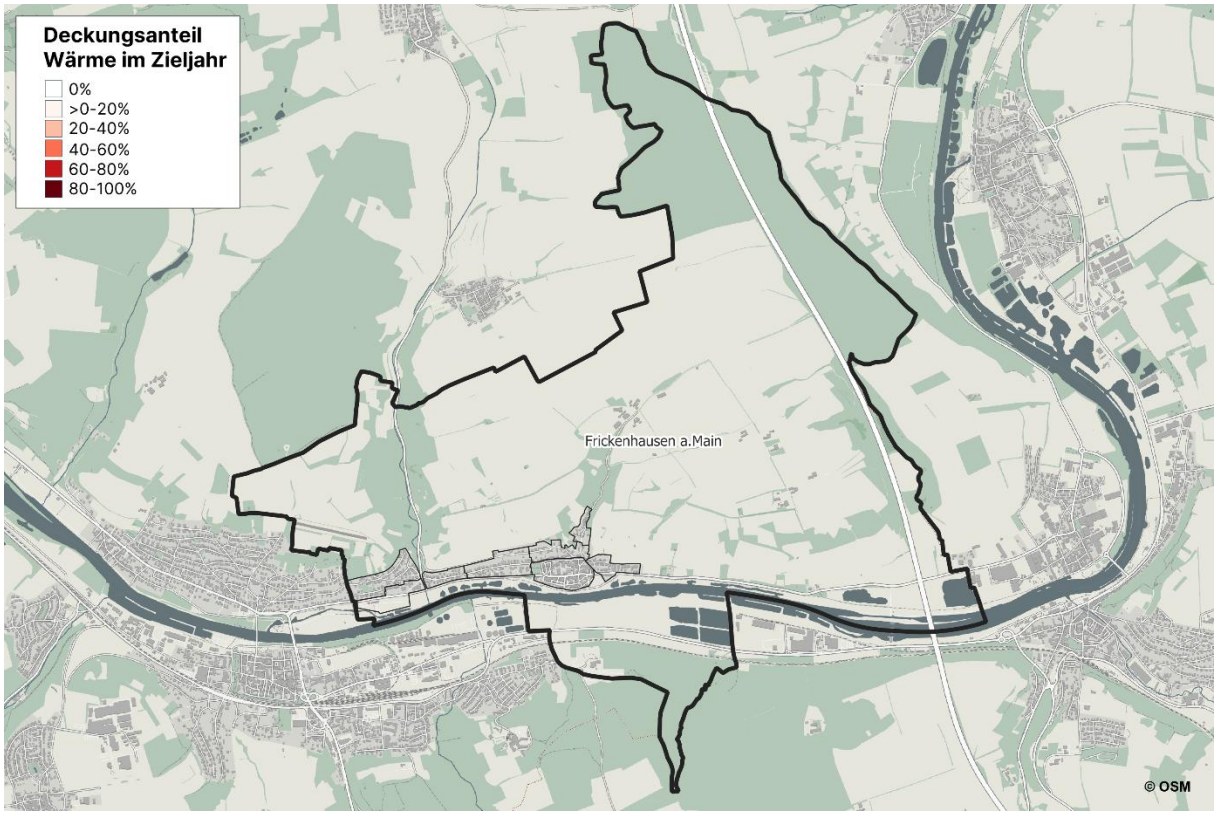


Abbildung 29: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.8 Grundwasser

Die Grundwassernutzung in Kombination mit Wärmepumpen stellt bei entsprechender Ergiebigkeit in der Regel eine effiziente und wirtschaftliche Möglichkeit für eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Grundwasser wird hierbei über Brunnenanlagen gefördert und als Umweltwärmequelle für Wärmepumpen genutzt. Dies kann zentral über Großwärmepumpen in Wärmenetzen oder über dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden erfolgen. Das abgekühlte Grundwasser wird im Anschluss über Injektionsbrunnen dem Untergrund wieder zugeführt.

In Abhängigkeit von der Ergiebigkeit, der Tiefe und Temperatur der Grundwasserleiter variieren die Nutzungspotenziale für thermische Anwendungen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich einzelne Brunnenanlagen nicht gegenseitig negativ beeinflussen dürfen. Zur relativ komplexen Beurteilung dieser Frage sind detaillierte Angaben zu Entnahme- und Injektionsbrunnenstandorten, Grundwasser-Nutzungsmengen und Fließrichtungen im Rahmen von hydrogeologischen Simulationen erforderlich. Diese lassen sich in der Regel gegebenenfalls erst durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen mit Pumpversuchen bestimmen. Ergänzend können die unteren Wasserbehörden Erfahrungswerte aus z. B. bestehenden Brunnenanlagen zur Bewertung der Grundwassersituation in der Kommune und einzelnen Stadtteilen bereitstellen.

Aufgrund dieser Komplexität kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenzialerhebung nicht vorgenommen werden. Im Einzelfall sind projektspezifisch die oben genannten Eignungskriterien zu prüfen. Speziell die Fragestellung, ob durch eine geplante Grundwassernutzung bestehende Anlagen beeinträchtigt werden, ist hierbei zu prüfen.

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung werden daher lediglich die Gebiete dargestellt, die grundsätzlich für eine Grundwassernutzung nicht ausgeschlossen sind. Ausgeschlossen werden zum Beispiel sensible Grundwassernutzungen in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

Datengrundlage

Informationen zur Lage grundwasserführenden Schichten sowie deren Mächtigkeiten, bekannten Altlasten und bestehenden Brunnenanlagen sind für eine projektspezifische Einzelfallbeurteilung erforderlich. Übergeordnet sind Schutzgebietseinordnungen (u. a. Wasserschutz, Heilquellen) hilfreich für die Identifikation von Ausschlussgebieten. Neben dem „Energie-Atlas Bayern“ werden diese Daten über die zuständigen Wasserbehörden der Kommune und des Landkreises zur Verfügung gestellt.

Ergebnis

In der nachfolgenden Karte sind alle grundsätzlich geeigneten Gebiete für eine weitere Grundwassernutzung aufgeführt. Aufgrund der oben beschriebenen Komplexität und fehlenden Projekttiefe der kommunalen Wärmeplanung wird kein Deckungspotenzial ausgewiesen. Grundsätzlich ist im Großteil des kommunalen Gebiets eine Nutzung des Grundwassers möglich.

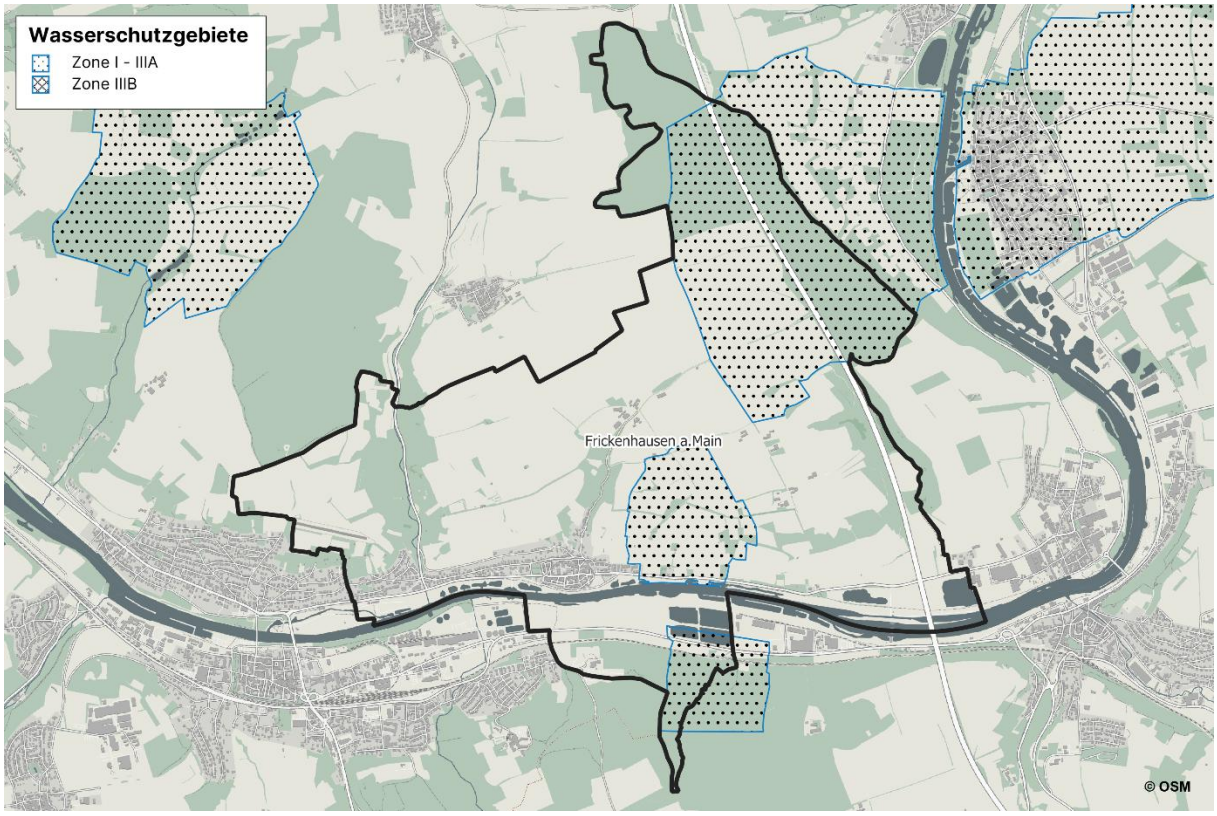


Abbildung 30: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.9 Seewasser

Das Wärmenutzungspotenzial von Oberflächengewässern wird separat für Fließgewässer und Seen ermittelt. Die Wärmenutzung aus Seewasser kann bei größeren Gewässern einen relevanten Beitrag für eine klimaneutrale Wärmenutzung einzelner Quartiere liefern.

Bei der Wärmenutzung aus Seewasser wird über eine zentrale Vorrichtung im oder am See Wasser entnommen und über Wärmetauscher für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht. Das abgekühlte Seewasser wird im Anschluss wieder in das Gewässer eingeleitet. Die erschlossene Seewasserwärme kann mittels Großwärmepumpen für Wärmenetze aufbereitet werden oder für die Regeneration von kalten Wärmenetzen eingesetzt werden. Auf Grund des relativ hohen Erschließungsaufwands und des bei technischer Machbarkeit hohen Potenzials wird die Seewassernutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stets in Kombination mit den aufgeführten zentralen Wärmeinfrastrukturen betrachtet.

Datengrundlage

Für die Bewertung des Seewasserpotenzials sind die Belange des Natur- und Umweltschutzes sowie der weiteren Nutzungen des Gewässers relevant. Die zuständigen Genehmigungsbehörden können erste Einschätzungen zur Seewassernutzung abgeben. Bei positiver Einschätzung werden in der Regel weitere hydrologische Untersuchungen erforderlich, um die technischen und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen beantworten zu können. Zum Teil existieren für bestimmte Gewässer frei abrufbare Richtlinien, in denen

die Seewassernutzung geregelt ist (z. B. Bodensee-Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)).

Ergebnis

Auf dem Kommunalgebiet liegt kein Potenzial für die Nutzung von Seewasserwärme vor.

5.3.10 Solarthermie - dezentral

Mittels Solarkollektoren (Solarthermie) wird solare Strahlungsenergie in nutzbare Wärme für die Brauchwassererwärmung, Heizung und Prozesswärme gewandelt. Bei der Konzeptionierung von Gebäuden mit Solarthermieanlagen ist darauf zu achten, dass die Anlagen möglichst nach Süden ausgerichtet sind. Die Neigung der Solarkollektoren liegt je nach Art der Anwendung idealerweise zwischen 30 und 60 Grad. Je steiler der Anstellwinkel, desto höher ist der Ertrag in der Übergangszeit und in den Wintermonaten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „ Solarthermie - dezentral“ werden die für die Solarenergie in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst. Für die quantitative Ermittlung der geeigneten Dachflächen und des Wärmepotenzials wird auf das GIS-Angebot 3D-Gebäudemodelle (LoD2) vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) und der EO Solar Plattform des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) zurückgegriffen.

Die Daten beinhalten gebäudescharfe Einordnungen der Dachflächen für die Solarstrahlung anhand der Sonnenstunden pro Tag sowie den Einbezug der Neigung und Ausrichtung der Dachflächen. Die Dächer werden in Eignungsklassen von sehr gut, gut bis hin zu bedingt geeignet kategorisiert. Die Eignung berücksichtigt die Neigung, Ausrichtung und solare Einstrahlung. In Abhängigkeit von der Eignungsklasse wird den Dachflächen ein flächenspezifischer Wärmeertrag zwischen 300 und 420 kWh/(m²·a) zugewiesen. Dieser wird mit der verfügbaren potenziell nutzbaren Dachfläche (80% der verfügbaren Dachfläche) aus Befliegungsdaten multipliziert, um das Solarthermiepotenzial zu berechnen.

Die Berechnung des resultierenden Wärmedeckungspotenzials je Gebäude im Zieljahr berücksichtigt die zeitliche Verfügbarkeit des Solarthermiepotenzials und die Verteilung des Wärmebedarfs auf Monatsebene.

Datengrundlage

Das Solarthermiepotenzial auf Dachflächen wird auf Basis der Angaben der 3D-Gebäudemodelle (LoD2) vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) und EO Solar Plattform des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) ermittelt. Die EO Solar Plattform und die hinterlegten GIS-Dateien sind im Internet abrufbar unter https://eosolar.dlr.de/#/home und https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „ Solarthermie - dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 19 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch rund 2.126 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

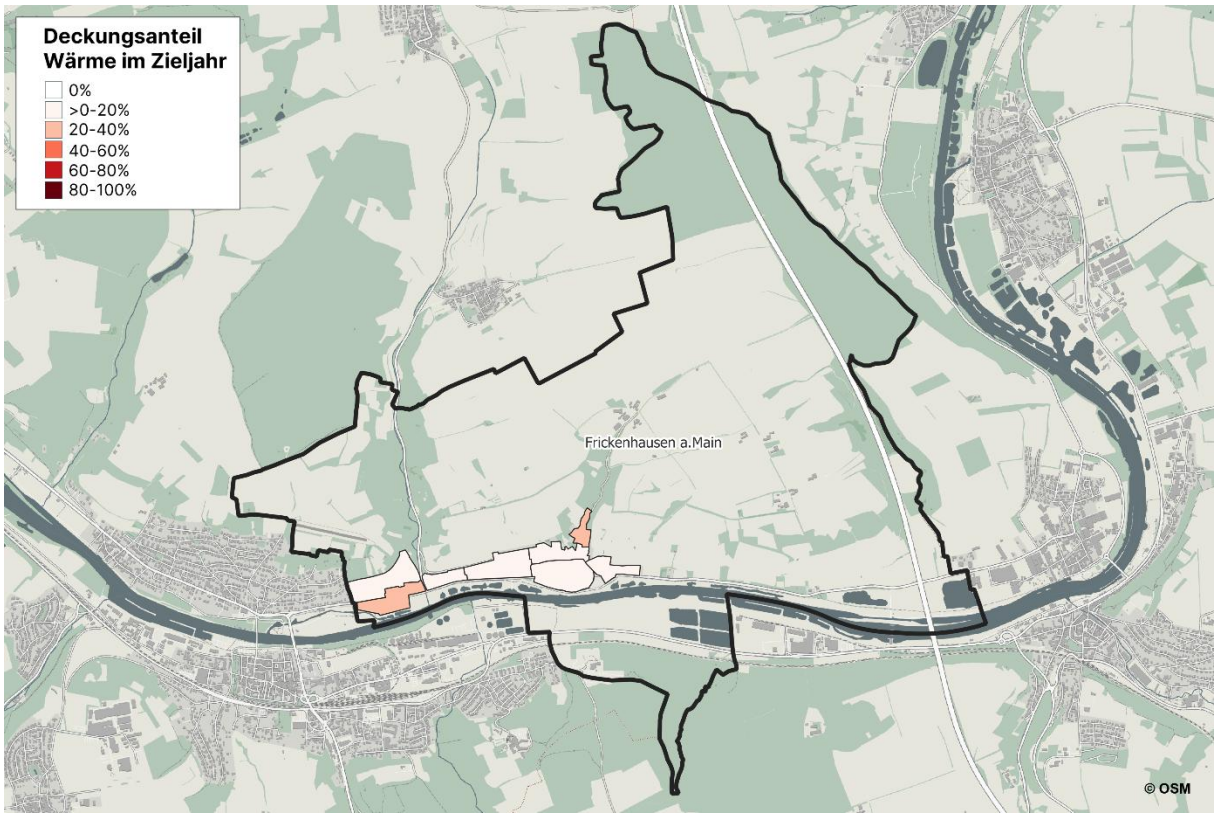


Abbildung 31: Potenzialkarte „ Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.11 Solarthermie - zentral

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird zusätzlich zur Solarenergie auf Dachflächen das Potenzial von Freiflächenanlagen untersucht. Zentrale Solarthermieanlagen können relevante Wärmemengen für Wärmenetze bereitstellen. Neben der Einspeisung in klassische Wärmenetze können Solarthermieanlagen im Kontext der Regeneration von kalten Wärmenetzen oder zum Beispiel von Erdwärmesonden eine besonders hohe Effizienz vorweisen. Die in den Sommermonaten hauptsächlich anfallenden Wärmeerträge können für erhöhte Wärmedeckungsanteile in Großspeichern bzw. saisonalen Wärmespeichern nutzbar gemacht werden. Die gespeicherte Wärme kann entweder direkt genutzt oder über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau des Wärmeverteilnetzes gebracht werden.

Für die Berechnung des Wärmedeckungspotenzials werden die Wärmebedarfe mit dem Bereitstellungspotenzial der Teilgebiete bilanziell abgeglichen, die sich in räumlicher Nähe zu

den geeigneten Freiflächen befinden. Auf Basis von Monatsbilanzen kann so der jeweiligen zeitlichen Charakteristika von Erzeugung und Bedarf Rechnung getragen werden.

Datengrundlage

Die Vorgehensweise zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie „ Solarthermie - zentral“ wird nachfolgend beschrieben. Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Solarthermieanlagen vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland. Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u. a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Streuobstwiesen, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, geplante Neubaugebiete, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete und Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete). Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Teilgebieten mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „ Solarthermie - zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann im Anhang in Kapitel 11.2 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 32 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

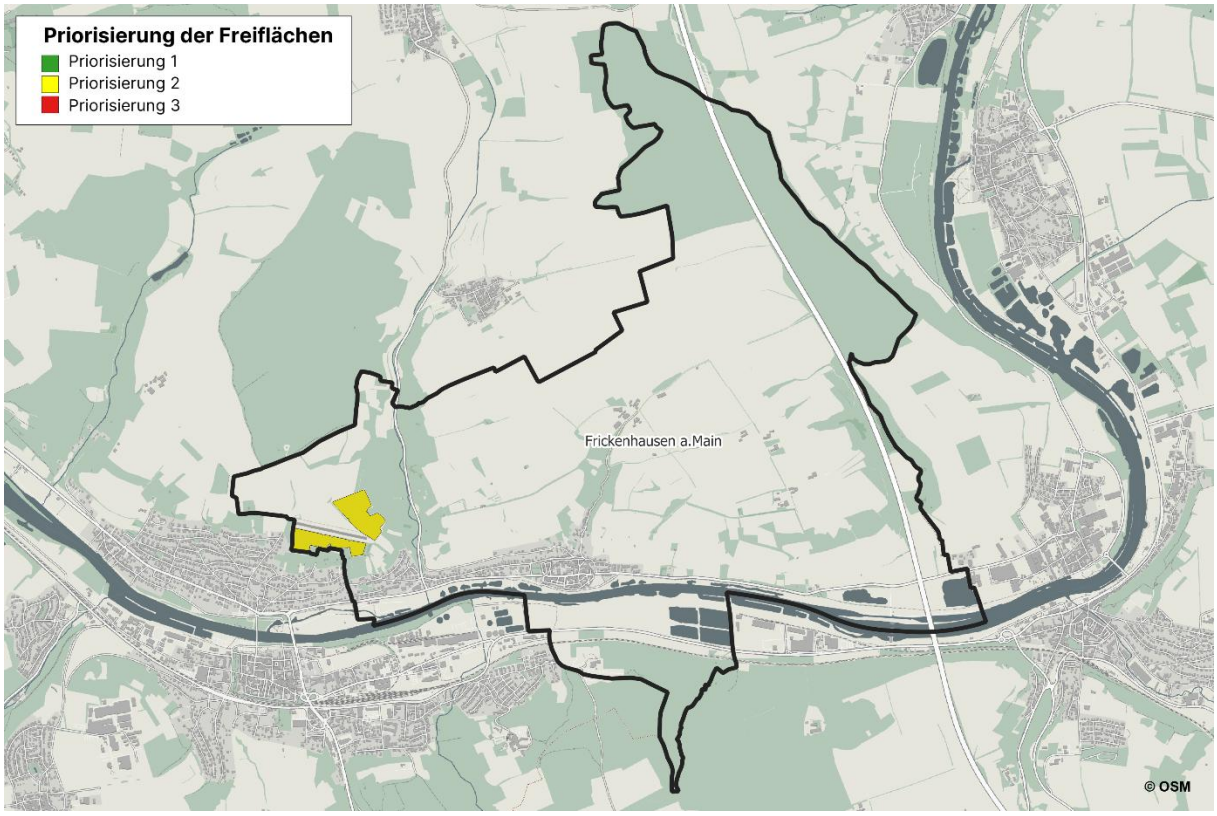


Abbildung 32: Eignungsflächen für das Potenzial „ Solarthermie - zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgendenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfläche sind in Tabelle 10 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

Tabelle 10: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „ Solarthermie - zentral“

Priorisierung	Fläche in ha	Anteil an Fläche der Kommune in %
1	0	0
2	11,1	1,1
3	0	0
Summe	**11,1**	**1,1**

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass bei einer Installation auf den geeigneten und bedingt geeigneten Freiflächen mit solarthermischen Modulen ein theoretisches Potenzial von 23 GWh/a resultiert. Unter Berücksichtigung des nutzbaren Solarertrags der Anlagen für die Gebäudebeheizung wurden die Freiflächen aufgrund der räumlichen Distanz zu potenziellen Abnehmern auf 0 ha reduziert. Unter Berücksichtigung der saisonalen Abhängigkeit des Wärmeertrags und dem Einsatz eines Langzeitwärmespeichers wurde ein Wärmedeckungspotenzial im Zieljahr von 0 % analysiert. Insgesamt resultiert aus „ Solarthermie - zentral“ kein Potenzial für die Wärmebereitstellung in der Kommune. Dabei sind die Teilgebiete mit einer Wärmenetz-Eignung gemäß Kapitel 4.4.1 und mit einer Lage im Siedlungs-Innenraum priorisiert berücksichtigt.

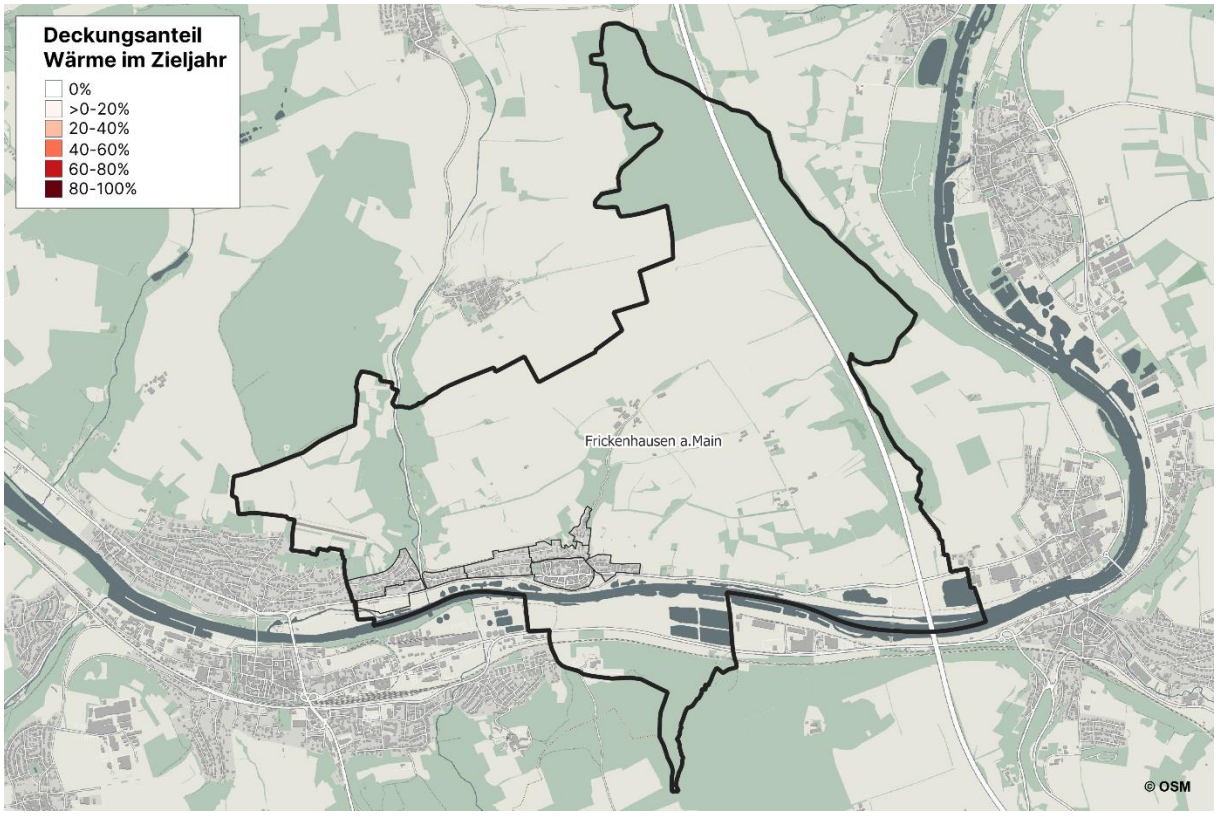


Abbildung 33: Potenzialkarte „ Solarthermie - zentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.12 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Wärmereservoire in mehreren tausend Metern Tiefe werden dabei erschlossen. Aufgrund des relativ hohen Temperaturniveaus gegenüber der oberflächennahen Geothermie kann die

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Wärme sowohl für größere Wärmenetze als auch für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden.

Grundsätzlich gilt die Einordnung des Bayerischen Landesamt für Umwelt (Lfu) für Bayern. „Im südbayerischen Raum bietet sich mit dem Thermalwasservorkommen in den Malmkarbonaten die Möglichkeit einer geothermischen Nutzung aus einer heimischen Energiequelle. Dies ist die größte direkt nutzbare hydrothermale Geothermielagerstätte West- und Mitteleuropas, die aufgrund der angetroffenen Thermalwassertemperaturen von 35 bis maximal 165 Grad Celsius bei Ergiebigkeiten von 40 bis maximal 200 Liter pro Sekunde je nach Tiefenlage und Gebiet vor allem für die geothermische Wärmeversorgung, ggf. auch Kälteerzeugung und Wärmespeicherung, genutzt werden kann. Bei Temperaturen von mehr als 115 Grad Celsius wird in Bayern bei entsprechenden Thermalwasserzuflüssen über Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC-Anlagen) auch Strom erzeugt. Bisher sind 25 Anlagen in Betrieb, davon sieben für die geothermische Stromerzeugung, weitere sind im Bau.“ (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, 2025)

Datengrundlage

Die Bewertung des Tiefengeothermie-Potenzials beschränkt sich daher im Rahmen der vorliegenden Analyse auf Informationen des Energie-Atlas Bayerns der großflächige Untergrundtemperaturverteilungen in Tiefen von 500 bis 4.500 m beinhaltet (Im Internet unter: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=540878,5497352&z=8&r=0&l=atkis,c3179e90-3876-44db-8af4-17324888e59d&l_o=1,0.8&t=geothermie).

Liegen im räumlichen Kontext der Kommune Temperaturanomalien im Untergrund vor, so wird ein Potenzial als vorhanden eingestuft und eine weitere qualifizierende Erkundung und Bewertung des Nutzungspotenzials empfohlen.

Ergebnis

Der Energie-Atlas Bayern weist für das Kommunalgebiet keine besonderen Temperaturanomalien im Untergrund aus. Die Abbildung 34 und Abbildung 35 zeigen die konkreten Untergrundtemperaturen im Vergleich zur überregionalen Verteilung.

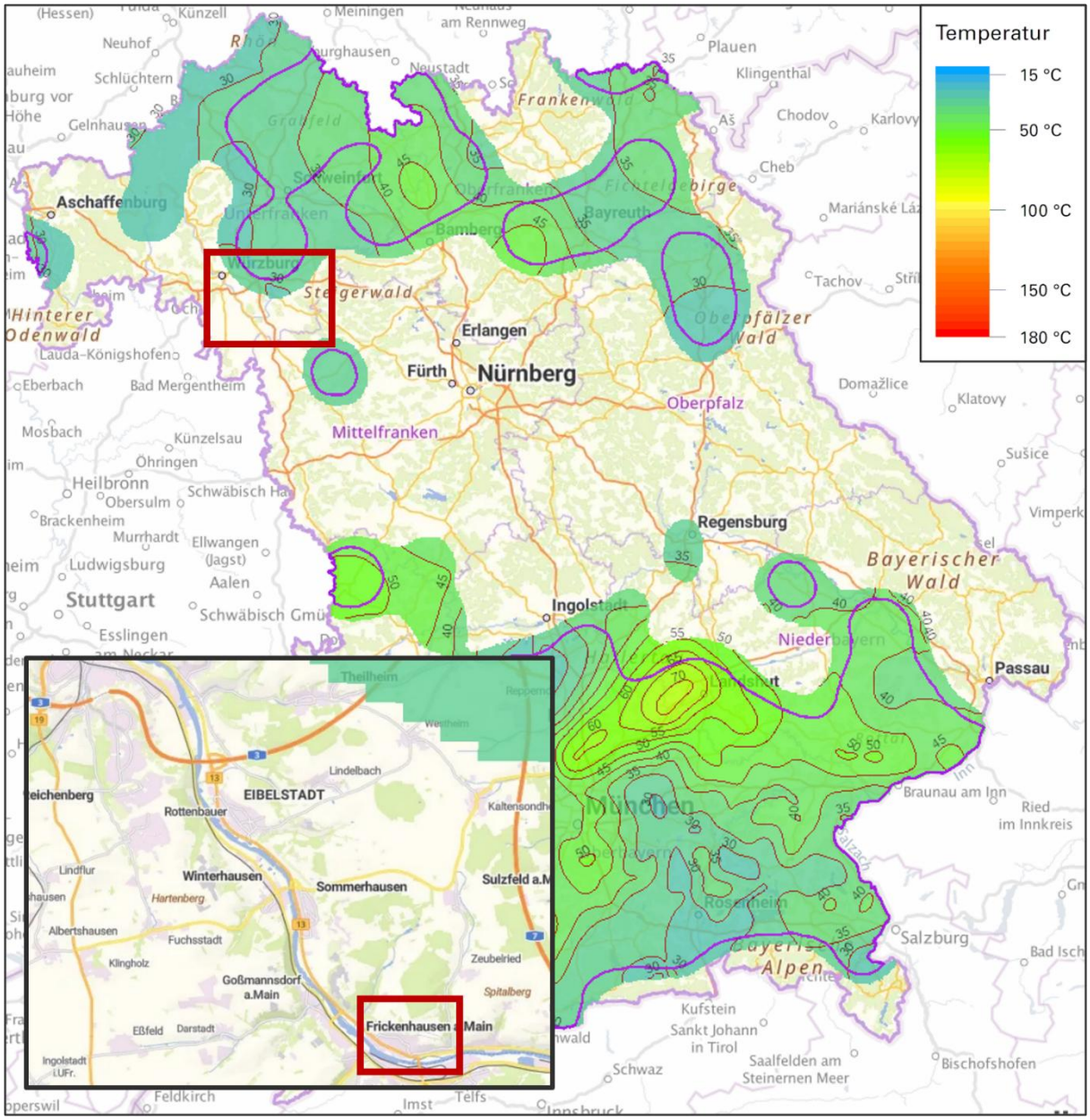


Abbildung 34: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m

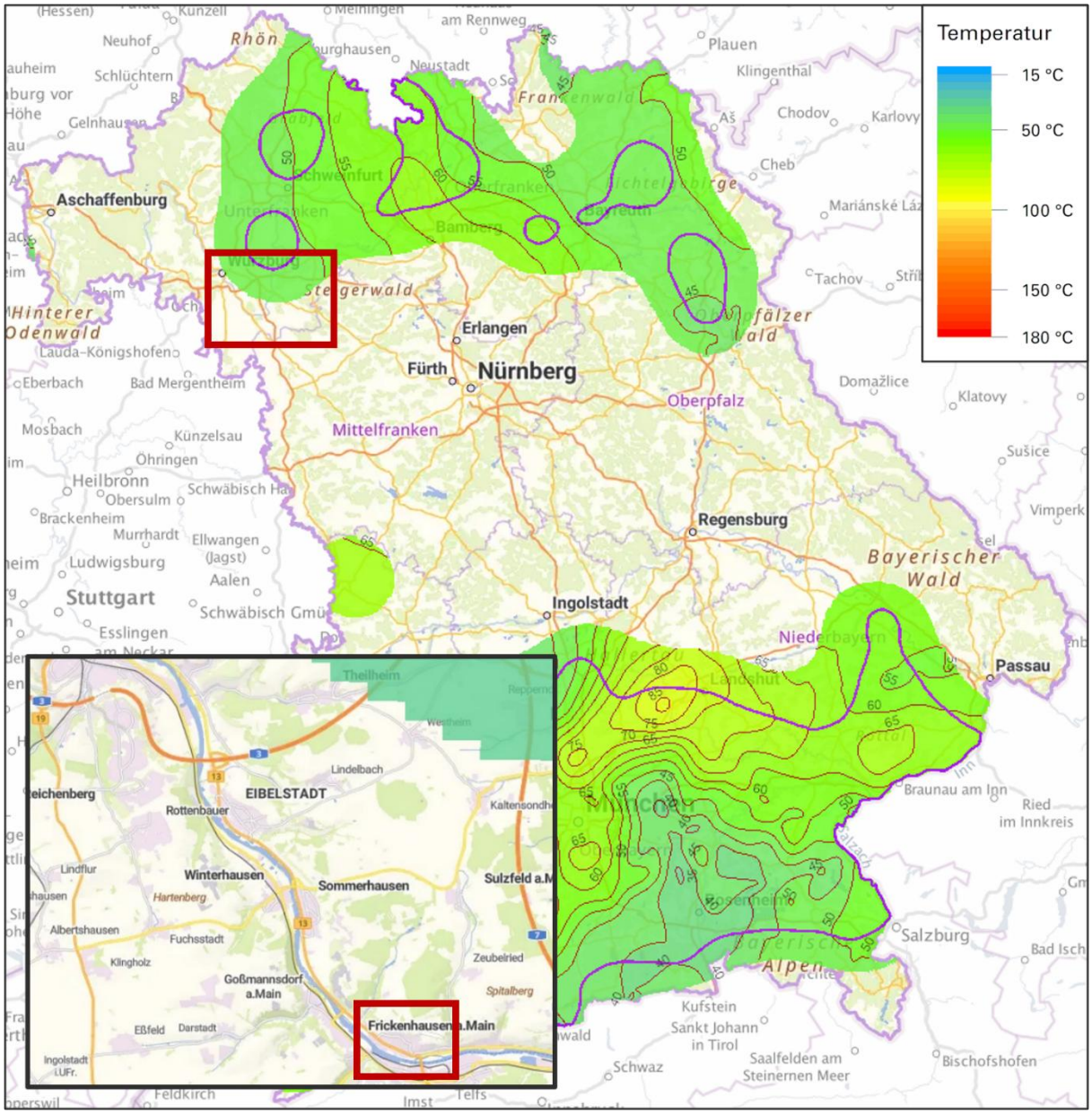


Abbildung 35: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m

5.3.13 Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Der Umgang mit diesen Optionen wird in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.13.1 Außenluft

Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft erfordern in der Regel den geringsten technischen Aufwand und sind fast an jedem Standort einsetzbar. Die Außenluft-Wärmepumpen können dabei in Luft/Luft- und Luft/Wasser-Systeme unterteilt werden. Bei diesen Systemen wird der Außenluft Wärme entzogen. In einem thermodynamischen Kreisprozess wird die Wärme von einem niedrigen (Außenluft) auf ein höheres (Heizwärme) Temperaturniveau gehoben. Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen an bestehenden Wärmepumpen liegt in Deutschland nach Auswertungen des Bundesverbands Wärmepumpe bei über 50 Prozent (Fisch, et al., 2018).

Luft/Wasser-Wärmepumpen können Heizwärme bei Außenlufttemperaturen von bis zu – 20 Grad Celsius bereitstellen. Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz (d. h., die Arbeitszahl sinkt und der Strombedarf steigt). Speziell bei größeren Wärmebedarfen kommen bivalente Systeme zum Einsatz.

Das Wärmepotenzial aus Außenluft ist grundsätzlich als ortsunabhängig einzuordnen, erfordert jedoch geeignete Aufstellflächen auf Gebäuden oder im Außenraum. Bei der Platzierung von Ansaug- und Ausblasöffnungen im Umfeld von Gebäuden müssen zudem Schallemissionen berücksichtigt werden, sodass Mindestabstände zu benachbarten Bauwerken einzuhalten sind. Maßgeblich für die Bewertung der Geräuschentwicklung ist die TA-Lärm, die Grenzwerte für Tag- und Nachtperioden nach Gebietskategorien – von Industrie- bis Kurgebieten – definiert. Da diese formale Gebietseinteilung für die Wärmeplanung nicht flächendeckend vorliegt, erfolgt die Zuordnung stattdessen anhand der jeweils dominierenden Nutzungsart der Teilgebiete.

Aus der Bestandsanalyse liegt für jedes Gebäude ein abgeschätzter Leistungsbedarf vor. Daraus wird ein typischer Schallleistungspegel eines Geräts nach aktuellem Stand der Technik abgeleitet. Auf Basis einer vereinfachten Schallausbreitungsrechnung und unter Berücksichtigung von Schallminderungsmaßnahmen (z. B. Teillastbetrieb, Schalldämmhaube, Kaskadenschaltung) ab einem Schallleistungspegel von 75 dB(A) wird der erforderliche Mindestabstand bestimmt, um die nächtlichen Grenzwerte der TA-Lärm einzuhalten. Findet sich auf dem Grundstück des betrachteten Gebäudes eine Aufstellfläche, die diesen Abstand auch gegenüber umliegenden Gebäuden wahrt, wird dem Gebäude ein nutzbares Außenluftpotenzial zugewiesen.

Das Verfahren ermöglicht somit eine gebäudescharfe Einschätzung, ob eine vollständige Wärmeversorgung über Außenluftwärmepumpen unter Einhaltung der TA-Lärm realisierbar ist. Es wird dabei von monovalenten Systemen mit Außenaufstellung ausgegangen. Alternativen wie Dachinstallationen oder bivalente Systemkonzepte können das realisierbare Potenzial darüber hinaus weiter erhöhen.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Außenluft - dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 47 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch rund 5.422 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

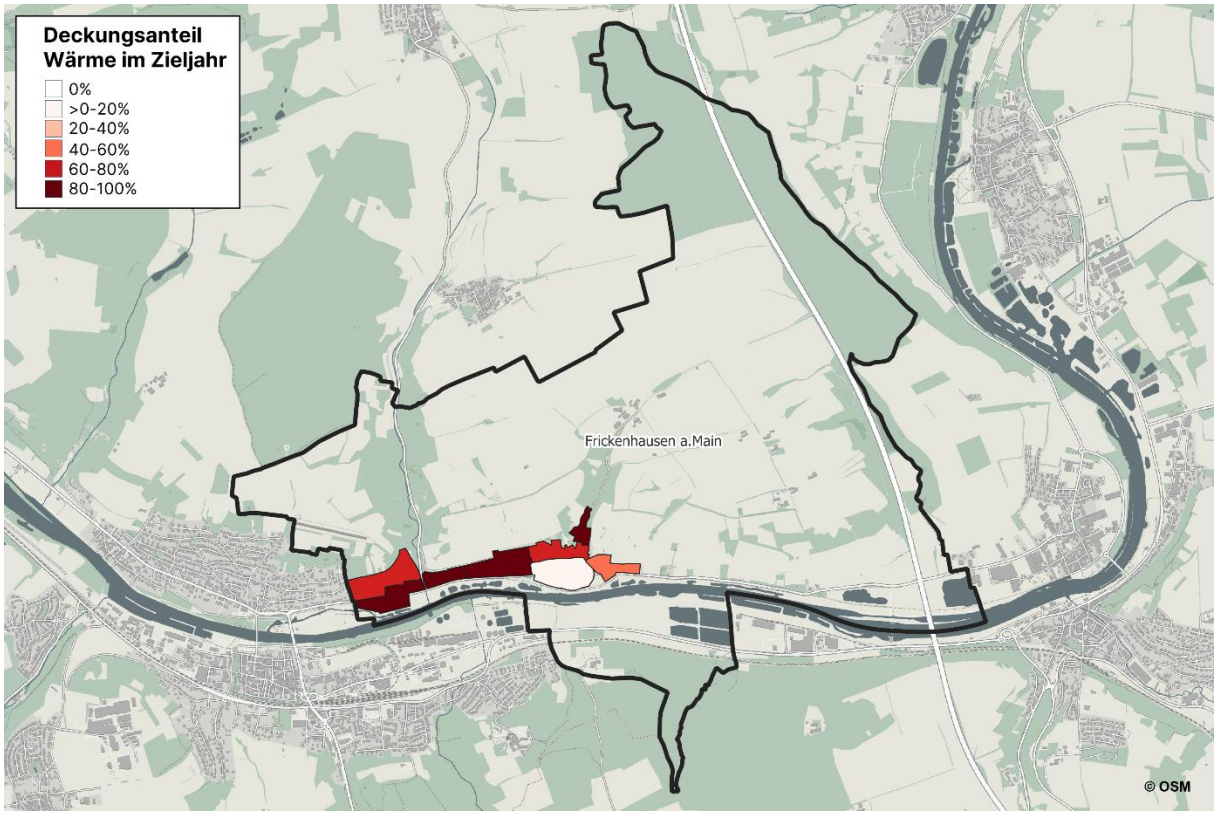


Abbildung 36: Potenzialkarte „Außenluft - dezentral Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene

5.3.13.2 Biomasse

Die Möglichkeiten zur Nutzung von pflanzlicher Biomasse zeigen eine große Bandbreite auf. Biomasse im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes kann für das Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung als fester, flüssiger oder gasförmiger Energieträger zum Einsatz kommen.

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung werden die Biomassepotenziale aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft, sowie Abfall- und Reststoffen quantifiziert. Dabei wird jeweils zwischen den beiden Verwertungspfaden Verbrennung und Vergasung unterschieden. Beim Verwertungspfad der Verbrennung wird der Energiegehalt der Zwischenprodukte in Form von Holzhackschnitzeln, Pellets, etc. angegeben. Bei der Vergasung werden die Ausgangsstoffe in einer Biogasanlage zu Biogas mit unterschiedlichem Methangehalt verwertet. Das Potenzial wird als Energiegehalt bzw. Normvolumen des entstehenden Methans angegeben. Die Vorgehensweisen werden nachfolgend beschrieben.

Biomasse aus der Landwirtschaft

In Abbildung 37 sind die forst- und landwirtschaftlichen Flächen sowie deren räumliche Verteilung aufgezeigt. Auf dem Gemarkungsgebiet der Kommune existieren laut Flurstücks-Definition 438 ha Ackerland und 34 ha Grünland. Diese Flächen entsprechen rund 45 % des

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

gesamten Gemarkungsgebiets. Der Anteil von Grünlandflächen, der für die Ernte von Gras zur energetischen Nutzung geeignet ist, wird pauschal mit 10 % angenommen. Die angebaute Biomasse zur energetischen Verwertung wird vollständig dem Verwertungspfad der Vergasung zugeordnet. Für die analysierten Flächen resultiert dabei ein theoretisches Methanerzeugungspotenzial in Höhe von 3.125 MWh/a bzw. 312.499 m^3_{Methan}/a.

Neben dem Anbau von Energiepflanzen können Abfallprodukte aus der Tierhaltung energetisch verwertet werden. Der in der KWP angesetzte Verwertungspfad erfolgt ebenfalls über eine Vergasung. Die Tierbestände im Kommunalgebiet werden beim Landwirtschaftsamt abgefragt und darauf basierend die jährlich anfallenden Mist- und Güllemenge berechnet. Unter der Annahme, dass die anfallenden Mengen nur in der Stallhaltung nutzbar gemacht werden können, ergibt sich für jede Tierart ein individueller Mobilisierungsfaktor, der sich aus den landesweiten Haltungsformen ableitet. Für tierische Abfallprodukte ergibt sich daraus ein Methanerzeugungspotenzial in Höhe von 0 MWh/a bzw. 0 m^3_{Methan}/a.

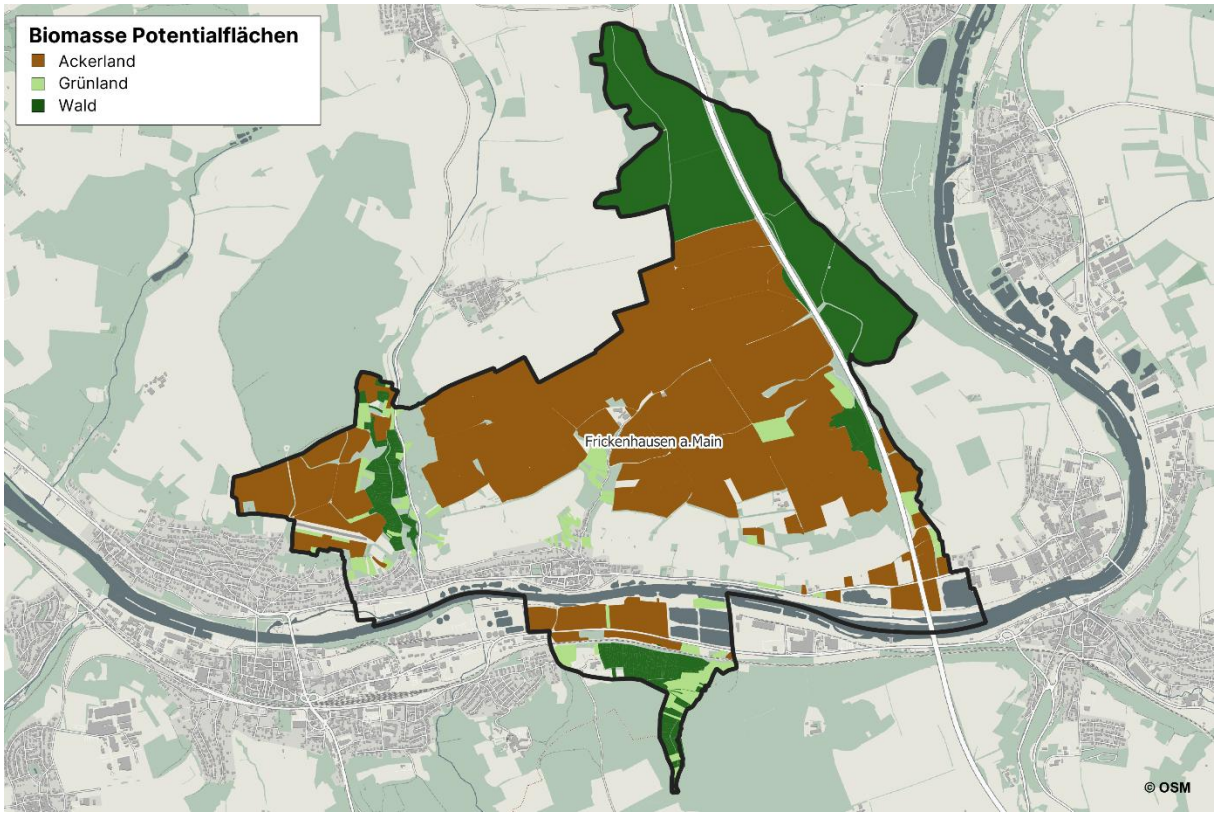


Abbildung 37: Potenzialflächen für Biomasse

Biomasse aus der Forstwirtschaft

Auf dem Kommunalgebiet existieren Waldflächen von rund 194 ha. Im Rahmen der Wärmeplanung wird lediglich Waldrestholz für die Ermittlung des Energiepotenzials

berücksichtigt. Unter der Annahme, dass 16 % des geschlagenen Holzes unter diese Kategorie fällt, ergibt sich bei einem Einschlag von 8 FM/ha*a ein Flächenertrag an Waldrestholz von 0,9 t/ha. In Frickenhausen am Main wird davon ausgegangen, dass 100 % der Waldflächen forstwirtschaftlich genutzt werden. Daraus resultiert ein Energiepotenzial des Holzes in Höhe von 773 MWh/a, was dem Verwertungspfad der Verbrennung zugeordnet wird.

Biomasse aus Abfallströmen

Unter den Biomassepotenzialen aus Abfallströmen werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Holzabfälle aus holzverarbeitenden Betrieben, Biomüll von Privathaushalten, Grünschnitt und Produkten von Kläranlagen verstanden.

Aus privaten Haushalten fallen jährlich 74,8 kg/EW Biomüll, sowie 110,2 kg/EW Grünschnitt an. Außerdem entstehen an der Kläranlage 25 t/a Klärschlamm.

Insgesamt werden damit ein Biomassepotenzial aus Abfallströmen von 180 MWh/a in Form fester Brennstoffe sowie ein Methanerzeugungspotential in Höhe von 3.193 MWh/a bzw. 6.795 m^3_{Methan}/a ermittelt.

Gesamtergebnis

Das Ergebnis der Potenzialanalyse der Biomassepotenziale wird in Abbildung 38 dargestellt. Das Wärmenutzungspotenzial aus Festbrennstoffen beträgt rund 953 MWh/a. Bezogen auf den Biomasseeinsatz im Basisjahr von 5.387 MWh entspricht dies einem Anteil von 17,7 %. Zusätzlich können 3.193 MWh/a durch eine Biomassevergärung auf dem Gemarkungsgebiet in gasförmiger Form erzeugt werden. Für die Vergasung ist eine Biogasanlage nötig. Das entstehende Biogas kann entweder in einem BHKW zu Strom und Wärme verwertet oder nach einer Gasaufbereitung in das Gasnetz eingespeist und dort als grünes Methan genutzt werden.

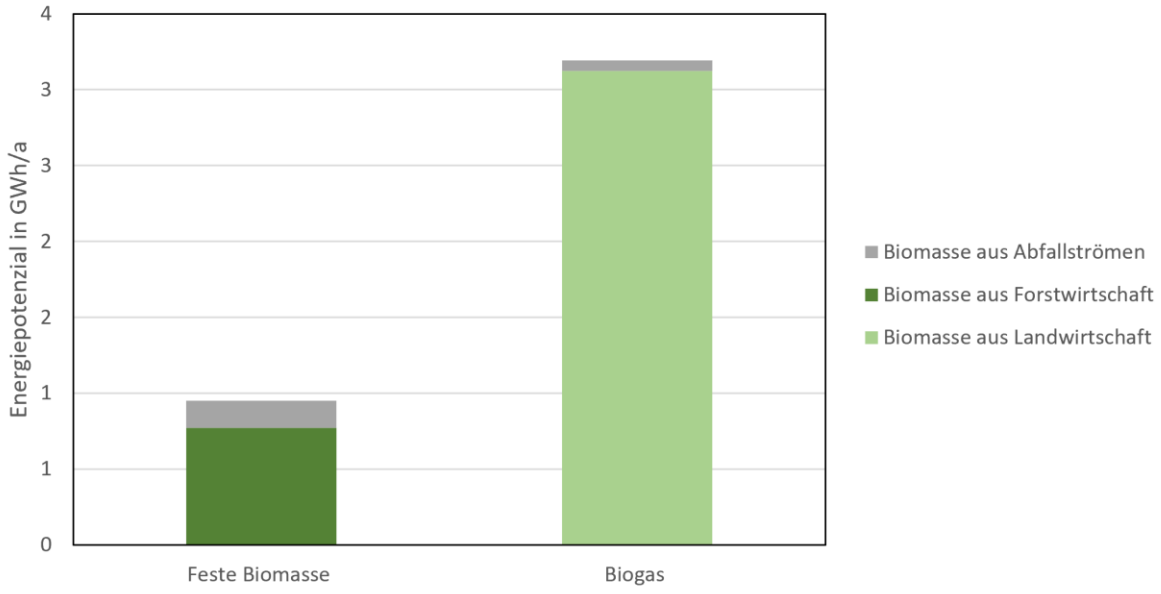


Abbildung 38: Biomassepotenziale für die Verwertungspfade Verbrennung und Vergasung

5.3.13.3 Grüne Gase

Der Energieträger „Grüne Gase“ steht vereinfacht für klimaneutrale, gasförmige Energieträger, die in der Regel in Verbrennungsprozessen in Heizungsanlagen und bei Prozessanlagen zur Wärmebereitstellung zum Einsatz kommen können. Darunter fallen die Kategorien Biogas, gasförmige Biomasse-Brennstoffe, grünes Methan im Sinne von Biomethan, grüner Wasserstoff oder auch generell synthetisch erzeugte Gase, für die auf Grundlage des Herkunftsnachweisregistergesetzes ein Herkunftsnachweis für Wärme aus erneuerbaren Energiequellen ausgestellt wurde.

„Grüne Gase“ können sowohl lokal auf dem Kommunalgebiet erzeugt oder perspektivisch über die vorgelagerte Gasinfrastruktur bezogen werden. Durch die Annahme, dass zukünftig grüne Gase überregional zur Verfügung stehen, kann dieser Energieträger grundsätzlich auch als nicht-lokale Ressource eingestuft werden.

Damit können grüne Gase per Definition ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden. Für eine positive Berücksichtigung im Rahmen der Potenzialbetrachtung und Nutzungsbewertung für den Zielszenarioprozess gilt lediglich die Einschränkung, dass eine bestehende Gasinfrastruktur im jeweiligen Teilgebiet bereits vorliegen muss.

Gemäß dem technischen Annex der Kommunalrichtlinie[7] (Nationale Klimaschutzinitiative vom 18. Oktober 2022) sind grüne Gase effizient und ressourcenschonend nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen. Gemäß dieser Logik finden im Zielszenario die grünen Gase unter folgenden Randbedingungen Berücksichtigung:

- Keine Verfügbarkeit ausreichender lokaler Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale im Teilgebiet
- Anforderungen von Teilgebieten mit Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozessen in der Industrie
- Spitzenlastbereitstellung bei größeren Verbrauchern und Heizzentralen erforderlich
- Gasnetzinfrastruktur liegt vor

Sind die obig aufgeführten Kriterien erfüllt, wird im weiteren Zielszenarioprozess abgewägt, ob eine Nutzung von grünen Gasen auf Ebene der Teilgebiete als Nutzungsoption in Frage kommt.

5.3.14 Potenzial für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung

Der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) kommt bei der Energiewende eine besondere Rolle zu: „[…] Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen sind im Vergleich zu Anlagen der ungekoppelten Erzeugung effizienter, weil sie neben Strom auch Wärme produzieren. Die bei der Herstellung

[7] Im Internet unter: https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie (02.03.2023)

von Strom entstehende Wärme wird als Wärmeenergie für öffentliche und private Verbraucher genutzt. Der eingesetzte Brennstoff wird damit effizienter und sparsamer verwendet. […]“[8]

Geeignete Einsatzbereiche von kleinen und mittleren KWK-Anlagen liegen besonders bei Anwendungsfällen mit ganzjährig hohem Wärmebedarf und in denen eine hohe Stromeigennutzung möglich ist. Klassischerweise handelt es sich um Verbraucher aus den Bereichen Kliniken, Bäder, Gastronomie und Hotels sowie geeignete Verbraucher aus den Bereichen Gewerbe, Industrie als auch Gebäude- und Wärmenetze.

Die KWK-Technologie befindet sich dabei an der Schnittstelle zwischen Strom- und Wärmemarkt. Beide Sektoren sind im Kontext der Energiewende in den nächsten Jahrzehnten immer stärker zusammen zu denken.

KWK-Anlagen werden in Zukunft vermehrt stromnetzdienlich betrieben. Da der in der Vergangenheit übliche wärmegeführte Betrieb von KWK-Anlagen aufgrund der zunehmenden fluktuierenden Stromerzeugung mit Wind und PV nicht in der Breite sinnvoll ist, werden voraussichtlich die KWK-Anlagen von vornherein flexibel, das heißt ausgerichtet auf den Bedarf und die variablen Strompreise im Stromnetz, betrieben.

Das Potenzial für Kraft-Wärme-Kopplung wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht räumlich hochaufgelöst quantifiziert. Die Einsatzmöglichkeiten und Aussagen zur Sinnhaftigkeit variieren im konkreten Projektumfeld stark und können mit der strategischen Wärmeplanung nicht vertieft werden.

Daher kann lediglich ein theoretisches Potenzial für Wärme aus der KWK mit einem vereinfachten Ansatz ermittelt werden. Im Zieljahr beträgt der Wärmebedarf (Erzeugernutzenergieabgabe) für die Sektoren „Verarbeitendes Gewerbe/Industrie und GHD“ etwa 0,8 GWh/a und für die Wohn- und Mischnutzung 10 GWh/a. Unter der Annahme, dass von diesen Objekten rund 50 % ein Potenzial für eine KWK-Nutzung haben resultiert ein Wärmepotenzial aus KWK von bis zu 2,7 GWh/a zur Bedarfsdeckung im Zieljahr (Pauschale Annahme: 50 % der Verbraucher geeignet; 50 % dieser Wärmemenge in den Versorgungsobjekten durch KWK).

5.4 Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung

Für die Ziele einer klimaneutralen Wärmeversorgung nimmt der Stromsektor in Zukunft eine zunehmend wichtigere Rolle ein. Zahlreiche Studien belegen den erforderlichen Ausbau von Wärmepumpen für eine flächendeckende, klimaneutrale Wärmeversorgung in zentralen und dezentralen Systemen. Wärme aus Wärmepumpen hat einen besonders hohen Klimaschutzbeitrag, wenn der dafür eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energien stammt. Ebenso erfordert der Ersatz gasförmiger Brennstoffe durch „… Wasserstoff und daraus gewonnene gasförmige und flüssige synthetische Energieträger …“ (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020) signifikante Mengen erneuerbaren Stroms. Die Aufgabe im Rahmen der

[8] Im Internet unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/moderne-kraftwerkstechnologien.html (12.06.2024)

kommunalen Wärmeplanung besteht darin, die erneuerbaren Stromerzeugungspotenziale zu bewerten, um auf dieser Basis die zukünftigen Ausbaupfade ableiten zu können.

Potenziale zur Nutzung von Photovoltaik, Wasserkraft und Windkraft sind daher Betrachtungsgegenstand der kommunalen Wärmeplanung. Diese sind in den nachfolgenden Abschnitten näher beschrieben.

5.4.1 Photovoltaik – dezentral

Die Photovoltaik-Nutzung auf einzelnen Gebäuden bietet eine sehr effiziente und einfache Möglichkeit zur Kopplung der Sektoren Wärme und Strom. Photovoltaik (PV) steht für die Erzeugung von Solarstrom durch Photovoltaik-Module. Klassischerweise werden hierzu PV-Module auf Dächern montiert. Der erzeugte Strom kann direkt im Gebäude genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Bei einer Direktnutzung des Stroms kann damit auch eine Wärmepumpe mitversorgt und damit aus erneuerbarem Strom klimaneutrale Wärme erzeugt werden. Aufgrund der tageszeitlichen und saisonalen Erzeugungscharakteristik von PV kann speziell in den Zeiten mit hohem Wärmebedarf im Winter in der Regel nur ein kleiner Teil des Wärmepumpenstroms über die eigene PV-Erzeugung bereitgestellt werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Photovoltaik – dezentral“ werden die für die Photovoltaik-Module in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst. Für die quantitative Ermittlung der geeigneten Dachflächen und des Strompotenzials wird auf die Einteilung aus der Solarthermie Untersuchung zurückgegriffen.

Die Daten beinhalten gebäudescharfe Einordnungen der Dachflächen für die Solarenergienutzung. Die Eignungsklassen sind in die Kategorien sehr gut, gut und bedingt geeignet unterteilt. Die Eignung berücksichtigt die Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. In Abhängigkeit von der Eignungsklasse wird den Dachflächen ein leistungsspezifischer Stromertrag zwischen 750 und 1.000 kWh/kW_p zugewiesen.

Die maximal installierbare Leistung an Photovoltaik-Modulen wird anhand der potenziell nutzbaren Dachfläche aus dem digitalen Liegenschaftskataster und einem spezifischen Flächenbedarf (5 m²/kW_p) der Photovoltaik-Module bestimmt.

Das PV-Potenzial resultiert aus der Multiplikation der maximal installierbaren Leistung an Photovoltaik-Modulen und dem leistungsspezifischen Stromertrag.

Datengrundlage

Das PV-Potenzial auf Dachflächen wird auf Basis der Angaben der 3D-Gebäudemodelle (LoD2) des Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) und der EO Solar Plattform des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) ermittelt.

Die EO Solar Plattform und die hinterlegten GIS-Dateien sind im Internet abrufbar unter https://eosolar.dlr.de/#/home und https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Photovoltaik – dezentral“ zeigt auf, dass in Summe eine Leistung von 12,2 MW_p an Photovoltaik-Modulen auf den Dachflächen installiert werden können. Unter Berücksichtigung der Eignungsklasse der Dachflächen resultiert ein jährlicher Stromertrag von rund 11.037 MWh/a. Im Basisjahr sind in Frickenhausen am Main bereits 2500 kW_p installiert.

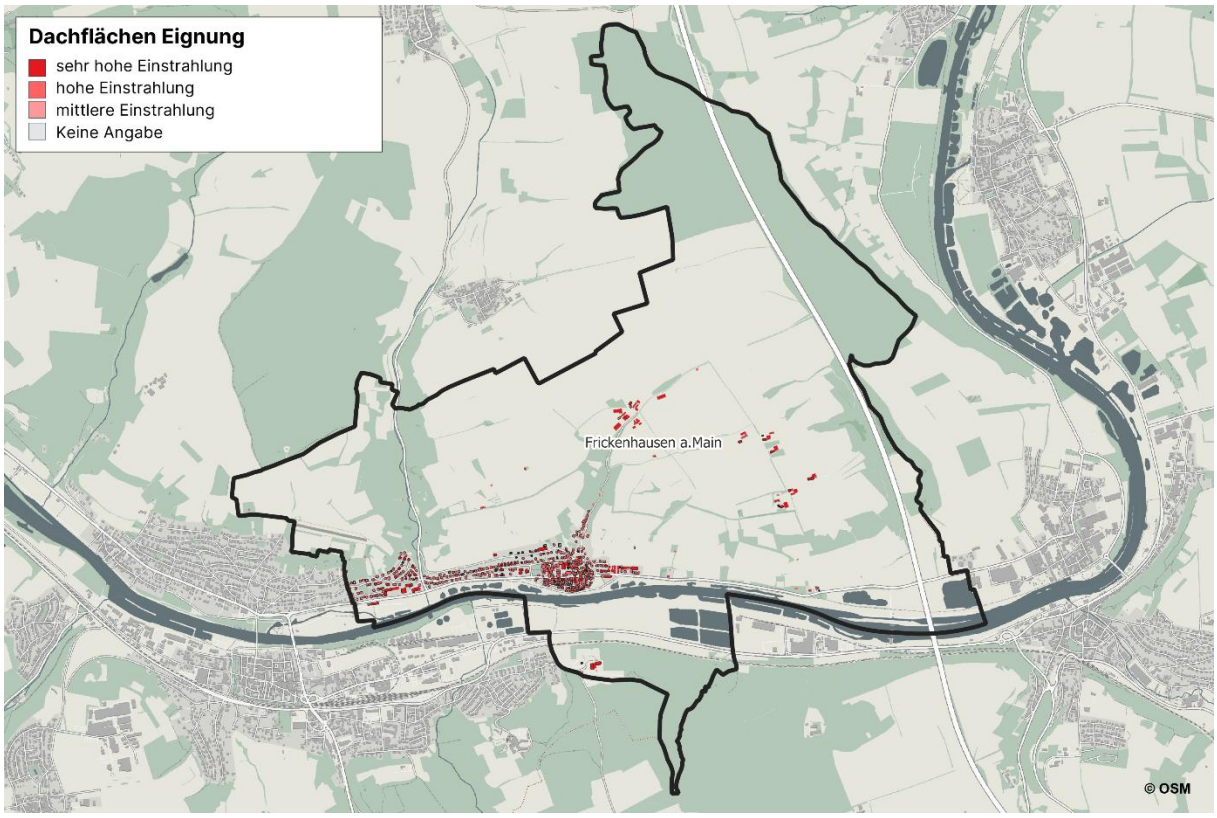


Abbildung 39: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene

5.4.2 Photovoltaik – zentral

Neben der Photovoltaik-Nutzung auf Dachflächen, wird auch das Ertragspotenzial für PV auf Freiflächen untersucht. PV-Anlagen auf Freiflächen erreichen hohe Erzeugungsleistungen, deren Erträge üblicherweise direkt ins Stromnetz eingespeist werden. In räumlicher Nähe zu Heizzentralen für Wärmenetze kann eine PV-Freifläche auch zur direkten Versorgung einer zentralen Wärmepumpe genutzt werden.

Neben einer klassischen, ertragsoptimierten Aufständerung sind auch abweichende Variationen möglich, um kombinierte Flächennutzungen zu begünstigen. So kann auf Nutzungskonflikte speziell auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche eingegangen werden. Je nach Kultur (z. B. Beeren, Obst, Gemüse) können verschiedene Synergien erzeugt werden.

Neben der überdachenden Bauweise sind auch vertikal aufgestellte, bifaziale PV-Wände eine Möglichkeit, Flächennutzungen zu vereinen.

Datengrundlage

Die Vorgehensweise zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie „Photovoltaik – zentral“ entspricht weitestgehend derer, für „ Solarthermie - zentral“. Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Solaranlagen vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland (hier nur schwach ertragfähige landwirtschaftliche Flächen). Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u. a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete und Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete). Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass die Freiflächen eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Photovoltaik – zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann im Anhang in Kapitel 11.2 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 40 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass ein Stromerzeugungspotenzial in Höhe von 300.995 MWh/a resultiert (für Flächen mit Prio 1 mit Ost-West-Aufständerung). Bezogen auf den Strombedarf im Basisjahr entspricht diese Menge rund 8.135 %.

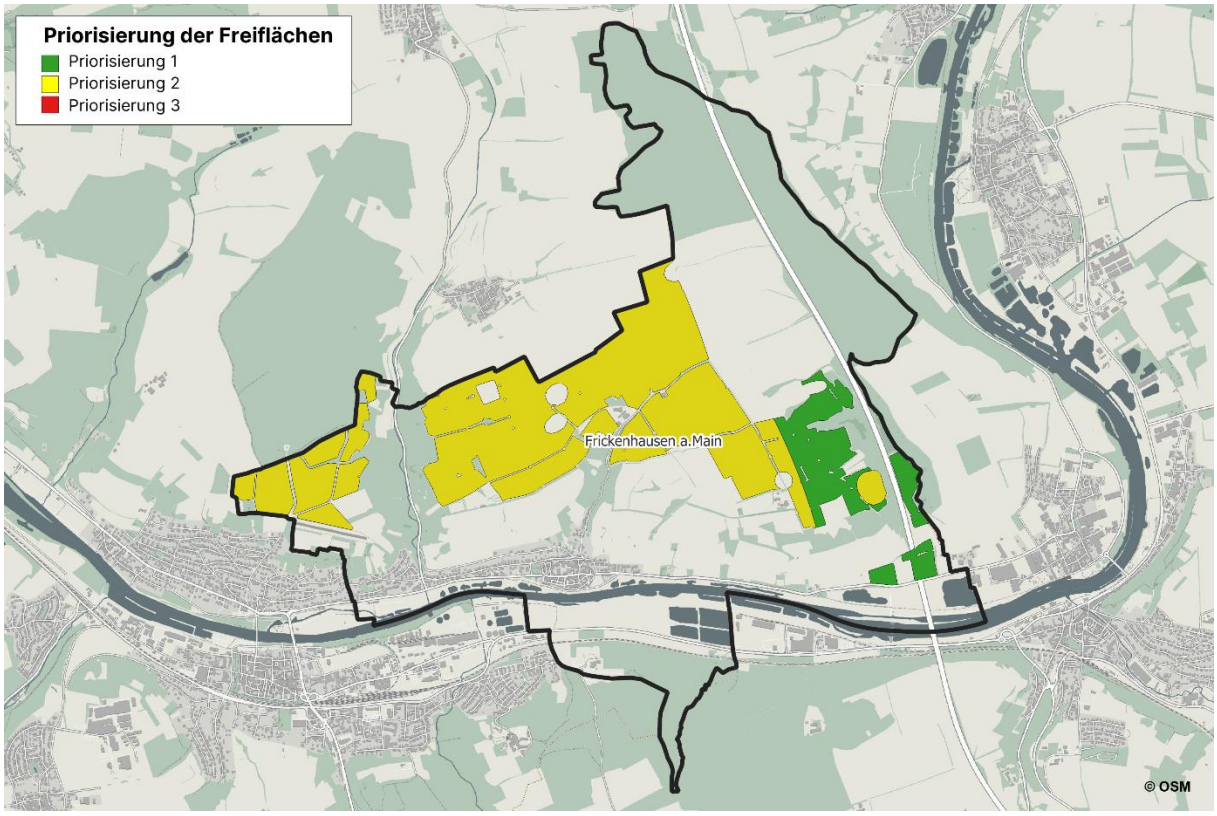


Abbildung 40: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgendenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfläche sind in Tabelle 11 enthalten.

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs), Ackernutzung
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

Tabelle 11: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Photovoltaik – zentral“

Priorisierung	Fläche in ha	Anteil an Fläche der Kommune in %
1	132,5	12,6
2	235,9	22,4
3	0	0
Summe	**368**	**34,9**

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.4.3 Windkraft

Die Bedeutung von Windkraft bei der Stromerzeugung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Heute stellt die Windkraft mit rund 73 GW installierter Leistung (Januar 2025), zusammen mit der Photovoltaik, den größten Teil der installierten Kraftwerkskapazität erneuerbarer Energien in Deutschland. Windenergie liefert bereits heute etwa 31,5 Prozent des erzeugten Stroms.[9]

Im Gegensatz zu den Photovoltaikanlagen erzeugen Windkraftanlagen auch während der Heizperiode nennenswerte Strommengen. Speziell im Hinblick auf die sektorenübergreifende Energiewende ist der flächendeckende Ausbau der Windkraft von besonderer Bedeutung.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Bayern kann das Nutzungspotenzial der Windkraft, ohne auf weitere detaillierte Informationen zu den örtlichen Gegebenheiten einzugehen, grob evaluiert werden.

Datengrundlage

Maßgebend zur Einordnung potenziell geeigneter Freiflächen dienen die Kartendienste des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU). Hier werden Informationen aus der Gebietskulisse Windkraft in Bezug auf die Eignung von Flächen für die Windenergienutzung wiedergegeben. Die Potenzialflächen werden auf Grundlage bayernweit einheitlicher Geodaten automatisiert in einem Geografischen Informationssystem (GIS) berechnet. Dabei werden Umweltfachdaten und Geobasisdaten sowie teilweise ergänzende Schutzabstände berücksichtigt. Einbezogen werden ausschließlich Flächen, für die im Bayerischen Windatlas 2021 in 160 Metern Höhe eine langjährige mittlere Windgeschwindigkeit von mindestens 4,8 m/s ausgewiesen ist. Der Aspekt des Lärmschutzes wird durch pauschale Abstände zu Siedlungen berücksichtigt. Der Windatlas wurde im Februar 2024 durch das Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie veröffentlicht und dient als umfassende Datengrundlage, um die Planungen von Windkraftanlagen mit einer verbesserten Informationsgrundlage zu unterstützen. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie unterscheidet weiter zwischen geeigneten Flächen mit und ohne Flächenrestriktionen. Die identifizierten Flächen werden im Rahmen der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesen. Eine genaue Ermittlung des lokalen Windpotenzials und des daraus abgeleiteten Stromerzeugungspotenzials kann nur im Rahmen einer konkreten Projektprüfung bzw. -planung erfolgen.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass auf der Gemarkung von Frickenhausen am Main insgesamt 0 ha bezüglich der Windhöffigkeit geeignete Flächen vorhanden sind und 26,4 ha bezüglich der Windhöffigkeit geeignete Flächen mit Flächenrestriktionen vorhanden sind. In

[9] Im Internet unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Erzeugung/_inhalt.html (03.06.2025)

Abbildung 41 sind diese Flächen dargestellt. Ebenfalls ist in nachfolgender Abbildung zu sehen, dass sich bisher keine Windkraftanlagen im Gemarkungsgebiet befinden.

Nach LfU ergibt sich daraus ein rechnerisch maximaler Netto-Jahresstromertrag von 0 GWh auf Flächen, welche bezüglich der Windhöffigkeit geeignet sind und keine Flächenrestriktionen vorhanden sind.

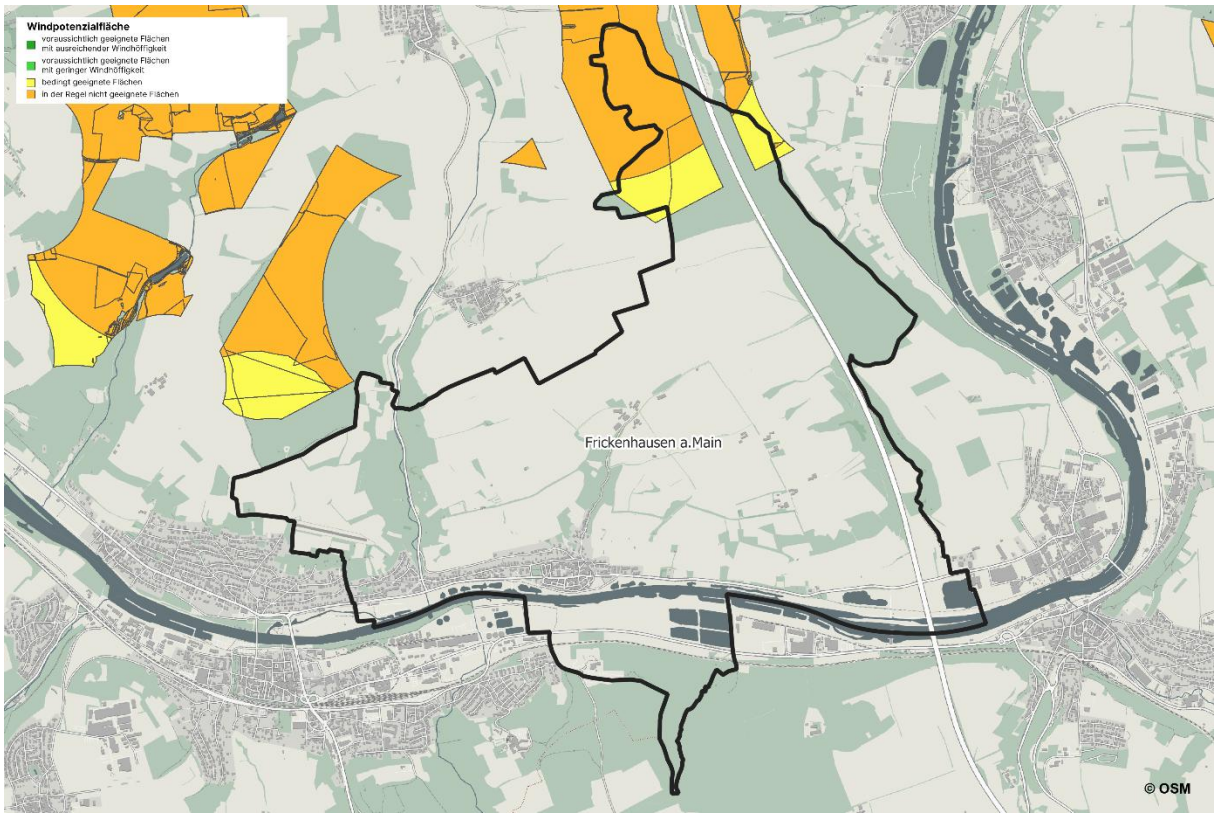


Abbildung 41: „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas Bayern

5.4.4 Wasserkraft

Wasserkraft gehört mit einem Anteil von 4,7 % an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2024 zusammen mit der Windenergie, der Photovoltaik, und Biogasanlagen zu den wesentlichen erneuerbaren Energiequellen im Bereich Strom in Deutschland.[10]

Die Erzeugung von Strom mittels Wasserkraft ist in Deutschland breit etabliert. An Fließgewässern oder aus höhergelegenen Wasserreservoirs wird die Strömungsenergie von fließendem Wasser genutzt, um Turbinen anzutreiben und Strom zu generieren. Die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft ist sehr effizient und kann in der Regel ganzjährig erfolgen.

[10] Im Internet unter: https://www.energieatlas-bw.de/wasser/hintergrundinformationen (02.03.2023)

Datengrundlage

Die Bestimmung des technischen Potenzials basiert auf den Daten des Energieatlas Bayern bzw. dem Daten- und Kartendienst der LfU. Der Kartendienst beinhaltet das mögliche Aus- und Neubaupotenzial an bereits genutzten Wasserkraftstandorten mit einer Leistung zwischen 8 kW und 1 MW sowie das Wasserkraftpotenzial an bislang noch nicht für die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft genutzten Querverbauungen (Regelungs- und Sohlenbauwerke).[11]

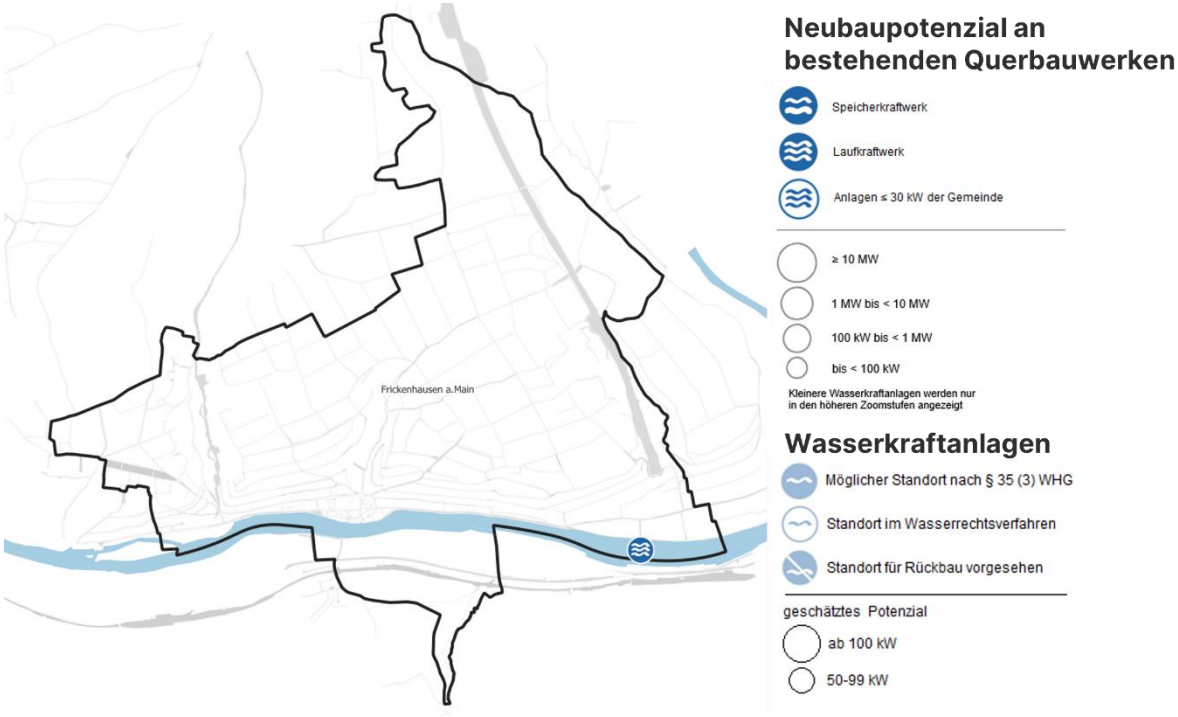


Abbildung 42: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas Bayern

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass in Frickenhausen am Main ein Neubaupotenzial für ein Laufkraftwerk der Größenordnung zwischen 100 kW bis < 1 MW besteht.

[11] Im Internet unter:

https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=8&r=0&l=atkis,83ce9258-0cfc-4077-87a0-a7ad589a4807&t=wasser&cnids=20&mid=0

und https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=8&r=0&l=atkis,2b7cc332-8ae2-41fd-98fe-513784131441&t=wasser&cnids=20&mid=0 (06.08.2026)

5.5 Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Einzelpotenziale für die Bereitstellung klimaneutraler Wärme und erneuerbarer Stromerzeugung erläutert. Für das gesamte Kommunalgebiet liegt damit eine mengenmäßige und räumliche Aussage zu den möglichen Wärmedeckungsbeiträgen der Einzelpotenziale vor.

Hauptergebnisse

Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduziert sich der jährliche Wärmebedarf gemäß dem Leitzszenario gegenüber dem Basisjahr um 34 % auf etwa 10,3 GWh/a im Zieljahr.

Die Wärmedeckungspotenziale liegen besonders im Bereich der dezentralen Potenziale wie Außenluft und Solarthermie. Im Fall der dezentralen Solarthermie besteht die Flächenkonkurrenz zur Dachflächennutzung für Photovoltaik. Weitere große Potenziale sind im Bereich des Flusswassers und der zentralen Solarthermie zu erwarten.

Die Übersicht in Abbildung 43 stellt die Potenziale im Bereich Wärme nochmals übersichtlich im Vergleich gegenüber. In Tabelle 12 sind die Ergebnisse ergänzend zusammengefasst.

Tabelle 12: Übersicht Wärmepotenziale im Zieljahr

	Wärmepotenzial* in GWh/a	Potenzieller Deckungsanteil in %
Abwärme – Industrie und Gewerbe	0	0 %
Abwasser – Kanal	0	0 %
Abwasser – Kläranlage	0	0 %
Biomasse		
Flusswasser	5,1	44 %
Geothermie – Kollektoren	0	0 %
Geothermie – Sonden dezentral	0	0 %
Geothermie – Sonden zentral	0	0 %
Grundwasser		Einzelfallprüfung
Seewasser	0	0 %
Solarthermie – dezentral	2,1	19 %
Solarthermie – zentral	0	0 %
Außenluft	5,4	47 %
Tiefengeothermie		Keine Aussage

* Erzeugernutzenergieabgabe

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

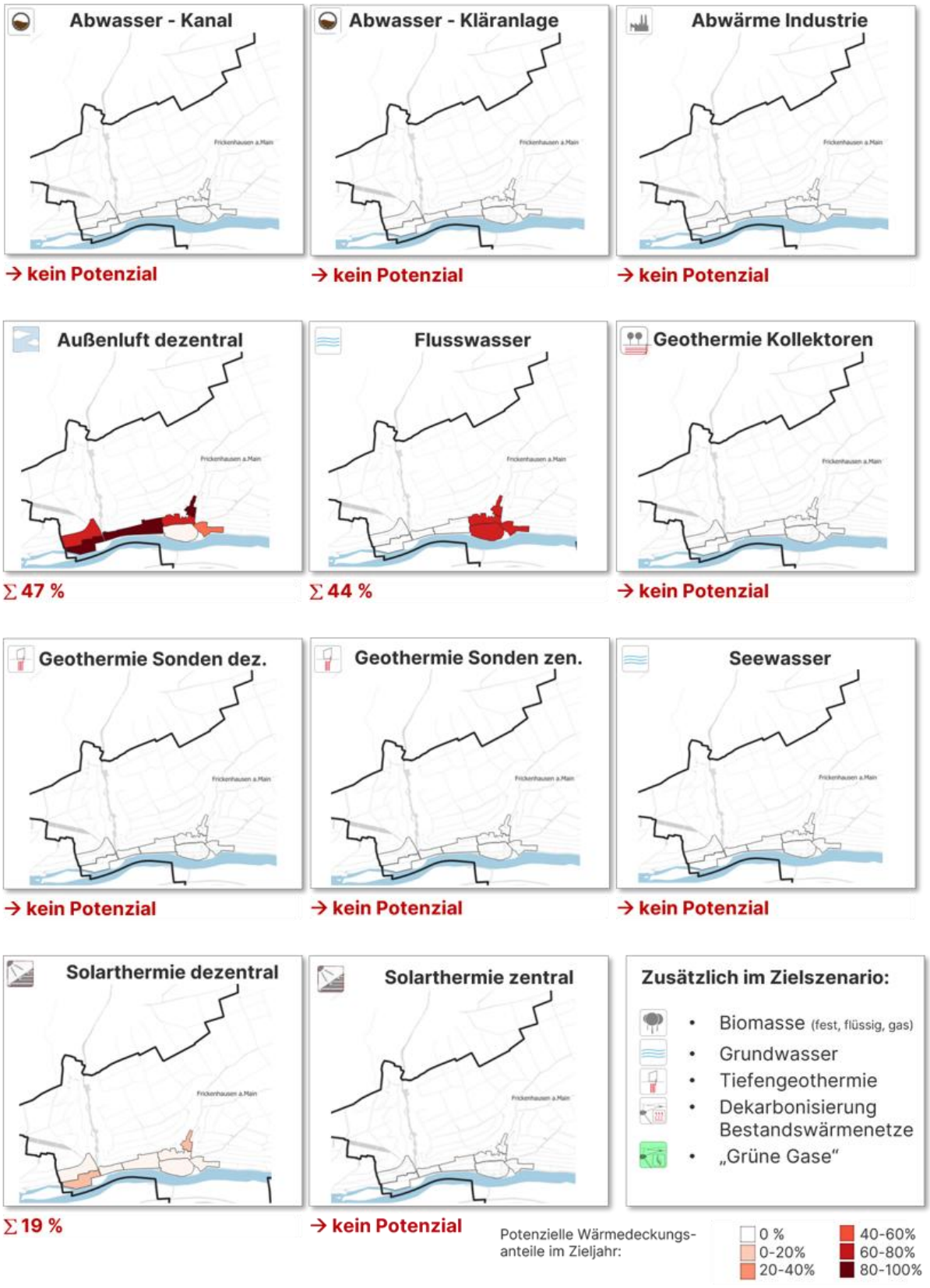


Abbildung 43: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

6 Zielszenario

6.1 Ziele und Vorgehensweise

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Wärmeplanungsgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 vor. Im Schritt der Zielszenario-Erstellung wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2045 erreicht werden kann.

Auf Teilgebietsebene wird zunächst separat die Eignung für die Versorgung durch Wärmenetze, die Versorgung durch Wasserstoffnetze oder für die dezentrale Wärmeversorgung bewertet. Eine besondere Eignung liegt laut Wärmeplanungsgesetz vor, bei

- geringen Wärmegestehungskosten,
- geringen Realisierungsrisiken,
- hohem Maß an Versorgungssicherheit und
- geringen kumulierten Treibhausgasemissionen.

Die Einordnung der Eignung erfolgt in die vier Stufen

- sehr wahrscheinlich geeignet,
- wahrscheinlich geeignet,
- wahrscheinlich ungeeignet,
- sehr wahrscheinlich ungeeignet

sowie in Ergänzung durch eine gewichtete Bepunktung von 0 bis 3. Die Methodik und verwendeten Kriterien variieren in Abhängigkeit von den betrachteten Versorgungssystemen und ist in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben. Die Vorgehensweise orientiert sich grundsätzlich an den methodischen Empfehlungen des Leitfaden Wärmeplanung des Bundes aus dem Jahr 2024 (ifeu et al., 2024).

Nach der Durchführung der ersten Eignungsbewertung wird in einem sogenannten „Best-Opt-Verfahren“ ein erstes Zielszenario bestimmt, in dem je Teilgebiet die Wärmeversorgungssysteme mit der höchst bepunkteten Eignung aufgeführt sind.

Im Anschluss an dieses erste Zielszenario werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung und den wesentlichen Akteuren, wie Netzbetreibern, Optimierungsansätze bewertet und weitere Zielszenarien entwickelt. Die detaillierte Beschreibung ist in den Folgekapiteln enthalten.

Als Ergebnis, dieses zum Teil iterativen Optimierungs- und Abwägungsprozesses, resultiert das „maßgebliche Zielszenario“. Dieses bildet das für die Beschlussfassung relevante Zielszenario mit Angaben zu den Stützjahren 2030, 2035, 2040 und 2045 gemäß den Vorgaben von § 17 bis 19 des Wärmeplanungsgesetzes.

6.2 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die Versorgung durch Wärmenetze werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

I. Wärmegestehungskosten
   a. Wärmenetz Status Quo → *Bewertung existierender Wärmenetze*
   b. Wärmebedarfsdichte → *Wärmebedarf im Teilgebiet, Wärmeliniendichte*
   c. Siedlungsstruktur → *Bebauungsdichte, Anteil einfamilienhausähnlicher Bebauung*
   d. Ankerkunden → *Öffentliche Liegenschaften, Großverbraucher*
   e. Hochtemperaturbedarf → *Prozesswärme*
   f. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → *im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen*
II. Deckungspotenzial erneuerbarer Energie und Abwärme
III. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
IV. Kumulierte Treibhausgasemissionen

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch Wärmenetze vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets. Abbildung 44 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 45 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.



Kriteriengruppen	Gewichtung
Wärmenetz Status Quo	20%
Wärmebedarfsdichte	15%
Siedlungsstruktur	0%
Ankerkunden	5%
Hochtemperaturbedarf	5%
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	10%
Erneuerbare Energie / Abwärme	30%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 44: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wärmenetze

In Abbildung 45 und Abbildung 46 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wärmenetze zeigt für rund 38 % der Teilgebiete eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung auf und für 0 % eine „sehr wahrscheinlich geeignete“ Einstufung. 63 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert und 0 % als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Durch die Bepunktung in Abbildung 46 kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden. Bei der Betrachtung der Bewertungsergebnisse wird ersichtlich, dass die geeigneteren Teilgebiete vor allem im Innenbereich der Kommune liegen und in Bereichen höherer Bedarfsdichte.

Eignungs-bewertung	Gesamt-ergebnis *gewichtet*	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆ ☆ ☆	0	0%
wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★ ☆ ☆	5	63%
wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★ ★ ☆	3	38%
sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★ ★ ★	0	0%

Abbildung 45: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wärmenetze

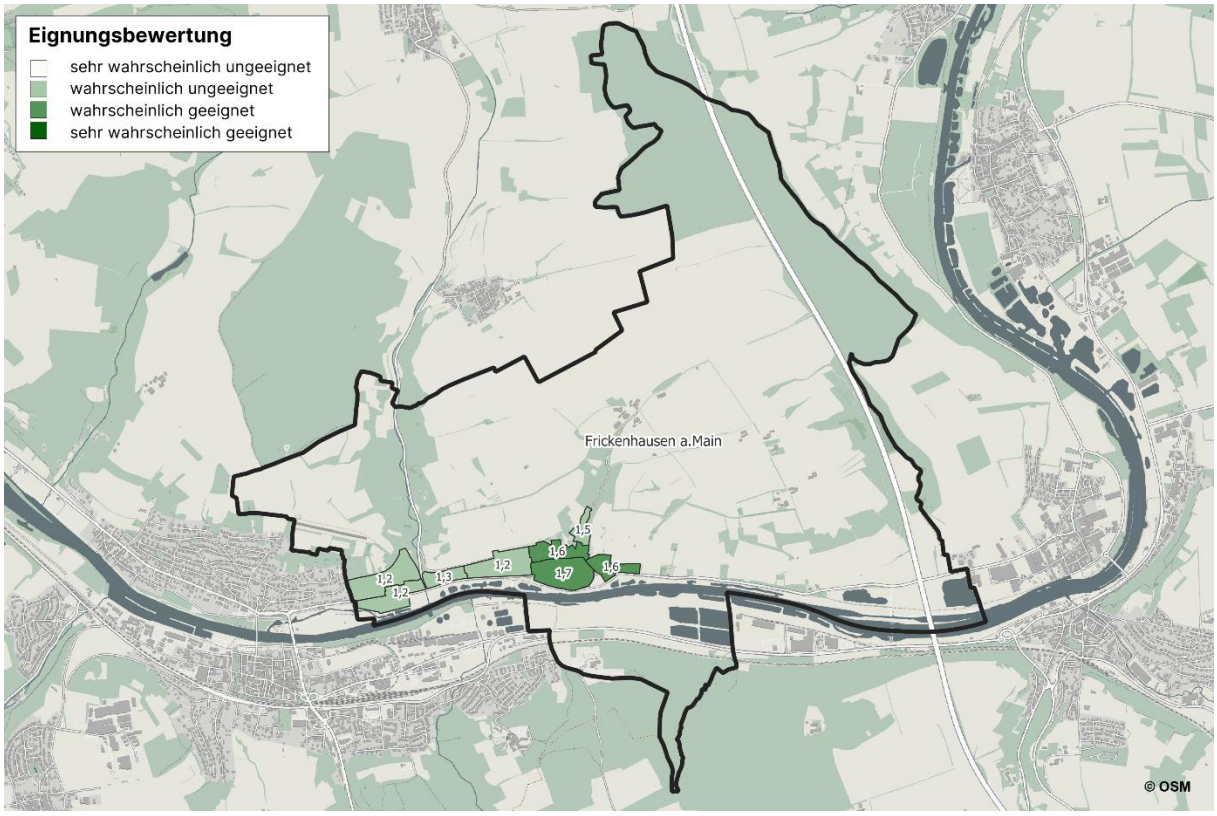


Abbildung 46: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wärmenetze

6.3 Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die Versorgung durch Wasserstoffnetze werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

I. Wärmegestehungskosten
   a. Gasnetz Status Quo → *Bewertung existierender Gasnetze*
   b. Gasbedarf → *Gasbedarf im Teilgebiet*
   c. H2-Verteilnetz geplant → *Pläne zum Aufbaue einer Wasserstoffinfrastruktur*
   d. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → *im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen*
II. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
III. Kumulierte Treibhausgasemissionen

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets. Abbildung 47 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 48 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.



Kriteriengruppen	Gewichtung
Gasnetz Status Quo	15%
Gasbedarf	10%
H_2-Verteilnetz geplant	50%
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	10%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 47: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wasserstoffnetze

In Abbildung 48 und Abbildung 49 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die Versorgung durch Wasserstoffnetze zeigt für 0 % der Teilgebiete eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung und für 0 % eine „sehr wahrscheinlich geeignete“ Einstufung auf. 0 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert und 100 % als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Durch die Bepunktung kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden.

Eignungs-bewertung	Gesamt-ergebnis *gewichtet*	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆ ☆ ☆	8	100%
wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★ ☆ ☆	0	0%
wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★ ★ ☆	0	0%
sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★ ★ ★	0	0%

Abbildung 48: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze

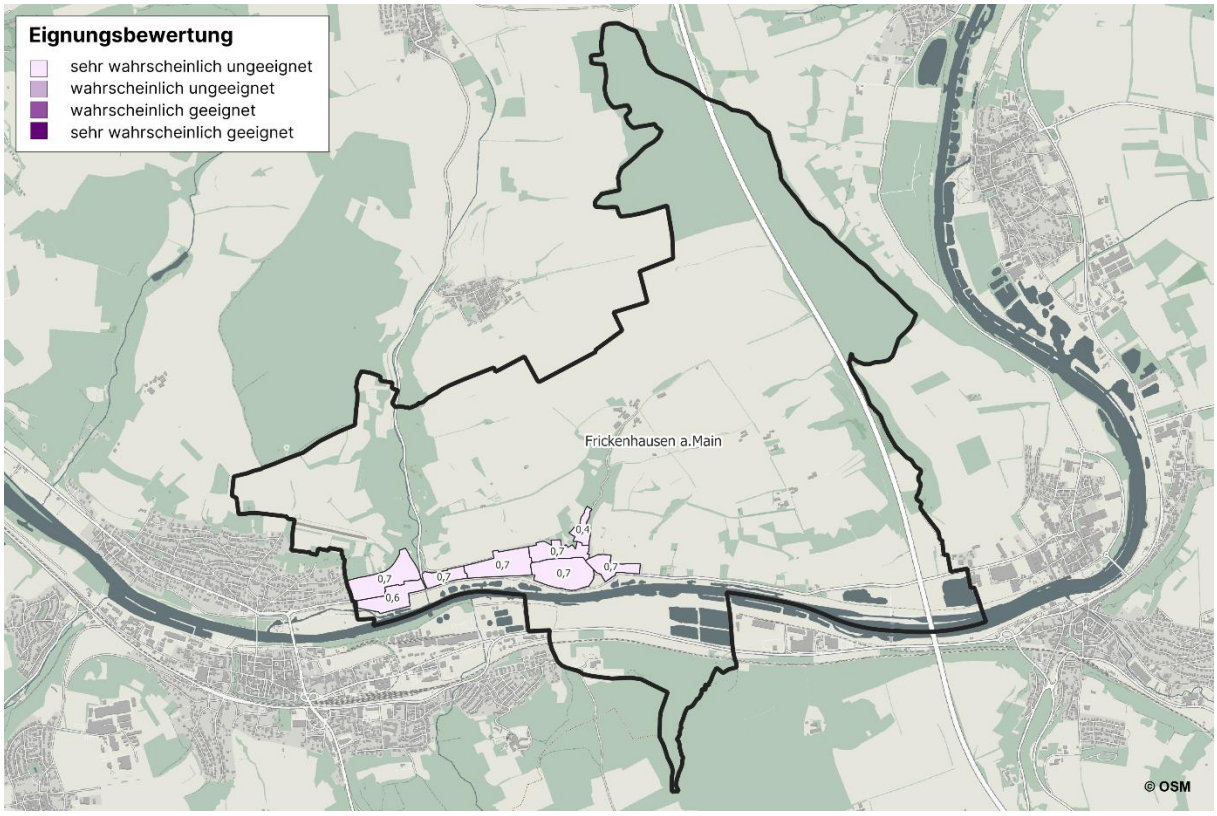


Abbildung 49: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze

6.4 Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung

Mit der Eignungsbewertung nach § 18 Wärmeplanungsgesetz soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, auf deren Basis die Einteilung des kommunalen Gebiets in zielkonforme Wärmeversorgungsgebiete erfolgen kann. Die Erkenntnisse aller vorangegangenen Bearbeitungsphasen werden in diesem Schritt berücksichtigt. Neben den Ergebnissen der Eignungsprüfung nach § 14 Wärmeplanungsgesetz und der Bestandsanalyse fließen wesentliche neue Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse und der Akteursbeteiligung in die Entwicklung eines konsistenten Zielbildes mit ein.

Für die Einstufung der Eignung eines Teilgebietes für die dezentrale Wärmeversorgung werden folgende Kriteriengruppen bestehend aus mehreren Unterkriterien herangezogen.

I. Voraussichtliche Wärmegestehungskosten → *im Vergleich zu anderen Versorgungssystemen*
II. Deckungspotenzial erneuerbarer Energie und Abwärme
III. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
IV. Kumulierte Treibhausgasemissionen

Für jedes Unterkriterium wird nach einem objektiven Verfahren aus Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse eine Bewertung hinsichtlich der Eignung für die

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

dezentrale Wärmeversorgung vorgenommen. In einem zweistufigen Wichtungsverfahren ergeben sich daraus die Bewertungen nach Kriteriengruppen und schließlich das Gesamtergebnis des Teilgebiets. Abbildung 50 zeigt die verwendeten Gewichtungs-Ansätze und Abbildung 51 die angewendeten Einordnungen für die Eignungsstufen.

Kriteriengruppen	Gewichtung
voraussichtliche Wärmegestehungskosten	20%
Erneuerbare Energie / Abwärme	65%
Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit	5%
kumulierte Treibhausgasemissionen	10%

Abbildung 50: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für dezentrale Wärmeversorgung

In Abbildung 51 und Abbildung 52 sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch dargestellt. Das Ergebnis der Eignungsbewertung für die dezentrale Wärmeversorgung zeigt für rund 25 % der Teilgebiete eine „wahrscheinlich geeignete“ Einstufung auf und für 75 % eine „sehr wahrscheinlich geeignete“ Einstufung. 0 % sind auf Basis dieser Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert und 0 % als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“. Durch die Bepunktung in Abbildung 52 kann neben den vier Eignungsstufen auch eine differenzierte Analyse der Eignungen vorgenommen werden. Bei der Analyse der Bewertungsergebnisse wird deutlich, dass sich die besser geeigneten Teilgebiete vor allem außerhalb des Ortskerns befinden, insbesondere in Bereichen, in denen große Grundstücksflächen für die energetische Versorgung zur Verfügung stehen.

Eignungs-bewertung	Gesamt-ergebnis *gewichtet*	Grafische Bewertung	Anzahl	Prozentuale Verteilung
sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 – 0,75	☆ ☆ ☆	0	0%
wahrscheinlich ungeeignet	0,75 – 1,5	★ ☆ ☆	0	0%
wahrscheinlich geeignet	1,5 – 2,25	★ ★ ☆	2	25%
sehr wahrscheinlich geeignet	2,25 – 3,0	★ ★ ★	6	75%

Abbildung 51: Stufen der Eignungsbewertung für eine dezentrale Wärmeversorgung

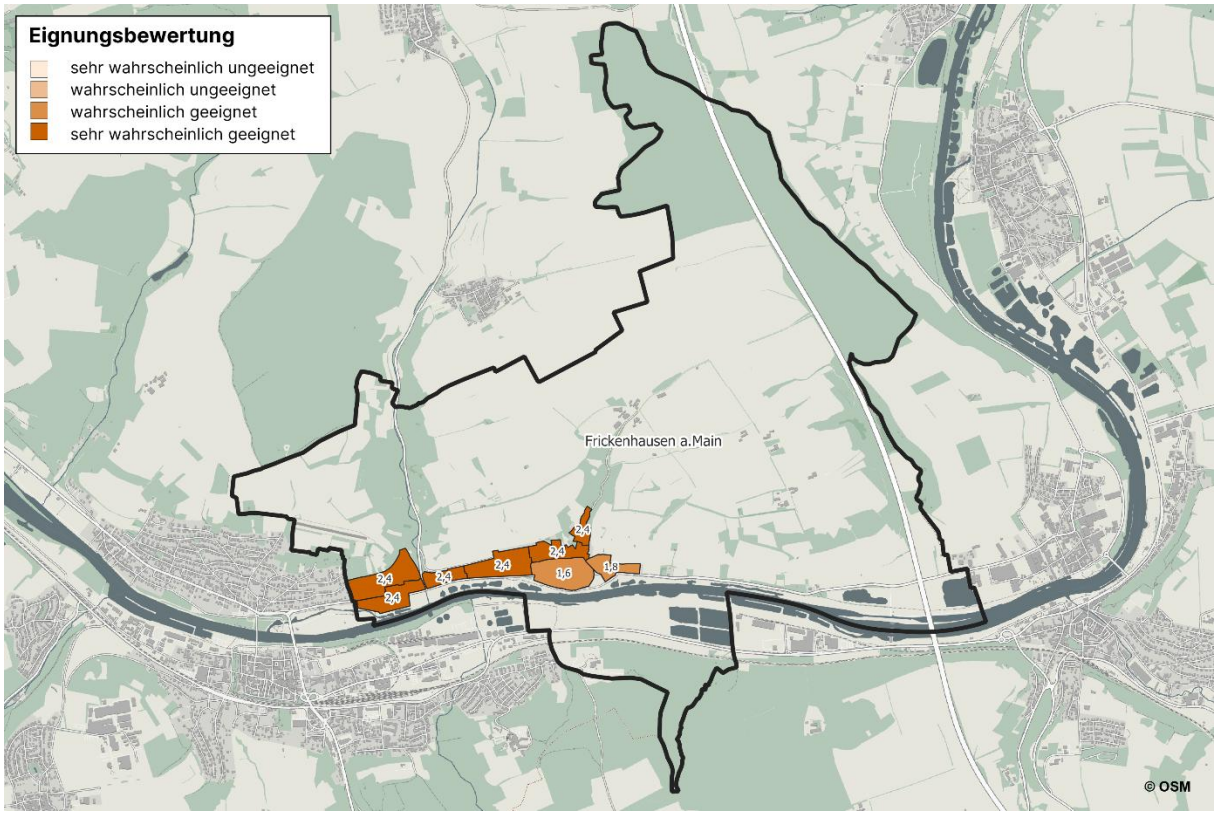


Abbildung 52: Eignungsbewertung der Teilgebiete für die dezentrale Wärmeversorgung

6.5 Entwicklung und Vergleich der zielkonformen Szenarien

Im Rahmen der Wärmeplanung werden verschiedene Zielszenarien entwickelt, die sich hinsichtlich der Versorgungssysteme und Energieträgerzusammensetzung unterscheiden. Im ersten Schritt werden die Ergebnisse der Eignungsbewertung (siehe vorherige Kapitel) im sogenannten „Best-Opt-Verfahren“ dazu genutzt, um ein erstes Zielszenario zu bestimmen. Dieses Zielszenario 1.0 wird gebildet, indem je Teilgebiet die Wärmeversorgungssysteme mit der höchst bepunkteten Eignung ausgewählt werden.

In einem Folgeprozess werden die gewählten Versorgungssysteme und deren Eignungen näher betrachtet. Teilgebiete mit einer eindeutigen Zuordnung werden identifiziert. Diese wird als „eindeutig“ eingestuft, wenn der Abstand zur zweitbesten Bepunktung im Teilgebiet größer 0,5 Punkte beträgt. Ebenso werden die Teilgebiete vertieft, in denen die Eignungsbewertung ähnliche Bepunktungen zum Ergebnis haben. Für die Fälle, in denen die Bewertung zwischen der höchsten und zweithöchsten Bepunktung kleiner 0,5 beträgt, werden die Vorschläge für die Versorgung der Teilgebiete nochmals individuell analysiert und bei Bedarf Anpassungen vorgenommen. Als Ergebnis von diesem Prozessschritt resultiert das Zielszenario 1.1.

Im Anschluss erhalten Akteure der Kommunalverwaltung und weitere Akteure die Möglichkeit zur Rückmeldung zu dem erarbeiteten Zielszenario. Die Rückmeldungen berücksichtigen dabei in der Regel personelle und finanzielle Kapazitäten, laufende städtebauliche und projektbezogene Planungen, Projekte in Vorbereitung oder Umsetzung sowie allgemeine

Korrekturhinweise. Diese können sich auf die Zuordnung von Versorgungssystemen als auch auf die Zusammenstellung der Energieträger im Zielszenario auswirken. Jeweils nach der Einarbeitung der Rückmeldungen werden weitere Zielszenarien (z. B. 2.0, 3.0, …) gebildet und reflektiert.

Innerhalb dieses Optimierungs- und Abwägungsprozesses entwickelt sich das erste Zielszenario unter Berücksichtigung der lokalen Wissensträger und Aspekt zu einer plausibilisierten und akzeptierten Zielszenario-Variante. Diese Variante wird im Anschluss von der Kommunalverwaltung veröffentlicht, so dass den wesentlichen Akteuren und der Öffentlichkeit die Möglichkeit gegeben wird, eine Rückmeldung zu geben.

Als Ergebnis, dieses zum Teil iterativen Optimierungs- und Abwägungsprozesses, resultiert das „maßgebliche Zielszenario“.

Allgemeiner Hinweis: Bei der Definition der Versorgungssysteme ist dabei zu berücksichtigen, dass speziell bei der Empfehlung zu dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen denkbar und umsetzbar sind. Für die Erreichung der Klimaneutralität sind diese in der Regel als gleichwertig anzusetzen. So sind bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z. B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen für die Zielerreichung geeignet. Darüber hinaus sind laut Wärmeplanungsgesetz auch bei dezentralen Versorgungen nachfolgende Erfüllungsoptionen geeignet:

- *gasförmige, feste und flüssige Biomasse*
- *grünes Methan*
- *Solarthermie*

6.6 Übersicht der wesentlichen Zielszenarien

Als Ergebnis des Zielszenarien-Prozesses resultiert eine Gegenüberstellung der wesentlichen Zielszenarien. In Abbildung 53 ist die Energieträgerzusammensetzung für die Wärmeversorgung im Basisjahr mit aufgeführt.

Die Energieträgerzusammenstellung in den Zielszenarien ist geprägt durch die Nutzung von Wärmepumpen mit den Umweltwärmequellen Außenluft und Oberflächengewässer. Die bereits bestehenden Wärmepumpen aus dem Basisjahr sind unter dem Energieträger „Sonstige Umweltwärme“ zusammengefasst und werden in das Zielszenario übernommen. Zusätzlich spielen Biomasse-Anwendungen vor allem in den bestehenden Heizsystemen und grüne Gase zur Spitzenlastabdeckung in den Wärmenetzen eine Rolle.

In **Szenario 1.0** wird vorgeschlagen, dass alle Teilgebiete eine dezentrale Wärmeversorgung umsetzen. Dabei entfällt der größte Anteil der Versorgung auf Biomasse. Die Biomasseanlagen aus dem Basisjahr sollen im Wesentlichen weiterbetrieben werden.

Daneben spielt die Wärmepumpe mit der Umweltwärmequelle Außenluft eine bedeutende Rolle. Eine Ausnahme bildet der Ortskern, in dem mangels möglicher Aufstellflächen einer Außenluft Wärmepumpe auf nicht lokal erzeugte Biomasse zurückgegriffen werden muss. Zur Ergänzung dieser beiden Technologien wird außerdem dezentrale Solarthermie

eingesetzt.

Im Unterschied zu Szenario 1.0 wird der Altort in Szenario 1.1 über ein Wärmenetz versorgt. Dadurch ergibt sich in diesem Szenario ein zusätzliches Wärmenetzgebiet, sodass im Zieljahr weniger Biomasse eingesetzt werden muss. Der Biomasseanteil sinkt daher, während der Anteil der Flusswasserwärme steigt. Auch der Anteil der grünen Gase nimmt in Szenario 1.1 zu, da die Spitzenlastbereitstellung der Wärmenetze berücksichtigt wird.

In **Szenario 1.1** soll ein neues Wärmenetz im Ortskern geplant werden. Für dieses Wärmenetz soll hauptsächlich die Flusswasserwärme des Mains sowie grüne Gase zur Spitzenlastbereitstellung genutzt. Für die verbleibenden sieben Gebiete wird eine dezentrale Wärmeversorgung vorgeschlagen. Im Gegensatz zu Szenario 1.0 hat dabei die Wärmepumpe mit der Umweltwärmequelle Außenluft einen größeren Anteil an der Versorgung wie die Biomasse. Dies liegt daran, dass der Ortskern in diesem Szenario nicht mehr dezentral versorgt wird und dort somit keine Biomasse eingesetzt werden muss.

Die Biomasse spielt jedoch weiterhin eine bedeutende Rolle. In der Regel werden Anlagen aus dem Basisjahr weiterbetrieben. Zur Ergänzung dieser beiden Technologien wird, wie bereits in Szenario 1.0, dezentrale Solarthermie eingesetzt.

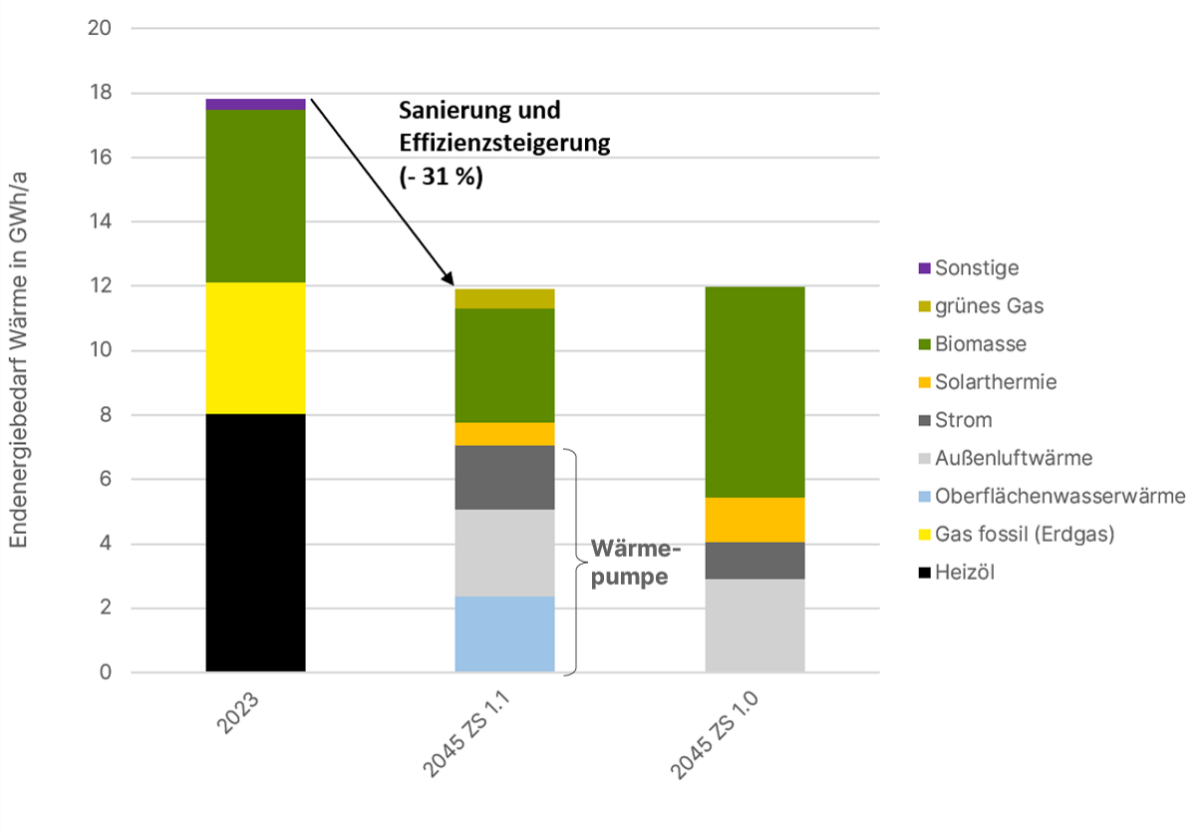


Abbildung 53: Anteile der Endenergieträger an den Zielszenarien

In Abbildung 54 sind die Anteile der Versorgungssysteme in den entwickelten Zielszenarien enthalten. Neben den absoluten Anteilen bezogen auf den gesamten Energiebedarf Wärme ist ergänzend die Anzahl der versorgten Teilgebiete mit aufgeführt.

Deutlich wird, dass sich die Vergleichsszenarien insbesondere hinsichtlich der Anteile der zentralen Versorgungsoptionen und der dafür neu zu errichtenden Wärmenetze unterscheiden. Während in Szenario 1.0 kein neues Wärmenetz errichtet werden soll, ist in Szenario 1.1 der Bau eines Wärmenetzes im Ortskern vorgesehen. Dieses kann einen Großteil des Wärmebedarfs in Frickenhausen am Main decken. Durch das neue Wärmenetz könnten rund 45 % des Wärmebedarf gedeckt und auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung umgestellt werden.



Abbildung 54: Anteile der Versorgungssysteme innerhalb der Zielszenarien

Die wesentlichen Kennzahlen des Status Quo im Basisjahr und der Vergleichsszenarien sind in Tabelle *13*

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle *13* und Tabelle 14 gegenübergestellt.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle 13: Übersicht der Energieträger im Status Quo und in den Zielszenarien

	2023 [MWh]	ZS1.1 [MWh]	ZS1.0 [MWh]
Gas fossil (Erdgas)	4.092	0	0
Heizöl	8.017	0	0
Außenluft	0	2.669	2.898
Strom	0	2.019	1.159
Solarthermie	0	696	1.386
Oberflächenwasser	0	2.378	0
Biomasse	5.387	3.529	6.546
grünes Gas	0	619	0
Keine Angabe	321	0	0
Summe	**17.816**	**11.910**	**11.989**

Tabelle 14: Übersicht der Versorgungsoptionen im Status Quo und in den Zielszenarien

	2023	ZS1.1	ZS1.0
Dezentrale Versorgung	9 Teilgebiete (100%) 18 GWh (100 %)	8 Teilgebiete (89%) 7 GWh (55 %)	9 Teilgebiete (100%) 12 GWh (100%)
Wärmenetz	0 Teilgebiete (0 %) 0 GWh/a (0%)	1 Teilgebiete (11%) 5 GWh (45%)	0 Teilgebiete (0%) 0 GWh (0%)
Wasserstoffnetz	0 Teilgebiete (0%) 0 GWh (0%)	0 Teilgebiete (0%) 0 GWh (0%)	0 Teilgebiete (0%) 0 GWh (0%)
Gasbedarf	7 Teilgebiete (78 %) 4 GWh (23 %)	1 Teilgebiet (11%) 1 GWh (5 %)	0 Teilgebiete (0%) 0 GWh (0%)
Wärmenetzlänge Bestand / Ausbaulänge	0 km	2,4 km 3,6 Mio. €	0 km 0 Mio. €
Treibhausgasemissionen	3,7 Tt CO2	0,1 Tt CO_2 (-96%)	0,2 Tt CO_2 (-96%)

6.7 Maßgebliches Zielszenario 2045

Aus den oben beschriebenen Zielszenarien wird das maßgebliche Zielszenario bestimmt, welches als grundlegendes Szenario im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weiter genutzt wird. In einem Abwägungsprozess in Zusammenarbeit mit der Kommunalverwaltung und Energieunternehmen werden Rahmenbedingungen, Umsetzungswahrscheinlichkeiten und erforderlicher Kapazitäten in die Entscheidungsfindung mit einbezogen. Unter Beachtung der fachlichen Vorarbeiten aus der kommunalen Wärmeplanung und der Einschätzung der involvierten Projektbeteiligten ist Zielszenario 1.1 als maßgebliches Zielszenario definiert worden.

Das maßgebliche Zielszenario in Abbildung 55 zeigt die Energieträger, die im Zieljahr 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung ermöglichen. In nachfolgendem Diagramm ist die Entwicklung der Energieträger zur Wärmebedarfsdeckung zu sehen.

Hinweis: Einzelgebäude, die sich außerhalb von Teilgebietsumrissen befinden, haben keinen direkten räumlichen Bezug zu anderen Siedlungselementen und werden aus datenschutzgründen im Wärmeplan nicht separat dargestellt. Im Kontext des Zielszenarios der kommunalen Wärmeplanung ist für diese Gebäude eine dezentrale Wärmeversorgung anzunehmen.

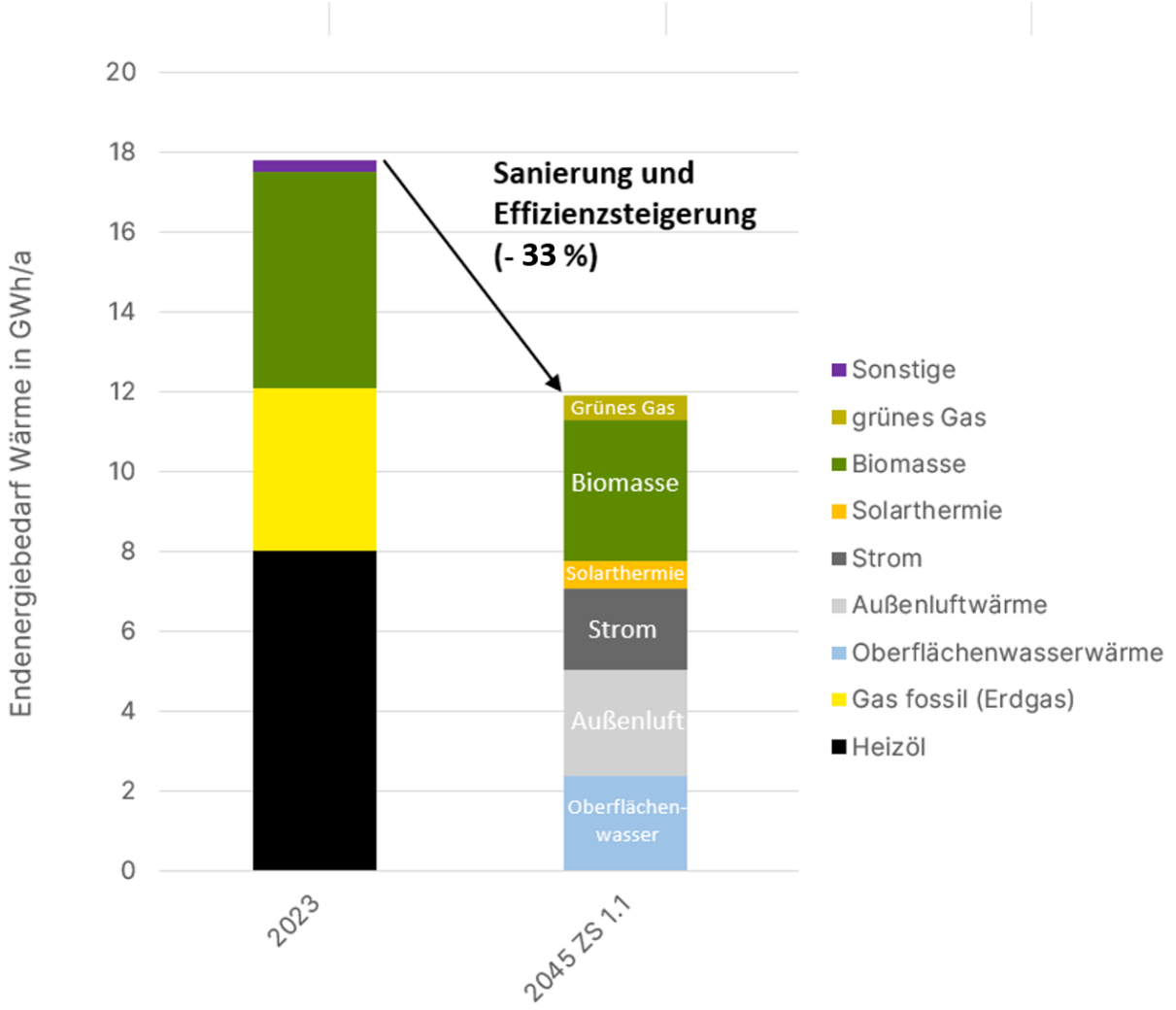


Abbildung 55: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr

Abbildung 55 verdeutlicht, dass sich der Endenergiebedarf für Wärme von knapp 18 GWh um ca. 33 % durch Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung reduziert. Die resultierenden 12 GWh werden zu 59 % durch Wärmepumpen erzeugt. Dabei ist die wesentliche Umwelt-Wärmequelle die Außenluft. Diese ist grundsätzlich überall möglich und nicht an lokale Rahmenbedingungen gebunden, solange die Schallemissionsgrenzen nicht überschritten werden und Aufstellorte für die Kühler vorhanden sind. Eine weitere wesentliche Umweltwärmequelle ist das Flusswasser.

Flusswasserwärme nimmt im gezeigten Zielszenario ca. 20 % ein. Der Anteil ist abhängig von der Genehmigung, wieviel Wasser zur thermischen Nutzung entnommen werden darf. Dementsprechend kann sich dieser Anteil auch noch deutlich erhöhen.

Biomasse und grünes Gas bilden knapp 35 % der Versorgung des Zielszenarios ab. Diese bilden die Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen. Der Anteil des grünen Gases könnte grundsätzlich auch anteilig durch Biomasse ersetzt werden.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

In Abbildung 56 sind die Teilgebiete dargestellt sowie die zum Einsatz kommenden Energieträger in Form von Kuchendiagrammen überlagert.

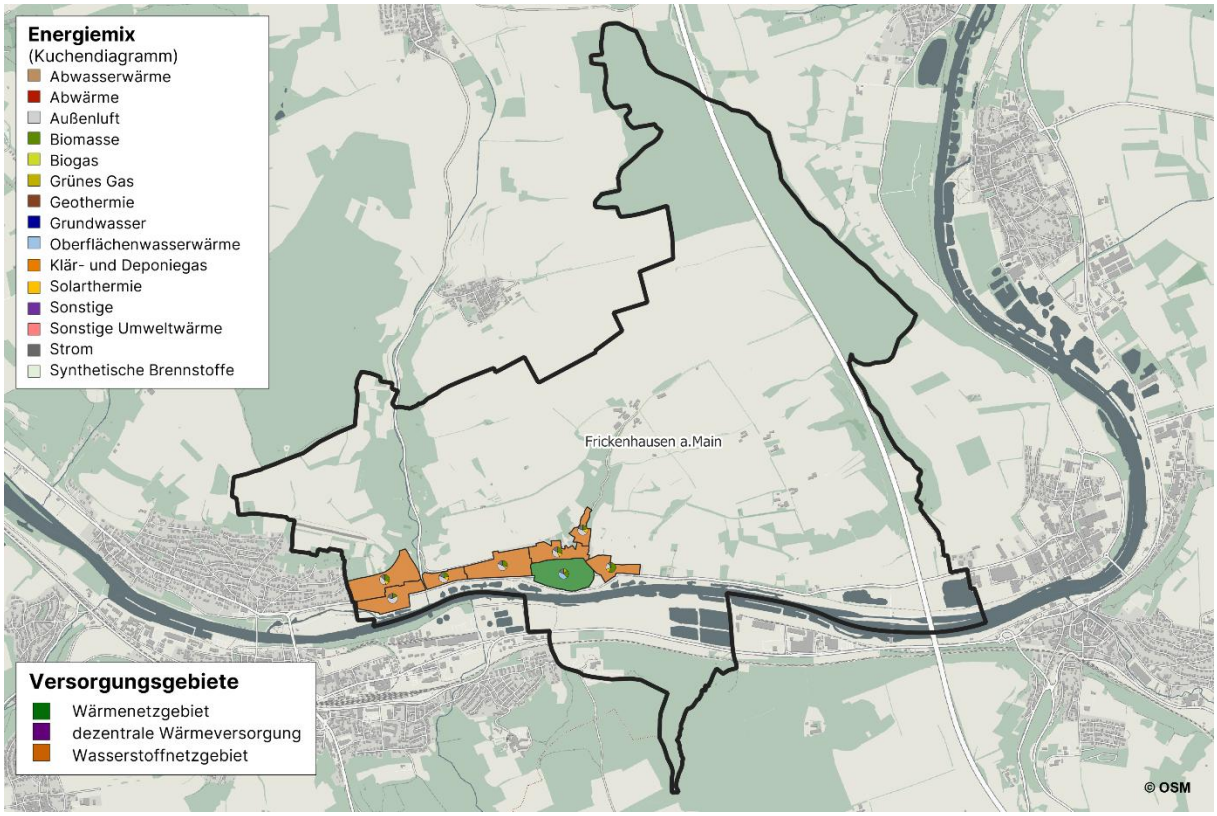


Abbildung 56: Zielszenario 2045 Energieversorgung der Teilgebiete

Entsprechend zu den Energieträgern werden auch die Versorgungssysteme ausgewiesen, die geeignet sind. Diese werden in der Abbildung durch die Farbgebung der Teilgebiete zugeordnet. Dabei wird unterschieden zwischen dezentralen Versorgungssystemen, die die Wärme direkt im/am abnehmenden Gebäude erzeugen und zentralen Versorgungssystemen wie Wärmenetze und Wasserstoffnetze.

Die grundsätzlichen Teilgebiete mit zentraler Versorgung im Jahr 2045 laut maßgeblichem Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung sind zwischen der Kommune Frickenhausen am Main sowie der Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt abgestimmt.

Im maßgeblichen Zielszenario wird ein Teilgebiet über ein zentrales Wärmenetz versorgt. Acht Teilgebiete werden dezentral versorgt, die Wärmeerzeugung erfolgt hier in den Gebäuden. Die Wärmemenge, die über Wärmenetze im Jahr 2045 bereitgestellt werden soll, liegt bei ca. 5,3 GWh. Das entspricht einem Ausbau von etwa 5,3 GWh gegenüber dem Status-Quo. Zugrunde liegt hier eine Anschlussquote von nahezu 100 % in den entsprechenden Teilgebieten.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Darüber hinaus sind Null Wasserstoffgebiete vorgesehen, in denen 0 GWh Wärme bereitgestellt werden, was 0 % des Wärmebedarfs im Zieljahr 2045 entspricht, ebenfalls mit nahezu vollständiger Anschlussquote.

6.8 Zielszenario 2030

Im Zielszenario für das Stützjahr 2030 wird im Vergleich zu 2045 ersichtlich, dass die Sanierung der Gebäude und die Effizienzsteigerung in gewerblichen Prozessen noch nicht so stark fortgeschritten und die Umstellung der Energieträger noch nicht in allen Gebieten erfolgt ist.

Der Fortschritt der Transformation in Richtung Zielszenario wird je nach Versorgungssystem unterschiedlich betrachtet. In dezentral versorgten Teilgebieten wird davon ausgegangen, dass die Umstellung der Energieträger mit der energetischen Sanierung der Gebäude korreliert. Teilgebiete mit einem hohen Anteil bis 2030 sanierter Gebäude werden mit einem entsprechend höheren Anteil bei der Umstellung der Energieträger angesetzt.

In zentral versorgten Teilgebieten werden anhand der priorisierten Maßnahmen aus Kapitel 7.5 Versorgungsumstellungen angesetzt. Alle anderen zukünftig zentral versorgten Teilgebiete werden zunächst für das Zwischenziel 2030 im Endenergiemix als unverändert betrachtet. Die Reduktion des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen bleibt davon unberührt.

In nachfolgender Abbildung wird die Energieträgerverteilung 2030 dargestellt.

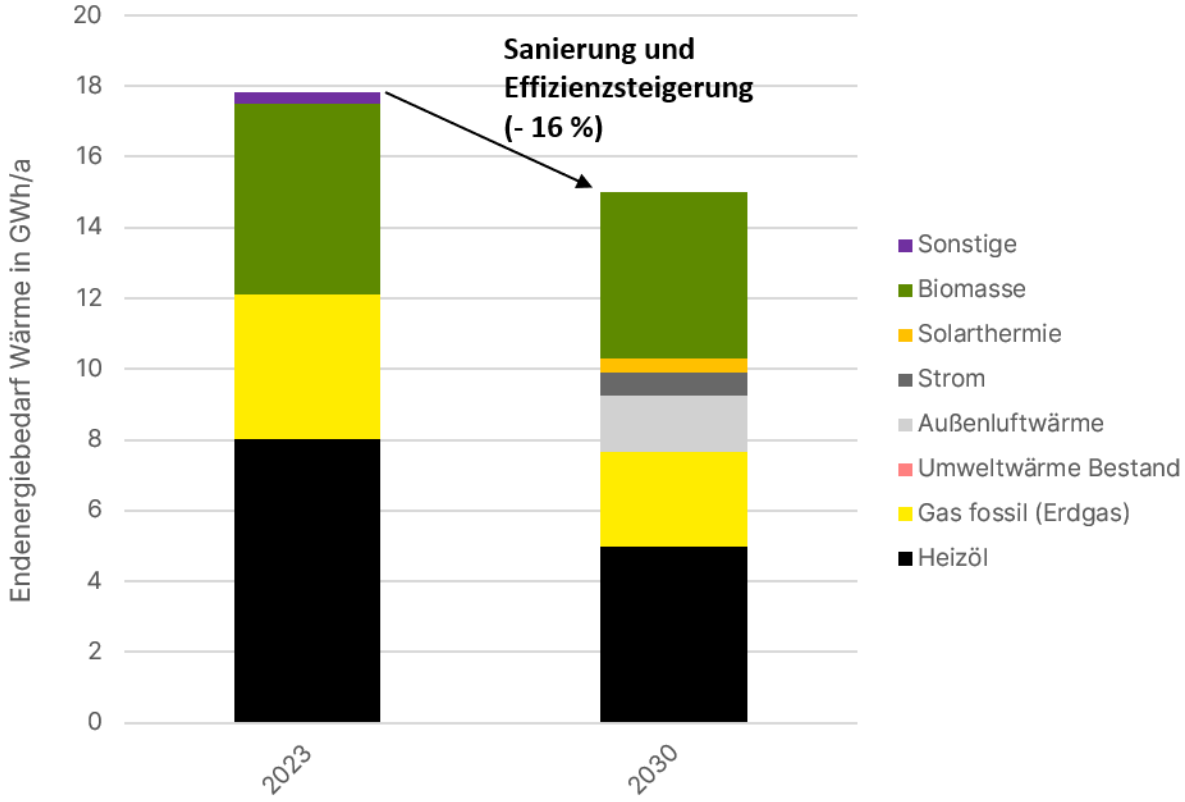


Abbildung 57: Zielszenario 2030

Der Wärmebedarf ist ca. 16 % geringer als im Jahr 2023. Knapp die Hälfte dessen wird bereits über erneuerbare Energien bereitgestellt, wovon der Großteil durch Biomasse gedeckt wird. Im Jahr 2030 wird gemäß des maßgeblichen Zielszenarios in keinem Teilgebiet bereits eine zentrale Versorgung angesetzt. Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2030 sind nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

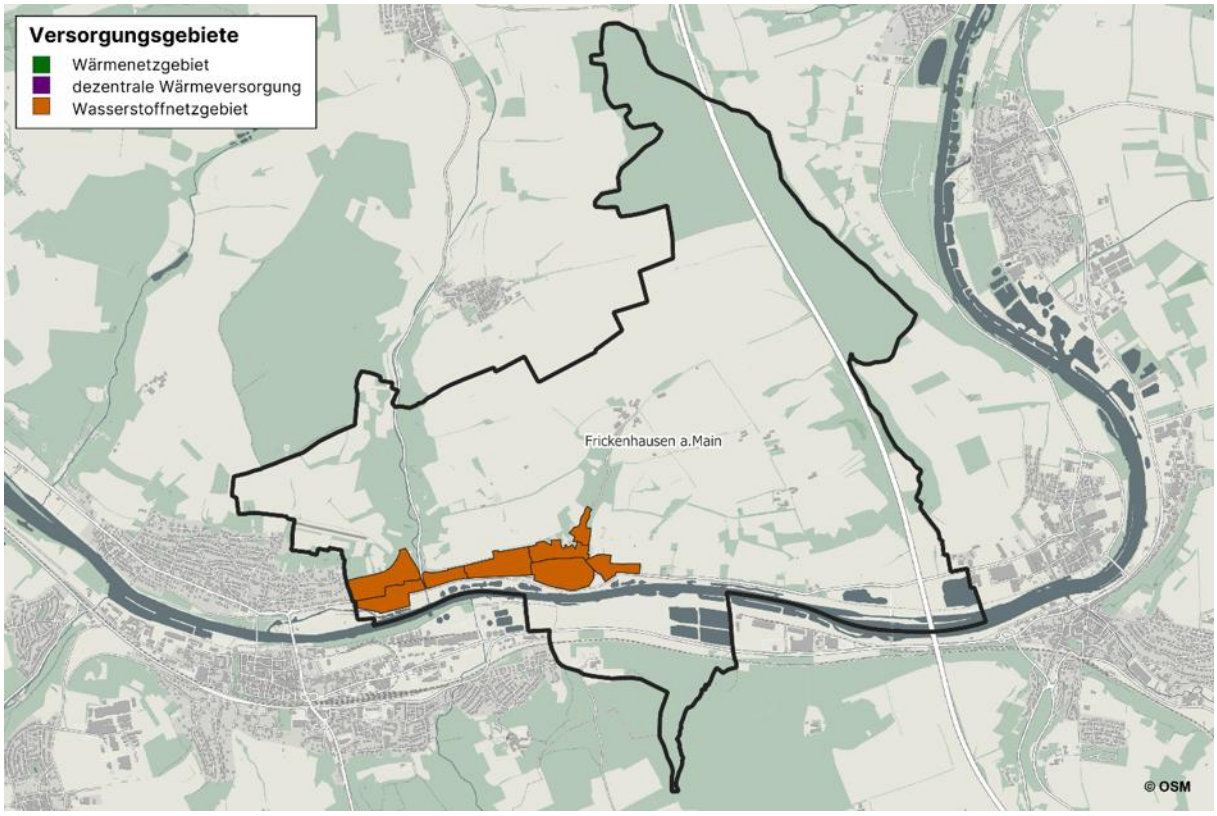


Abbildung 58: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2030

In Abbildung 58 ist zu erkennen, dass noch kein Wärmenetz umgesetzt wurde und somit in ganz Frickenhausen am Main eine dezentrale Versorgung vorliegt.

6.9 Klimapfad bis 2045

Ergänzend bis zum Zieljahr 2045 sind in der nachfolgenden Abbildung die relevanten Stützjahre ab 2030 im Vergleich der Szenarien abgebildet. Der Vergleich ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der Entwicklung der Energiebedarfe und der Energieträgerzusammenstellung, die im maßgeblichen Zielszenario hinterlegt sind.

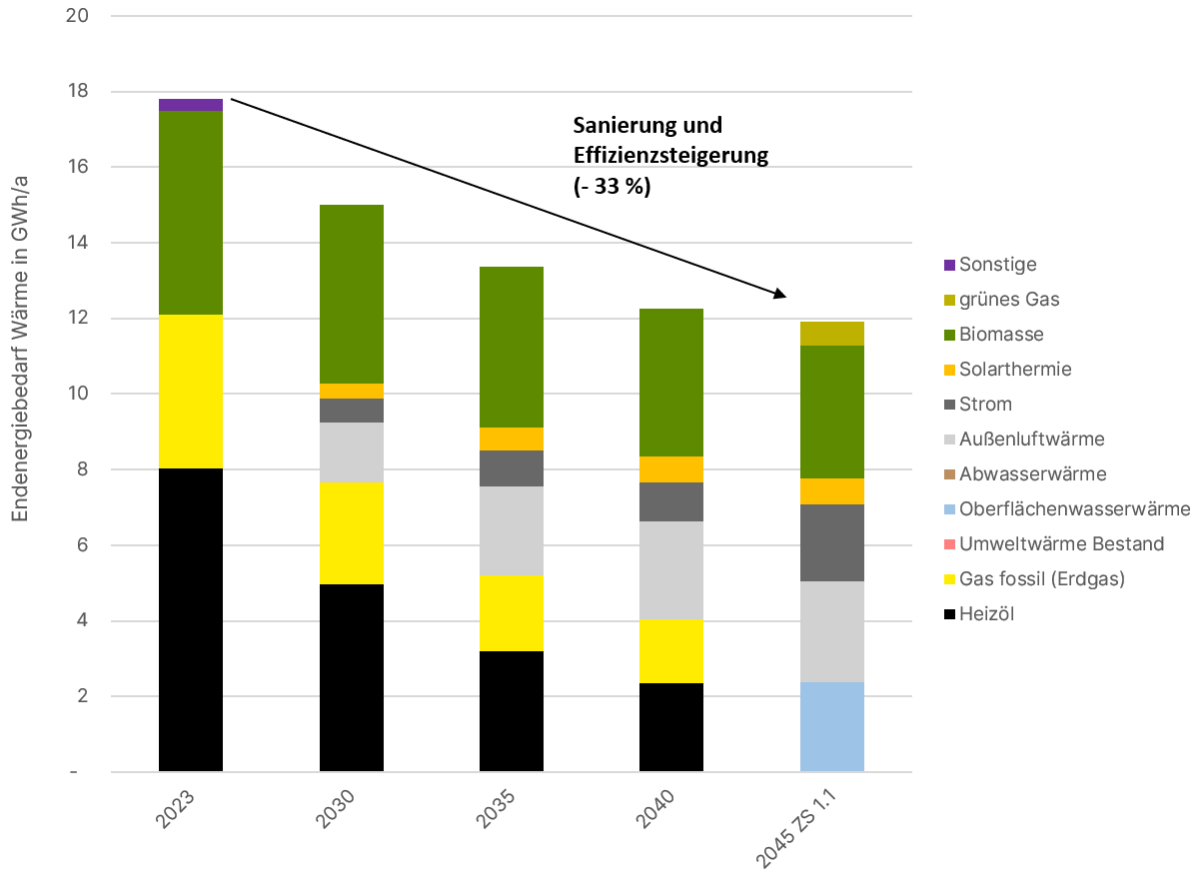


Abbildung 59: Zielszenarienvergleich der Stützjahre

Ersichtlich wird hierbei, dass im Stützjahr 2035 der Einfluss der Sanierungsmaßnahmen im Vergleich zum Jahr 2030 deutlich abnimmt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den ersten Jahren vorrangig mit der Sanierung der energetisch schlechtesten Gebäude begonnen wurde („worst performing buildings“), bei denen die größten Einsparpotenziale realisiert werden konnten. Bis 2035 ist somit ein Großteil der dezentral versorgten Gebäude umfassend saniert. Im Zuge dieser Maßnahmen erfolgte in der Regel auch eine Umstellung der Energieträger, insbesondere auf Wärmepumpensysteme.

Darüber hinaus ist im Jahr 2035 die Umstellung des bestehende Wärmenetz, welches vollständig mit Biomasse betrieben werden soll. Dieses trägt zur weiteren Reduktion des fossilen Energieanteils bei.

Bis zum Zieljahr 2045 soll zusätzlich das Wärmenetz im Ortskern in Betrieb genommen, welches die Flusswasserwärme des Mains nutzt und damit einen weiteren wichtigen Schritt zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung darstellt. Auch in diesem Stützjahr sind die zusätzlichen Einsparungen durch Sanierung und Effizienzsteigerungen nur noch gering aus oben genanntem Grund. Gleichzeitig treten die Wärmeverluste des ausgebauten Wärmenetzes stärker in Erscheinung, was den Energiebedarf leicht erhöht. Im Zieljahr 2045 erfolgt die Wärmebereitstellung vollständig auf Basis erneuerbarer Energiequellen.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Die Darstellung des Endenergiebedarfs nach Endenergiesektoren ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Die Zuordnung der Sektoren erfolgt anhand der Hauptnutzungsart der Teilgebiete.

Tabelle 15: Darstellung des Endenergiebedarfes in MWh/a nach Endenergiesektoren

Sektor	2023 [MWh]	2030 [MWh]	2035 [MWh]	2040 [MWh]	2045 [MWh]
Industrie	579	460	460	434	407
Mischnutzung	470	414	285	268	218
Wohnnutzung	16.767	14.131	12.620	11.569	11.284
Gesamt	**17.816**	**15.006**	**13.364**	**12.270**	**11.910**

Zudem werden in Tabelle 16 die Entwicklungspfade der THG-Emissionen für die Stütz- und das Zieljahr dargestellt.

Tabelle 16: Entwicklung THG-Emissionen der Stützjahre

Jahr	THG-Emissionen in t/a	THG-Einsparung bezogen auf 2023 in %
2023	3.675	-
2030	2.300	37 %
2035	1.579	57 %
2040	1.241	66 %
2045	134	96 %

Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete gemäß dem Zielszenario für das Stützjahr 2040 und für das Zieljahr 2045 sind den nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen.

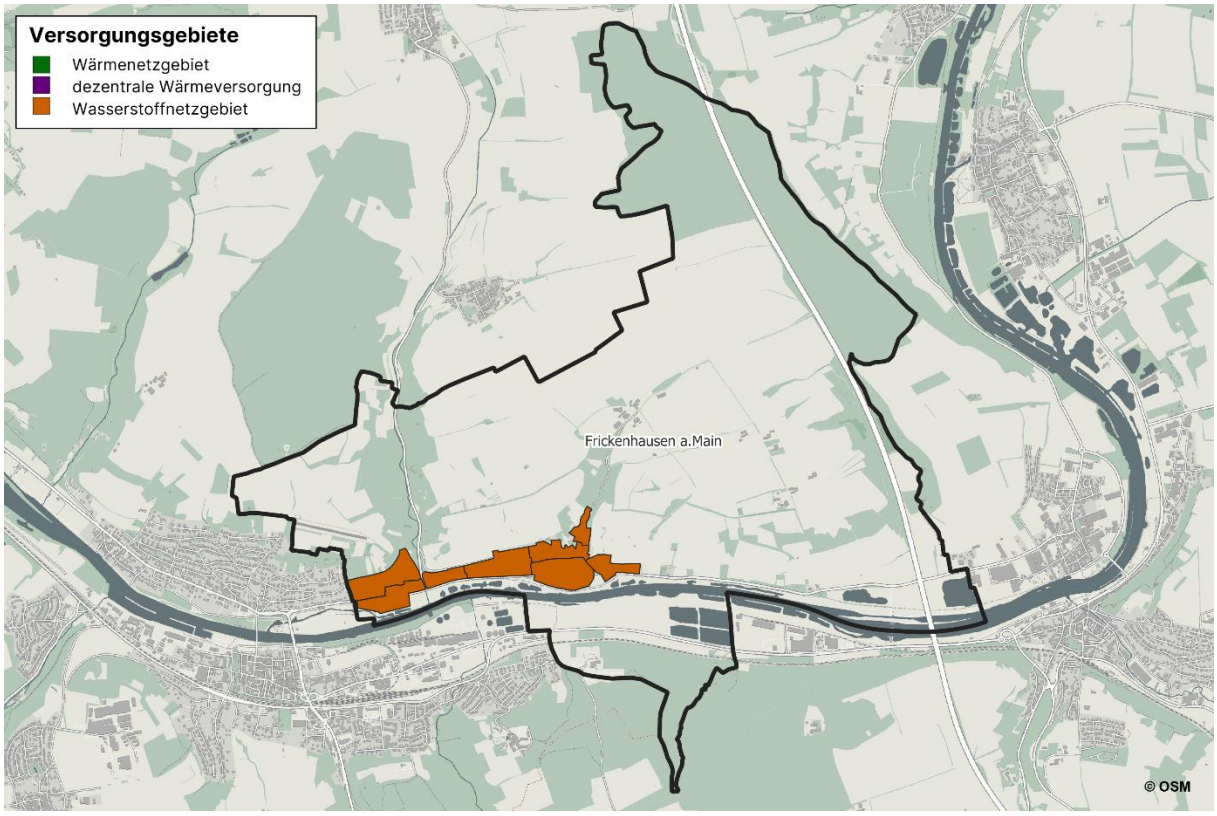


Abbildung 60: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2040

Ab dem Jahr 2045 wird schließlich das zentral versorgte Gebiet im Ortskern über ein Wärmenetz erschlossen.

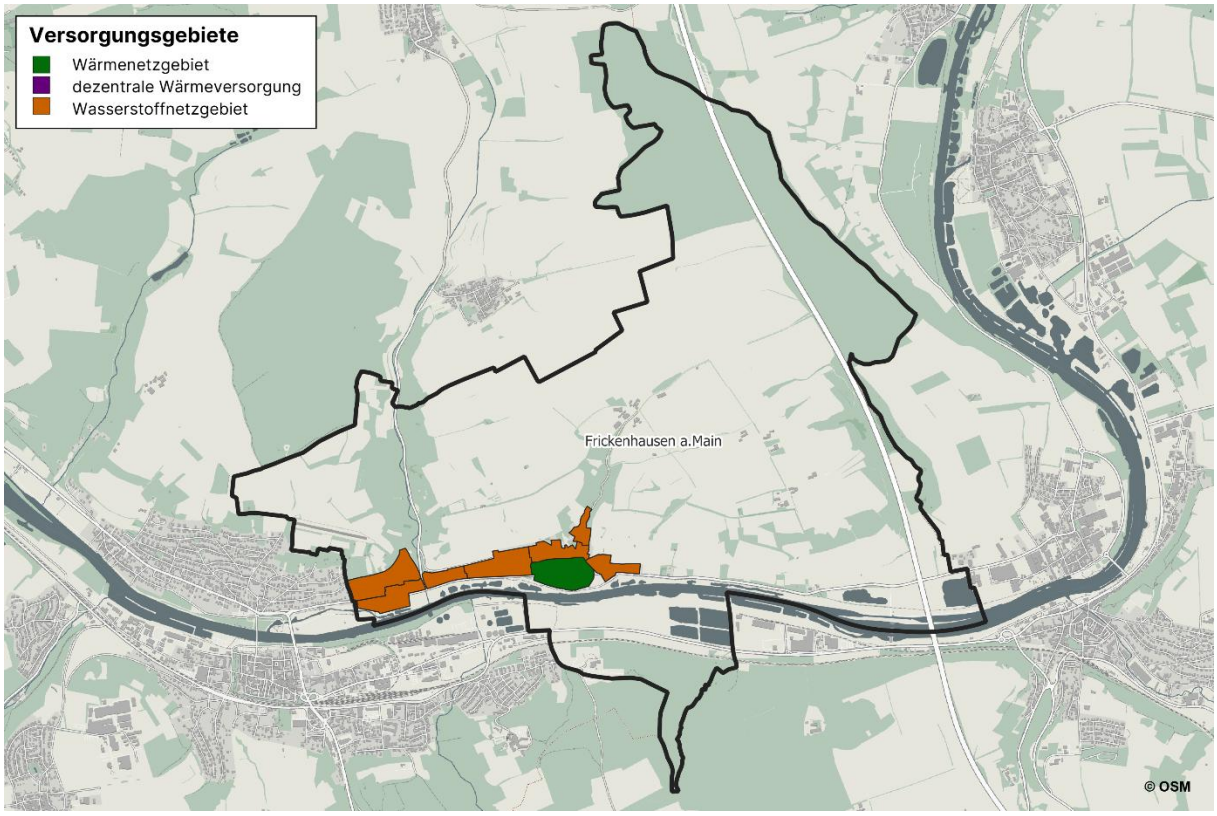


Abbildung 61: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2045

6.10 Kostenschätzung für maßgebliches Zielszenario 2045

Die Kostenschätzung für das maßgebliche Zielszenario im Jahr 2045 beschränkt sich auf die Kosten für die Sanierung von Gebäuden und der damit verbundenen Verbesserung des Wärmeschutzes sowie auf die Kosten für den Ausbau von Wärmenetzen. Kosten für zentrale Wärmeerzeuger von Wärmenetzen sind in der vorliegenden Gesamtkostenschätzung aufgrund des hierfür nur schwer prognostizierbaren Kostenrahmens nicht enthalten.

Zur Erreichung der Reduktionsziele im Wärmebedarf sind gemäß des gewählten Sanierungsszenarios in Frickenhausen am Main bis 2045 rund 279 Gebäude zu sanieren (2 % Sanierungsquote). Diese Gebäude weisen zusammen eine Brutto-Geschossfläche von 73.686 m^2_{BGF} auf. Unter Annahme eines Kostenansatzes für eine vollumfängliche energetische Sanierung von 360 €/m^2_{BGF} (Thorsten, Walberg, Gniechwitz, & Paare, 2022) ergeben sich rund 27 Mio. € Investitionsaufwand für Dämmung und Sanierung in der Gesamtkommune. Mit dem Ansatz einer linearen Kostenaufteilung resultieren bis zum Zieljahr 2045 im Mittel 1 Mio. €/Jahr (abzüglich Fördermittel), die für die Sanierung des Gebäudebestandes durch die jeweiligen Eigentümer aufzubringen sind.

Im Zielszenario 2045 ist ein Teilgebiet mit Wärmenetzen aufgeführt. Für deren Erschließung wird der Ausbau von rund 2,4 km Wärmenetz angenommen. Daraus resultieren bei Kostenansätzen von 1.500 €/m Wärmeleitung (inklusive Tiefbaukosten und Wiederherstellung der Oberfläche) 36 Mio. € Gesamtkosten. Unter Annahme einer linearen Aufteilung bis 2045, resultiert ein mittlerer Netzausbaubedarf von 0,1 km/Jahr, der mit Investitionen in Höhe von 0,2 Mio. €/Jahr verbunden wäre.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog

7.1 Ziele und Vorgehensweise

Aufbauend auf dem Entwurf des maßgeblichen Zielszenarios werden eine übergeordnete Handlungsstrategie und konkrete Maßnahmen ausgearbeitet, die für die kommunale Verwaltung als Leitfaden für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in den nächsten Jahren dienen. Die Entwicklung dieser Maßnahmen beinhaltet von der Kommunalverwaltung selbst umzusetzende Maßnahmen als auch Maßnahmen Dritter. Maßstäbe für die Maßnahmenentwicklung sind das maßgebliche Zielszenario, laufende Planungs- und Umsetzungsprojekte als auch Kapazitäten der Zielgruppen. Als zentrales Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung werden fünf zentrale und priorisierte Maßnahmen entwickelt. Diese dienen als Grundlage für die weitere Umsetzung der Wärmeplanung und werden hinsichtlich ihrer Zielsetzung, Einsparpotenzial, Zuständigkeit sowie der erforderlichen nächsten Umsetzungsschritte für die kommenden Jahre konkretisiert. Die priorisierten Maßnahmen sind in Kapitel 7.5 ausformuliert.

Ergänzend werden in den nachfolgenden Kapiteln noch übergeordnete begleitende Maßnahmen beschrieben, die für einen erfolgreichen Transformationsprozess nach der erstmaligen Erstellung der kommunalen Wärmeplanung strukturell anzugehen sind. Diese sind in der sogenannten „Meta-Ebene“ angeordnet. Darüber hinaus werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung die potenziellen Wärmenetzgebiete, Prüfgebiete als auch kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der Bestandssituation priorisiert zu betrachten sind.

Der Maßnahmenkatalog umfasst fünf Maßnahmen. Die Ausweitung des Maßnahmenkatalogs auf alle Teilgebiete innerhalb der kommunalen Gemarkung wird als sinnvoll erachtet. Dies ist erforderlich, um eine vollumfängliche Bewertungsgrundlage für die Fortschreibung der kommunalen Wärmewendestrategie zu schaffen und Abhängigkeiten sowie Potenziale über die fünf Maßnahmengebiete hinaus auch zukünftig zu dokumentieren und im Blick zu behalten. In Kapitel 7.4 sind die Inhalte und Beispiele der Teilgebiet-Steckbriefe beschrieben.

7.2 Maßnahmen auf Meta-Ebene

Um das Thema kommunale Wärmeplanung in der Kommune ausreichend berücksichtigen und etablieren zu können, bedarf es entsprechender Personalressourcen und Haushaltsmittel. Zudem sollten klimaschutzrelevante Themen in der Kommune weiter zur Diskussion gebracht und notwendige Projekte mit externen und internen Partnern angeschoben werden.

Nachfolgend sind die Maßnahmenbereiche aufgeführt, die sich ergänzend zu den priorisierten Maßnahmen bei EGS-plan auf der Meta-Ebene ansiedeln. Darunter verstehen wir im Wesentlichen rahmenbildende, prozessuale Maßnahmen zur Verstetigung des Transformationsprozesses bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Kommunalverwaltung. Diese Prozesse sind auf einen längeren Zeitraum bis zur Vollendung der Wärmewende ausgerichtet. Zum Teil liegt dabei der Erfolg der späteren Umsetzung explizit nicht im direkten Wirk- und Entscheidungsbereich der Kommune.

Diese sind unter anderem folgende Ansätze:

a) Schaffung von verwaltungsinternen Strukturen für die Fortschreibung der KWP

- Ziel: Etablierung der KWP als fortlaufende Aufgabe der Kommunalverwaltung
- Maßnahmen:
    - Schaffung, Qualifizierung und Etablierung von Personalkapazitäten in der Verwaltung (Klärung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Befugnissen)
    - Organisation und Koordination der Fortschreibung der KWP
        - Aktualisierung von Daten
        - Berichtswesen – Monitoring und Reporting
        - Evaluation von Maßnahmen und Strategien
    - Einrichtung eines regelmäßigen verwaltungsinternen „Wärmewende-Meetings“ mit den beteiligten Fachabteilungen (Fachabteilungsübergreifende Planungsabstimmungen im Kontext der KWP)
    - Koordination eines jährlichen KWP-Workshops unter Beteiligung von Fachexperten aus dem Bereich Energie und Stadtplanung (u. a. die Bereiche Stadtplanung und -entwicklung, Umwelt- und Klimaschutz, Energie (inkl. Stadtwerke und Eigenbetriebe), Wohnungsbau, Gebäude- und Energiemanagement, Kämmerei sowie weitere Abteilungen und Bereiche der Kommune)

b) Wärmeplanung als Teil der kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung

- Ziel: Einzug der lokalen Wärmewendestrategie in die Fachplanungen der Kommune
- Maßnahmen:
    - Prüfung laufender und neuer städtischer Projekte im Kontext der Energieversorgung auf die Kompatibilität mit den Zielsetzungen der KWP
    - Formulierung von Textbausteinen als Vorlage für Bauleitplanung und Bebauungspläne mit Ausrichtung auf die Rahmensetzung für Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung
    - Ausweisung von Wärmenetz-Vorrang/Ausbau-Gebieten
    - Prüfung von kommunalrechtlichen Ansätzen wie Verbrennungsverbote und Anschluss- und Benutzungspflichten in Wärmenetz-Gebieten
    - „Fernwärmesatzung“, § 11 GemO BW
    - Satzungsrechtliches Verbrennungsverbot geregelt über z. B. B-Plan
    - Aufnahme der Anforderungen der KWP als verbindliche Elemente in städtebaulichen Kaufverträgen und Konzeptvergabeverfahren
    - Prüfung der Konzessionsverträge auf Zielkonflikte der KWP sowie Berücksichtigung von Klimaaspekten und KWP-Ergebnissen im Auswahlverfahren und bei der Neuausschreibung
    - Standortplanung: Ansiedlung von Gewerbe mit Abwärme-Potenzialen in Fernwärmegebieten und Verbrauchern mit Gasbedarf in Gasversorgungsgebieten
    - Transfer der kommunalen Wärmeplanungsergebnisse in die Regionalplanung (Flächensicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten)

c) Kommunikationskonzept zur kommunalen Wärmeplanung

- Ziel: Fortlaufende Information und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger sowie weiteren kommunalen Stakeholdern zur Akzeptanzsteigerung bei der Umsetzung der KWP
- Maßnahmen:
    - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie für die relevanten Akteursgruppen
    - Durchführung von Infokampagnen und -veranstaltungen zu Ergebnissen sowie anstehenden Prozessen und Maßnahmen
    - Aufbau Wissenspool und Infozentren

d) Beschleunigung der Gebäudesanierung

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Gebäudesanierungsmaßnahmen im privaten Bereich
- Maßnahmen:
    - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
    - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
    - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
    - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
    - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften
    - Identifikation von Schwerpunktgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
    - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z. B. GEG, PV-Pflicht-BW durch die zuständige Behörde

e) Beschleunigung der Nutzung erneuerbarer Energien

- Ziel: Schaffung von Anreizen für die Nutzung erneuerbarer Energien an Gebäuden und auf Freiflächen
- Maßnahmen:
    - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich Strom und Wärme
    - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
    - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für den Austausch fossiler Wärmeerzeugungsanlagen durch emissionsfreie Wärmeerzeuger
    - Organisation von Marktplätzen für Freiflächen für Energieinfrastrukturen; z. B. Freiflächen-PV, Agri-PV für das Vernetzen von Flächenbesitzern und Flächensuchenden

f) Beschleunigung der Energieeinsparung durch Effizienzmaßnahmen in der Anlagentechnik

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Nicht-Wohnungsbereich und im Bereich Prozesswärme
- Maßnahmen:
    - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Hebung von Effizienzpotenzialen
    - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
    - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für Effizienzmaßnahmen in relevanten Industrien in der Kommune mit konkreten fachlichen Schwerpunkten
    - Organisation und Vernetzung von Akteuren innerhalb eines kommunalen Abwärme-Katasters

g) Suffizienzstrategien für die Wärmewende im Wohnbereich

- Ziel: Entwicklung von Strategien zur Suffizienzsteigerung im Bereich Wohnen = Wärmeeinsparung durch z. B. Optimiertes Nutzerverhalten oder Erhöhung der Wohnflächendichte pro Kopf
- Maßnahmen:
    - Ausarbeitung von Konzepten für die Umsetzung von mehr Suffizienz im Wohnbestand
    - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten mit Nutzerinformationssystemen (Ziel: Sensibilisierung und zeitnahe Information der Bewohner über Wärmeverbrauch)
    - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten zur Reduzierung der pro Kopf zur Verfügung stehenden – und damit auch zu beheizenden – Wohnfläche durch Wohnungsbelegungs- und -vermittlungsstrategien oder veränderte Flächennutzungskonzepte

7.3 Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden vielfältige Datengrundlagen und Ergebnisdarstellungen analysiert. Ein für den Transformationsprozess wichtiges Element ist die Ausweisung räumlich abgegrenzter Bereiche, die mittelfristig im Zuge des Transformationsprozesses priorisiert zu berücksichtigen sind. Die Betrachtung dieser Gebiete erfolgt über zwei Wertungsmethoden, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Mit der Analyse werden diese „*Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete*“ und die kommunalen *„Fokusgebiete“* identifiziert und für den weiteren Prozess sichtbar gemacht. Zusätzlich sind in dem vorliegenden Kapitel abschließend die Teilgebiete aufgeführt, die auch perspektivisch mit grünen Gasen über die vorhandene Infrastruktur im Zielszenario versorgt werden.

7.3.1 Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete

Zentrale Wärmeversorgungsinfrastrukturen können eine wichtige Rolle in einem klimaneutralen Versorgungssystem einnehmen. Wichtige Systemdienstleistungen können auf der Ebenen von Wärmenetzen und zentralen Wärmeerzeugungen für ein zukunftsfähiges Energiesystem besser zur Verfügung gestellt werden. Unter anderem sind diese laut (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020):

- Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung zentral erschließbarer erneuerbarer Energien
- Bedarfsgerechter, stromnetzgeführter Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Groß-Wärmepumpen in Heizzentralen
- Erhöhung der Effizienz im Energiesystem durch die Möglichkeit zentrale Abwärmequellen zu nutzen
- Flexibilitätsgewinne durch Einbindung großer thermischer Speicher

Wärmenetze können dabei unterschieden werden in Wärmenetze mit einem Temperaturniveau, die nutzbare Wärme liefern und kalten Wärmenetzen, die als Wärmequelle für dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden dienen.

Für die Ausweisung der Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete werden unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt, die in Kapitel 4.4.1 detaillierter beschrieben sind:

- Vorhandensein bestehender Wärmenetze
- Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte im Teilgebiet
- Siedlungsstruktur
- Vorhandensein von Ankerkunden

Ergänzend zu dieser Bewertung wird nun in dem vorliegenden Schritt die konkrete Verfügbarkeit von Energieträgern und Umweltwärmequellen für eine zentrale Wärmebereitstellung mitberücksichtigt. Diese Information stammt aus der Phase der Potenzialanalyse, in der die Deckungspotenziale von zentral nutzbaren erneuerbaren und emissionsfreien Energieträgern berechnet wurden

In Abbildung 62 sind die potenziellen Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete dargestellt, die im maßgeblichen Zielszenario enthalten sind.

Auf Basis dieser Ausarbeitung können, wie in Kapitel 7.2 beschrieben,

- Wärmenetzverdichtungsgebiete,
- Wärmenetzausbaugebiete,
- Wärmenetzneubaugebiete oder
- Prüfgebiete

definiert werden.

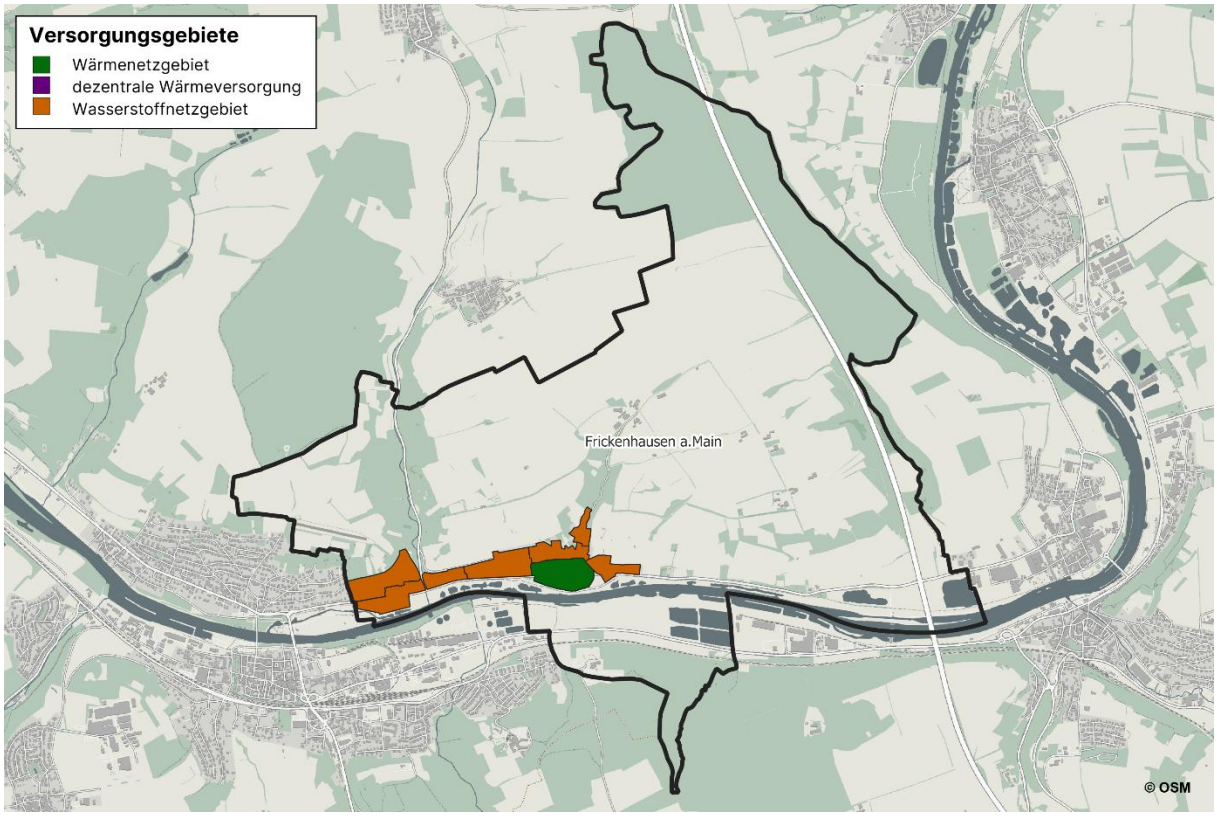


Abbildung 62: Teilgebietekarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielszenario

7.3.1.1 Relevante Wärmenetzgebiete im Zielszenario

Im maßgeblichen Zielszenario wird ein Wärmenetzgebiete definiert.

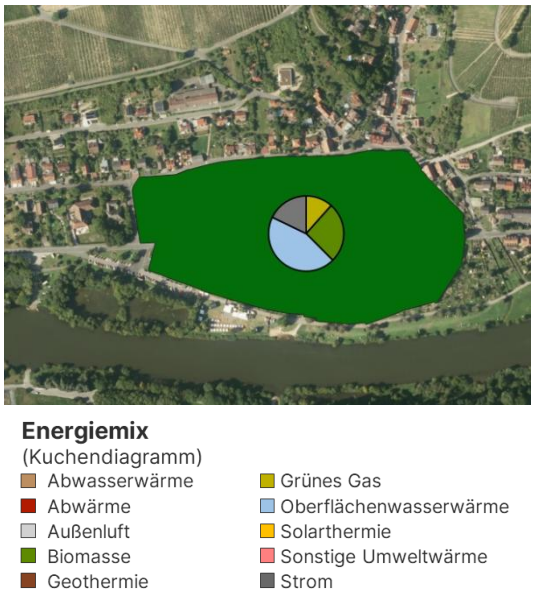
Dabei wird davon ausgegangen, dass der bereits genutzte Biomasseanteil sowie die vorhandenen dezentralen Wärmepumpen aus dem Bestand im Zielszenario weiterhin betrieben werden. Die entsprechenden Gebäude bleiben daher vom zentralen Wärmenetz im Zielszenario unabhängig und leisten eigenständig einen Beitrag zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Das **Wärmenetzgebiet „Ortskern Frickenhausen“** stellt die zentrale Versorgungsoption für die Altstadt dar, die aufgrund ihrer hohen Bebauungsdichte nur wenige Möglichkeiten für eine dezentrale Versorgung mit erneuerbarer Wärme bietet. Das Prüfgebiet umfasst das

Teilgebiete 405. Der Wärmebedarf dieses Teilgebietes beträgt rund 4.700 MWh/a und entspricht rund 41 % des Wärmebedarfs im Zieljahr. Die nötige Wärmenetzlänge ergibt sich aus der kumulierten Straßenlänge in dem beteiligten Teilgebiet zu 2,4 km.

Wärmenetz „Ortskern Frickenhausen" – Energieträgerzusammensetzung der Teilgebiete

Stadtteil	Frickenhausen am Main
Netztypologie	Wärmenetz
Wärmenetzlänge	
Bestand	0,0 km
Zielszenario	2,4 km
Wärmebedarf Zieljahr	4,7 GWh/a
Energieträger	grünes Gas (12 %) Biomasse (26 %) Strom Wärmepumpe (18 %) Flusswasserwärme (45 %)



7.3.2 Kommunale Fokusgebiete

In Ergänzung zu den Wärmenetzgebieten werden kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der aktuellen Situation einem besonderen Handlungsdruck im Zuge des anstehenden Transformationsprozesses im Bereich Wärme unterliegen.

Um diese Fokusgebiete zu identifizieren, werden für den Transformationsprozess relevante Aspekte näher betrachtet. Im Rahmen einer manuellen Analyse werden alle Teilgebiete im Kommunalgebiet hinsichtlich der nachfolgenden Kriterien aufbereitet und bewertet.

- **Anteil Ölheizungen in den Teilgebieten**
  Fossile Energieträger sind für eine klimaneutrale Wärmeversorgung nicht geeignet. Speziell Ölheizungen sind daher konsequent und prioritär umzustellen auf klimaneutrale Wärmesysteme. Ein hoher Anteil von Ölheizungen wird daher als Kriterium erachtet, um einen definitiven Bedarf zur Umstellung der Wärmeerzeugungsanlage bestimmen zu können.
- **Absolute und flächenspezifische THG-Einsparpotenziale**
  Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist die Minimierung von Treibhausgasemissionen. Ausgehend von den Ergebnissen der Bestandsanalyse und des Zielszenarios werden die Teilgebiete mit relativ hohen Emissionen sowie Energieeinsparpotenzialen (siehe auch Kapitel 5.2.3) identifiziert und als priorisierende Teilgebiete für die Transformation der Wärmeversorgung ausgewiesen.

- **Absolute und flächenspezifische ENA-Einsparpotenziale**
  (ENA = Erzeugernutzenergieabgabe = Wärme, die von der Heizung bereitgestellt wird)
  Ausgehend von den Ergebnissen der Bestandsanalyse und Potenzialanalyse werden die Teilgebiete mit relativ hohem Wärmebedarf und -einsparungspotenzialen gemäß dem Leitszenario in der Potenzialanalyse (siehe auch Kapitel 5.2.1) identifiziert und als priorisierende Teilgebiete für die Transformation der Wärmeversorgung ausgewiesen.

In Abbildung 63 sind die oben aufgeführten Kriterien in räumlicher Darstellung auf die Teilgebiete in der Kommune angewendet. Durch Überlagerung der Informationen aus den einzelnen Karten können die kommunalen Fokusgebiete mit besonderer Relevanz und Handlungsbedarf im Kontext des anstehenden Transformationsprozesses identifiziert werden. Die resultierenden kommunalen Fokusgebiete sind in Abbildung 64 dargestellt.

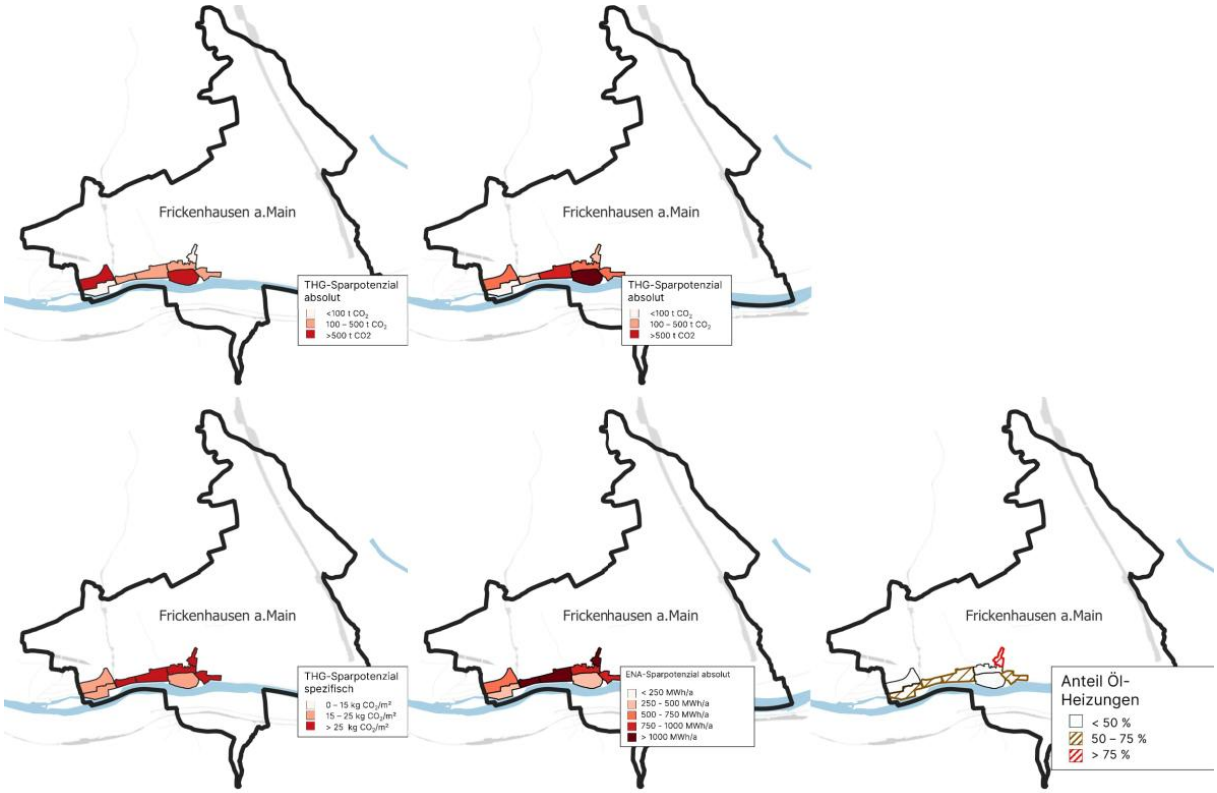


Abbildung 63: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

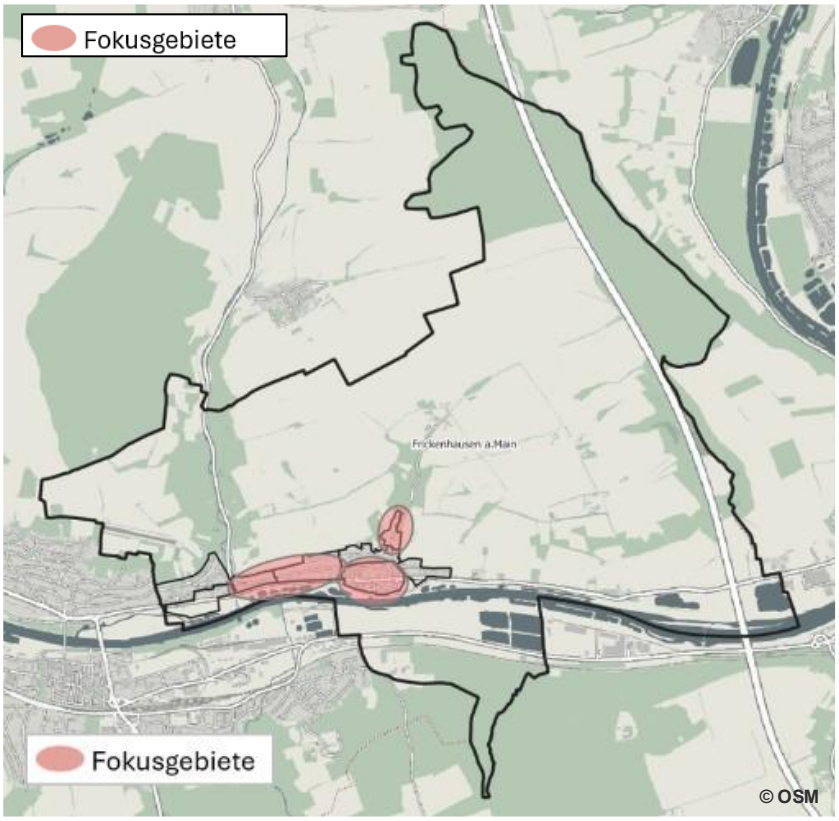


Abbildung 64: Kommunale Fokusgebiete

Für die in Abbildung 64 herausgearbeiteten Fokusgebiete sind geeignete Verfahren und Maßnahmen zu entwickeln, die aufzeigen sollen, wie eine Unterstützung beim anstehenden Transformationsprozess erfolgen kann. Neben der Berücksichtigung der Fokusgebiete bei den priorisierten Maßnahmen in Kapitel 7.5 ergibt sich auch die Möglichkeit, hierfür Folgeprojekte wie Stadtsanierungskonzepte (KfW-Programm 432; u. a. Möglichkeit zur Ausweisung als Sanierungsgebiete im Rahmen einer gesonderten städtebaulichen Entscheidung) oder auch Machbarkeitsstudien im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) abzuleiten.

7.3.3 Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf

Bei der kommunalen Wärmeplanung stellt sich regelmäßig die Frage, in welcher Form die Gasnetzinfrastruktur im Zieljahr genutzt werden soll. Von Aussagen zur Stilllegung oder dem Rückbau von Gasnetzen wird hierbei abgesehen, da die mittelfristige Entwicklung der vorgelagerten Energieinfrastruktur in Deutschland aktuell einer starken, nicht klar prognostizierbaren Dynamik unterliegt. Diesem Aufgabenbereich widmen sich die Gasnetzbetreiber im Rahmen von Gasnetzgebietstransformationsplänen, wobei sinnvollerweise die Erkenntnisse aus der kommunalen Wärmeplanung mit integriert werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegt der Schwerpunkt daher auf der Ausweisung der Teilgebiete, die im Zielszenario mit grünen Gasen anteilig die Wärme bereitstellen. Dabei

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

können auch Heizzentralen in Wärmenetzen mit enthalten sein, die an zentraler Stelle Wärme für die Teilgebiet-übergreifende Versorgung bereitstellen. Die Methodik zur Bestimmung dieser Teilgebiete ist in Kapitel 5.3.13.3 beschrieben. Die resultierenden Teilgebiete sind in Abbildung 65 dargestellt.

Bei den Teilgebieten mit Gasbedarf ist zu berücksichtigen, dass hier sowohl Teilgebiete mit dezentralen Heizungsanlagen auf Gebäudeebene als auch Teilgebiete mit Wärmenetzen enthalten sind. Bei den Teilgebieten mit Wärmenetzen findet die Nutzung der grünen Gase nicht im Versorgungsgebiet, sondern am Ort der Wärmebereitstellung an den potenziellen Heizzentralen-Standorten statt.

Insgesamt werden im Zielszenario noch 619 MWh/a (Endenergie) für die Wärmeversorgung durch grüne Gase aufgewendet. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Endenergiebedarf Wärme von rund 5 %. Im Vergleich zum Gasverbrauch im Basisjahr reduziert sich die Menge an Gasen zur Wärmebereitstellung um 3.473 MWh/a, was einem Rückgang um 85 % entspricht.

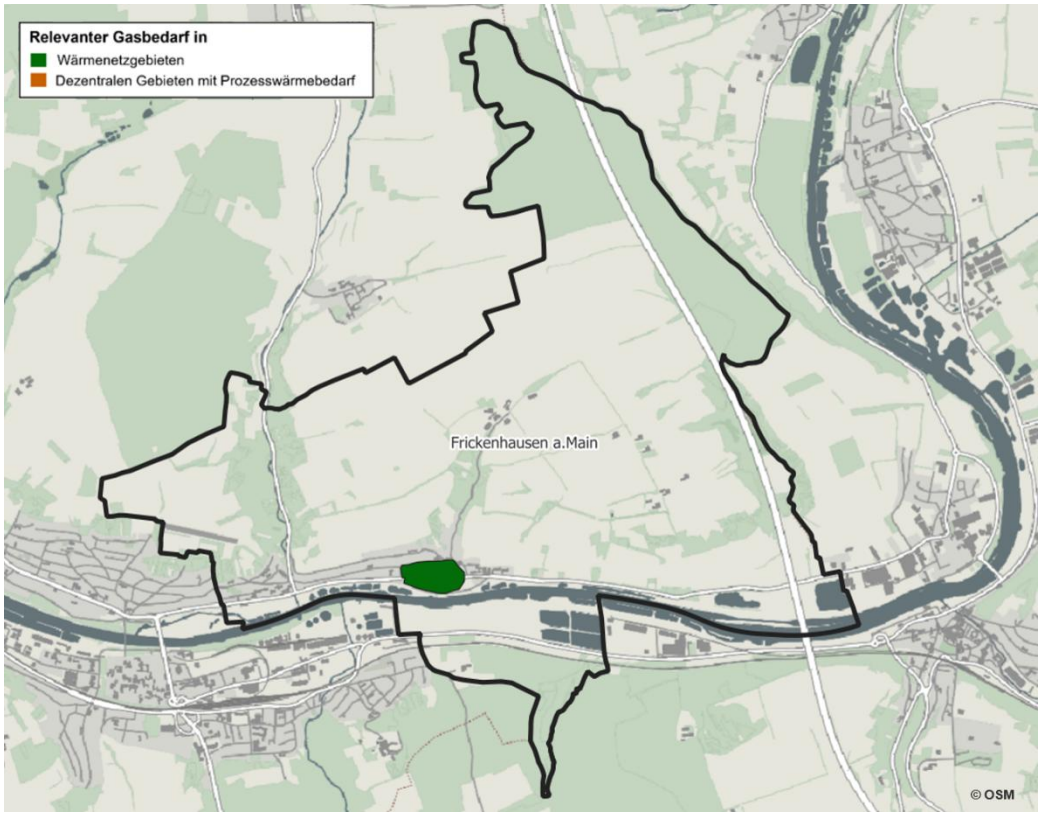


Abbildung 65: Teilgebiete mit relevantem Gasbedarf im Zielszenario

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

7.4 Teilgebiet-Steckbriefe

Für die abschließende Dokumentation der kommunalen Wärmeplanung wird für jedes Teilgebiet ein Steckbrief erstellt. Die Teilgebiet-Steckbriefe sind in der Anlage zum Abschlussbericht zusammengeführt und beinhalten die grundlegenden Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung auf Teilgebiet-Ebene.

Die Struktur und der Inhalt der Teilgebiet-Steckbriefe orientieren sich dabei an den Arbeitsphasen der KWP. Im oberen Teil sind Informationen aus der Eignungsprüfung und Bestandsanalyse aufgelistet, die wesentlichen Kennzahlen, Nutzungsinformationen und einen Kartenausschnitt enthalten. Ergänzt um die Energie- und Treibhausgasbilanz sind alle wesentlichen Daten zur Beschreibung der Ausgangssituation prägnant enthalten.

Der Abschnitt “Potenziale“ zeigt die angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs im Teilgebiet auf und informiert über die ermittelten Potenziale zur Bedarfsdeckung im Zieljahr, die vor Ort im Teilgebiet vorliegen.

Die abschließende Rubrik „Zielszenario“ bildet die Ergebnisse zum empfohlenen Versorgungssystem und Energieträgereinsatz ab. Für die dargestellte Versorgungsoptionen besteht laut Wärmeplanungsgesetz kein Anspruch Dritter auf Einteilung zu einem bestimmten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

Bei der Nennung der Versorgungsoptionen ist dabei zu berücksichtigen, dass für die Erreichung der Klimaneutralität im Bereich Wärme speziell bei der Empfehlung von dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen als nahezu gleichwertig einzustufen sind. So können bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z. B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen zum Einsatz kommen. Darüber hinaus sind laut Wärmeplanungsgesetz auch bei dezentralen Versorgungen nachfolgende Erfüllungsoptionen geeignet:

- gasförmige, feste und flüssige Biomasse
- grünes Methan
- Solarthermie

Die Teilgebiet-Steckbriefe dienen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung als wichtige Dokumentation, um für Anfragen aus Verwaltungsbereichen und der Öffentlichkeit zielgerichtet Informationen bereitstellen zu können. So lassen sich andere kommunale Themen mit den Inhalten und Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung effizient und einfach abgleichen und ggf. kommunale Fragestellungen darauf basierend anpassen.

Auf nachfolgender Abbildung wird exemplarisch ein Teilgebiet-Steckbrief dargestellt.

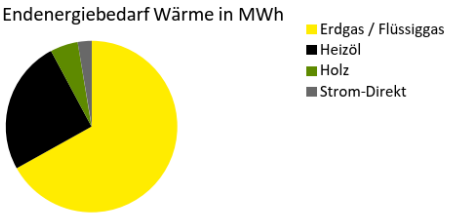
Teilgebiet-Steckbrief 5 Musterstadt

Bestand

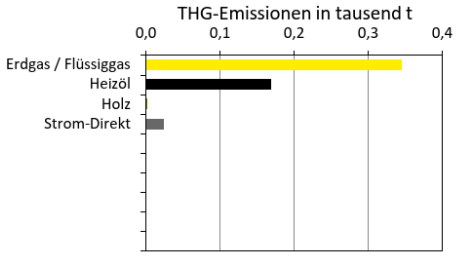
Teilgebiet:	5
Ortsteil:	Musterstadt
Hauptnutzung Gebäude:	Wohnnutzung
Teilgebietsfläche:	4,4 ha
Gebäude/Denkmalschutz:	109/2
überbaute Grundfläche (GF):	13.541 m²
Bebauungsdichte:	0,3 m²GF/m²Teilgebietsfläche
Wärmedichte 2023/2045:	457 / 344 MWh/(ha*a)
Gasnetz vorhanden:	ja
Wärmenetz vorhanden:	nein



Energie- und THG-Bilanz Referenzjahr

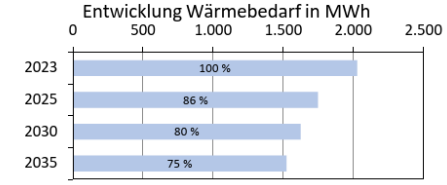


Summe: **2.147 MWh** **1,6% von Kommune**

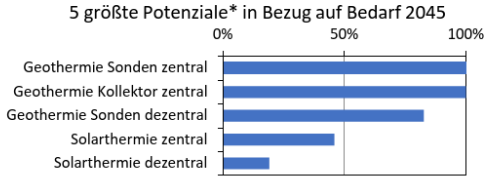


Summe: **538 t $CO_{2Äq.}$** **1,8% von Kommune**

Potenziale (zur Wärmebedarfsdeckung 2045)



Anteil sanierter Gebäude in 2045: 29%



* Biomasse (fest, flüssig, gasförmig), grüne Gase/Methan ebenfalls möglich

Zielszenario 2045

Ausgehend von Ist-Situation und Potenzialanalyse ergibt sich folgende Versorgungsoption im Zielszenario:

	Zielszenario	Eignungsbewertung nach §18 WPG
Versorgungssystem	Dezentral	**Wärmenetzeignung** Bepunktung: 2,0 wahrscheinlich geeignet
Energiequelle/-träger	Außenluftwärme (58 %), Strom-WP (27 %), Geothermie Sonden dezentral (9 %), Holz (6 %) Anteil Außenluft-WP kann auch höher werden; Weiterer Anteil aus Biomasse und Gas möglich	**H_2-Netz Eignung** Bepunktung: 0,7 sehr wahrscheinlich ungeeignet
THG-Emissionen**	20 t THG-Einsparung: 96%	**Dezentrale Versorgung** Bepunktung: 2,4 sehr wahrscheinlich geeignet
Akteure	Gebäudeeigentümer (mit Energieberater/Heizungsbauer)	0-0,75: sehr warhscheinlich ungeeignet 1,5-2,25: wahrscheinlich geeignet 0,75-1,5: wahrscheinlich ungeeignet 2,25-3: sehr wahrscheinlich geeignet

Investitionskosten	Sanierung Gebäude:	2.300 T€	sanierte BGF:	6.428 m²
	Wärmenetzausbau:	0 T€	Trassenlänge (Neubau):	0 m
Anmerkung	Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird hier in Zukunft kein Wärmenetz gebaut! Anforderungen des GEG sind auf Ebene der Gebäude zu lösen: Energieberater / Heizungsbauer für Beratung Mögliche Energieträger: u.a. Wärmepumpe, Biomasse (fest, flüssig, gas), Grünes Gas/Methan, Solarthermie			
Hinweis				

** ggü. Referenzjahr, mit Emissionsfaktoren in 2045 Hinweis: Grundwasser als Wärmequelle möglich

Abkürzungen: GF - bebaute Fläche; BGF - Bruttogeschossfläche; THG - Treibhausgase; WP - Wärmepumpe

Abbildung 66: Beispiel Teilgebiet-Steckbrief

7.5 Priorisierte Maßnahmen des Wärmeplans

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) sowie den hierzu in Bayern geltenden Ausführungsbestimmungen werden fünf zentrale Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmeplanung benannt. Diese zeigen den Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung auf und werden hinsichtlich ihrer Priorität sowie ihrer zeitlichen Umsetzung im Maßnahmenkatalog dargestellt. Die fünf Maßnahmen bilden dabei die zentralen Handlungsschwerpunkte für die Umsetzung der kommunalen Wärmewendestrategie.

Die priorisierten Maßnahmen sind aus der Analyse des Zielszenarios und in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung sowie den lokalen Akteuren entwickelt worden.

Es wurden auf Basis des Status Quo sowie des Zielszenarios Vorschläge für Maßnahmen gemacht, die für die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung relevant und notwendig sind.

Für eine bessere Einordnung und Bewertbarkeit der Maßnahmenvorschläge werden diese zunächst geordnet und in Strategiefeldern eingeteilt.

Strategiefeld inkl. Maßnahme	Verbrauchen	Versorgen	Regulieren	Motivieren
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien				
Erschließung Potenzial Außenluft WP: Informationen & Akteure				x
Wärmenetzausbau und –transformation				
Untersuchung Wärmenetz Frickenhausen a.Main (Machbarkeitsstudien in Vorbereitung zur Umsetzungsförderung)				x
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden				
Ausweitung der Beratung Sanierung und Effizienzsteigerung				x
Portfolioanalyse des kommunalen Gebäudebestands	x			x
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren:				
Förderung Austausch alter Ölheizungen				x
Strom-/Wasserstoffnetzausbau:				
Koordinierter Stromnetz-Dialog				x
Koordinierter Gasnetz-Dialog				x
Verbraucherverhalten und Suffizienz:				
Gründung Umsetzungsteam Wärmeversorgung				x

Abbildung 67: Maßnahmenübersicht nach Strategiefeldern

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Diese Maßnahmen wurden dann mithilfe von folgenden Kriterien qualitativ bewertet:

- Kosten für Durchführung
- THG-Einsparung (CO_2-Äq.)
- Synergien mit anderen Planungen der Kommunalverwaltung
- Beitrag für 100 % klimaneutrale Versorgung
- Akteursbereitschaft zur Mitwirkung
- Reifegrad bis zur Umsetzung
- Mehrwert über Wärmesektor hinaus
- Projekterfolg steuerbar durch Kommunalverwaltung

Im Anschluss wurden die Maßnahmen mit dem Projektteam und der Stadtverwaltung durchgesprochen und gemeinsam die Entscheidung für fünf Maßnahmen getroffen.

In den nachfolgenden Abschnitten sind die priorisierten fünf Maßnahmen in Steckbriefen beschrieben. Die Steckbriefe weisen dabei eine einheitliche Struktur auf und beinhalten folgende Elemente:

- Beschreibung Ist-Situation
- Einordnung in Zielszenario der KWP
- Konkrete Auflistung der Leistungsbausteine
- THG-Einsparpotenzial
- Angaben zu den Akteuren
- Grober Zeitplan
- Kostenübersicht

7.5.1 Erschließung Potenzial Außenluft

Kategorie: Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

In der Kommune Frickenhausen am Main wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein signifikantes Potenzial für die Nutzung von Außenluftwärmepumpen nachgewiesen. Aktuell ist der Anteil der zum Einsatz kommenden Wärmepumpen in Frickenhausen am Main gering. Im Bezugsjahr der Datenerfassung werden weniger als 1 Prozent der wärmeversorgten Gebäude über Wärmepumpen versorgt. Die Potenzialanalyse zeigt, dass die Mehrheit der Gebäude in dezentral versorgten Teilgebieten ein Außenluftpotential aufweisen, da ausreichend Platz für die Aufstellung besteht und die vorgeschriebenen Mindestabstände zu benachbarten Gebäuden häufig eingehalten werden können. Eine Einzelprüfung auf Gebäudeebene ist weiterhin notwendig.

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung und damit einen starken Ausbau von Wärmepumpen. Die Außenluft ist eine zuverlässige Umweltwärmequelle in Kombination mit einer Wärmepumpe.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2045 spielt die Umweltwärmequelle Außenluft eine zentrale Rolle. Der Wärmebedarf im Jahr 2045 wird zu rund 30 % über Außenluftwärmepumpen gedeckt, dies entspricht einer Wärmebereitstellung von rund 4,0 GWh/a.

Um den privaten Immobilieneigentümer die Erschließung des Außenluft-Potenzials möglichst einfach, wirtschaftlich attraktiv und effizient zu gestalten, soll ein anreizstiftender Rahmen durch die Kommunalverwaltung geschaffen werden. Die Hürde der Immobilieneigentümer zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung mittels dezentralen Außenluftwärmepumpen soll so gering wie möglich gehalten werden.

Inhalte des Organisationsrahmens zur Erschließung des Außenluftpotenzials

1. Identifikation geeigneter Gebäude zum Einsatz von Außenluftwärmepumpen
    a. Darstellung der Einzelgebäude mit Außenluftpotenzial
    b. Portfolioanalyse der kommunalen Liegenschaften zur Ableitung von Bestpractice-Beispielen für die Heizungsumstellung
2. Aufzeigen von relevanten Konzentrationsbereichen in der Kommune Frickenhausen am Main auf Basis der kommunalen Wärmeplanung
3. Entwicklung Kommunikations- und Informationskonzept
    a. Akteursanalyse
    b. Maßnahmen für Informationsbereitstellung (u.a. Veranstaltungen, Broschüren) in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Unterfranken
        i. Aufzeigen von gebauten Good-Practice-Beispielen in der Kommune

   c. Aufklärung zur Gebietseinstufung nach der BauNVO und den daraus resultierenden zulässigen Lärmgrenzwerte nach TA Lärm
      i. Info zu Webseiten mit erstem Genehmigungscheck
   d. Überblick über Fördermöglichkeiten auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene
   e. Informationsbereitstellung zu Wärmepumpenstromtarifen und Vergünstigungen (z.B. reduzierte Netzentgelte gemäß §14a EnWG, Smart-Meter-basierte Steuerung, Heizstromtarife, zeitvariable Tarife)
      i. Online Sprechstunde mit Netzbetreiber
4. Zentrale Koordination eines Unterstützungsprozesses
   a. Aufbau einer Web-Plattform als Marktplatz für interessierte Gebäudeeigentümer und ausführende Unternehmen
   b. Abstimmung und Koordination des Prozesses mit den Fachbetrieben, Handwerkern und Heizungsbauern → ggf. über die Regionalverbände Schulungen anstoßen
   c. Bündelung der Informationsmaßnahmen und Angebote
      i. Sammelbeschaffungen zur Kostensenkung beim Kauf
      ii. Sammelgutachten für Schallbewertungen
   d. Kooperation mit lokal tätigen Energieversorgern zur Entwicklung von Contracting bzw. Finanzierungsmodellen

Geplante THG-Einsparung

Bei einer vollständigen Erschließung des Potentials an Außenluftwärmepumpen in der Kommune Frickenhausen am Main werden THG-Einsparungen in Höhe von rund 725 t CO_2 erzielt. Dies entspricht einer Einsparung von etwa 20 % im Zieljahr in Bezug auf den Status Quo. Die Emissionen, die noch bestehen, resultieren lediglich aus dem Netzstrom für den Betrieb der Wärmepumpen.

Akteure

Die Erarbeitung des Organisationsrahmens erfolgt durch die kommunale Verwaltung und soll in enger Zusammenarbeit mit der Energieagentur Unterfranken, der regionalen Handwerksverbände und den lokalen Energieberatern erfolgen. Für die tatsächliche Erschließung des Außenluftpotenzials tragen insbesondere die privaten Immobilieneigentümer:innen eine zentrale Verantwortung. Sie sind aufgerufen, sich über die Möglichkeiten einer Außenluftwärmepumpe zu informieren, die Eignung ihres Gebäudes prüfen zu lassen und eine geeignete Umstellung der Wärmeversorgung eigeninitiativ umzusetzen.

Zeitplanung

Die Entwicklung des Kommunikations- und Koordinationsmaßnahmen erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 6 Monaten. Über einen Zeitraum von zunächst etwa 5 Jahren soll der Organisationsrahmen den privaten Immobilieneigentümer die Erschließung des Außenluftpotenzials erleichtern und eine wirtschaftlich attraktive Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung bieten.

Kosten

Für die Schaffung des Organisationsrahmens werden die laufenden Kosten über die Projektzeit von 5 Jahren auf bis zu 40 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten werden überwiegend in Form von Personalkosten innerhalb der Stadtverwaltung und für externe Dienstleistungen (Kommunikationsagentur, Veranstaltungen) anfallen.

7.5.2 BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ortskern

Kategorie: Wärmenetze und Infrastruktur

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Gebiet um den Ortskern in Frickenhausen am Main (siehe Abbildung 68) hatte im Jahr 2023 einen Gesamtwärmebedarf von 6,2 GWh/a. Dies entspricht 38 % des Gesamtwärmebedarfs von Frickenhausen am Main. Die Wärmeversorgung der ca. 230 Kunden im Gebiet basiert heute zu rund 76 % auf fossilen Energieträgern, wodurch jährlich 1.400 t CO_2 emittiert werden. Dieses Gebiet weist eine erhöhte Wärmedichte auf, so dass eine zentrale Versorgung über ein Wärmenetz als wirtschaftlich attraktiv eingeschätzt wird.

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für den Bereich des Ortskerns erreicht werden kann.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielszenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2045 ist für das Gebiet des Ortskerns ein Wärmenetz vorgesehen, da dort aufgrund der hohen Bebauungsdichte der Wohngebäude ein hoher Wärmebedarf besteht und dezentrale Alternativen wie Außenluft-Wärmepumpen oder Geothermie nur eingeschränkt umsetzbar sind.

Die Wärmeversorgung kann dabei aus einer Heizzentrale erfolgen, welche z.B. in räumlicher Nähe zur möglichen Flusswasserentnahmestelle stehen könnte. Die Wärmeversorgung kann über Verwendung von Flusswasser inkl. grüne Gase für die Spitzenlastabdeckung erfolgen. Um das detaillierte Wärmenetz sowie den genauen Standort einer Energiezentrale zu ermitteln und eine Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Machbarkeitsstudie notwendig.

Die Machbarkeitsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung des Flusswassers belastbare Aussagen zur Gestaltung eines Wärmenetzes liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es die zentralen Akteure zu beteiligen und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln.

Nach positivem Abschluss der Machbarkeitsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Prozess zur koordinierten Planung und Erschließung dieses Potenzials sowie den Aufbau einer zentralen, klimaneutralen Wärmeversorgung einfließen. Die Studie wird für spätere Investitions-Förderungen zwingend vorausgesetzt.

Da das Flusswasser bei allen Mitgliedern der Verwaltungsgemeinschaft Eibelstadt eine wichtige Rolle spielt, wäre eine gemeinsame Studie zum Flusswasserpotenzial denkbar.

Inhalte der Machbarkeitsstudie

1. Vertiefung der Ist-Analyse und Erstellung der Ausbaustrategie
    a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
    b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
        i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme, Daten)
        ii. Abstimmung mit Neubauvorhaben im Quartier
2. Konkretisierung Potenzialermittlung klimaneutraler Energien
    a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen und alternativer Freiflächennutzungen
    b. Analyse der Einsatzmöglichkeiten von Langzeitwärmespeichern
    c. Für Vergleichsvarianten in der Ausführung eines warmen Wärmenetzes sind Großwärmepumpen vorzusehen.
3. Analyse von potenziellen Standorten für Wärmeerzeugung/-nutzung
    a. Ermittlung Flächenbedarfe für Heizzentralen und Wärmespeicher
    b. Flächenbedarfe für die Integration zusätzlicher Wärmequellen
    c. Multikriterielle Bewertung der Standorte (u.a. Emissionen, Verkehrslast, …)
4. Variantenentwicklung
    a. Entwicklung von geeigneten Wärmeversorgungsvarianten am Standort
    b. Betriebsstrategie
    c. Sektorenkopplung und Strommarktdienlichkeit
    d. Kostenaufstellung/ Wirtschaftlichkeitsberechnung
    e. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit
5. Terminplan für die Umsetzung der Zielvarianten
6. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
7. Dokumentation und Berichterstellung

Geplante THG-Einsparung

Ausgehend von der heutigen Versorgungsstruktur resultiert für das Gebiet des Ortskerns bei einer klimaneutralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz eine THG-Einsparung von 95 % oder 1.300 t/a. Bezogen auf die Gesamtkommune entspricht dies einer THG-Einsparung von ca. 37 % bezogen auf die heutigen Emissionen.

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Frickenhausen am Main. Für die Erstellung der Machbarkeitsstudie ist in der Regel ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich Wärmenetze notwendig.

Zeitplanung

Die Machbarkeitsstudie und Erkundungsmaßahmen erfordern eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie begonnen werden. Im Nachgang zur Machbarkeitsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.



Kosten

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ bezuschusst eine Machbarkeitsstudie mit einer Förderquote in Höhe von bis zu 50 %. Die verbleibenden Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.



Abbildung 68 Aktuelle Wärmeversorgung im Ortskernbereich Frickenhausen am Main

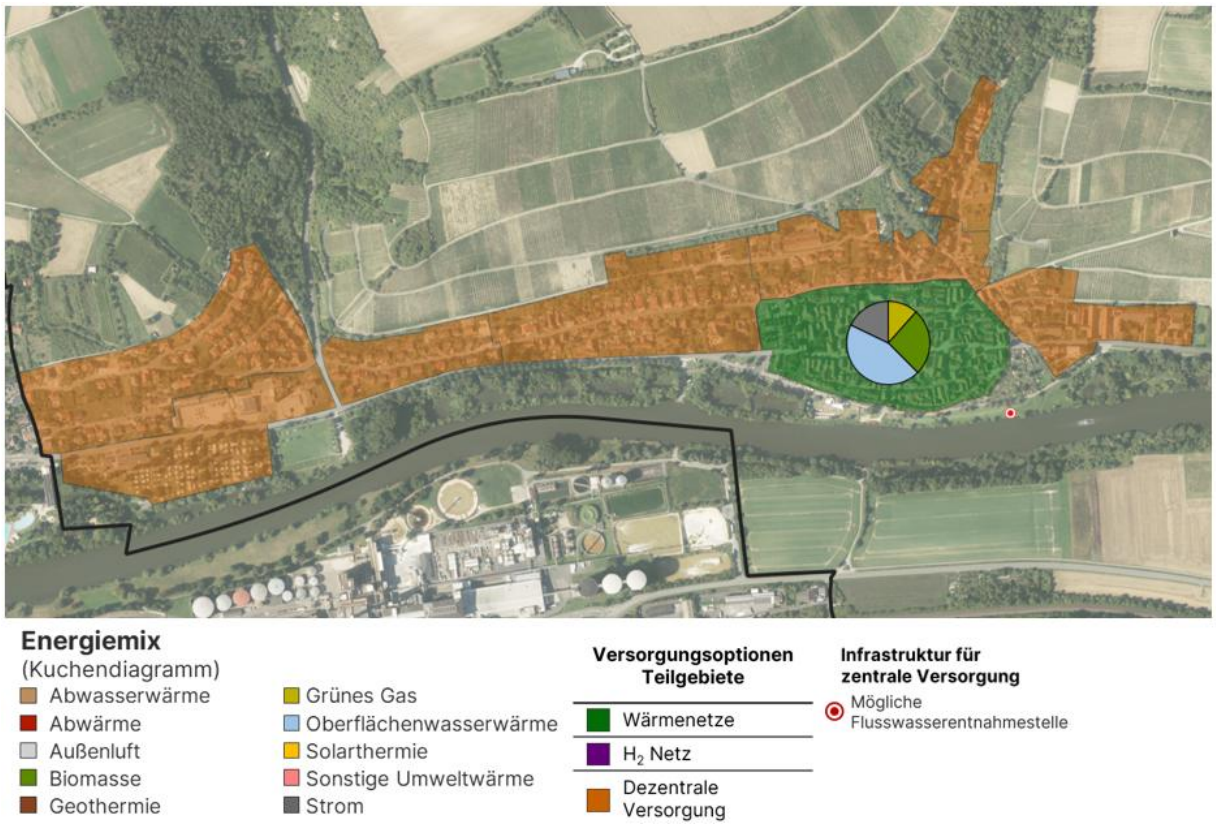


Abbildung 69 Wärmeversorgung im Ortskernbereich Frickenhausen am Main im Zielszenario

7.5.3 Ausweitung der Beratung zu Sanierung und Effizienzsteigerung

Kategorie: Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäude

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im Bezugsjahr der Datenerfassung beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung rund 17,8 GWh. Der Großteil von über 86 % entfällt dabei auf die Wohnnutzung. Der restliche Verbrauch verteilt sich nahezu gleichmäßig auf die Sektoren GHD, Mischnutzung sowie Industrie. Die Liegenschaften in kommunaler Hand verursachen rund 2 % des Endenergieverbrauchs.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Das Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E) ist mit rund 5,5 GWh quantifiziert. Dies entspricht einer Senkung des jährlichen Wärmebedarfs um etwa 34 %, die bis zum Jahr 2045 erreicht sein soll. Rund 5,4 GWh werden im Zielszenario durch die Verbesserung der Gebäudehülle erreicht. Dies entspricht einer Sanierungsquote von 2 %/a auf das Niveau eines Effizienzhauses 70. Weitere 0,2 GWh sind durch die Verbesserung der Prozesseffizienz im Bereich GHD und Industrie angesetzt.

Inhalte:

1. **Ausarbeitung eines Gesamtkonzept S&E** für den Gebäudebestand, z.B. mit:
    - Fragestellungen
        - Wie und wo könnten 34% Einsparung bis 2045 realisiert werden?
        - Wie können die Gebäudeeigentümer:innen erreicht und überzeugt werden? Welche Kommunikationskanäle sind dafür zielführend?
        - Welche Maßnahmen, Ressourcen und Kooperationen sind nötig?
        - Wie können Dynamiken bei den Akteur:innen entfaltet und sich verstärkende Prozesse ausgelöst werden?
    - Auszuwertende und zu erarbeitende Grundlagen
        - Genauere, räumliche Feststellung der Effizienzpotenziale anhand der präzisen Datengrundlage der KWP (z.B. auf Baublockebene)
        - Ausarbeiten einer Priorisierung von Teilgebieten und Quartieren für die Erschließung der kurz- und mittelfristigen Effizienzpotenziale
        - Einschätzung der benötigten Kapazitäten im Handwerk, bei Energieberatung und zur Finanzierung (mit Fördermöglichkeiten)
        - Identifikation der Handlungsfelder der verschiedenen Akteur:innen, sowie Darstellung möglicher Synergien durch Koordinations- und Kooperationssysteme zwischen Akteur:innen

    - Umsetzung
        - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
        - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
        - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
        - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
        - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften
        - Identifikation von Schwerpunkt-/Fokusgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Ableitung von Quartierskonzepten, Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
        - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z.B. GEG, Vorgaben zur Solarisierung durch die zuständige Behörde

2. Weiterführen bzw. ausweiten des kommunalen **Sanierungsmanagements**, entsprechend den Zielsetzungen des Gesamtkonzepts S&E (s.u.)

3. **Kommunikation des Gesamtkonzepts S&E** und Koordination mit beteiligten Akteur:innen:
    - Aktive & passive Informationsangebote für Gebäudeeigentümer:innen (gesamte städtische Reichweite nutzen), insbesondere auch anhand von *Sanierungsanlässen* (z.B. Heizungstausch), entsprechend IFEU-Studie
    - Aufbau neuer Informations- und Beteiligungsangebote (z.B. in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Unterfranken)

- Ausbilden von Multiplikator:innen und Bürgerschaftsgruppen /-experten, die das Thema anders zu den Menschen bringen und diese motivieren
- Digitale Formate aufbauen (u.a.), → Inhalte jederzeit, überall, kostenlos, verfügbar (z.B. Info-Videos, Webinar-Aufzeichnungen, FAQs, u.ä.)
- Diskurs gestalten, z.B. mit Kampagne über Ressourceneffizienz: „Wasserstoff für unsere Industrie sichern! Jedes Gebäude in Frickenhausen wird Niedertemperatur-ready!“
- Strategischen Austausch mit Handwerk und Energieberatung etablieren z.B. im Rahmen eines Qualitätsnetzwerk Bau:
  - Aus- und Weiterbildung von Fachkräften
  - Sanierungsstandard
  - Energieeffizienz-Anforderungen zur Versorgung mit Erneuerbaren Energien (vom Einzelhaus bis Gesamtsystem)

Geplante THG-Einsparung
Durch die Sanierung der Gebäudehülle und Effizienzsteigerung in Industrie und Gewerbe ist Stand Heute eine Einsparung von ca. 1.200 t möglich. Die Maßnahme selbst ist nicht mit einer THG-Einsparung verbunden, ist aber als Voraussetzung für eine breite Umsetzung von Sanierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen zu verstehen.

Akteure
Zentrale Akteur für die Entwicklung des Konzepts ist die Kommunalverwaltung. Ggf. ist eine fachliche Zuarbeit durch eine Kommunikationsagentur erforderlich. Ziel ist es, ein maßgeschneidertes Konzept für die entsprechenden Zielgruppen zu erarbeiten. Wichtige Mulitplikatoren für die spätere Umsetzung sind Gebäudeeigentümer:innen (Privatpersonen, WEGs, gewerbliche, kommunal,…) sowie Handwerk & Energieberatung. Diese sind im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung mit einzubinden.

Zeitplanung
Die Entwicklung des Kommunikationskonzepts erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 6 Monaten. Die Durchführung der Position 2,3 und 4 sind stetige Aufgaben und dauerhaft zu verfolgen.

Kosten
Für die Entwicklung und Durchführung des Konzepts werden Honorarkosten und/ oder Personalkosten in Höhe von rund 25-50 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

7.5.4 Koordinierter Stromnetz-Dialog

Austauschformat zur Berücksichtigung zukünftiger Stromnetz-Anforderungen
Kategorie: Strom-/Wassertoffnetzausbau

Stromnetzbetreiber: N-ERGIE Netz GmbH

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Stromnetz ist heute hauptsächlich durch den Strombezug für Produktionsprozesse bei Großverbrauchern und Gewerbe sowie den Nutzerstrom in Haushalten belastet. Zusätzlich speisen dezentrale Stromerzeugungsanlagen wie Photovoltaikanlagen und KWK-Anlagen in das kommunale Netz ein. Heutige Netzkomponenten wie die Stromleitungen, Umspannwerke und Netzkoppelstellen sind für diesen Betriebsfall ausgelegt. In Frickenhausen am Main sind folgende Parameter im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst:

- Aktueller Strombedarf (gesamt): 3,7 GWh in 2023
- PV-Anlagen, installierte Leistung: 2,5 MWp in 2023
- Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien: 1,6 GWh in 2024
- Stromeinspeisung aus Kraft-Wärme-Kopplung: 0 MWh in 2024

Die Klimaschutzziele des Landes Bayern verlangen bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Damit ist ein starker Ausbau von Wärmepumpen zu erwarten. Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung zeigt, dass der Ersatz der bestehenden fossilen Wärmeerzeugungsanlagen überwiegend durch Wärmepumpen erfolgen kann. Daraus ergibt sich, dass der Stromverbrauch in den kommenden Jahren deutlich ansteigen wird.

Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung

Für das Ziel der Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren wird zukünftig eine signifikante Zunahme des Stroms für Wärmepumpen, Elektromobilität und Powert-to-X-Anwendungen (Technologien zur anderweitigen Nutzung und Speicherung von Stromüberschüssen) erwartet. Zusätzlich bedeuten die politischen Klimaziele des Landes Bayern einen Ausbau der installierten Photovoltaikleistung von derzeit rund 25 GW auf bis zu 100 GW bis 2040 und damit eine Vervierfachung der bestehenden Kapazitäten.

Das kommunale Zielszenario prognostiziert einen steigenden Strombedarf allein durch die Versorgung mit Wärmepumpen auf etwa 2,1 GWh, was einem Zuwachs von 2,1 GWh gegenüber dem Status quo entspricht. Mit den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung liegt ein räumlich hochaufgelöster Szenariorahmen vor, der ein Baustein einer vorausschauenden „Netzentwicklungsplanung“ sein kann. Mögliche Auswirkungen auf die Stromnetze können somit frühzeitig in die Netzentwicklungsplanung mit aufgenommen werden.

Um diese Entwicklungen frühzeitig gemeinsam zu begleiten, soll ein **strukturierter Kommunikations- und Abstimmungsprozess zwischen Gemeinde und Netzbetreiber** verfolgt werden.

Die Öffentlichkeitsbeteiligung zur Wärmeplanung hat zudem gezeigt, dass seitens der Bürgerschaft ein hohes Interesse an der Leistungsfähigkeit und Weiterentwicklung des Stromnetzes besteht. Die Gemeinde möchte diesem Informationsbedarf im Sinne der Daseinsvorsorge gerecht werden und durch den Stromnetz-Dialog eine transparente und regelmäßige Kommunikation über relevante Netzentwicklungen sicherstellen.

Dabei soll insbesondere darüber informiert werden, ob das lokale Stromnetz für die steigenden Anforderungen durch die Transformation des Wärmesystems, dezentraler Erzeugungsanlagen und Elektromobilität gerüstet ist. Gegebenenfalls abgeleitete Maßnahmen können so von der Gemeindeverwaltung in anderen Planungsprozessen (z. B. Tiefbau, Stadtplanung) frühzeitig berücksichtigt werden.

Inhalte des Stromnetz-Dialogs

1. Organisation regelmäßiger Berichterstattung und Austauschformate
    a. Zielgruppe: Stromnetzbetreiber und Kommunalverwaltung
    b. Frequenz und Rahmen nach Ermessen mit Blick auf Änderung von Rahmenbedingungen, Erkenntnissen, technischen Entwicklungen, gesetzlichen Neuerungen etc.
2. Abstimmung von Planungs- und Entwicklungsthemen
    a. Kommunalverwaltung:
        i. Information zu kommunalen Konzepten, Tiefbauplanungen, Stadtplanungen etc.
    b. Stromnetzbetreiber, z.B. zu:
        i. Zielbilder zur Strominfrastruktur, Netzentwicklung- und Netzausbauplanung, Investitionen
        ii. Darstellung eventueller Netzoptimierungsmaßnahmen im zeitlichen Verlauf
        iii. Austausch zu relevanten Flächenbedarfen für Infrastrukturentwicklungen

Geplante THG-Einsparung

Ein versorgungssicheres Stromnetz ist die Grundlage für den anvisierten Ausbau der Wärmepumpen. Durch den Stromnetz-Dialog werden keine direkten THG-Einsparungen erzielt.

Akteure

Zentraler handelnder Akteur sind die N-ERGIE Netz GmbH als lokaler Stromnetzbetreiber. Der Stromnetzdialog ist als ergänzendes Kommunikationsformat im Bereich der „Netzentwicklungsplanung“ einzuordnen. Die Kommunikation der Ergebnisse und möglicher Auswirkungen soll regelmäßig zwischen der N-ERGIE Netz GmbH und der Kommune Frickenhausen am Main erfolgen.

Zeitplanung

Der Aufbau und die Koordination des Abstimmungsformats sollen nach der Erstellung der Wärmeplanung erfolgen. Die weitere Durchführung ist als fortlaufende Aufgabe beim Netzbetreiber und der Kommunalverwaltung einzuordnen.

Kosten

Für die Durchführung des Stromnetzdialogs werden keine direkten Kosten bei der Kommunalverwaltung erwartet.

7.5.5 Gründung eines Umsetzungsteams Wärmeversorgung

Kategorie: Strategische Vertiefungen auf Kommunalebene

Kurzbeschreibung der Ist-Situation
Das Tagesgeschäft der Stadtverwaltung führt bereits gegenwärtig zu einer hohen personellen Auslastung. Mit dem Fortschreiten der Energiewende ist zudem mit einem weiteren Anstieg der Anforderungen zu rechnen. Dies steht vor Ort jedoch nur begrenzten personellen Kapazitäten gegenüber, insbesondere für die Koordination der vorgesehenen Maßnahmen und Zielsetzungen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans und das Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Frickenhausen am Main ist es daher entscheidend, die relevanten Akteure frühzeitig, zielgerichtet und mit dem erforderlichen Maß an Intensität einzubinden. Nur mithilfe einer bedarfsorientierten Koordination sowie einer flexiblen und effizienten Vernetzung aller Beteiligten kann eine reibungslose und erfolgreiche Umsetzung gewährleistet werden.

Ziel des Umsetzungsteams
Das Team ist verantwortlich für die Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Dazu zählt den Fortschritt im Wärmesektor systematisch zu überwachen und die strategische sowie konzeptionelle Weiterentwicklung der kommunalen Wärmeplanung voranzutreiben.

Inhalte der Maßnahme

1. Begleitung, Organisation und aktive Unterstützung bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen
2. Monitoring der Wärmeplanung – Beobachtung und Dokumentation der Umsetzung, Fortschritte und Zielerreichung
3. Sensibilisierung und Aktivierung der Öffentlichkeit – Vermittlung konkreter Handlungsmöglichkeiten für Bürger:innen und Unternehmen im Einklang mit dem Wärmeplan (v.a. für dezentrale Gebiete)
4. Verbreitung von Informations-, Beratungsangeboten – Kommunikation bestehender Beratungsstrukturen und Förderprogramme in der Kommune
5. Unterstützung des Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und der Industrie – Entwicklung von Lösungen zur Ausschöpfung von Einsparpotenzialen oder Synergien zusammen mit den Versorgern und anderen Akteuren

6. Netzwerkbildung lokaler Berater, Planer, Handwerker mit gemeinsamem Standard für Beratung und Sanierung, z. B. bestehend aus:
    a. Abteilung I – Hauptverwaltung
    b. Abteilung III – Bauverwaltung
    c. SHK Innung Würzburg
    d. Kreishandwerkerschaft Würzburg
    e. Verbraucherzentrale Bayern
    f. Energieberater Franken e.V.

Geplante THG-Einsparung
Durch die Gründung eines Umsetzungsteams selbst, werden direkt keine THG-Emissionen eingespart.

Akteure
Die zentrale Verantwortung für die Initiierung des Umsetzungsteams liegt bei der Kommunalverwaltung. Ergänzend kann ggf. eine fachliche Unterstützung durch eine Kommunikationsagentur erforderlich sein. Ziel ist es, ein Team zusammenzustellen, das die relevanten lokalen Akteure aktiv einbindet, um die in der Wärmeplanung definierten Maßnahmen, Zielsetzungen und Erkenntnisse gemeinsam weiterzuverfolgen, die nächsten Umsetzungsschritte einzuleiten und den Gesamtprozess kontinuierlich zu begleiten.

Zeitplanung
Die Einrichtung des Umsetzungsteams sollte zeitnah nach Abschluss der Wärmeplanung erfolgen und bis zur nächsten Fortschreibung des Wärmeplans kontinuierlich aktiv bleiben.

Kosten
Im Rahmen der Gründung und regelmäßigen Durchführung des Umsetzungsteams fallen ggf. Honorar- bzw. Personalkosten an, die die geleisteten Arbeitsstunden der beteiligten Akteur:innen berücksichtigen.

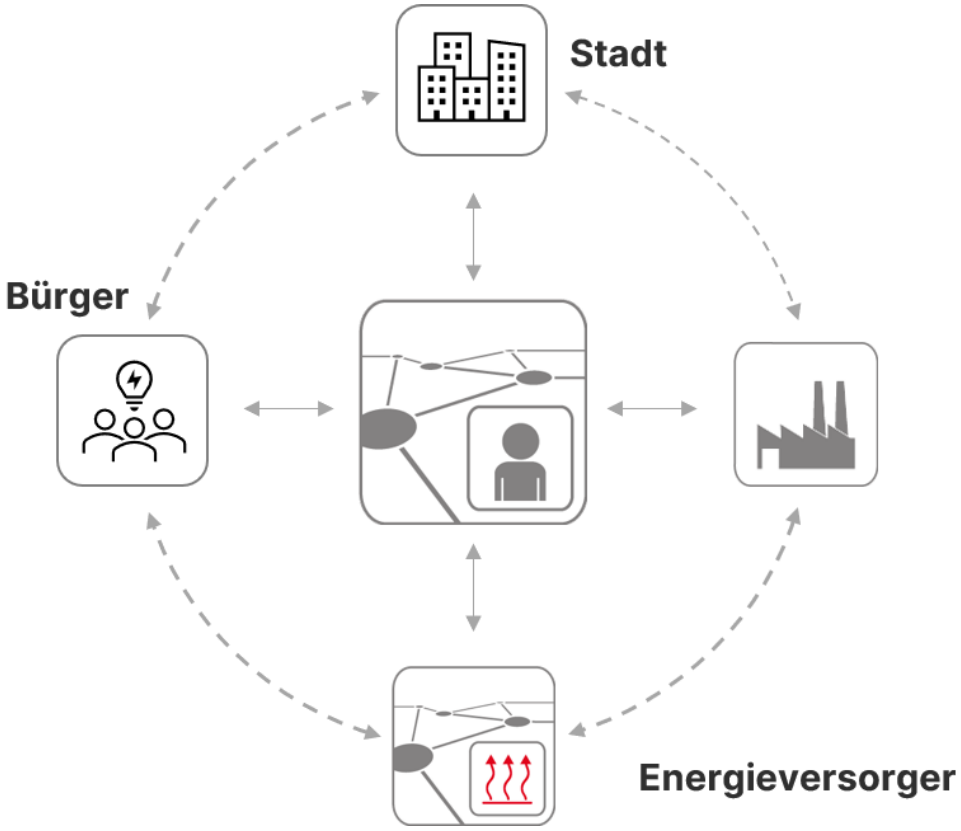


Abbildung 70 Beispielhafte Darstellung der Akteure im Umsetzungsteam Wärmeversorgung

7.5.6 Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge

Gemäß der Vorgehensweise zur Priorisierung der Maßnahmen in 7.5 sind neben den final gewählten auch weitere relevante Maßnahmen in der Vorauswahl gesammelt und bewertet worden. Zur Dokumentation und zur Weiterverfolgung dieser Maßnahmen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung werden diese im Folgenden in Kurzform aufgeführt.

Portfolioanalyse des kommunalen Gebäudebestands

Im Rahmen einer Portfolioanalyse wird der kommunale Gebäudebestand in Frickenhausen systematisch erfasst, hinsichtlich seines Energieverbrauchs, Sanierungsbedarfs und seiner strategischen Bedeutung bewertet und nach dem Umsetzungspotenzial priorisiert. Dabei werden insbesondere geeignete Gebäude für energetische Sanierungen, den Austausch fossiler Heizungen sowie die Installation von Photovoltaikanlagen identifiziert und als mögliche Leuchtturmprojekte weiterentwickelt. Die Analyse bildet die Grundlage für objektbezogene Sanierungsfahrpläne und soll durch die öffentliche Vorbildwirkung der Kommune auch private Investitionen anregen. Die Erstellung der Portfolioanalyse ist innerhalb von etwa sechs

Monaten vorgesehen; die Umsetzung der daraus abgeleiteten Maßnahmen erfolgt anschließend kontinuierlich.

Koordinierter Gasnetz-Dialog

In großen Teilen des kommunalen Siedlungsgebiets ist das Gasnetz Bestandteil der lokalen Versorgung. Mit Blick auf die Klimaschutzziele des Landes Bayern wird perspektivisch ein deutlich reduzierter Gasdurchsatz erwartet. Künftig soll – soweit erforderlich – ausschließlich grünes Gas eingesetzt werden, während ein großer Teil des bisherigen Gasverbrauchs durch Wärmepumpen und Wärmenetze ersetzt wird.

Im Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung spielt grünes Gas nur noch eine ergänzende Rolle, kann aber in bestehenden Gasinfrastrukturen weiterhin genutzt werden – insbesondere für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie oder zur Spitzenlastbereitstellung in Heizzentralen. Dabei stehen grüne Gase und Biomasse als Energieträger zur Option, wobei feste Biomasse gasförmige Brennstoffe nur eingeschränkt ersetzen kann. Im Zielszenario entfällt ein Anteil von ca. 5 % der Endenergieträger auf grüne Gase.

Die erwartete Transformation erfordert einen begleitenden Kommunikationsprozess. Ein strukturierter Gasnetz-Dialog zwischen Gemeinde und Netzbetreiber soll neue Entwicklungen frühzeitig abstimmen, die Öffentlichkeit transparent informieren und Entscheidungen zur Zukunft des Gasnetzes frühzeitig einbinden.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP 12
Abbildung 2: Baualtersklassen Wohngebäude im Bestand (prozentuale Verteilung) 22
Abbildung 3: Räumliche Darstellung der Baualtersklasse der Gebäude 23
Abbildung 4: Hauptnutzungsarten der Teilgebiete 24
Abbildung 5: Übersichtskarte der Gasnetzinfrastruktur 25
Abbildung 6: Teilgebiete mit Gasnetzinfrastruktur-Daten 26
Abbildung 7: Übersichtskarte der Wärmenetzinfrastruktur 27
Abbildung 8: Teilgebiete mit Wärmenetzinfrastruktur-Daten 27
Abbildung 9: Wärmebedarf je Teilgebiet im Basisjahr 28
Abbildung 10: Wärmedichte je Teilgebiet im Basisjahr 29
Abbildung 11: Wärmeliniendichte straßenabschnittsbezogen im Basisjahr 29
Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren 30
Abbildung 13: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune 33
Abbildung 14: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher 34
Abbildung 15: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wärmenetz 35
Abbildung 16: Ergebnisse der Eignungsprüfung zur Versorgung durch ein Wasserstoffnetz 36
Abbildung 17: Entwicklung des Wärmebedarfs verschiedener Sanierungsszenarien 39
Abbildung 18: Szenario Prozesseffizienz - Entwicklung des Wärmebedarfs GHD und Industrie 39
Abbildung 19: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1 40
Abbildung 20: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - absolut 41
Abbildung 21: Teilgebiete mit erhöhtem Wärmeeinsparpotenzial - flächenspezifisch 41
Abbildung 22: Potenzialkarte „Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe“ je Teilgebiet 43
Abbildung 23: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Teilgebiet-Ebene 45
Abbildung 24: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Teilgebiet-Ebene 46
Abbildung 25: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Teilgebiet-Ebene 47
Abbildung 26: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ 49
Abbildung 27: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Teilgebiet-Ebene 50
Abbildung 28: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene 52
Abbildung 29: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Teilgebiet-Ebene 53
Abbildung 30: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Teilgebiet-Ebene 55
Abbildung 31: Potenzialkarte „ Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene 57
Abbildung 32: Eignungsflächen für das Potenzial „ Solarthermie - zentral“ 59
Abbildung 33: Potenzialkarte „ Solarthermie - zentral“ auf Teilgebiet-Ebene 60
Abbildung 34: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m 62
Abbildung 35: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m 63
Abbildung 36: Potenzialkarte „Außenluft - dezentral Solarthermie - dezentral“ auf Teilgebiet-Ebene 65
Abbildung 37: Potenzialflächen für Biomasse 66
Abbildung 38: Biomassepotenziale für die Verwertungspfade Verbrennung und Vergasung 67
Abbildung 39: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene 71

Abbildung 40: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“ 73
Abbildung 41: „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas Bayern 75
Abbildung 42: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas Bayern 76
Abbildung 43: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme 78
Abbildung 44: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wärmenetze .80
Abbildung 45: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wärmenetze 81
Abbildung 46: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wärmenetze 82
Abbildung 47: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für Wasserstoffnetze 83
Abbildung 48: Stufen der Eignungsbewertung für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze 83
Abbildung 49: Eignungsbewertung der Teilgebiete für eine Versorgung durch Wasserstoffnetze....84
Abbildung 50: Gewichtung der Kriterien im Zuge der Eignungsbewertung für dezentrale Wärmeversorgung....85
Abbildung 51: Stufen der Eignungsbewertung für eine dezentrale Wärmeversorgung....85
Abbildung 52: Eignungsbewertung der Teilgebiete für die dezentrale Wärmeversorgung....86
Abbildung 53: Anteile der Endenergieträger an den Zielszenarien 88
Abbildung 54: Anteile der Versorgungssysteme innerhalb der Zielszenarien....89
Abbildung 55: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr 92
Abbildung 56: Zielszenario 2045 Energieversorgung der Teilgebiete 93
Abbildung 57: Zielszenario 2030 95
Abbildung 58: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2030 96
Abbildung 59: Zielszenarienvergleich der Stützjahre 97
Abbildung 60: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2040 99
Abbildung 61: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ab dem Jahr 2045 100
Abbildung 62: Teilgebietekarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielszenario 106
Abbildung 63: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete 108
Abbildung 64: Kommunale Fokusgebiete 109
Abbildung 65: Teilgebiete mit relevantem Gasbedarf im Zielszenario....110
Abbildung 66: Beispiel Teilgebiet-Steckbrief....112
Abbildung 67: Maßnahmenübersicht nach Strategiefeldern....113
Abbildung 68 Aktuelle Wärmeversorgung im Ortskernbereich Frickenhausen am Main 120
Abbildung 69 Wärmeversorgung im Ortskernbereich Frickenhausen am Main im Zielszenario 121
Abbildung 70 Beispielhafte Darstellung der Akteure im Umsetzungsteam Wärmeversorgung 129
Abbildung 70: Nummerierung der Teilgebiete....135
Abbildung 71: Baublockbezogene Darstellung der Art der dezentralen Wärmeerzeuger 140
Abbildung 72: Lage der Speicher 141
Abbildung 73: Kartografische Darstellung der bestehenden Abwassernetze 142
Abbildung 74: Anteil erneuerbare Energien im Basisjahr 143

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Akteursgruppen 14
Tabelle 2: Gebäudestatistik 21
Tabelle 3: Teilgebiet-Statistik der Sektoren und Nutzungen 24
Tabelle 4: Endenergie- und THG-Bilanz nach Nutzungssektoren 31
Tabelle 5: Endenergie- und THG-Bilanz nach Energieträgern 31
Tabelle 6: Energieträgereinsatz nach Versorgungssystemen 32
Tabelle 7: Sanierungsszenarien im Rahmen der KWP 38
Tabelle 8: Energiebedarfsentwicklung nach Sektoren – Szenario 1 40
Tabelle 9: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Geothermie – Kollektoren zentral“ 50
Tabelle 10: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „ Solarthermie - zentral“ 59
Tabelle 11: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Photovoltaik – zentral“ 73
Tabelle 12: Übersicht Wärmepotenziale im Zieljahr 77
Tabelle 13: Übersicht der Energieträger im Status Quo und in den Zielszenarien 90
Tabelle 14: Übersicht der Versorgungsoptionen im Status Quo und in den Zielszenarien 90
Tabelle 15: Darstellung des Endenergiebedarfes in MWh/a nach Endenergiesektoren 98
Tabelle 16: Entwicklung THG-Emissionen der Stützjahre 98
Tabelle 17: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wärmenetze 136
Tabelle 18: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wasserstoffnetze 136
Tabelle 19: Zeitliche Entwicklung der Emissionsfaktoren nach Energieträgern in kg/kWh ..138
Tabelle 20: Wärmebedarfe der Teilgebiete 138
Tabelle 21: Eignungsbewertung Wärmenetze für maßgebliches Zielszenario 139
Tabelle 22: Eignungsbewertung Wasserstoffnetze für maßgebliches Zielszenario 139
Tabelle 23: Eignungsbewertung für dezentrale Versorgungen für maßgebliches Zielszenario 139
Tabelle 24: Leitungsgebundener Endenergiebedarf nach Energieträgern und Anteil am gesamten leitungsgebundenen Endenergiebedarf 144
Tabelle 25: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch 144
Tabelle 26: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude 144

10 Literaturverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, L. u. (12. Juni 2025). *StMWi.Bayern*. Von StMWi.Bayern: https://www.stmwi.bayern.de/energie/erneuerbare-energien/tiefengeothermie/ abgerufen

Fisch, N., Mahler, Boris, Nusser, T., Schulze, Ê., Gabriel, J., Fafflok, C., & Hegger, J. (2018). *Effizienzhaus Plus Planungsempfehlungen.* Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

ifeu et al. (2024). *Leitfaden Wärmeplanung.* Von KWW Halle: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf abgerufen

KEA-BW. (17. Februar 2023). *KEA-BW die Landesenergieagentur*. Von https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/klimaschutzgesetz-datenuebermittlung-zur-erstellung-kommunaler-waermeplaene abgerufen

KEA-BW. (03. März 2023). *KEA-BW Die Landesenergieagentur*. Von https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/klimaschutzgesetz-kommunale-waermeplanung abgerufen

Landesamt für Geologie, R. u. (13. Februar 2023). *LGRBwissen*. Von LGRBwissen: https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg abgerufen

Ludwigsburg-Kornwestheim, S. (18. Februar 2023). *Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim*. Von https://www.swlb.de/de/Privat/Gas-Waerme/Fernwaerme/Versorgungsgebiete1/Versorgungsgebiete/ abgerufen

Peters, M., Steidle, T., & Böhnisch, H. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung.* Stuttgart: KEA Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Thorsten, S., Walberg, D., Gniechwitz, T., & Paare, K. (2022). *Studie zum 13. Wohnungsbautag 2022 und Ergebnisse aus aktuellen Untersucheungen.* Kiel: Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

11 Anhang

Detailergebnisse der Eignungsprüfung nach Kapitel 4.4

11.1 Eignungsprüfung

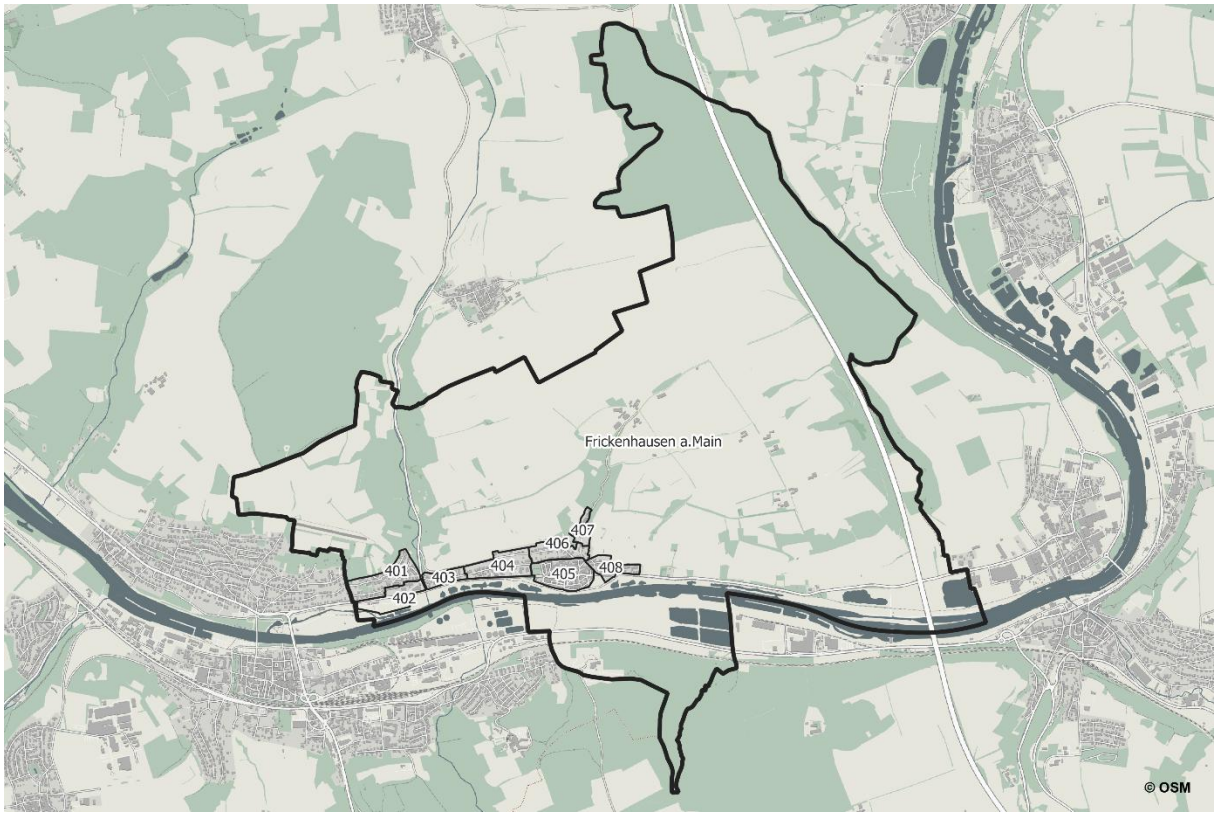


Abbildung 71: Nummerierung der Teilgebiete

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle 17: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wärmenetze

Teilgebiete *ID*	WN status Quo *Punkte*	Bedarfs-dichte *Punkte*	Siedlungs-struktur *Punkte*	Anker-kunden *Punkte*	ErneuerbareEnergie / Abwärme status quo *Punkte*	Hochtemperatur-bedarf *Punkte*	Gesamtpunkte je Teilgebiet *Punkte*	Gesamtergebnis je Teilgebiet *Eignung*
400	-	1,02	3,00	0,30	2,30	3,00	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
401	-	1,34	2,20	0,30	2,30	3,00	1,38	wahrscheinlich ungeeignet
402	-	1,00	2,20	1,00	2,70	3,00	1,45	wahrscheinlich ungeeignet
403	-	1,34	2,20	0,30	2,70	3,00	1,45	wahrscheinlich ungeeignet
404	-	1,34	2,20	0,60	2,30	3,00	1,45	wahrscheinlich ungeeignet
405	-	2,34	3,00	1,00	2,30	3,00	2,05	wahrscheinlich geeignet
406	-	1,34	2,60	0,70	2,70	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet
407	-	2,66	2,20	-	2,70	3,00	2,03	wahrscheinlich geeignet
408	-	1,34	2,60	1,00	2,30	3,00	1,55	wahrscheinlich geeignet

Tabelle 18: Eignungsprüfung § 14 WPG zur Versorgung durch Wasserstoffnetze

Teilgebiete *ID*	Gasnetz vorhanden *Punkte*	Gasbedarf *Punkte*	H2-Verteilnetz geplant *Punkte*	Gesamtpunkte je Teilgebiet *Punkte*	Gesamtergebnis je Teilgebiet *Eignung*
400	2,4	0	0	1,32	wahrscheinlich ungeeignet
401	2,8	0	0	1,54	wahrscheinlich geeignet
402	2,6	0	0	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
403	2,6	0	0	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
404	2,6	0	0	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
405	2,6	0	0	1,46	wahrscheinlich ungeeignet
406	2,6	0	0	1,43	wahrscheinlich ungeeignet
407	0,8	0	0	0,44	sehr wahrscheinlich ungeeignet
408	2,6	0	0	1,43	wahrscheinlich ungeeignet

11.2 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen

		Geothermie				Solarthermie			
Kriterium	Datenquelle	Potenziell geeignete Fläche	Ausschluss (lfu)	Einschränkung (lfu)	Einschränkung (EGS)	Potenziell geeignete Fläche	Ausschluss (lfu)	Einschränkung (lfu)	Einschränkung (EGS)
Ackerland in benachteiligten Gebieten	EEG	x							
500 m Randstreifen	EEG	x							
200m Randstreifen	BauGB	x							
Flurstücke nach ALKIS-Nutzung Grünland, Unland, vegetationslose Flächen, Parkplätze, Halden, Brachland	ALKIS	x				x			
Siedlungsflächen	ALKIS		x				x		
Straßen (Autobahnen, Straßen und Wege)	ALKIS		x				x		
Schienenstrecken	ALKIS		x				x		
Flughäfen und Flugplätze	ALKIS		x				x		
Gewässer (Fließgewässer und stehende Gewässer)	ALKIS		x				x		
Wald- und Forstflächen	ALKIS		x				x		
geschützte Landschaftsbestandteile	lfu Bayern		x				x		
Naturdenkmale	lfu Bayern		x				x		
Biotope Alpen	lfu Bayern		x				x		
Biotope Flachland	lfu Bayern		x				x		
Biotope Stadt	lfu Bayern		x				x		
Fauna-Flora-Habitat Gebiete	lfu Bayern			x			x		
Vogelschutzgebiete	lfu Bayern			x			x		
Biosphärenreservate	lfu Bayern		x				x		
Landschaftsschutzgebiete	lfu Bayern			x				x	
Naturschutzgebiete	lfu Bayern		x				x		
Nationales Naturmonument	lfu Bayern		x				x		
Naturparke	lfu Bayern		x					x	
Boden- und Geolehrpfade	lfu Bayern		x						
Wiesenbrütergebiete	lfu Bayern		x						
Trinkwasserschutzgebiete	lfu Bayern		x						
Heilquellenschutzgebiete	lfu Bayern		x						
Überschwemmungsgebiet	lfu Bayern		x				x		
Bodendenkmal	BayDSchG			x					
Vorranggebiete	Regionalplan	x				x			
Vorbehaltsgebiete	Regionalplan			x				x	
Grünzüge	Regionalplan			x					
Bohrrisiken bis 100 m	lfu Bayern				x				x
Ramsar-Gebiete	lfu Bayern				x		x		

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

11.3 Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung

Tabelle 19: Zeitliche Entwicklung der Emissionsfaktoren nach Energieträgern in kg/kWh[12]

	2020	2030	2035	2040	2045
Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Strom	0,424	0,103	0,049	0,027	0,025
Tiefengeothermie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Solarthermie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomasse	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
grünes Gas (grüner H_2)	0,325	0,387	0,065	0,043	0,020
Wärmenetz-Bestand	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240

Quelle: Eigene Annahmen von EGS-plan **oder** Technikkatalog i.A. des BMWK und BMWSB

(Hinweis: Diese entsprechen zum Teil nicht den Angaben aus dem Technikkatalog der KEA, da dieser zum Projektstart noch nicht veröffentlicht war.)

11.4 Detailergebnisse der Eignungsbewertung nach Kapitel 6

Hinweis: Nummerierung der Teilgebiete ist in Abbildung 71 *einsehbar*

Tabelle 20: Wärmebedarfe der Teilgebiete

Teilgebiete ID	Wärmebedarf status Quo MWh/a	Wärmebedarf Zieljahr MWh/a
401	2.569	1.903
402	537	397
403	1.099	678
404	1.940	1.105
405	6.230	4.737
406	1.490	835
407	629	295
408	1.400	823

[12] Angelehnt an die Emissionsfaktoren des dena-Technikkatalogs für die kommunale Wärmeplanung

Tabelle 21: Eignungsbewertung Wärmenetze für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete *ID*	WN status Quo *Punkte*	Bedarfs-dichte *Punkte*	Siedlungs-struktur *Punkte*	Anker-kunden *Punkte*	Hochtemperatur-bedarf *Punkte*	voraussichtliche Wärme-gestehungskosten *Punkte*	ErneuerbareEnergie/ Abwärme status quo *Punkte*	Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit *Punkte*	kumulierte Treibhausgas-emissionen *Punkte*	Gesamtpunkte je Teilgebiet *Punkte*	Gesamtergebnis je Teilgebiet *Eignung*
400	1,35	1,02	3,00	-	3,00	1,50	0,90	1,50	1,50	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
401	0,90	1,34	2,20	-	3,00	1,50	0,90	1,50	1,50	1,18	wahrscheinlich ungeeignet
402	1,35	0,34	2,20	1,00	3,00	1,50	0,90	1,50	1,50	1,17	wahrscheinlich ungeeignet
403	1,35	1,34	2,20	-	3,00	1,50	0,90	1,50	1,50	1,27	wahrscheinlich ungeeignet
404	1,35	1,00	2,20	-	3,00	1,50	0,90	1,50	1,50	1,22	wahrscheinlich ungeeignet
405	1,35	2,34	3,00	0,70	3,00	1,50	1,60	2,64	1,50	1,72	wahrscheinlich geeignet
406	1,35	1,34	2,60	0,40	3,00	1,50	1,60	2,64	1,50	1,55	wahrscheinlich geeignet
407	1,35	1,00	2,20	-	3,00	1,50	1,60	2,64	1,50	1,48	wahrscheinlich ungeeignet
408	1,35	1,34	2,60	1,10	3,00	1,50	1,60	2,64	1,50	1,59	wahrscheinlich geeignet

Tabelle 22: Eignungsbewertung Wasserstoffnetze für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete *ID*	Gasnetz vorhanden *Punkte*	Gasbedarf *Punkte*	H2-Verteilnetz geplant *Punkte*	voraussichtliche Wärmegestehungskosten *Punkte*	Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit *Punkte*	kumulierte Treibhausgasemissionen *Punkte*	Gesamtpunkte je Teilgebiet *Punkte*	Gesamtergebnis je Teilgebiet *Eignung*
400	0,9	0	0	3	0	0	0,44	sehr wahrscheinlich ungeeignet
401	2,9	0	0	3	0	0	0,74	sehr wahrscheinlich ungeeignet
402	2,3	0	0	3	0	0	0,65	sehr wahrscheinlich ungeeignet
403	2,8	0	0	3	0	0	0,72	sehr wahrscheinlich ungeeignet
404	2,8	0	0	3	0	0	0,72	sehr wahrscheinlich ungeeignet
405	2,9	0	0	3	0	0	0,74	sehr wahrscheinlich ungeeignet
406	2,8	0	0	3	0	0	0,72	sehr wahrscheinlich ungeeignet
407	0,6	0	0	3	0	0	0,39	sehr wahrscheinlich ungeeignet
408	2,8	0	0	3	0	0	0,72	sehr wahrscheinlich ungeeignet

Tabelle 23: Eignungsbewertung für dezentrale Versorgungen für maßgebliches Zielszenario

Teilgebiete *ID*	voraussichtliche Wärmegestehungskosten *Punkte*	ErneuerbareEnergie / Abwärme status quo *Punkte*	Realisierungsrisiko & Versorgungssicherheit *Punkte*	kumulierte Treibhausgasemissionen *Punkte*	Gesamtpunkte je Teilgebiet *Punkte*	Gesamtergebnis je Teilgebiet *Eignung*
400	-	3,00	3,00	3,00	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
401	-	3,00	2,69	3,00	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
402	-	3,00	3,00	3,00	2,40	sehr wahrscheinlich geeignet
403	-	3,00	2,77	3,00	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
404	-	3,00	2,83	3,00	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
405	-	1,80	1,78	3,00	1,56	wahrscheinlich geeignet
406	-	3,00	2,64	3,00	2,38	sehr wahrscheinlich geeignet
407	-	3,00	2,75	3,00	2,39	sehr wahrscheinlich geeignet
408	-	2,20	2,32	3,00	1,85	wahrscheinlich geeignet

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

12 Anlage zur Dokumentation der Einhaltung der Anforderungen nach WPG

12.1 Einordnung

Diese Anlage dient dem Nachweis der Einhaltung der Anforderungen gemäß dem Wärmeplanungsgesetz (WPG), die nicht im allgemeinen Berichtsteil enthalten sind. Sie erfüllt ausschließlich dokumentarische Zwecke und ergänzt die formale Nachweispflicht. Alle restlichen vom WPG geforderten Angaben sind dem Abschlussbericht zu entnehmen.

12.2 Bestandsanalyse

12.2.1 Baublockbezogene Darstellung der Art der dezentralen Wärmeerzeuger

Baublockbezogene Darstellung der Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, ***nach Art der Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung*** (Anlage 2 (zu § 23) I.2.4 WPG).

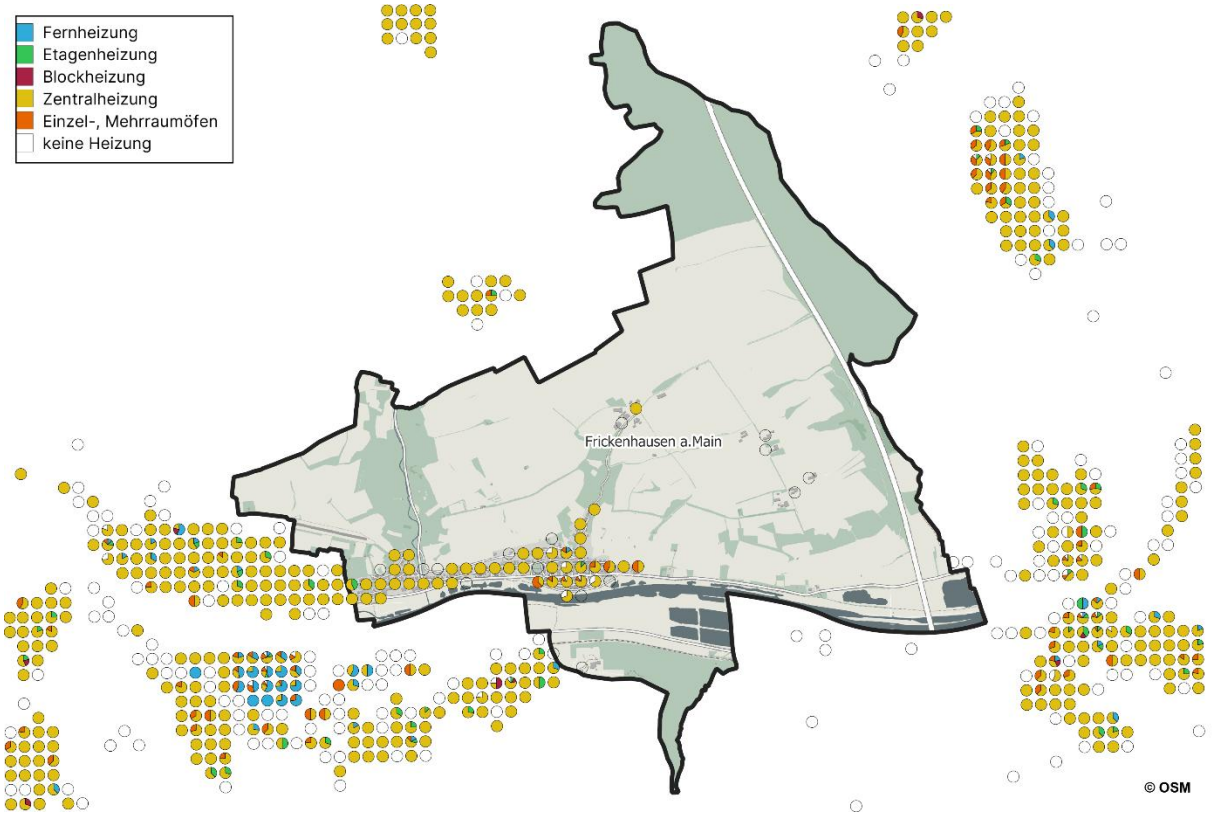


Abbildung 72: Baublockbezogene Darstellung der Art der dezentralen Wärmeerzeuger

Nähere Dateninformationen werden in Form von GIS-Daten übermittelt.

12.2.2 Darstellung Wärme- und Gasspeicher

Standortbezogene Darstellung jedes bestehenden, geplanten oder genehmigten Wärme- und Gasspeichers, differenziert nach Art des Gases, der gewerblich betrieben wird (Anlage 2 (zu § 23) I.2.9 WPG).

Nach der Datenerhebung liegen keine Informationen über Gasspeicher in Frickenhausen am Main vor.

Informationen über Wärmespeicher in einzelnen Gebäuden sind nicht Gegenstand der Darstellung. Die Wärmespeicher in Heizzentralen bestehender Wärmenetze sind in nachfolgender Abbildung verortet.

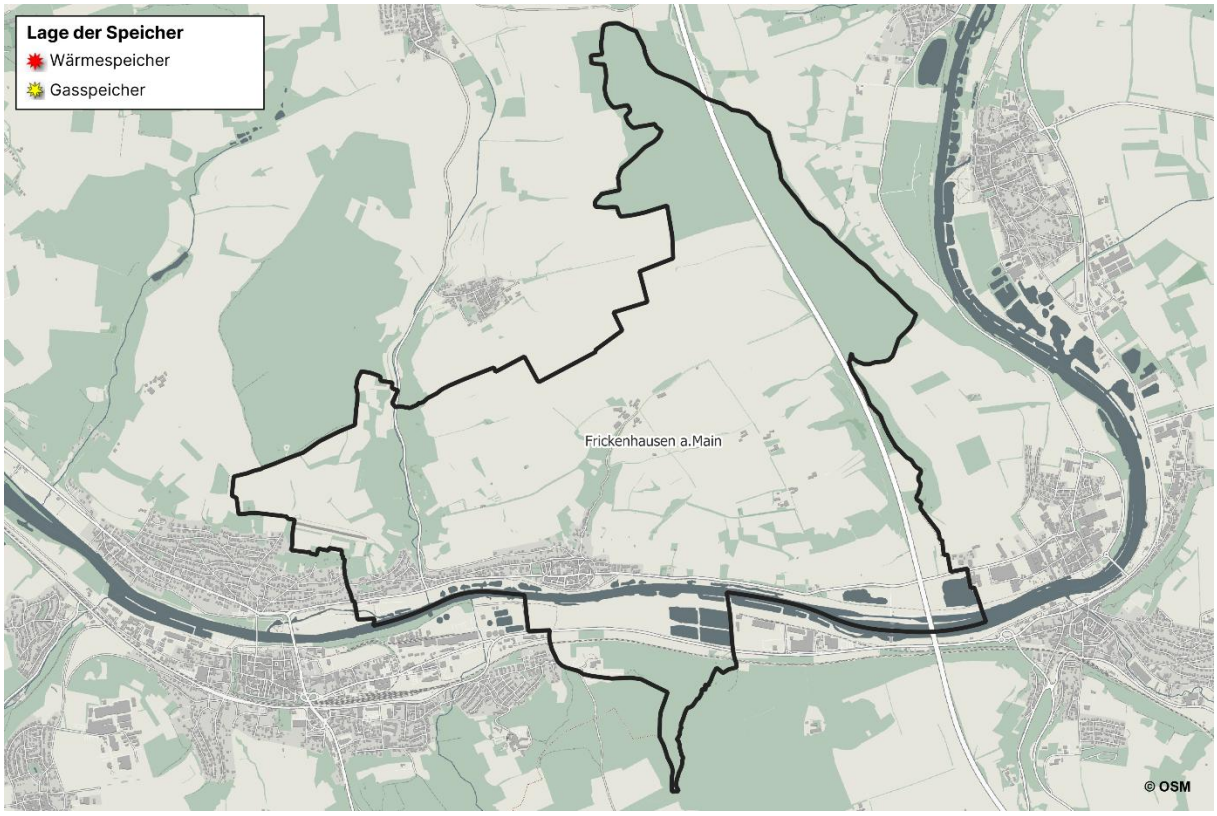


Abbildung 73: Lage der Speicher

12.2.3 Darstellung Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Kartografische Darstellung der bestehenden, geplanten oder genehmigten Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt installierter Elektrolyseleistung in Form einer standortbezogenen Darstellung (Anlage 2 (zu § 23) I.2.11. WPG).

Keine Angabe.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

12.2.4 Darstellung der Abwassernetze und -leitungen

Kartografische Darstellung der bestehenden, geplanten oder genehmigten Abwassernetze und -leitungen mit Informationen zum Trockenwetterabfluss (nach Anlage 2 (zu § 23) I.2.8.c).

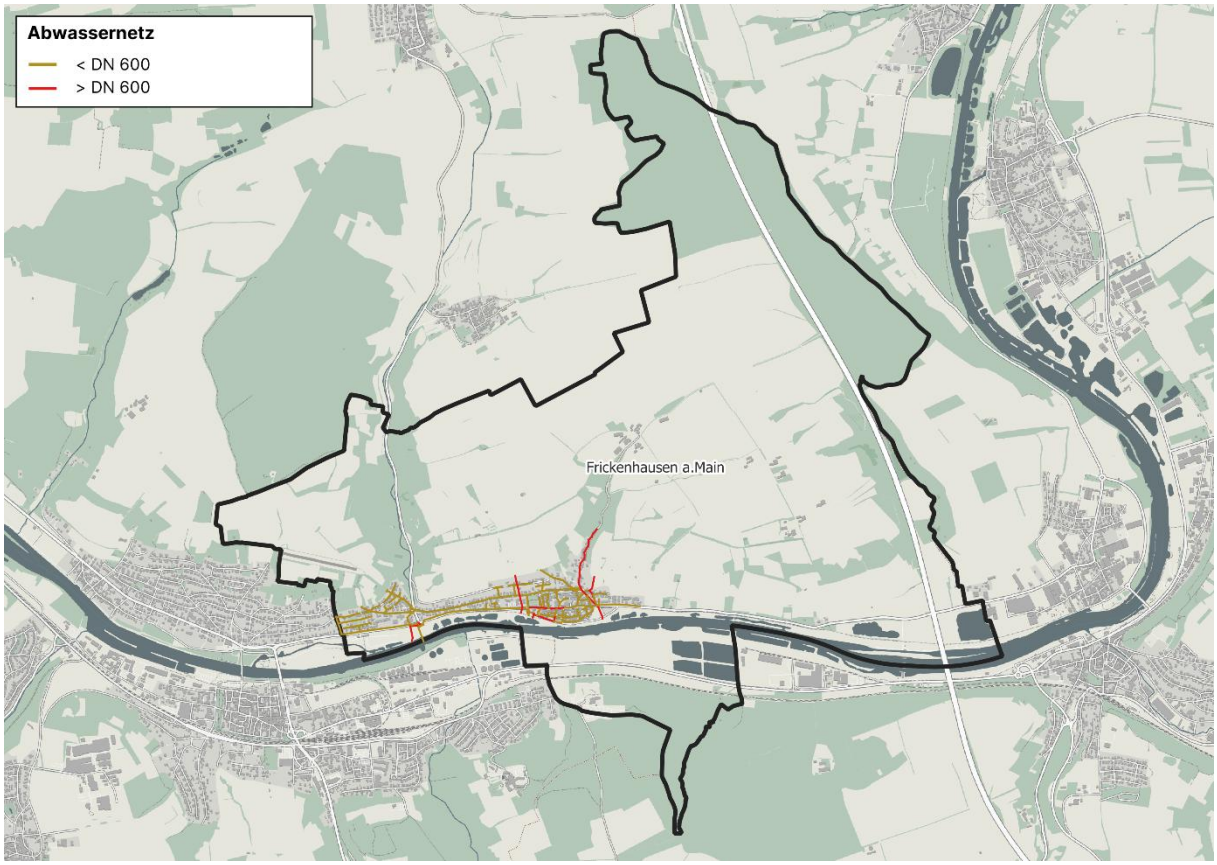


Abbildung 74: Kartografische Darstellung der bestehenden Abwassernetze

Der Zweckverband zur Abwasserbeseitigung im Raum Ochsenfurt hat für die Kommune Frickenhausen einen durchschnittlichen Trockenwetterdurchfluss von ca. 160 m³/d gemeldet.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

12.3 Eignungsprüfung

Ermittlung der Teilgebiete die bereits vollständig oder nahezu vollständig durch erneuerbare Wärme oder unvermeidbare Abwärme versorgt werden.

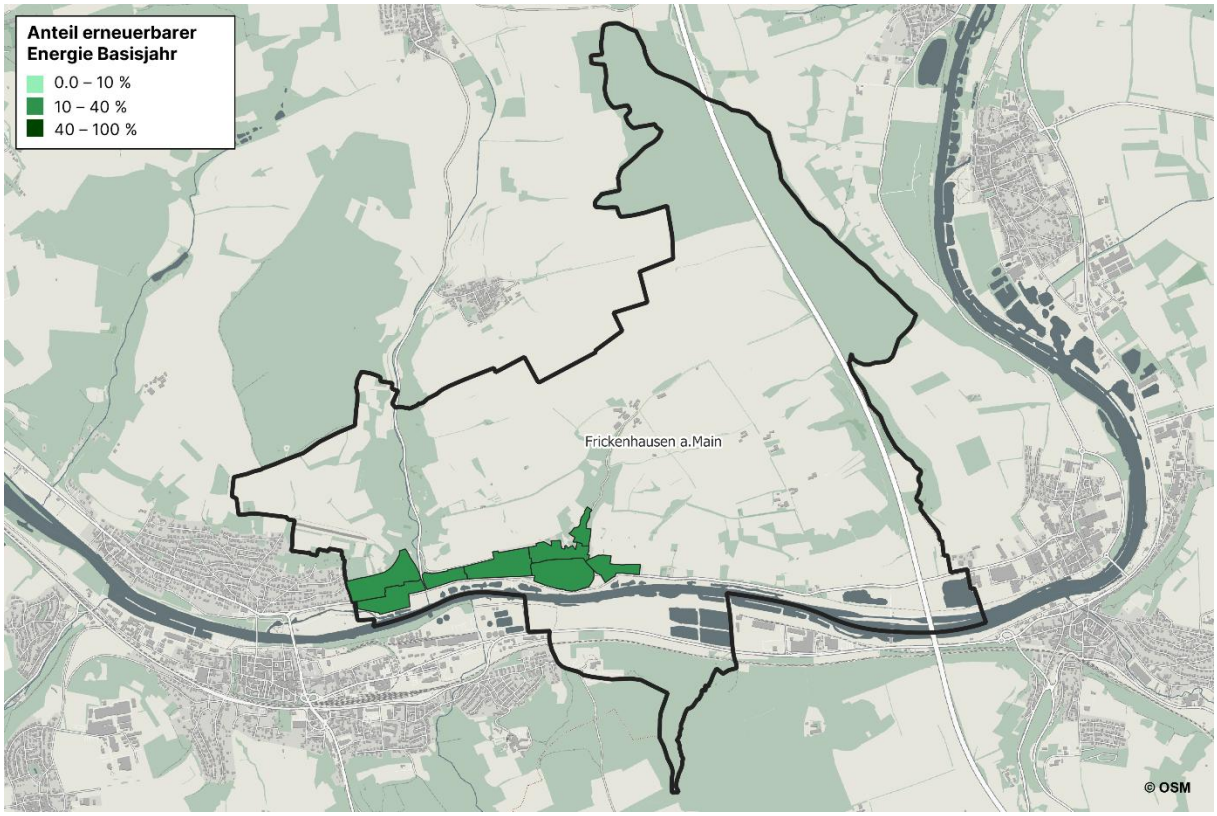


Abbildung 75: Anteil erneuerbare Energien im Basisjahr

12.4 Potenzialanalyse

Quantitative und räumlich differenzierte Ermittlung und Darstellung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung (§ 16 Absatz 1 WPG).

Keine Angabe.

12.5 Zielszenario

12.5.1 Darstellung leitungsgebundene Wärmeversorgung Zieljahr und Stützjahre

Darstellung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent für die Jahre 2030, 2035, 2040, 2045 (Anlage II (zu § 23) III 3. WPG).

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Tabelle 24: Leitungsgebundener Endenergiebedarf nach Energieträgern und Anteil am gesamten leitungsgebundenen Endenergiebedarf

	2023		2030		2035		2040		2045	
Energieträger	**MWh/a**	**Anteil**	**MWh/a**	**Anteil**	**MWh/a**	**Anteil**	**MWh/a**	**Anteil**	**MWh/a**	**Anteil**
Abwärme	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Abwasserwärme	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
grünes Gas	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	619	12%
Biomasse	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1.384	26%
Solarthermie	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Geothermie	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Gas fossil (Erdgas)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Heizöl	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Sonstige	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Strom	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	951	18%
Außenluftwärme	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Oberflächenwasser	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2.378	45%
Grundwasserwärme	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Gesamt	**0**	**0%**	**0**	**0%**	**0**	**0%**	**0**	**0%**	5.332	100%

Darstellung des Anteils der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent für die Jahre 2030, 2035, 2040, 2045 (Anlage II (zu § 23) III 4. WPG).

Tabelle 25: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch

	2023	2030	2035	2040	2045
Anteil leitungsgebundene Wärmeversorgung an Gesamtendenergieverbrauch	0%	0%	0%	0%	45%

Darstellung der Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent (Anlage II (zu § 23) III 5. WPG).

Tabelle 26: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude

	2023	2030	2035	2040	2045
Anzahl Gebäude	0	0	0	0	225
Anteil an Gesamtanzahl der Gebäude mit Wärmebedarf	-	-	-	-	43%

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

12.5.2 Darstellung Gasbedarf im Zieljahr und Stützjahren

Darstellung des Endenergiebedarfs, der aus Gasnetzen gedeckt werden soll, sowie die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz. Berücksichtigung der Jahre 2030, 2035, 2040, 2045 (Anlage 2 (zu § 23) III.7. WPG).

In Frickenhausen am Main sind keine Wasserstoffnetzgebiete für das Zieljahr vorgesehen.

12.5.3 Darstellung Gebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang

Kartografische Darstellung von Gebieten mit bestehendem Anschluss- und Benutzungszwang für eine zentrale Wärmeversorgung (Anlage 2 (zu § 23) IV WPG).

Kein Gebiet mit Anschluss- und Benutzungszwang in Frickenhausen am Main.

12.6 Anforderungen für ein Gemeindegebiet mit mehr als 45.000 Einwohnerinnen und Einwohnern

Frickenhausen am Main hat weniger als 45.000 Einwohner.