

ENDBERICHT

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT ERLENBACH AM MAIN



Auftraggeber:

Stadt Erlenbach am Main
Bahnstraße 26
63906 Erlenbach am Main

Auftragnehmer:

BfT Energieberatungs GmbH
Frohnradstraße 3b
63768 Hösbach

Unterauftragnehmer:

energielenker projects GmbH
Richard-Strauss-Straße 71
81379 München

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 67K27974

Bearbeitungszeitraum: 26.06.2025 bis 31.03.2026

Lesehinweis:

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

Vorwort

Bis 2045 soll Deutschland klimaneutral heizen.

Die **kommunale Wärmeplanung** für unsere Stadt stellt einen **soliden, strategischen Rahmen** dar, mit dem die Umsetzung der klimaneutralen Wärmeerzeugung bzw. -nutzung im Stadtgebiet anhand von Optionen aufgezeigt wird. Dabei werden uns **verschiedene Maßnahmen als Möglichkeiten empfohlen**. Diese Empfehlungen sind wichtige Informationen für alle Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer.

Der effiziente Umgang mit Energie bzw. Wärme ist sowohl eine ökologische wie auch wirtschaftliche Aufgabe, der wir uns als Gesellschaft stellen müssen – gerade weil wir von fossilen Energieträgern und der oftmals so selbstverständlichen Versorgung aus der Gasleitung oder mittels Heizöls auf zukunftssichere, ökologisch-nachhaltige und zugleich möglichst kosteneffiziente Versorgungsformen umsteigen müssen.

Ab spätestens 2045 sollen laut dem Gesetz für die Wärmeplanung und Dekarbonisierung der Wärmenetze zukünftig nur noch erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme genutzt werden, um die CO₂-Emissionen im Gebäudebereich signifikant zu verringern.

Es braucht dabei die persönliche Bereitschaft, den Willen der Akteure und die nötigen infrastrukturellen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise technisch moderne Anlagen und Bauteile, Versorgungsangebote durch Wärmenetze oder dezentrale Energie- und Wärmeanlagen, um diese Ziele erreichen zu können. Es sind sicher gewaltige Anstrengungen nötig, um die gesetzten Ziele der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen – ohne dabei unsere Wettbewerbsfähigkeit, Wirtschaftsleistung oder den Wohlstand der Menschen in Deutschland aufs Spiel zu setzen, sondern vielmehr langfristig sichern zu können.

Die Umsetzung der Maßnahmen zur Wärmewende erfolgt vor Ort – bei uns: beispielsweise durch die energetische Sanierung von Gebäuden, Einbau und Nutzung energiesparender Geräte sowie die klimaneutrale Erneuerung von Heizungsanlagen bzw. Anlagen der Industrie- und Gewerbebetriebe, im Handwerk und vielen weiteren Betrieben.

Wärmewende ist Gemeinschaftsaufgabe!

Mit der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Erlenbach am Main haben wir einen Leitfaden mit Handlungsmöglichkeiten und Optionen – die wir alle zur Umsetzung für uns nutzen können und sollten.

Die Umsetzung letztendlich liegt bei den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern.

Christoph Becker

Erster Bürgermeister Erlenbach am Main

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einleitung	12
1.1 Hintergrund & Motivation	12
1.2 Wärmeplanungsgesetz	12
1.3 Projektstruktur	13
2 Eignungsprüfung	13
3 Bestandsanalyse.....	15
3.1 Datengrundlage	15
3.2 Charakterisierung Stadt Erlenbach am Main.....	17
3.2.1 Demographische Entwicklung.....	17
3.2.2 Wirtschaft.....	17
3.2.3 Gebäudebestand	18
3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz	19
3.3.1 Grundlagen der Bilanzierung	19
3.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung Stadt Erlenbach am Main	20
3.3.3 THG-Bilanz	24
3.4 Kartografische Darstellungen	28
3.4.1 Überwiegende Baualtersklasse	29
3.4.2 Überwiegende Gebäudenutzung	30
3.4.3 Überwiegende Gebäudetyp	31
3.5 GIS-basierte Modellierung des Wärmebedarfs	31
3.5.1 Absoluter Wärmebedarf	32
3.5.2 Wärmedichte	33
3.5.3 Wärmeliniendichte.....	33
3.5.4 Überwiegender Energieträgeranteil	34
3.5.5 Infrastrukturanalyse.....	35

4	Potenzialanalyse	39
4.1	Einsparpotenzial	40
4.2	Biomasse	47
4.2.1	Biogene Festbrennstoffe	47
4.2.2	Biogas	49
4.3	Umweltwärme	50
4.3.1	Abwasserwärmenutzung	51
4.3.2	Wärme aus Oberflächengewässern	53
4.3.3	Luft-Wasser-Wärmepumpen	56
4.4	Geothermie	56
4.4.1	Tiefengeothermie	57
4.4.2	Oberflächennahe Geothermie	58
4.5	Solarthermie	63
4.5.1	Solarthermie auf Dachflächen	63
4.5.2	Solarthermie auf Freiflächen	65
4.6	Abwärme	66
4.6.1	Abwärmepotenzial	68
4.7	Wärmenetze	69
4.7.1	Wärmenetze	69
4.8	Wasserstoff	70
4.9	Sektorenkopplung	73
4.10	Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung	74
4.10.1	Photovoltaik	74
4.10.2	Wasserkraft	77
4.10.3	Windenergie	77
5	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario	80
5.1	Vorgehen und Kriterien zur Ausweisung der Gebiete	80
5.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	84
5.2.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz	87
5.2.2	Eignung für dezentrale Versorgung	88
5.2.3	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff	88
5.2.4	Prüfgebiete	89
5.2.5	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	89
5.3	Zielszenario	91

6	Wärmewendestrategie.....	95
6.1	Maßnahmenkatalog.....	95
6.2	Teilgebietssteckbriefe.....	98
6.2.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz.....	98
6.2.2	Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen.....	100
6.2.3	Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen.....	103
6.3	Fokusgebiete.....	104
6.3.1	Untersuchungsmethodik der Fokusgebiete.....	105
6.3.2	Fokusgebiet 1 „Schulzentrum / Stadtkern“.....	107
6.3.3	Fokusgebiet 2 „Münchner Straße“.....	109
6.3.4	Fazit Fokusgebiete.....	110
6.4	Kommunikationsstrategie.....	111
6.5	Controllingkonzept.....	112
6.5.1	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz.....	112
6.5.2	Monitoring von Hauptindikatoren.....	113
6.5.3	Indikatoren für die Maßnahmen.....	115
6.5.4	Indikatoren für den Prozess.....	116
6.6	Verstetigungsstrategie.....	116
6.6.1	Rollierende Planung.....	116
6.6.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen.....	117
6.6.3	Politische Absicherung.....	118
6.6.4	Kommunikation.....	118
6.6.5	Weitere Regelungen.....	119
7	Öffentlichkeitsbeteiligung über Projektlaufzeit.....	120
7.1	Rückmeldungen TÖB – Beteiligung.....	121
8	Zusammenfassung.....	125
9	Literaturverzeichnis.....	126
10	Anhang: Maßnahmensteckbriefe.....	128
11	Anhang: Teilgebietssteckbriefe.....	142

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Ergebnisse Eignungsprüfung Stadt Erlenbach am Main	14
Abbildung 3-1: Prozentualer Anteil der Wirtschaftssektoren	17
Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Gebäude je Sektor.....	18
Abbildung 3-3: Prozentualer Anteil der Gebäude nach Baualtersklasse.....	19
Abbildung 3-4: Prozentualer Anteil des Wärmebedarf nach Sektoren	21
Abbildung 3-5: Wärmebedarf nach Sektoren	21
Abbildung 3-6: Prozentuale Verteilung des Wärmebedarf nach Energieträgern	22
Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Energieträgern	22
Abbildung 3-8: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Einrichtungen.....	23
Abbildung 3-9: THG-Emissionen nach Sektoren.....	25
Abbildung 3-10: Prozentuale Anteile der THG-Emissionen nach Sektoren.....	25
Abbildung 3-11: THG-Emissionen nach Energieträgern	26
Abbildung 3-12: Prozentuale Anteile der THG-Emissionen nach Energieträgern.....	26
Abbildung 3-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern	27
Abbildung 3-14 Überwiegende Baualtersklassen	29
Abbildung 3-15 Überwiegende Gebäudeflächennutzung.....	30
Abbildung 3-16 Überwiegender Gebäudetyp Baublock	31
Abbildung 3-17: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr	32
Abbildung 3-18: Wärmedichte Basisjahr auf Baublockebene.....	33
Abbildung 3-19: Wärmeliniendichte.....	34
Abbildung 3-20: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Basisjahr.....	35
Abbildung 3-21: Überwiegender Energieträger auf Baublockebene Anteil am Wärmebedarf Basisjahr	35
Abbildung 3-22: Gasnetzverlauf.....	36
Abbildung 3-23: Wärmenetz aus ICO.....	37
Abbildung 3-24: KWK-Anlagen / Wärmeerzeuger die in Wärmenetze einspeisen bzw. einspeisen könnten.....	38
Abbildung 4-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe	39
Abbildung 4-2: Gegenüberstellung der Sanierungsszenarien Stadt Erlenbach am Main	45
Abbildung 4-3: Entwicklung des Wärmebedarf im Referenzszenario nach Gebäudetyp Stadt Erlenbach am Main	46
Abbildung 4-4: Entwicklung des Wärmebedarf im Klimaschutzszenario nach Gebäudetypen Stadt Erlenbach am Main	46
Abbildung 4-5: Biomassepotenzial - Waldflächen.....	48
Abbildung 4-6: Abwasserkanäle \geq DN 600	52
Abbildung 4-7: Potenzialflächen Oberflächengewässer	55
Abbildung 4-8: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie.....	56
Abbildung 4-9: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden.....	60
Abbildung 4-10: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren	61
Abbildung 4-11: Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen	62
Abbildung 4-12: Potenzialflächen Solarthermie Dachflächen laut Solarkataster Bayerischer Untermain.....	64
Abbildung 4-13: Solarthermiepotenzial für Freiflächenanlagen	66
Abbildung 4-14: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme eigene Darstellung	66
Abbildung 4-15: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus	67

<i>Abbildung 4-16: Baublöcke mit Abwärme / Prozesswärmepotenzial</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 4-17: Wärmenetz der Mainsite GmbH.....</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 4-18: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 4-19: Wasserstoffkernnetz (Bundesnetzagentur).....</i>	<i>72</i>
<i>Abbildung 4-20: Photovoltaikpotenziale auf Freiflächen samt EEG-Förderkulisse</i>	<i>76</i>
<i>Abbildung 4-21: Potenzialflächen für Windkraftanlagen.....</i>	<i>79</i>
<i>Abbildung 5-1 Einteilung der Stadt Erlenbach am Main in Teilgebiete</i>	<i>81</i>
<i>Abbildung 5-2 Prüfschema eines Wärmeversorgungsgebiet nach WPG § 14 (2).....</i>	<i>82</i>
<i>Abbildung 5-3 Prüfschema für ein Wasserstoffnetz</i>	<i>82</i>
<i>Abbildung 5-4 Einteilung der Wärmeklassen in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte</i>	<i>83</i>
<i>Abbildung 5-5: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung</i>	<i>87</i>
<i>Abbildung 5-6: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung</i>	<i>88</i>
<i>Abbildung 5-7: Eignung der Teilgebiete für eine Wasserstoff Versorgung</i>	<i>89</i>
<i>Abbildung 5-8: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete Stadt Erlenbach am Main</i>	<i>90</i>
<i>Abbildung 5-9: Zielszenario A - 2040 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emission.....</i>	<i>94</i>
<i>Abbildung 5-10: Zielszenario B - 2040 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emission</i>	<i>94</i>
<i>Abbildung 5-11: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen</i>	<i>96</i>
<i>Abbildung 5-12: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs.....</i>	<i>98</i>
<i>Abbildung 5-13: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs.....</i>	<i>100</i>
<i>Abbildung 5-14: Auszug Kartografische Darstellungen Wärmeliniedichte, Potenzial EE Teilgebiet.....</i>	<i>103</i>
<i>Abbildung 5-15: Übersicht Fokusgebiete</i>	<i>104</i>
<i>Abbildung 5-16: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes - Fokusgebiet 1.....</i>	<i>108</i>
<i>Abbildung 5-17: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes - Fokusgebiet 2.....</i>	<i>109</i>
<i>Abbildung 5-18: Kostenvergleich der Fokusgebiete in Abhängigkeit der Anschlussquoten</i>	<i>111</i>

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger	16
Tabelle 3-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner	23
Tabelle 3-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für für das Basisjahr	24
Tabelle 3-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden	27
Tabelle 3-5: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen KWK.....	37
Tabelle 4-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	42
Tabelle 4-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	43
Tabelle 4-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024).....	44
Tabelle 4-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	44
Tabelle 4-5: Biomassepotenziale	48
Tabelle 4-6: Biogas Potenzial	49
Tabelle 4-7: Abwasserführungssysteme	51
Tabelle 4-8: Daten des Fließgewässers.....	54
Tabelle 4-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden.....	60
Tabelle 4-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmekollektoren.....	61
Tabelle 4-11: Übersicht der Potenziale für Solarthermie.....	64
Tabelle 4-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen	65
Tabelle 4-13: Übersicht Prozesswärmepotenzial Kraftwerk Obernburg GmbH	68
Tabelle 4-14: Wärmenetz Mainsite GmbH	70
Tabelle 4-15: Übersicht der Flächenpotenziale für PV - Förderkorridore.....	76
Tabelle 4-16: Übersicht der Flächenpotenziale für PV auf Dachflächen	77
Tabelle 5-1: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	85
Tabelle 5-2: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr Szenario A... 91	
Tabelle 5-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahresritten aus dem Technikatalog (Prognos AG; ifeu, 2024).....	93
Tabelle 5-4: Maßnahmenübersicht samt Priorisierung.....	97
Tabelle 5-5: Bestandsdaten Teilgebiete.....	99
Tabelle 5-6: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile	102
Tabelle 5-7: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Fokusgebiet 1	108
Tabelle 5-8: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Fokusgebiet 2	110
Tabelle 5-9: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus.....	115
Tabelle 7-1: Zusammenfassung Beteiligungsformate der kommunalen Wärmeplanung	120

Abkürzungsverzeichnis

KWP	Kommunale Wärmeplanung
GIS	Geoinformationssystem
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid äquivalent
THG	Treibhausgas
ENP	Energienutzungsplan
FNP	Flächennutzungsplan
BP	Bauleitplan
JAZ	Jahresarbeitszahl
COP	Coefficient of Performance
WPG	Wärmeplanungsgesetz
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
MFH	Mehrfamilienhaus
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
NWG	Nicht-Wohngebäude
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
BWN	Bayernwerke Natur
WEA	Windenergieanlage
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
LOD	Level of Detail
EW	Einwohnerwert Kläranlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
LWF	Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
DLM	Digitales Landschaftsmodell
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
LOI	Letter of Intent (unverbindliche Absichtserklärung)

ICO	Industrie Center Obernburg
AMME	Abwasserzweckverband Main Mömling Elsava
GuD	Gas- und Dampfturbinen Kraftwerk
MNQ	Mittlere Niedrigwasserabfluss
gasuf	Gasversorgung Unterfranken
EZV	Energie- und Service GmbH & Co. KG Untermain

1 Einleitung

1.1 Hintergrund & Motivation

Der Klimawandel ist nicht nur messbar, sondern seine Auswirkungen sind auch sicht- und spürbar. Allgegenwärtig sind der Temperaturanstieg sowie schmelzende Gletscher und Pole. Daraus resultieren ein steigender Meeresspiegel sowie eine Häufung von Extremwetterereignissen. Das Ausmaß der weiteren klimatischen Veränderung und die davon abhängigen Szenarien sind zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersehbar. Grund dieser Effekte sind vor allem die Emissionen von Treibhausgasen. Die Erdgeschichte ist geprägt davon, dass die Temperaturen und CO₂-Emissionen steigen und fallen. Signifikant ist jedoch die Geschwindigkeit des aktuellen CO₂-Anstiegs, der deutlich macht, wie das menschliche Handeln eindeutig einen negativen Effekt auf unsere Umwelt hat.

Die EU hat sich Ziele gesetzt, um dieser Dynamik der Veränderung entgegenzuwirken. Diese Ziele beinhalten eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft, die Klimaneutralität bis 2045 und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Den Weg dahin sollen rund 50 Einzelmaßnahmen weisen, die zugleich den Übergang zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft bereiten.

1.2 Wärmeplanungsgesetz

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

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

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

Mit dem WPG wurden die Länder verpflichtet, die Erstellung der Wärmeplanungen in einem Landesgesetz umzusetzen und die Erstellung der Wärmeplanungen zu kontrollieren und finanziell zu unterstützen. In Bayern ist das Landesgesetz seit dem 01. Januar 2025 gültig.

1.3 Projektstruktur

Zur erfolgreichen Erstellung des kommunalen Wärmeplans bedarf es einer ausführlichen Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie projektspezifischen Merkmale einbeziehen. Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine nach Vorgabe des WPG § 13 gliedern:

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

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

2 Eignungsprüfung

In der Eignungsprüfung nach § 14 WPG wird das geplante kommunale Gebiet auf Teilgebiete untersucht, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Solche Gebiete werden im kommunalen Wärmeplan als voraussichtliche Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung dargestellt und unterliegen nicht der Pflicht der detaillierten Datenerhebung und Bestandsanalyse. Im Rahmen der Potenzialanalyse sind nur diejenigen Potenziale zu ermitteln, die für die Versorgung von Gebieten für die dezentrale Versorgung in Betracht kommen. Für die Eignungsprüfung müssen zwingend Grundlagendaten wie z. B. Flurstücke und Gebäudepolygone sowie die Lage der bestehenden Infrastruktur betreffend der Energieerzeugungsstruktur (Gas- und Wärmenetze) vorliegen.

In *Abbildung 2-1* ist das Ergebnis der Eignungsprüfung dargestellt. Die „lila“ umrandeten Gebiete sind diejenigen, die detaillierter betrachtet wurden. Das sind im Wesentlichen die Stadt Erlenbach am Main, das Industriegebiet (Industrie Center Obernburg), die Stadtteile Mechenhard und Streit. Für den restlichen hellblau überblendeten Bereich wird eine verkürzte Wärmeplanung, ohne detaillierte Datenaufnahme und Bestandsanalyse sowie eine Potenzialanalyse ausschließlich für dezentrale Wärmeversorgungstechnologien durchgeführt. Dieser Bereich umfasst alle kleinen dörflichen Strukturen, in denen weder ein Gas- noch ein Wärmenetz installiert sind und die nicht für ein Wärmenetz nach der Definition im

Gebäudeenergiegesetz (GEG) geeignet sind. Ein Wärmenetz ist demnach ein Netz mit mindestens 16 Gebäuden bzw. 100 Wohneinheiten. Alle Wärmenetze mit weniger Gebäuden oder Wohneinheiten werden als Gebäudenetz bezeichnet.

In den folgenden Karten der Bestandsanalyse werden nur die näher betrachteten Bereiche die durch die Eignungsprüfung bestimmten Flächen dargestellt. Die Flächen, die nicht durch die Eignungsprüfung hervorgehoben wurden, unterliegen der verkürzten Wärmeplanung.

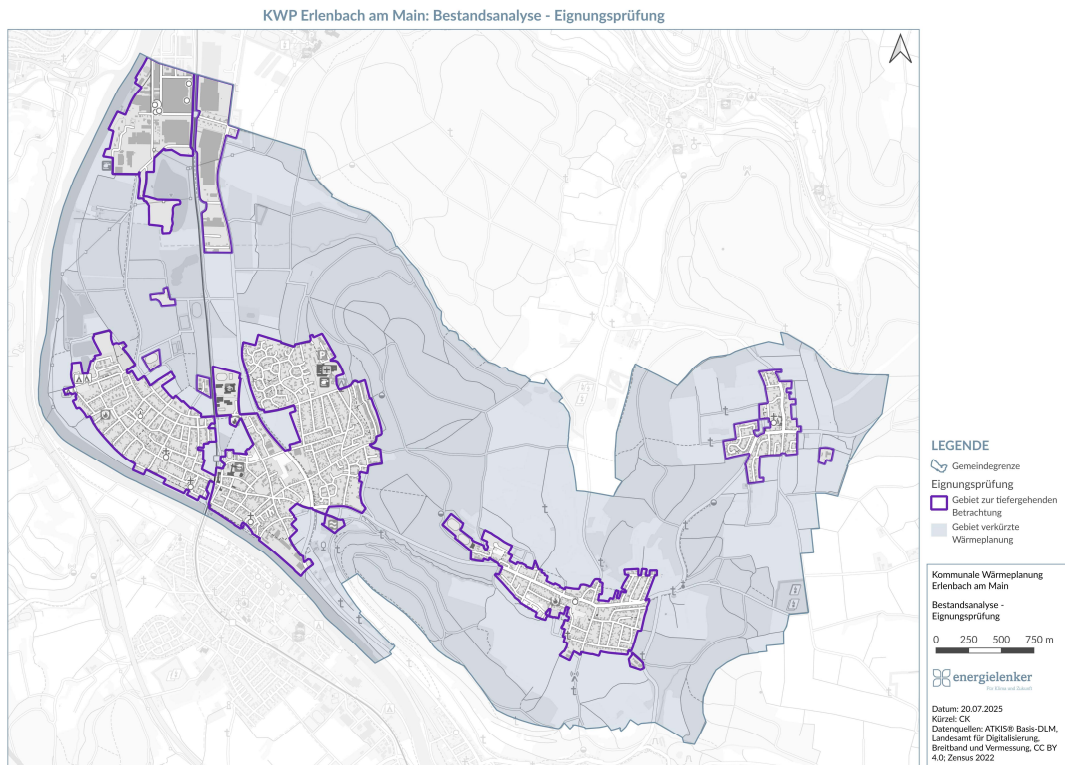


Abbildung 2-1: Ergebnisse Eignungsprüfung Stadt Erlenbach am Main

3 Bestandsanalyse

Um eine nachhaltige Wärmestrategie zu entwickeln, ist es zunächst notwendig die aktuelle Situation zu analysieren und darzustellen. In den folgenden Abschnitten werden die Datengrundlage, die Charakterisierung der Stadt Erlenbach am Main, kartografische Darstellungen und die Energie- und Treibhausgasbilanz vorgestellt.

3.1 Datengrundlage

Maßgeblich für den Umfang und die Qualität der Daten ist die Anlage 1 zu § 15 des WPG. Für die Bestands- und Potenzialanalyse in der Stadt Erlenbach am Main wurden unter anderem folgende Daten berücksichtigt:

- ▶ ALKIS-Daten (u. a. Flurstücke, Adressen, Gebäudepolygone, Gebäudetyp)
- ▶ Landschaftsmodell (BasisDLM)
- ▶ 3D-Gebäudemodelle (CityGML LoD 2)
- ▶ Zensusdaten aus der Befragung 2011 und 2022 (Beheizungsstruktur)
- ▶ Bezirksschornsteinfegerdaten (straßenzugesebene)
- ▶ Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern
- ▶ Versorgungsstruktur des Erdgasnetzes
- ▶ Kommunale Gebäudestatistiken
- ▶ Beschlossene, noch nicht umgesetzte Projekte der Wärmeversorgung
- ▶ In Planung befindliche Konzepte (PV, H₂, Biomethan)
- ▶ Laufende und geplante Infrastrukturmaßnahmen (u. a. Tief- und Straßenbau)
- ▶ Weitere Daten u. a. zu Abwasserleitungen, unvermeidbare Abwärme, Biomasse, Biogas, Wasserstoff, Denkmalschutz, Siedlungsentwicklung (z. B. ausgewiesene Neubaugebiete)
- ▶ Daten des Energie-Atlas Bayern
- ▶ Daten des Umweltatlas Bayern
- ▶ Weitere angefragte Daten und Layer (z. B. shapes) von verschiedenen Informationsquellen

Ziel der Datenerhebung ist es, einen möglichst hohen Anteil an Realdaten (z. B. abgerechnete Verbrauchsdaten) zu berücksichtigen und so eine hohe Datengüte zu erreichen. Die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas wurden von den folgenden Netzbetreibern bereitgestellt (siehe Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger

Energieträger	Netzbetreiber	Wärmeverbrauch/-bedarf
Erdgas	bayernwerke Netz GmbH	Verbrauchsdaten (Clusterebene) Aggregierte Verbrauchswerte
Umweltwärme / Wärmepumpe	EZV Energie- und Service GmbH & Co. KG Untermain	Verbrauchsdaten (adressscharf) Verbrauchswerte
Elek. Direktheizungen/ Nachtspeicher	EZV Energie- und Service GmbH & Co. KG Untermain	Verbrauchsdaten (adressscharf) Verbrauchswerte
Wärmenetz	Mainsite GmbH	Verbrauchswerte (adressscharf)
Wärmeerzeuger	Kraftwerk Obernburg GmbH	Verbrauchswerte (adressscharf)
Landkreis	Landratsamt Miltenberg	Verbrauchswerte (adressscharf)

Bei der Erhebung, Verarbeitung und Visualisierung der gesammelten Daten wurden die Vorgaben an den Datenschutz stets eingehalten. Eine datenschutzrechtliche Vorgabe ist die Erstellung von Baublöcken aus mindestens fünf beheizten Gebäuden. Dadurch kann es vorkommen, dass manche Baublöcke über natürliche Trennungen wie Schienenwege, sonstige natürliche Trennungen (z. B. Fließgewässer) und den Straßenverkehr hinausragen. Diese Baublöcke bilden die kleinste Einheit innerhalb der kartografischen Darstellungen.

Die von den Versorgern gebildeten Baublöcke wichen von den für die kommunale Wärmeplanung gebildeten Baublöcken ab. Folglich wurden die Verbrauchswerte aus den Baublöcken der Netzbetreiber in die bestehenden Baublöcke für die kommunale Wärmeplanung umverteilt. Dazu wurden die baublocksbezogenen Energieverbräuche anhand der Gebäudeanzahl im Baublock sowie der beheizten Nutzflächen der Einzelgebäude adressscharf aufgeteilt. Anschließend wurden die Daten der Einzeladressen auf die Baublöcke für den kommunalen Wärmeplan aggregiert.

Während der Bestandsanalyse wurden die Daten und Informationen in einer Datenbank gesammelt sowie in einem geographischen Informationssystem (GIS) gespeichert und weiterverarbeitet. Die gesammelten Informationen (wie z. B. Energieverbräuche, Verteilung der eingesetzten Energieträger, Alter des Gebäudebestandes) und deren GIS-gestützte Verortung bilden die Grundlagen für die kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse sowie für die weiteren Analysen.

3.2 Charakterisierung Stadt Erlenbach am Main

3.2.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2023 wohnten 10.200 Menschen in der Stadt Erlenbach am Main. Bis zum Jahr 2039 soll die Bevölkerungszahl der Stadt Erlenbach am Main auf 10.000 Menschen sinken (Statistik B. L., 2021). Im Vergleich zum Bilanzjahr wäre das ein Bevölkerungsrückgang von etwa 1,96 %, bzw. 200 Personen. Laut der Stadtverwaltung sind diese Prognosen nicht sinnig, da in den letzten Jahren vermehrt die Zahl der Zuzüge stieg.

3.2.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in der Stadt Erlenbach am Main besteht im Basisjahr 2023 aus einer Mischung aus Industrieunternehmen, klein- und mittelständischen Unternehmen und Handwerksbetrieben. Die prozentuale Verteilung der Wirtschaftssektoren ist in *Abbildung 3-1* dargestellt. Hierzu zählen folgende Branchenzugehörigkeiten samt der Gebäudeanzahl laut IHK-Standortportal Bayern (IHK-Standortportal, IHK-Standortportal Bayern, 2025):

- ▶ Industrie (Anzahl: 86)
- ▶ Einzelhandel (134)
- ▶ Großhandel (59)
- ▶ Verkehr und Logistik (17)
- ▶ Gastgewerbe (39)
- ▶ Dienstleistungen für Unternehmen (130)
- ▶ Dienstleistungen für Personen (145)

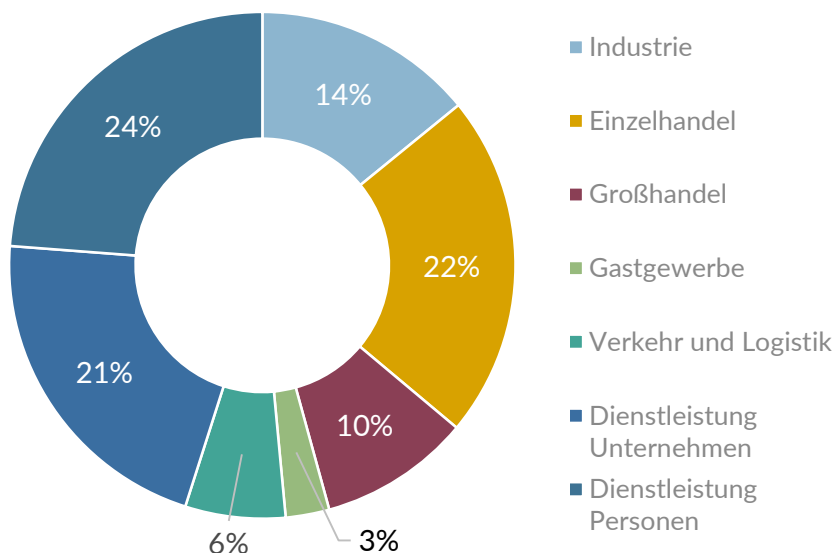


Abbildung 3-1: Prozentualer Anteil der Wirtschaftssektoren

3.2.3 Gebäudebestand

Für die Auswertung des Gebäudebestands wurden aus der GIS-Datenbank zugewiesene Gebäude auf Basis des Zensus genutzt. In *Abbildung 3-2* ist die prozentuale Aufteilung der Gebäude nach ihrer Nutzung dargestellt. Insgesamt gibt es auf dem Gebiet der Stadt Erlenbach am Main knapp 2.519 beheizte Gebäude. 2.396 hiervon sind Wohngebäude und können in Einfamilienhäuser (1.332 Gebäude zu 53 %) und Mehrfamilienhäuser (1.064 Gebäude zu 42 %) eingeordnet werden. Dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) werden 118 Gebäude (4 %) zugewiesen. Auf Grund unzureichender Informationen konnte für 5 Gebäuden (rund 0,2 %) keine eindeutige Zuweisung getroffen werden und wurden deshalb nicht näher betrachtet.

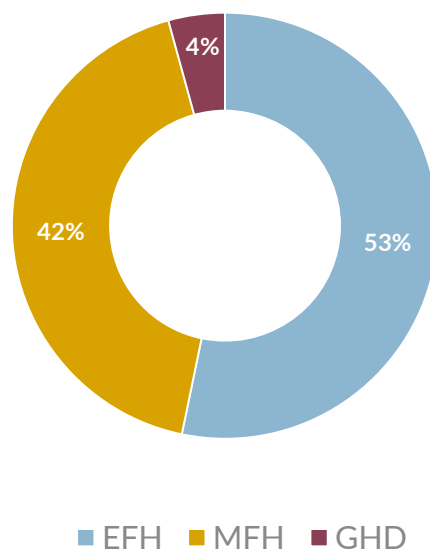


Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Gebäude je Sektor

In *Abbildung 3-3* ist die prozentuale Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude der Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Die größte Anzahl an Gebäuden ist mit 62 % der Baualtersklasse 1949 bis 1978 zuzuordnen. Insgesamt sind rund 74 % der Gebäude vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 gebaut worden, sodass in Erlenbach am Main grundlegend von einem hohen Sanierungspotenzial auszugehen ist. Es lagen Informationen über bereits durchgeführte energetische Gebäudesanierungen der stadteigenen Liegenschaften seitens der Stadt Erlenbach am Main vor. Die Baualtersklasse 1979 bis 1990 weist mit 12 % den zweithöchsten Anteil auf gefolgt von der Baualtersklasse 1919 bis 1948 mit 7 % und 1991 bis 2000. Die Baualtersklasse 2001 bis 2019 machen in Summe circa 7 % aus. Geringe Anteile von 5 % konnten der Baualtersklasse 2001 bis 2010 mit 4 % und der Baualtersklasse 2020 und später zugeordnet werden. Die Baualtersklassen sind in *Abschnitt 0* kartographisch dargestellt.

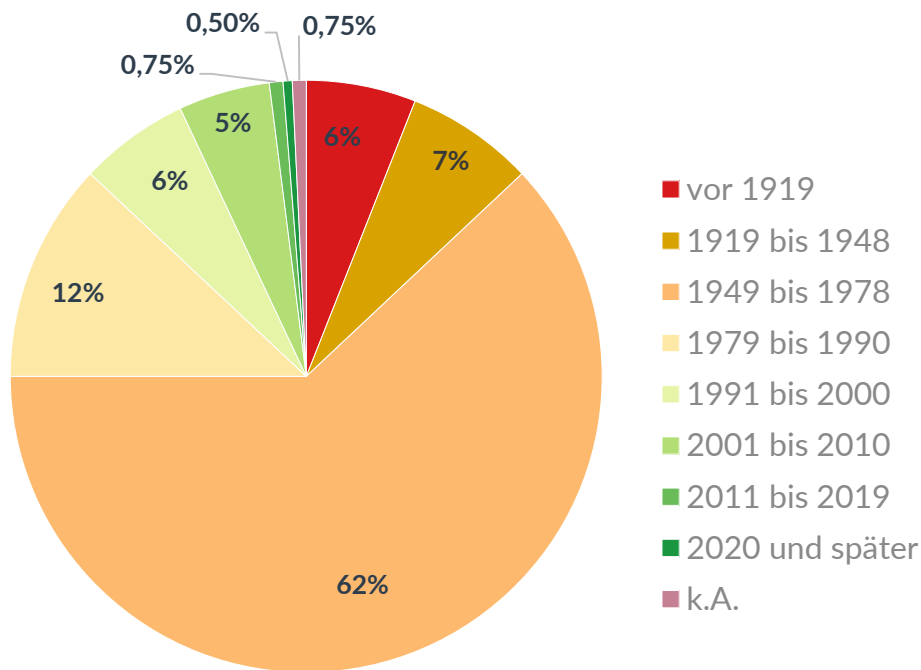


Abbildung 3-3: Prozentualer Anteil der Gebäude nach Baujahrsklasse

3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz für die Wärmeerzeugung der Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Der Energiebedarf ist dabei für das Basisjahr 2023 erfasst und bilanziert worden.

3.3.1 Grundlagen der Bilanzierung

Auf Grund der Anforderungen aus dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist die Energiebilanz in der kommunalen Wärmeplanung ausschließlich auf die Endenergieträger beschränkt, die zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Für den Stromverbrauch werden nur die relevanten Anteile für den Betrieb von Wärmepumpen und strombetriebenen Direktheizungen (z. B. Nachtspeicheröfen) für die Bilanz herangezogen. Zur Bilanzierung wurde ein internes Bilanztool genutzt.

Für die Bilanzierung der leitungsgebundenen Energieträger sind Verbrauchsdaten der Energieversorger für Wärmepumpen- / Heizstrom, Erdgas und Wärme herangezogen worden. Aufgrund der Datengrundlage konnten die Energieträger der Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung oder keine gebäudescharfen Informationen vorlagen, nicht weiter spezifiziert werden. Für diese Gebäude wurden Energiebedarfswerte, die sich auf die beheizte Nutzfläche beziehen, basierend auf adressscharfen Gasverbräuchen berechnet. Diese Werte wurden den Gebäuden zugewiesen, die eine ähnliche Nutzung, eine äquivalente Baujahrsklasse und einen äquivalenten Gebäudetyp aufweisen. Für alle Gebäude, die nicht-leitungsgebunden versorgt werden und keine weiteren Daten der energetischen Versorgung zur Verfügung standen, konnten somit auf Grundlage von realen Gasverbrauchsdaten Bedarfswerte zugewiesen werden.

Für die Zuweisung der Energieträger der Gebäude, bei denen keine Zuweisung aus den leitungsgebunden Verbrauchsdaten oder anderen Quellen möglich war, ist auf die Energieträgerverteilung des Zensus 2022 zurückgegriffen worden. Hierbei wurden den überwiegenden Energieträgern, die nach dem Ausschlussverfahren der leitungsgebundenen Energieträger übrigblieben – in diesem Fall Erdgas und Strom für Wärmepumpen bzw. Direktstromheizungen sowie das Wärmenetz – die nächstfolgenden überwiegenden Anteile zugewiesen.

Es ist anzumerken, dass die Energiebedarfe der Verbraucher, die eine Wärmepumpe betreiben, mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 multipliziert wurden, um die Erzeugernutzwärme zu berechnen.

Die Kkehrbuchdaten konnten aufgrund der Straßenbezugsebene nicht für die Berechnung des adressscharfen Wärmebedarfs herangezogen werden, da eine Zuordnung der Gebäude auf einzelne Adressen bzw. auf Baublöcke – insbesondere bei langen Straßen – nicht möglich war. Zusätzlich bestehen Unschärfen in den Kkehrbuchdatensätzen aufgrund von datenschutzrechtlichen Randbedingungen in Bayern und sind für die Energieträgerverteilung der Bilanz nicht herangezogen worden.

3.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung Stadt Erlenbach am Main

Im Basisjahr 2023 weist die Stadt Erlenbach am Main einen Wärmebedarf für die Wärmebereitstellung von 84.312 MWh auf.

In *Abbildung 3-4* wird die prozentuale Verteilung des Wärmebedarf nach Verwendung dargestellt. Private Haushalte nehmen im Basisjahr mit 65.072 MWh (siehe *Abbildung 3-5*) und 77 % den größten Anteil am Gesamtwärmebedarf ein. Die Haushalte weisen im Schnitt einen Wärmebedarf pro Quadratmeter beheizte Wohnfläche von 206,01 kWh/m² auf.

Der Sektor GHD mit 19 % (15.893 MWh) macht den zweitgrößten Anteil am Wärmebedarf aus. Der Sektor „Kommunale Einrichtungen“ umfasst die stadteigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Stadtverwaltung erhoben und übermittelt. Die kommunalen Einrichtungen haben einen Anteil von 4 % (3.346 MWh) am Gesamtwärmebedarf.

Information

Um die Lesbarkeit zu verbessern, ist das Industrie Center Obernburg, das sich im Norden des Stadtgebiets befindet, nicht dargestellt. Im Industrie Center Obernburg sind verschiedene Industriebetriebe ansässig und werden teilweise über eine Dampfverbundnetz bestehend aus Hoch-, Mittel und Niederdruckdampf aus einem kombinierten Gas- und Dampfturbinen Prozess (GuD) mit Wärme versorgt. Eine Gasturbine mit einer Leistung von circa 60 MW_{el} wird mit Erdgas betrieben und über eine Hochdruckgasleitung versorgt. Die Abwärme der Gasturbine wird in einem Abhitzeessel zur Dampfaufbereitung genutzt. Der durchschnittliche Endenergiebedarf liegt bei 1.240.000 MWh Erdgas pro Jahr. Das entspricht circa 14-mal dem Wärmebedarf der gesamten Stadt Erlenbach am Main. Im folgenden Kapitel werden die THG-Emissionen ebenfalls separat ausgewiesen.

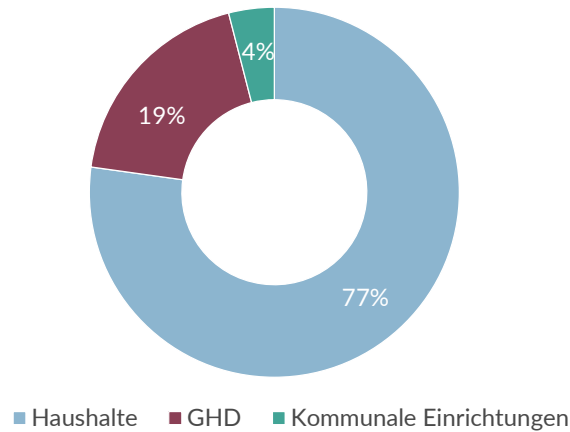


Abbildung 3-4: Prozentualer Anteil des Wärmebedarf nach Sektoren

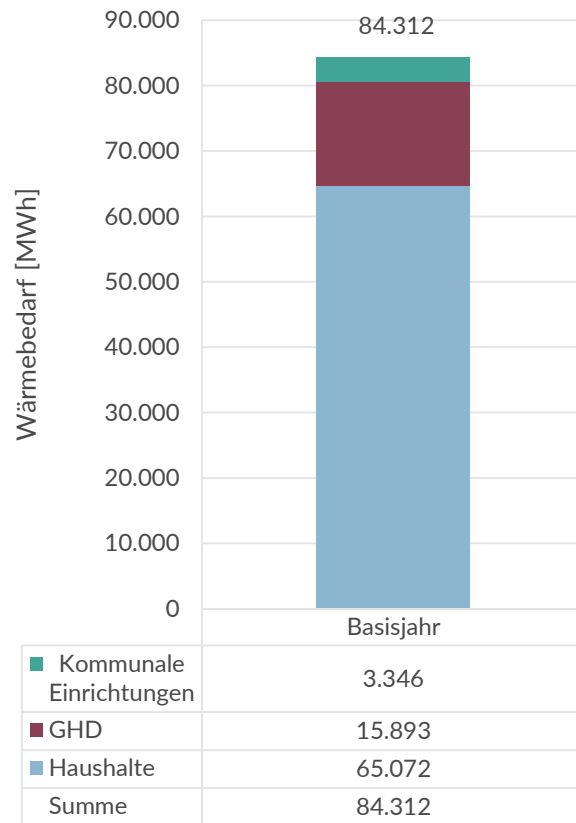


Abbildung 3-5: Wärmebedarf nach Sektoren

In der *Abbildung 3-6* ist die prozentuale Verteilung des Wärmebedarf nach Energieträgern und in *Abbildung 3-7* ist der Energiebedarf Wärme nach Energieträgern für die Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Der größte Anteil am Wärmebedarf hat der Energieträger Erdgas mit 80 % (67.175 MWh). Der zweitgrößte Anteil wird durch die Nutzung des fossilen Energieträger Heizöl 14 % (12.036 MWh) bereitgestellt. Der drittgrößte Anteil fällt auf den Energieträger Umweltwärme mit 5 % (3.812 MWh). In der Kategorie „Sonstige“ mit 2 % (1.290 MWh) sind die Energieträger Heizstrom, Biomasse, Wärmenetz, rest. nichtleitungsgebundene und Flüssiggas zusammengefasst. Für die Bilanzierung der Umweltwärme konnte auf die adressscharfen Stromverbrauchsdaten des Stromversorgers herangezogen werden.

Diese berücksichtigen in der Regel nur die Verbräuche von Wärmepumpen mit Wärmepumpenstromtarifen und Stromdirektheizungen. Stromverbräuche von Wärmepumpen, die nicht vom Stromversorger übermittelt bzw. aus anderen Informationsquellen vorliegen, können aufgrund der Datengrundlage nicht berücksichtigt werden. Die Strommenge wurde für die Bilanz mithilfe einer angenommenen durchschnittlichen Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen von 3,2 in die Erzeugernutzwärmeabgabe umgerechnet.

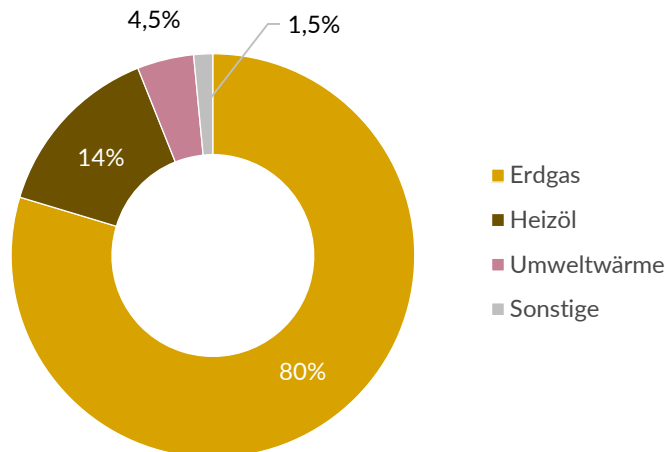


Abbildung 3-6: Prozentuale Verteilung des Wärmebedarf nach Energieträgern

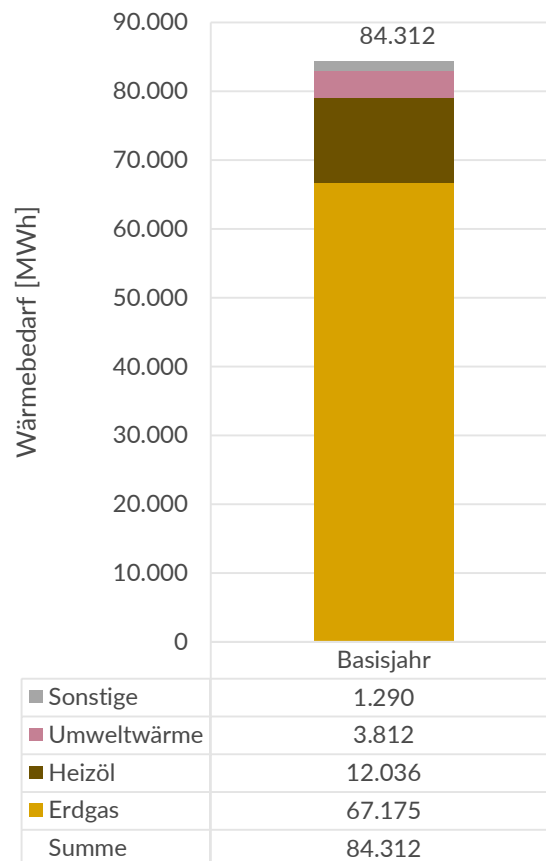


Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Energieträgern

Wärmebedarf pro Einwohner

Die absoluten Werte des sektorspezifischen Wärmebedarf aus *Abbildung 3-5* und *Abbildung 3-7* sind in der *Tabelle 3-2* pro Einwohner dargestellt. Im Basisjahr hatte die Stadt Erlenbach am Main knapp 10.200 Einwohner, der Wärmebedarf pro Person lag bei 8,27 MWh.

Tabelle 3-2: Wärmebedarf pro Einwohner

Sektor	Wärmebedarf pro Einwohner in MWh/Person
<i>Haushalte</i>	6,38
<i>GHD</i>	1,59
<i>Kommunale Einrichtungen</i>	0,33
<i>Summe</i>	8,27

Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen

Die kommunalen Einrichtungen machen nur rund 4 % des gesamten Wärmebedarfs aus, liegen allerdings im direkten Einflussbereich der Kommune und haben eine Vorbildfunktion. In *Abbildung 3-8* ist der Wärmebedarf der kommunalen Einrichtungen aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt.

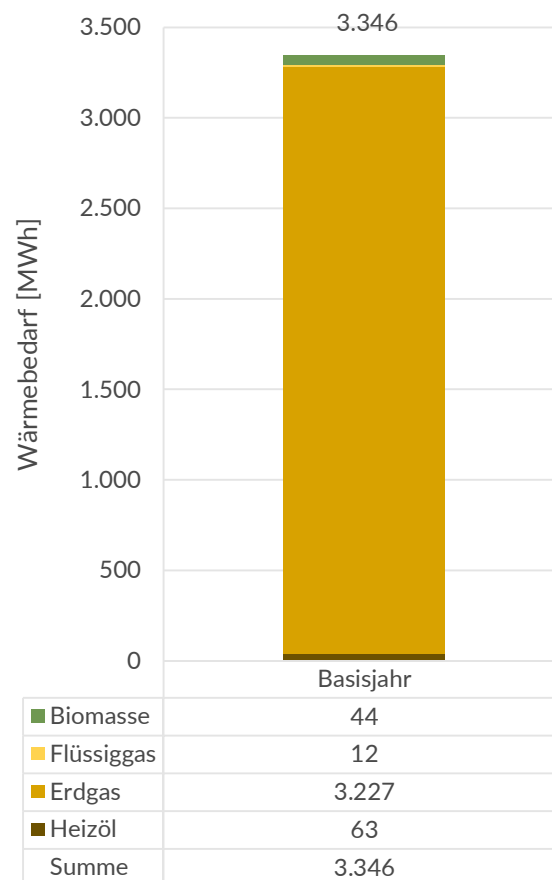


Abbildung 3-8: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Einrichtungen

Es wird ersichtlich, dass die kommunalen Einrichtungen der Stadt Erlenbach am Main einen Großteil ihres Wärmebedarfs mit fossilen Energieträger Erdgas (3.227 MWh) und Heizöl (63 MWh) decken. Kleinere Anteile der Wärmeversorgung werden über die Energieträger Biomasse (44 MWh) und Flüssiggas (12 MWh) gedeckt.

3.3.3 THG-Bilanz

Anhand des ermittelten Wärmebedarf und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig. Für die THG-Emissionsfaktoren sind die Werte aus dem Technikatalog des Leitfadens Wärmeplanung (ifeu - Institut für Energie, 2024) herangezogen worden. In *Tabelle 3-3* werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt.

Nachfolgend werden die THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner sowie gesondert für die kommunalen Einrichtungen dargestellt. Im Basisjahr weist die Stadt Erlenbach am Main sektorenübergreifend THG-Emissionen von 21.982 tCO_{2e} für die Wärmebereitstellung auf.

In *Abbildung 3-9* sind die THG-Emissionen nach Sektoren und in *Abbildung 3-10* deren prozentuale Verteilung dargestellt. Die meisten THG-Emissionen verursacht der Haushaltssektor mit rund 17.054 tCO_{2e} (78 %). Durch den Sektor GHD entstehen 4.074 tCO_{2e} (18 %). Die kommunalen Einrichtungen erzeugen 853 tCO_{2e} (4 %).

Tabelle 3-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für für das Basisjahr

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO _{2e} /kWh]			
Strom	505	Flüssiggas	276
Heizöl	313	Braunkohle	445
Erdgas	257	Steinkohle	433
Holz	22	Heizstrom	499
Umweltwärme	158	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	23	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	121	Wärmenetz	240

Information

Für die bessere Lesbarkeit ist das Industrie Center Obernburg was im Norden das Stadtgebiet angesiedelt ist in den Diagrammen nicht dargestellt. Im Industrie Center Obernburg sind verschiedene Industriebetriebe ansässig und werden teilweise über eine Wärmeverbundnetz bestehend aus Hoch-, Mittel und Niederdruckdampf aus einem kombinierten Gas- und Dampfturbinen Prozess (GuD) mit Wärme versorgt. Eine Gasturbine mit einer Leistung von rund 60 MW wird derzeit mit Erdgas betrieben und über eine

Hochdruckgasleitung versorgt. Die Abwärme der Gasturbine wird in einem Abhitzeessel zur Dampfaufbereitung genutzt, mit einer thermischen Gesamtleistung von rund 300 MW_{th}. Der durchschnittliche Energiebedarf liegt bei 1.240.000 MWh Erdgas. Das entspricht circa 14 x dem Wärmebedarf der gesamten Stadt Erlenbach am Main zum Vergleich. Der Gasverbrauch über den Gasturbinenbetrieb erzeugt somit circa 318.680 tCO_{2e} pro Jahr.

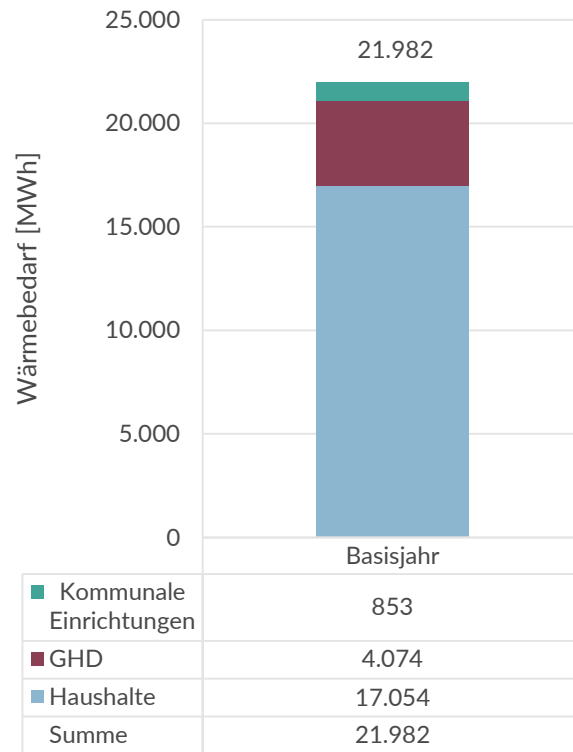


Abbildung 3-9: THG-Emissionen nach Sektoren

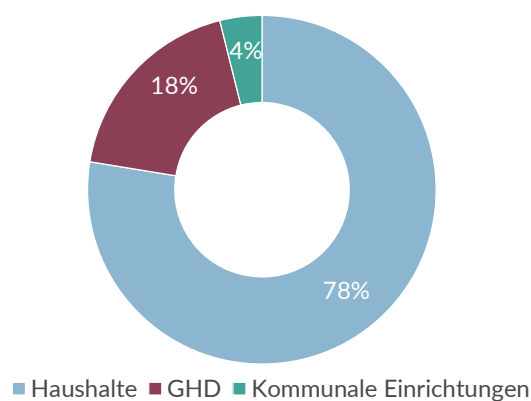


Abbildung 3-10: Prozentuale Anteile der THG-Emissionen nach Sektoren

In *Abbildung 3-11* sind die Emissionen nach Verwendung der Energieträger und in *Abbildung 3-12* deren prozentuale Gewichtung dargestellt. In den THG-Emissionen machen die fossilen Energieträger mit knapp 95 % den größten Anteil aus, Erdgas mit 78 % (17.264 tCO_{2e}) und Heizöl mit 17 % (3.767 tCO_{2e}). Den drittgrößten Anteil weist der Energieträger Umweltwärme 2,7 % (602 tCO_{2e}) auf.

Alle weiteren Energieträger weisen geringe Anteile auf und sind unter der Kategorie Sonstige geführt, Heizstrom mit 0,4 %, Wärmenetz 0,7 %, Biomasse 0,02 % und rest. nichtleitungsgeb. mit 0,5% in Summe 349 tCO_{2e}/kWh.

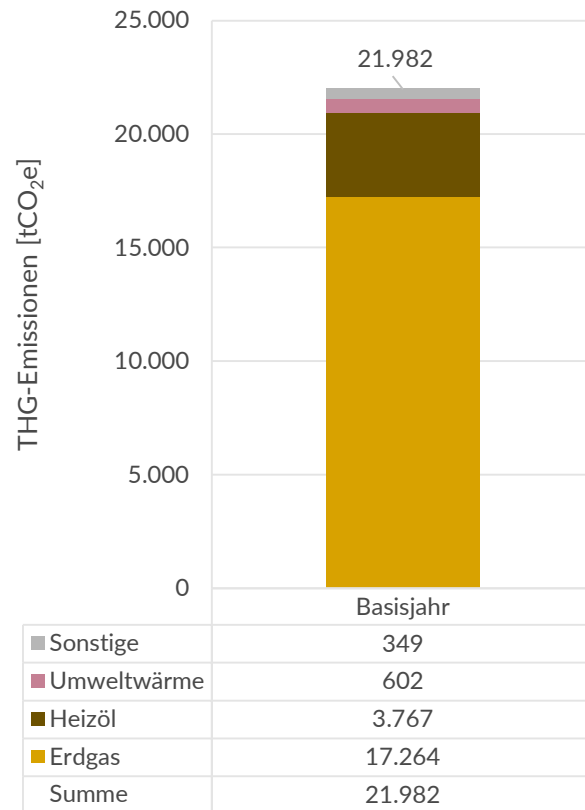


Abbildung 3-11: THG-Emissionen nach Energieträgern

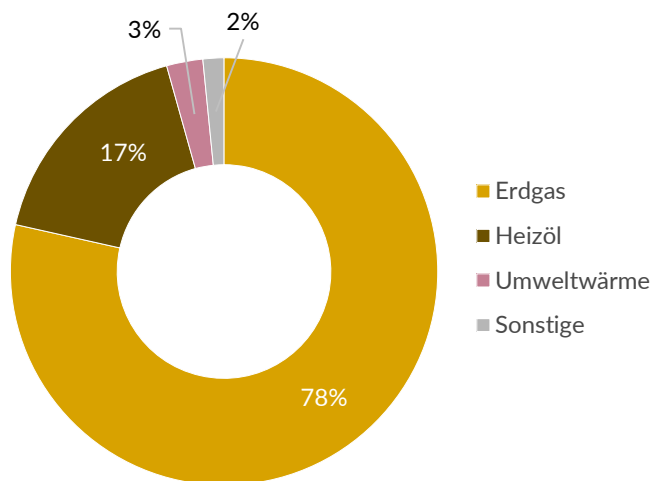


Abbildung 3-12: Prozentuale Anteile der THG-Emissionen nach Energieträgern

THG-Emissionen pro Einwohner

Die Absolutwerte der sektoralen THG-Emissionen aus *Abbildung 3-9* werden in *Tabelle 3-4* auf die Einwohner umgerechnet. Pro Kopf wurden 2,16 tCO_{2e} im Wärmebereich emittiert.

Tabelle 3-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden

Sektor	THG-Emissionen / EW [tCO _{2e} /Einwohnenden]
<i>Haushalte</i>	1,67
<i>GHD</i>	0,40
<i>Kommunale Einrichtungen</i>	0,08
Summe	2,16

THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Die THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen werden fast ausschließlich durch die Nutzung der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas verursacht (siehe *Abbildung 3-13*).

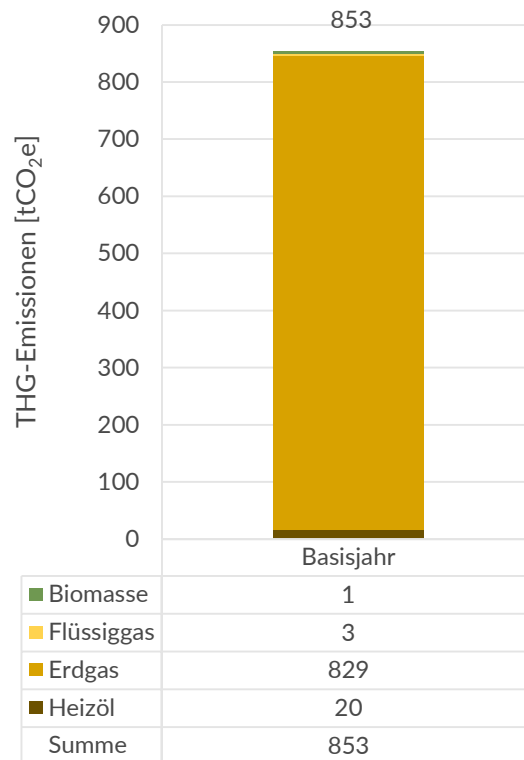


Abbildung 3-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern

3.4 Kartografische Darstellungen

Im Folgenden werden alle kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse dargestellt und beschrieben.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

- ▶ Baudenkmäler wurden in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt, jedoch nicht als separate Karte dargestellt. Die Baudenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.
- ▶ *Sollten konkrete bauliche Maßnahmen an oder in der Nähe von Einzelbaudenkmälern oder Ensembles vorgesehen sein, bedarf es der denkmalschutzrechtlichen Erlaubnis nach Art. 6 BayDSchG. Die Maßnahmen sind im Einzelfall mit den Denkmalbehörden rechtzeitig und vor Ausführungsbeginn abzustimmen.*
- ▶ Baudenkmäler wurden in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt, jedoch nicht als separate Karte dargestellt. Die Baudenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.
- ▶ *Bodendenkmäler sind gem. Art. 1 BayDSchG in ihrem derzeitigen Zustand vor Ort zu erhalten. Der ungestörte Erhalt dieser Denkmäler vor Ort besitzt aus Sicht des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege Priorität. Weitere Planungsschritte sollten diesen Aspekt bereits berücksichtigen und Bodeneingriffe auf das unabweisbar notwendige Mindestmaß beschränken.*

Im Bereich von Bodendenkmälern sowie in Bereichen, wo Bodendenkmäler zu vermuten sind, bedürfen Bodeneingriffe aller Art einer denkmairrechtlichen Erlaubnis gemäß Art. 7 Abs. 1 BayDSchG. Im Bereich bekannter Bodendenkmäler ist darüber hinaus der Einsatz technischer Ortungsgeräte, die geeignet sind, Denkmäler im Erdreich aufzufinden (z. B. Metallsonden), gemäß Art. 7 Abs. 7 BayDSchG verboten. Für berechnigte berufliche Interessen (z. B. Kampfmittelräumung, landwirtschaftliche Zwecke oder archäologische Fachfirmen) kann die Erlaubnis erteilt werden. Ferner sind zufällig zutage tretende Bodendenkmäler und Funde meldepflichtig gem. Art. 8 BayDSchG. Die Bodendenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.

3.4.1 Überwiegende Baualtersklasse

In *Abbildung 3-14* sind die überwiegenden Baualtersklassen in den aggregierten Baublöcken dargestellt. Hierzu wurden die Baualtersklassen der statistischen Erhebung des Zensus 2011 (Zensus, 2011) für die Stadt Erlenbach am Main herangezogen. Vergleiche *Abschnitt 3.2.3* für die prozentuale Verteilung der Baualtersklassen.

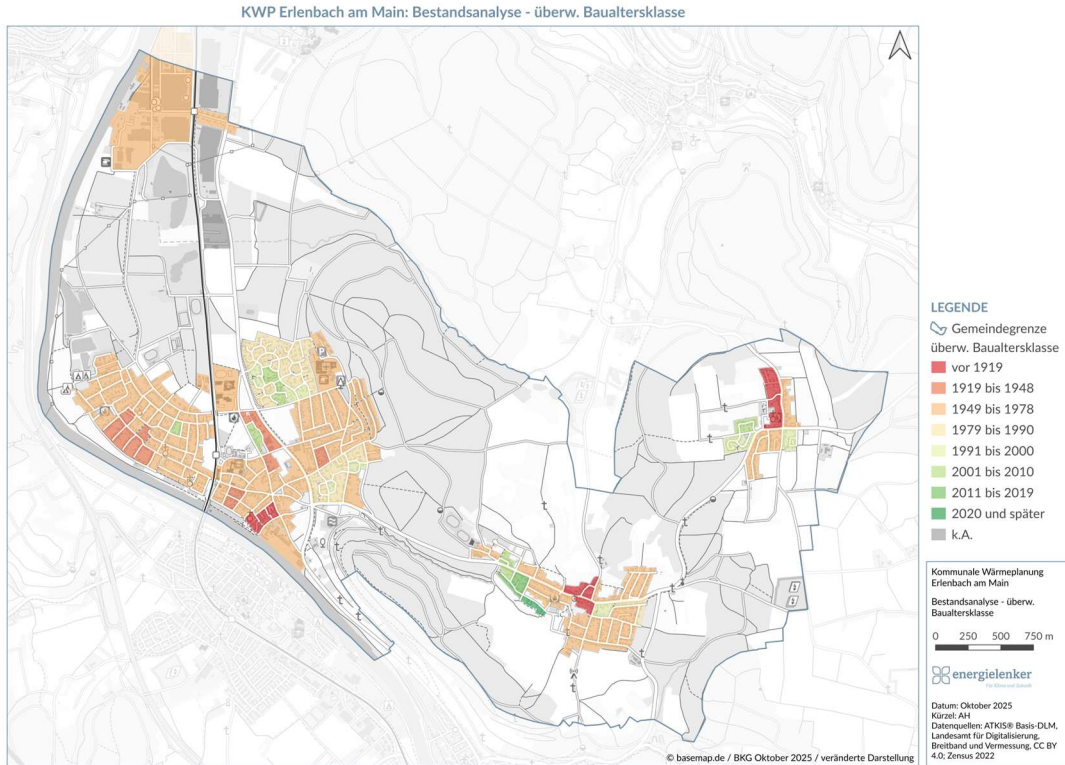


Abbildung 3-14 Überwiegende Baualtersklassen

3.4.2 Überwiegende Gebäudenutzung

In *Abbildung 3-15* ist die überwiegende Nutzung der Gebäudefläche der Stadt Erlenbach am Main für die aggregierten Baublöcke dargestellt. Der größte Flächenanteil ist der Wohnbebauung zuzuschreiben. Die Gebäudenutzung ist in Wohnbaufläche (EFH-Einfamilien- /MFH-Mehrfamilienhaus), Industrie und GHD kategorisiert. Es ist zu erkennen, dass das Industrie Center Obernburg im Norden von Erlenbach einen erheblichen Flächenbedarf aufweist. Die Nutzung von EFH überwiegt im Stadtgebiet, im Ortsteil Mechenhard und Streit. Flächen die der GHD-Nutzung zugewiesen wurden sind überwiegend im Stadtgebiet vorzufinden. Ebenfalls ist ein größeres Gewerbegebiet vorhanden nördlich der Stadt Erlenbach und südlich des Industrie Center Obernburg.

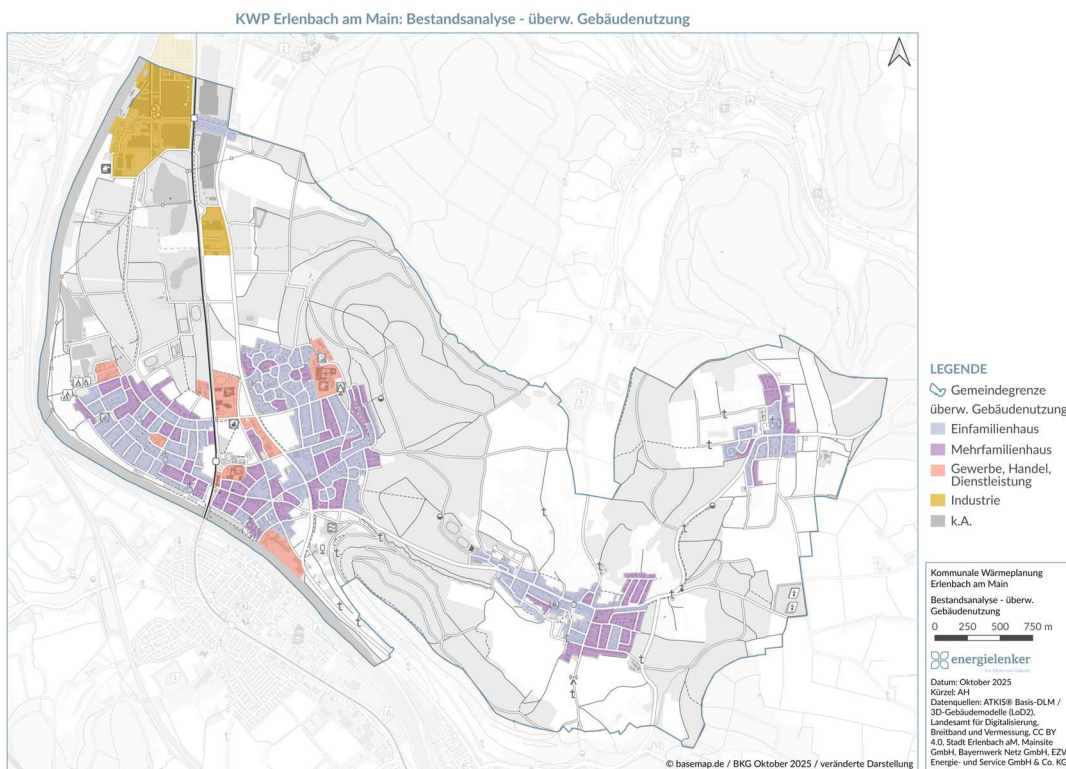


Abbildung 3-15 Überwiegende Gebäudeflächennutzung

3.4.3 Überwiegende Gebäudetyp

In *Abbildung 3-16* ist der überwiegende Gebäudetyp für die aggregierten Baublöcke kartographisch dargestellt. In der Stadt Erlenbach am Main überwiegen die Wohngebäude. Der Anteil der Wohngebäude überwiegt in der Stadt Erlenbach sowie in den Ortsteilen Mechenhard und Streit.

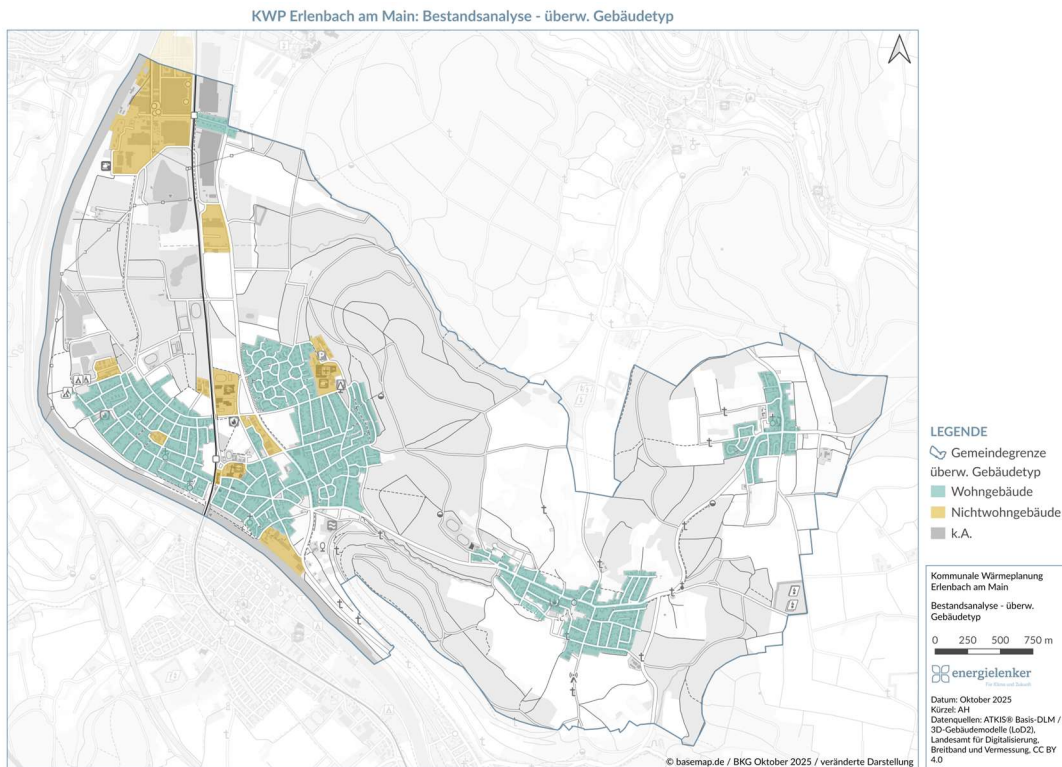


Abbildung 3-16 Überwiegender Gebäudetyp Baublock

3.5 GIS-basierte Modellierung des Wärmebedarfs

Für die Berücksichtigung eines möglichst hohen Anteils an Realdaten wurden primär adressspezifische Verbrauchsdaten verwendet. Das waren z. B. die Daten der kommunalen Liegenschaften und Landkreisverwaltungseinheiten bzw. Informationen aus Datenabfragen und Akteursgesprächen sowie adressscharfe Verbrauchsdaten des örtlichen Stromnetzversorgers für die Anteile der Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen und Strom für Direktheizungen.

Die Gasverbrauchsdaten des Gasversorgers lagen auf Straßenzugenebene als aggregierte Cluster mit einem Summenverbrauch pro Cluster vor. Aus den Clusterdaten sind jeweils Verbräuche je Quadratmeter beheizter Nutzfläche berechnet worden. Die Gasverbrauchsdaten wurden bezogen auf den Brennwert übermittelt. Diese wurden für die weitere Nutzung auf den Heizwert umgerechnet. Schließlich wurden die Heizwertdaten mit einem Erzeugerwirkungsgrad von 90 % multipliziert. Folglich sind die Wärmeverbräuche in der Form von Erzeugernutzwärmeabgaben berücksichtigt.

Für die Nutzung des Stromverbrauchs für die Verwendung von Wärmepumpen (Überwiegend Luft-Wasser-Wärmepumpen) und Nachtspeicherheizungen sowie Direktheizungen sind vom Netzbetreiber adressscharfe Verbrauchswerte übermittelt worden. Für die weitere Betrachtung sind die Wärmepumpenverbräuche mit einer JAZ von 3,2 verrechnet worden.

Für Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung ausgewiesen werden konnte oder für die keine gebäudescharfen Informationen vorlagen, wurden spezifische Wärmebedarfswerte ähnlicher Gebäude zugewiesen. Die spezifischen Wärmebedarfswerte pro Quadratmeter beheizter Nutzfläche wurden aus den Gasverbrauchsdaten der Einzelgebäude anhand deren beheizter Nutzflächen, Nutzung und Baualtersklassen berechnet.

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

Für die Darstellung der Wärmebedarfe wurden anschließend die gebäudescharfen Daten auf Baublockebene aggregiert.

3.5.1 Absoluter Wärmebedarf

Auf Basis der Modellierung des gebäudescharfen Wärmebedarfs ergibt sich für das Basisjahr ein Wärmebedarf von 84.312 MWh in der Stadt Erlenbach am Main. Die kartografischen Ergebnisse sind in *Abbildung 3-17* in Form der aggregierten Darstellung auf Baublockebene dargestellt.

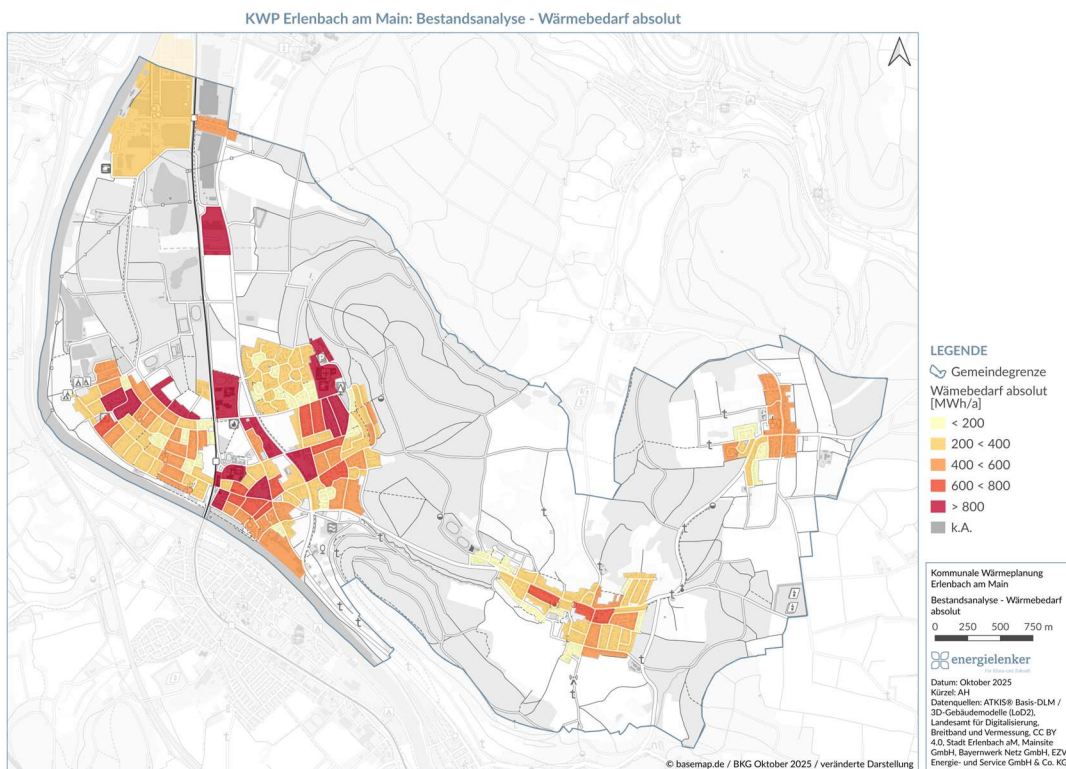


Abbildung 3-17: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr

3.5.2 Wärmedichte

Ein weiterer, wichtiger Indikator, insbesondere für die Bewertung einer zentralen Wärmeversorgung, ist die Wärmedichte. Sie beschreibt die Wärmemenge pro Baublockfläche und Jahr. Eine hohe Wärmedichte deutet darauf hin, dass ein mögliches Wärmenetz hohe Wärmemengen bereitstellen muss. Dies ist ein Zeichen für eine effiziente Nutzung des Wärmenetzes und ein Kriterium für dessen Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung.

In *Abbildung 3-18* ist die Wärmedichte pro Baublock kartographisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Kernstadtbereich von Erlenbach am Main, sowie in Mechenhard hohe Wärmedichten im Bereich von 400 bis 600 MWh / ha bestimmt wurden. Einzelne Baublöcke um die ortsansässige Klinik und den Altstadtkern weisen höhere Wärmedichten im Bereich 600 bis 800 MWh / ha auf. Im Ortsteil Streit sind die Wärmedichten eher gering bis 200 MWh / ha vorzufinden. Es ist zu beachten, dass im Industriegebiet des ICO der Prozesswärmeanteil nicht kartographisch dargestellt ist.

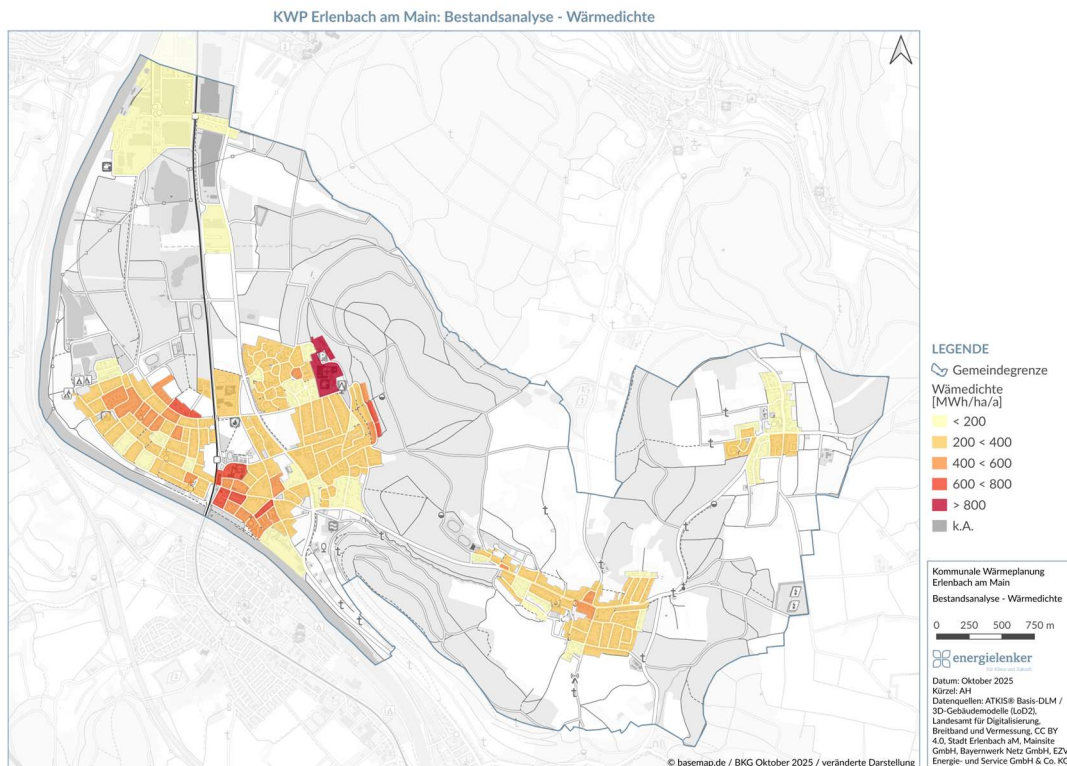


Abbildung 3-18: Wärmedichte Basisjahr auf Baublockebene

3.5.3 Wärmelinienichte

Ein weiterer, wichtiger Indikator, insbesondere für die Bewertung einer zentralen Wärmeversorgung, ist die Wärmelinienichte. Sie beschreibt die Wärmemenge, die pro Meter und Jahr entlang einer Straße transportiert werden muss, um alle Gebäude entlang dieser Straße mit Wärme zu versorgen. Eine hohe Wärmelinienichte deutet darauf hin, dass ein mögliches Wärmenetz eine hohe Wärmemenge pro Strecke transportiert, was auf eine effiziente Nutzung der Leitungen hinweist, und ein Kriterium für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung ist. Hierzu werden die Gebäude anhand ihrer Adresse dem jeweiligen Straßenzug zugeordnet.

Hierbei ist zu beachten, dass jede Wärmelinie für sich steht, d. h. es wird nicht berücksichtigt, dass im Falle eines Wärmenetzbaus über die Haupttrasse auch die Wärmemenge von angeschlossenen Straßenzügen transportiert werden muss.

Wie in *Abbildung 3-19* dargestellt, in Erlenbach am Main sind überwiegend moderate Wärmeliniendichten von 2 bis 3 MWh/(m*a) bis hohe Wärmeliniendichten größer 4 MWh/(m*a) insbesondere im Bereich des Altstadtkerns und nordwestlichen Stadtbereich mit dichter Bebauung vorzufinden.

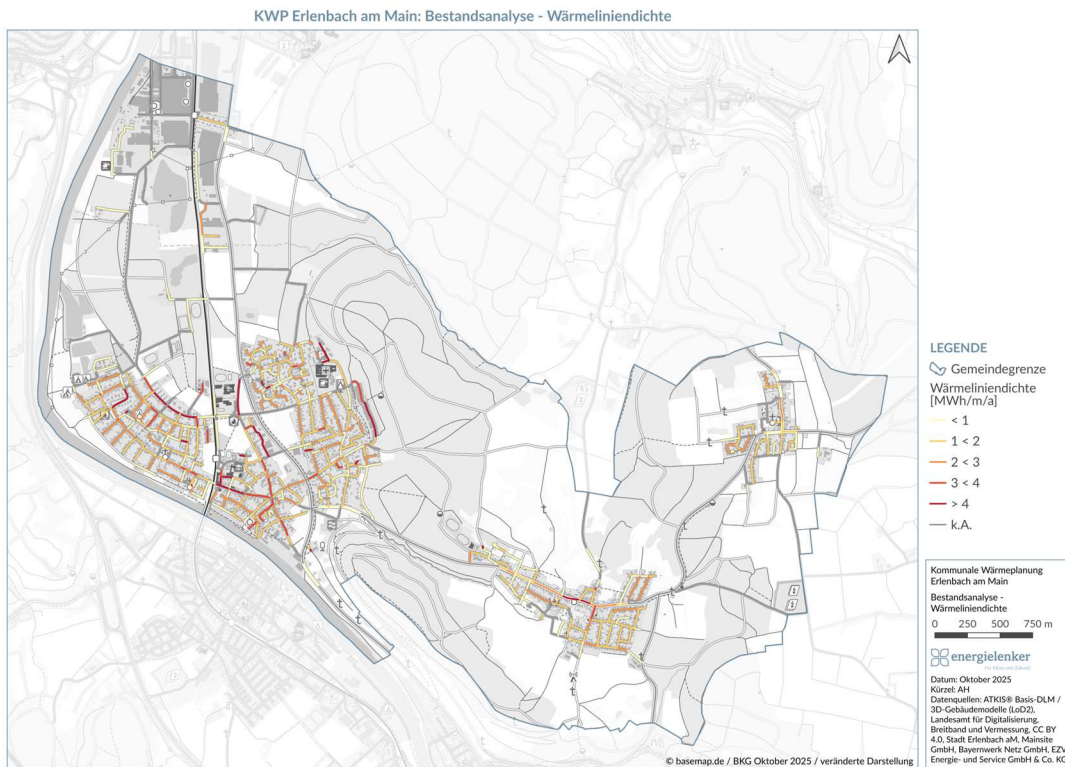


Abbildung 3-19: Wärmeliniendichte

3.5.4 Überwiegender Energieträgeranteil

In *Abbildung 3-20* ist die prozentuale Verteilung der Anteile für die Wärmeversorgung im Basisjahr der Stadt Erlenbach am Main nach Energieträgern anhand der Gebäudeanzahl und der GIS-basiert modellierten gebäudescharfen Wärmebedarfe dargestellt. In der Stadt Erlenbach am Main nutzen 1.911 Gebäude (76 %) Erdgas und 416 Gebäude (17 %) Heizöl zur Wärmeversorgung. Ein Anteil von 145 Gebäuden wird Wärmepumpen und 26 Gebäude Direktstromheizungen/ Nachtspeicherheizungen mit Wärme versorgt. In der Kategorie Sonstige sind die Energieträger, die einen kleinen Anteil von kleiner 2 % aufweisen, zusammengefasst. Hierbei sind die folgenden Energieträger zu nennen, Biomasse, Flüssiggas, Wärmenetz und unbekannt. Auf Grund der Datenlage und fehlenden Informationen konnten 12 Gebäuden kein Energieträger zugewiesen werden und sind der Kategorie unbekannt geführt. In *Abbildung 3-21* ist der überwiegende Energieträger auf Baublockebene auf Basis des Anteiles am Wärmebedarf für das Basisjahr dargestellt. Es ist zu beachten, dass der überwiegende Energieträger pro Baublock auf Basis des Anteils am Wärmebedarf dargestellt wurde.

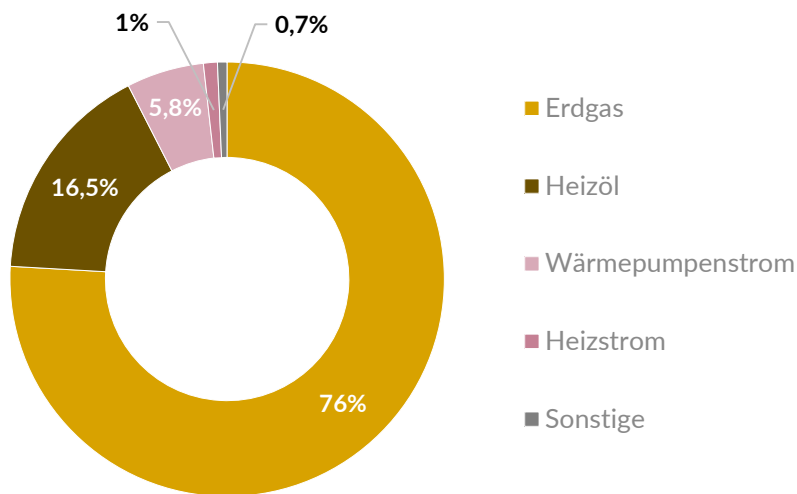


Abbildung 3-20: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Basisjahr

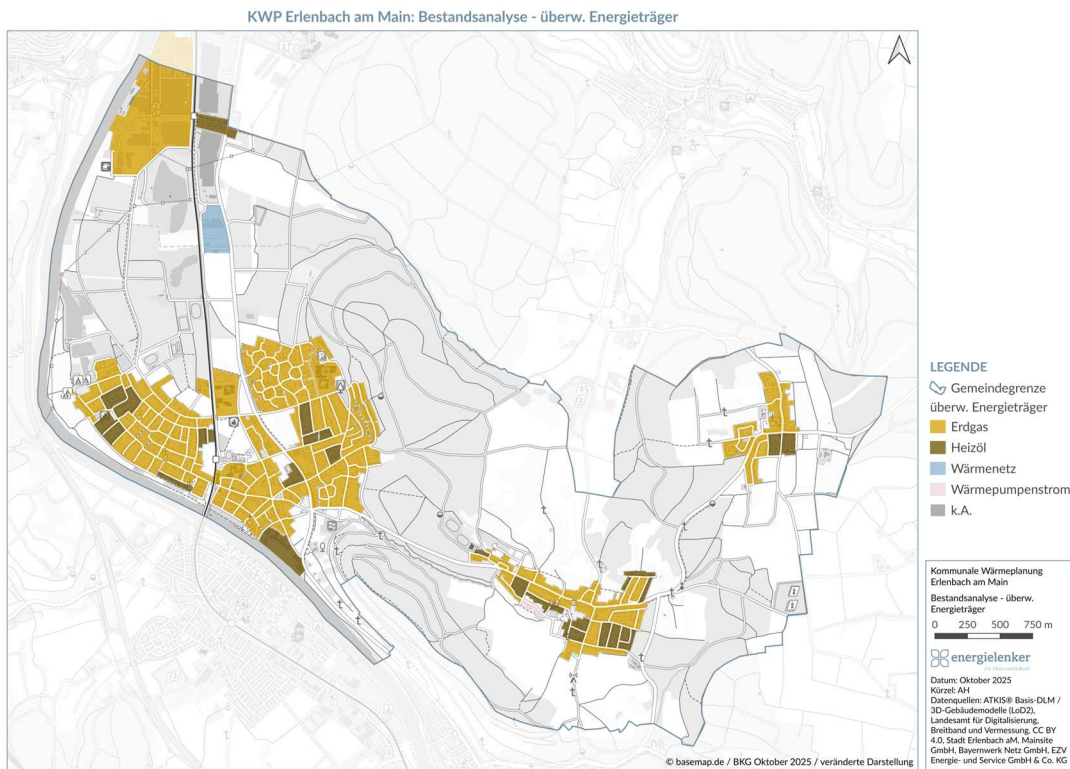


Abbildung 3-21: Überwiegender Energieträger auf Baublockebene Anteil am Wärmebedarf Basisjahr

3.5.5 Infrastrukturanalyse

Die Nutzung bestehender Infrastruktur kann Investitionskosten und Ressourcen einsparen und technische Risiken minimieren. Deshalb soll bei der kommunalen Wärmeplanung die bestehende Infrastruktur in die Strategie einbezogen werden.

Gasnetz:

Die Stadt Erlenbach am Main ist an ein Gasnetz angebunden (siehe *Abbildung 3-22*). Es kann der Karte entnommen werden, dass das Gasnetz einen Großteil des Stadtgebiets mit Gas versorgt. Hierbei kann darauf hingewiesen werden, dass sowohl im Kernstadtbereich als auch in den Ortsteilen Mechenhard und Streit eine flächendeckende Gasversorgung von rund 1.616 Anschlüssen laut Netzversorger genannt werden kann. Das sind bezogen auf die gesamte Anzahl an von 2.519 Gebäuden eine Anschlussquote von circa 64 %. Das Gasnetz hat eine Gesamtlänge von rund 41 km für die Stadt Erlenbach, die Ortsteile Streit und Mechenhard.

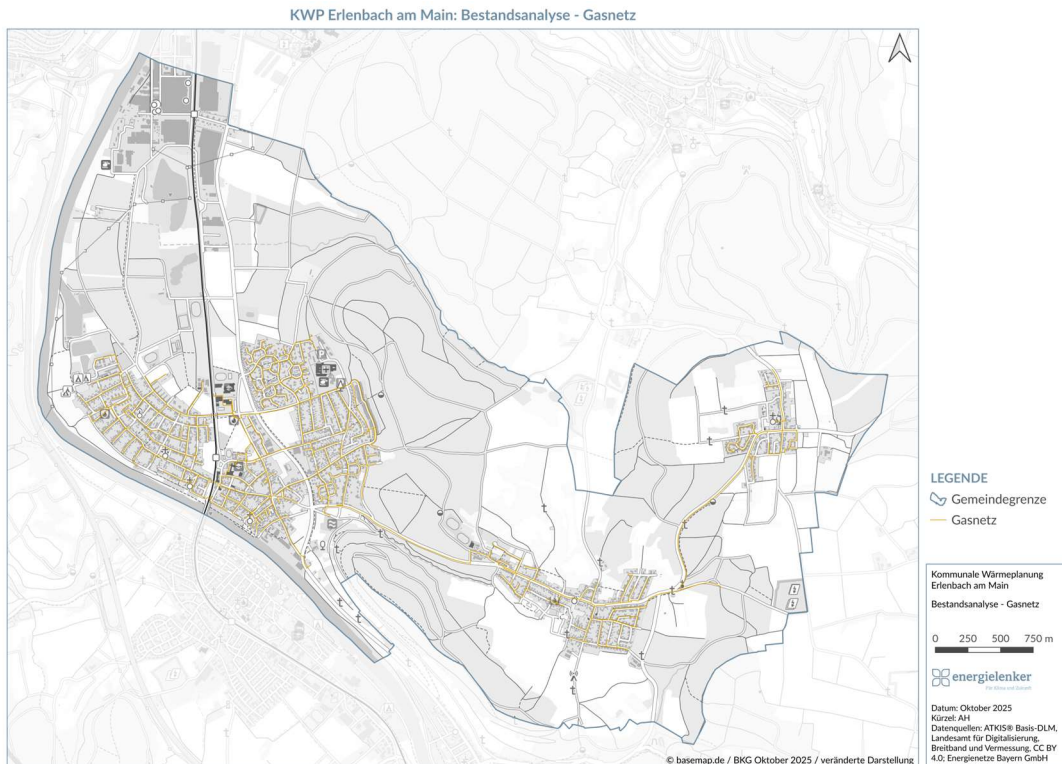


Abbildung 3-22: Gasnetzverlauf

Wärmenetz:

In Anlehnung an die Definition im Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird zwischen Wärmenetzen und Gebäudenetzen unterschieden. Ein Wärmenetz ist demnach ein Netz mit mindestens 16 angeschlossenen Gebäuden bzw. 100 Wohneinheiten. Alle Wärmenetze mit weniger Gebäuden oder Wohneinheiten werden als Gebäudenetz bezeichnet. Im Folgenden werden nur Wärmenetze bzw. Gebäudenetze im Industriebereich detaillierter betrachtet.

In der Stadt Erlenbach am Main sind ein klassisches Wärmenetz (heiß Wasser) und ein Dampfverteilnetz vorhanden. Es ist zu beachten, dass auf dem Industriegelände des ICO seitens der Kraftwerk Obernburg GmbH und der ebenfalls ansässigen Mainsite GmbH eine Wasserdampfnetz betrieben wird. Hierüber werden verschiedene Prozesse auf dem Gelände des ICO mit verschiedenen Dampfparametern versorgt. Laut dem Kraftwerksbetreiber kann hier ein Hoch-, Mittel- und Niederdruckdampfnetz erwähnt werden mit einer thermischen Gesamtleistung von rund 300 MW_{th}. Da die Informationen zur Rohrleitungsführung zu komplex für eine kartografische Darstellung sind, wurde lediglich das bestehende Warmwasser-Wärmenetz zur Versorgung des südlich gelegenen Industriegebiets kartografisch dargestellt. Siehe *Abbildung 3-23*. Dieses Wärmenetz versorgt derzeit zwei Industriebetriebe südlich des ICO mit Wärme, die dem Dampfkreislauf mittels eines Kondensationswärmetauscher entnommen wird. Vergleiche Kap. 4.7.



Abbildung 3-23: Wärmenetz aus ICO

KWK-Anlagen und weitere Wärmeerzeuger:

Nach WPG sind Wärmeerzeuger, die in Wärmenetze einspeisen bzw. zukünftig einspeisen können gesondert zu betrachten. In der Stadt Erlenbach am Main werden ein größerer Wärmeerzeuger und kleine Heizzentralen betrieben. In *Abbildung 3-24* sind die Baublöcke mit KWK-Anlagen dargestellt. Alle entsprechenden Wärmeerzeuger sind als KWK-Anlagen ausgeführt. Bei der Anlage 1 wird derzeit geringfügig Wärme entkoppelt und in ein Wärmenetz eingespeist. Hierbei ist anzumerken, dass die Anlage im nördlichen Teil des Stadtgebiets verortet ist und eine erhebliche Distanz zum Siedlungsgebiet aufweist. Bei der Anlage handelt es sich um ein kombiniertes Gas- und Dampfturbinen Kraftwerk (GuD) mit Abhitzeessel. Die Anlage 2 dient in erster Linie der Wärmeversorgung eines Schulgebäudes mit angeschlossener Turnhalle.

In der *Tabelle 3-5* sind die Anlagenparameter der Bestandsanlagen dokumentiert. Die Daten entstammen dem Energie-Atlas Bayern bzw. Daten von Akteuren.

Tabelle 3-5: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen KWK

Nummer	Name	Thermische Leistung [kW]	Elektrische Leistung Kraftwerk [kW]	Wärme Nutzung	Energieträger
1	Kraftwerk Obernburg GmbH	300.000	60.000	Ja	Erdgas
2	BHKW-Gymnasium	6	Nicht bekannt	Ja	Erdgas

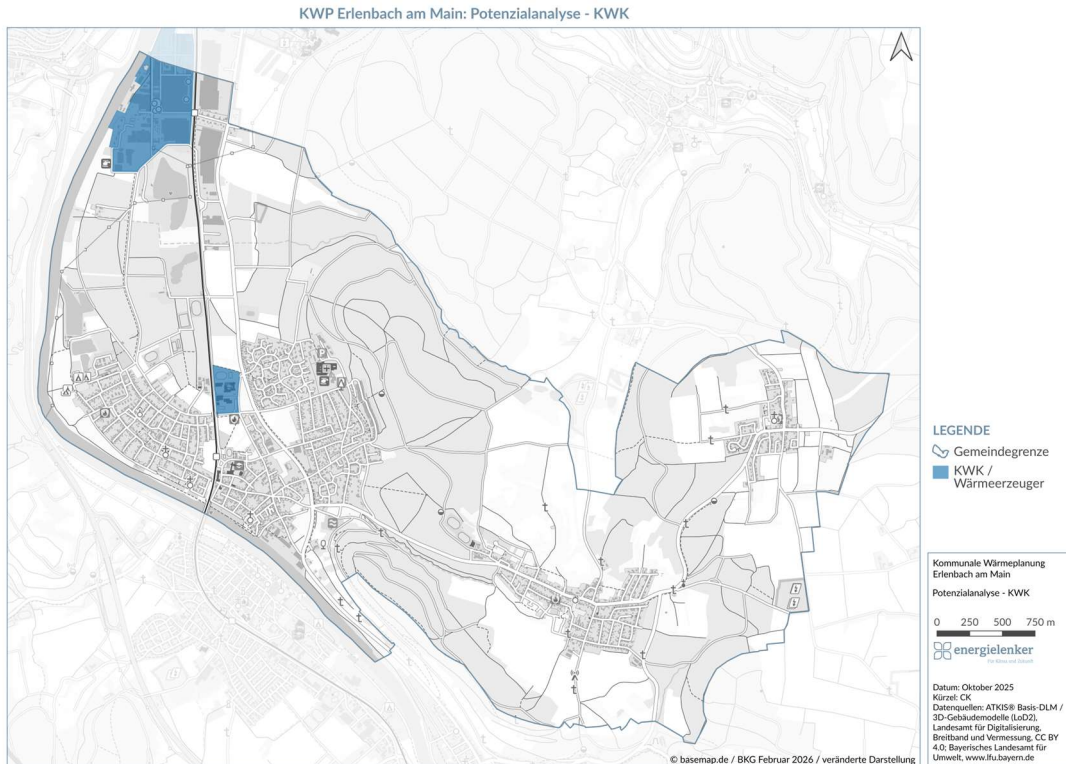


Abbildung 3-24: KWK-Anlagen / Wärmerezeuger die in Wärmenetze einspeisen bzw. einspeisen könnten

4 Potenzialanalyse

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung, Potenziale unvermeidbarer Abwärme sowie verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet.

Der Potenzialbegriff wird in verschiedene Gruppen unterteilt (siehe *Abbildung 4-1*): Das theoretische, technische, wirtschaftliche und umsetzbare Potenzial.

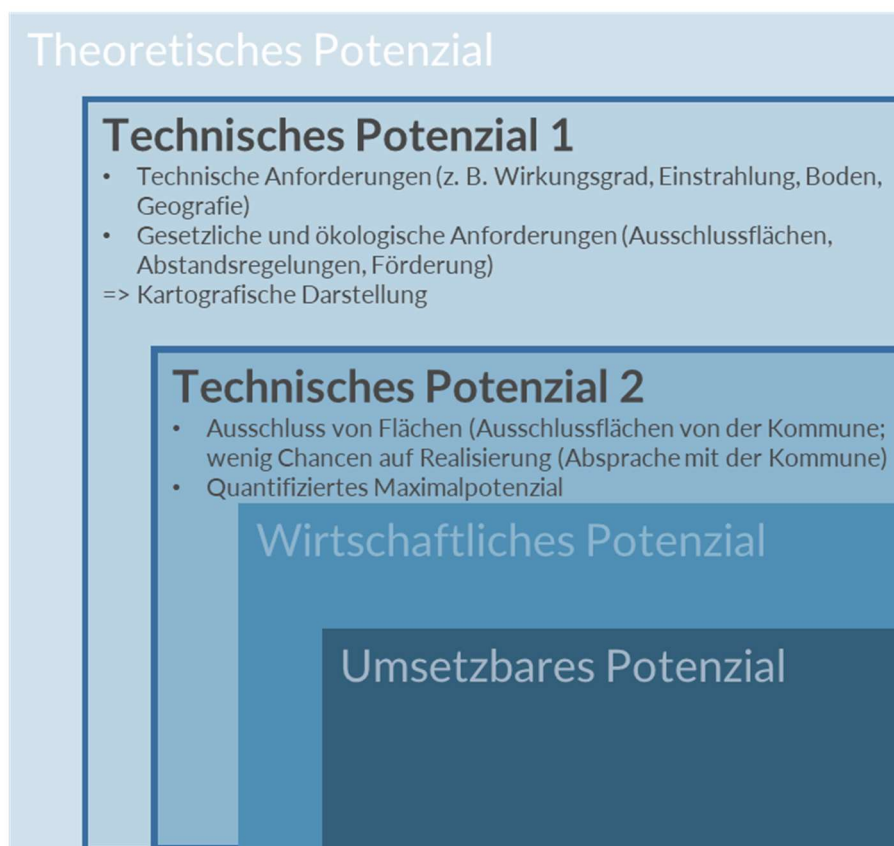


Abbildung 4-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird das technisch nutzbare Potenzial anhand von Potenzialflächen ermittelt. Die Potenzialflächen werden anhand des Verschnitts von verschiedenen Flächenarten im GIS gebildet. Die theoretisch möglichen Nutzungsflächen werden durch Restriktionsflächen wie z. B. Wasserschutzgebiete, bebaute Flächen, Straßen und Verkehrswege, Waldflächen, Gewässer sowie weiteren Randbedingungen wie z. B. Abstandsgrenzen zu Gebäuden oder Flurstücksgrenzen reduziert.

Zusätzlich werden primär die Siedlungsflächen bzw. Ortskerne betrachtet und für dezentrale Lösungen wie Wärmenetze Puffer um die Siedlungen auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugt. Weitere Randbedingungen ergeben sich durch Förderrandbedingungen wie z. B. der EEG-Förderkorridor für PV-Anlagen. Die Randbedingungen sind stark von der aktuellen Gesetzeslage abhängig und können zukünftig variieren. Die resultierenden Nutzungsflächen ergeben somit die Grundlage zur Ermittlung des **technisch nutzbaren Potenzials 1**. Anschließend werden die Potenzialflächen mit der Kommune abgestimmt und mit Ausschlussflächen der Kommune (z. B. auf Grundlage von Stadtratsbeschlüssen) verschnitten. Die finalen Potenzialflächen stellen das **technische Potenzial 2** kartografisch dar. Anhand dieser Flächen werden die Potenziale quantifiziert, sodass sich die **maximalen technischen Potenziale** ergeben.

Die quantifizierten technischen Potenziale werden als Randbedingung für die Szenarienbildung verwendet. Für die Szenarien (siehe *Kapitel 5.3*) werden die technischen Potenziale durch zusätzliche Restriktionen wie z. B. ökonomische Randbedingungen, technologische Einsatzkapazitäten oder regionale Standortgegebenheiten weiter Richtung wirtschaftliche bzw. umsetzbare Potenziale abgeschätzt.

Nachfolgend werden die technischen Potenziale anhand der einzelnen Technologien bzw. Kategorien beschrieben.

4.1 Einsparpotenzial

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

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

Suffizienz: Reduktion durch Verhaltensänderung

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

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

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

Effizienzsteigerung durch moderne Heizsysteme

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

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

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

Sanierung zur Reduktion von Wärmeverlusten

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

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

Weiterhin werden die Gebäude der Stadt Erlenbach am Main in Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) unterteilt. Wohngebäude werden dabei weiter differenziert in Einfamilienhäuser (WG-EFH) und Mehrfamilienhäuser (WG-MFH), während

Nichtwohngebäude in Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsgebäude (NWG-GHD) sowie in industriell genutzte Gebäude (NWG-IND) unterteilt werden.

Je nach Gebäudetyp wird der aktuelle Wärmebedarf dann in Raumwärme, Wärme zur Trinkwasserbereitung und Prozesswärme aufgegliedert. Industriegebäuden werden ein hoher Anteil an Prozesswärme und geringe Anteile für Heizung und Trinkwarmwasser zugeteilt (AG Energiebilanzen e.V., 2024).

Auf Basis der Baualtersklasse wird nun der spezifische Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser geprüft. Als Grenzwerte werden öffentlich Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) aus dem zugehörigen Technikkatalog verwendet. Auf dieser Datenbasis und gewissen Toleranzwerten, wird das Sanierungspotenzial der einzelnen Gebäude ermittelt und der restliche Energieverbrauch nach erfolgreicher Sanierung bzw. mögliche Einsparungen ermittelt.

In *Tabelle 4-1*, *Tabelle 4-2*, *Tabelle 4-3* und *Tabelle 4-4* sind die spezifischen Energieverbräuche nach Gebäudetypen für die verschiedenen Baualtersklassen aufgelistet.

Tabelle 4-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

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

Tabelle 4-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

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

Das Potenzial für die Stadt Erlenbach am Main zur Wärmeenergieeinsparung durch energetische Sanierung wird auf Basis des aktuellen Wärmebedarfs ermittelt. Insgesamt werden zwei Szenarien betrachtet.

- Zum einen das „Referenzszenario“ mit einer festen Sanierungsrate von **0,8 % sanierter Gebäude pro Jahr**.
- Zum anderen das „Klimaschutzszenario“ mit einer variabel aufsteigenden Sanierungsrate. Dieses startet im Bilanzjahr bei einer Sanierungsrate von **0,8 %** und steigt kontinuierlich auf eine jährliche Rate von **2,8 % im Zieljahr an**.

Tabelle 4-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung [%]
NWG-GHD – Referenzszenario				
bis 1978	133	21	112	16
bis 2009	69	10	59	14
ab 2010	45	2	43	4
NWG -GHD – Klimaschutzszenario				
bis 1918	98	37	90	32
1919-1948	94	48	43	37
1949-1978	86	40	32	30

Tabelle 4-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Mittlere Jährliche Reduktion [%]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung [%]
NWG-Industrie - Referenzszenario				
bis 1978	44	-1,8%	26	41
bis 2009	20	-1,6%	13	35
ab 2010	9	-0,2%	8	11
NWG -Industrie - Klimaschutzszenario				
bis 1918	44	-2,6%	18	59
1919-1948	20	-2,4%	9	55%
1949-1978	9	-0,8%	7	22

Im Basisjahr verbrauchen die Gebäude der Stadt Erlenbach am Main eine Wärmemenge von 84.312 MWh. Anhand der oben beschriebenen Methode weisen 2.241 Gebäude (von insgesamt 2.519 Gebäuden) ein Sanierungspotenzial auf. Dies entspricht ca. 89 % des Gebäudebestands. Die beiden Szenarien sind in *Abbildung 4-2* dargestellt.

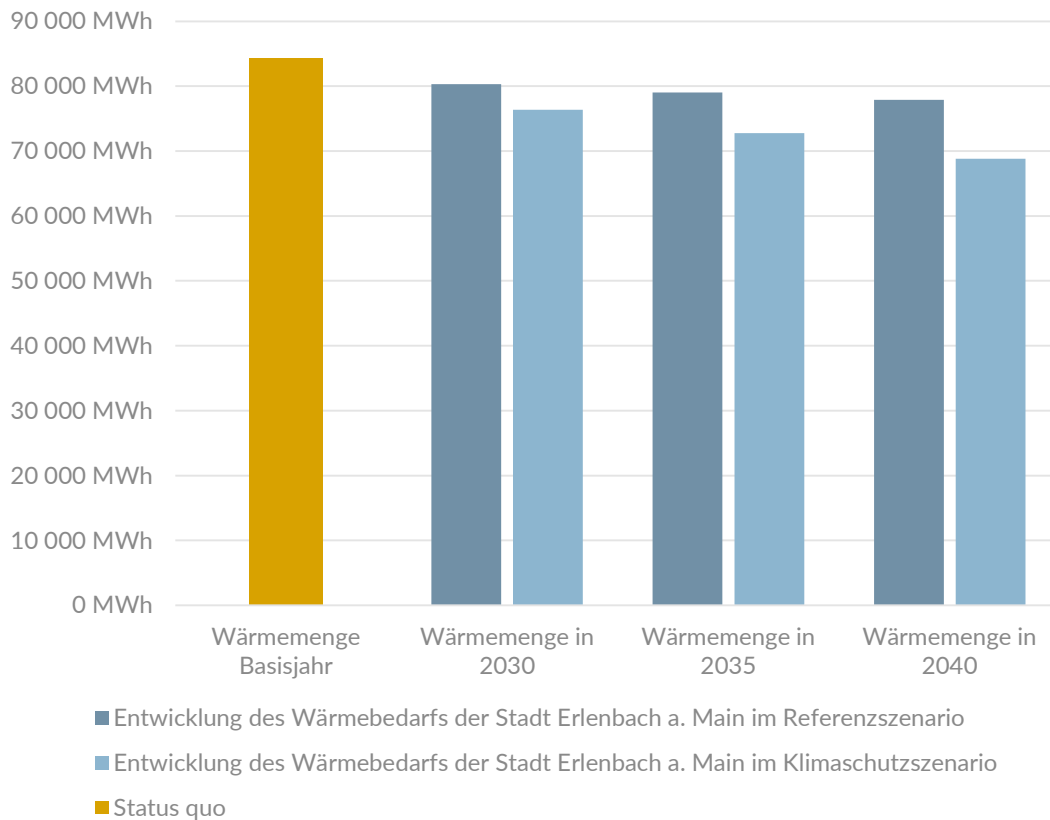


Abbildung 4-2: Gegenüberstellung der Sanierungsszenarien Stadt Erlenbach am Main

In *Abbildung 4-3* ist der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2040 in Abhängigkeit zur Gebäudenutzung für das Referenzszenario dargestellt. Mit der angenommen Sanierungsrate von 0,8 % ergibt sich ein Einsparpotenzial im Vergleich zum Basisjahr von 6.435 MWh, was ca. 8 % des Gesamtwärmebedarfs des Basisjahres entspricht.

In *Abbildung 4-4* ist der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2040 für das Klimaschutzszenario dargestellt. Es ergibt sich ein Einsparpotenzial im Vergleich zum Basisjahr von 15.509 MWh, was ca. 19 % des Gesamtwärmebedarfs des Basisjahres entspricht.

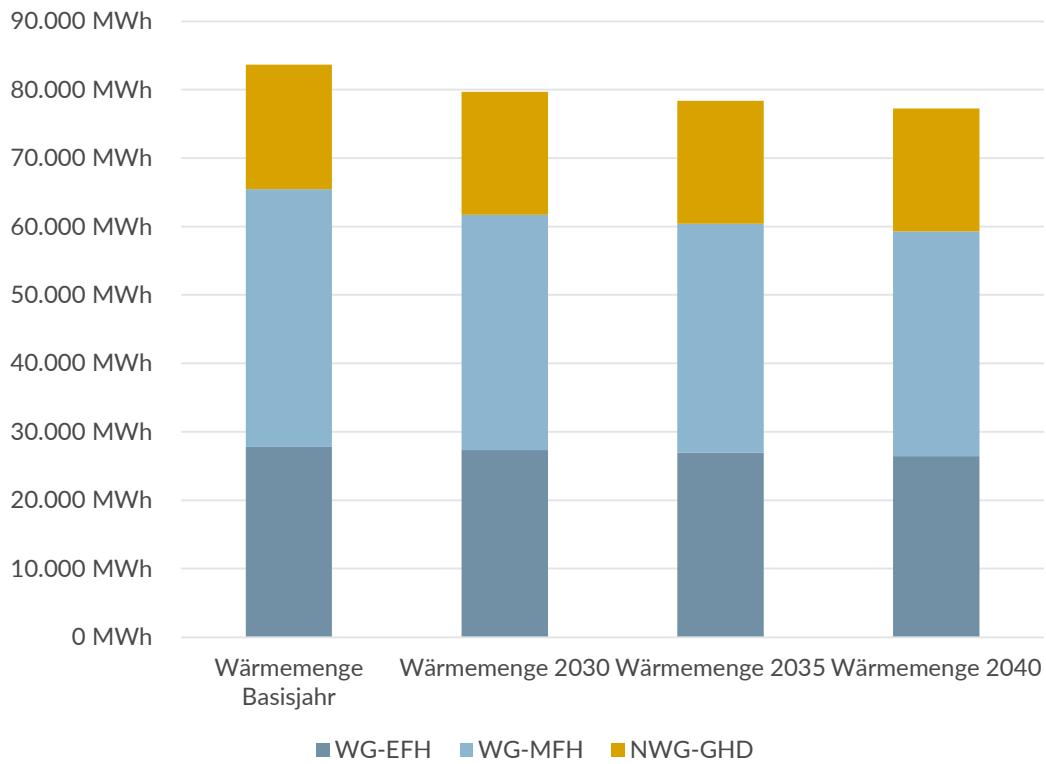


Abbildung 4-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Referenzszenario nach Gebäudetyp Stadt Erlenbach am Main

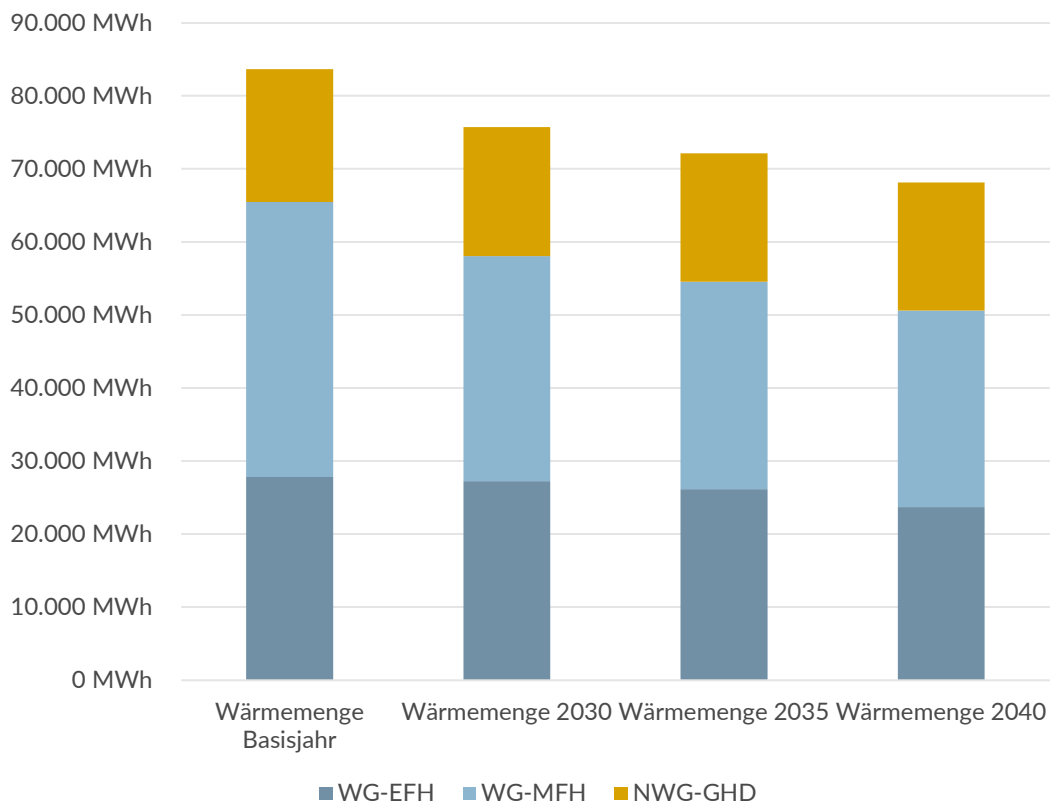


Abbildung 4-4: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario nach Gebäudetypen Stadt Erlenbach am Main

4.2 Biomasse

Bei der Verwendung von Biomasse als Energieträger wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z. B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Die Biomasse entstammt primär der Land-, Forst- und Abfallwirtschaft. Diesbezüglich ist zwischen holzartiger Biomasse, Energiepflanzen, Wirtschaftsdünger aus der Landwirtschaft und biogenen Rest- und Abfallstoffen zu unterscheiden. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. Typisch für feste Biomasse sind verschiedenste Holzbrennstoffe (u. a. Scheitholz, Holzhackschnittel oder Holzpellets). Flüssige Bioenergien sind vor allem Biokraftstoffe wie Pflanzenöl, Biodiesel oder Bioethanol. Als gasförmige Bioenergie ist Biogas zu nennen. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

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

Biomasse ist mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark. Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Biokunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen. Ebenso sollten bei der Nutzung von Holzenergie die Prinzipien der Nachhaltigkeit und der Ressourceneffizienz beachtet werden. Die energetische Nutzung des Rohstoffes Holz sollte am Ende der stofflichen Verwertungskette stehen, die Wertschöpfung und die höhere Klimaschutzleistung stehen im Vordergrund. Zusätzlich sind Aspekte wie z. B. Auswirkungen auf die Artenvielfalt zu berücksichtigen. Zusammenfassend sollte eine umfassende Bewertung der Potenziale, Risiken und Auswirkungen von Biomasse im Kontext der spezifischen regionalen Gegebenheiten durchgeführt werden, um eine verantwortungsvolle und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

4.2.1 Biogene Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe für die Energieerzeugung fallen entweder aus Rest- und Abfallholz an (Waldderholz, Flur- / Siedlungsholz) oder können speziell zu diesem Zweck angebaut werden.

In der Stadt Erlenbach am Main existiert Biomassepotenzial in Form von Waldderholz, Flur- / Siedlungsholz und Kurzumtriebs-Plantagen (Pappel). Die Energiepotenziale können über den Energie-Atlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024) abgerufen werden. Das dort ausgegebene Energiepotenzial wurde mit einem Wirkungsgrad von 77 % in einen jährlichen Wärmeertrag umgerechnet, dies entspricht der Nutzung in einem größeren BHKW (ifeu - Institut für Energie, 2024).

Die im Energie-Atlas Bayern genannten Flächen wurden nach Nutzungsart auf Grundlage der ALKIS-Daten berechnet (Statistik B. L., 2024). Die ausgewiesenen Energiemengen sind in *Tabelle 4-5* aufgelistet. Dabei ist anzumerken, dass aktuell auf Basis der Angaben des Energie-Atlas Bayern in Erlenbach am Main derzeit 5.462 MWh Wärme in Kleinfeueranlagen pro Jahr über Biomasse erzeugt wird (hier nur BAFA geförderte Anlagen und einem Wirkungsgrad von 75 %). Das Potenzial für Erlenbach am Main ist aus *Tabelle 4-5* zu entnehmen. (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024)

Tabelle 4-5: Biomassepotenziale

Art der Biomasse	Fläche	Jährliches Energiepotenzial	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Walderdbholz	614 ha Waldfläche	3.750 MWh	2,92 GWh/a
Flur- / Siedlungsholz	242 ha Gehölz, Grünanlagen, Gartenland, Obstplantagen	1.222 MWh	0,95 GWh/a
Kurzumtriebsplantagen (Pappeln)	Zu bepflanzende Ackerfläche: 0,01 ha (0,04 % des aktuellen Ackerlands)	17 MWh	0,01 GWh/a
Summe			3,89 GWh/a

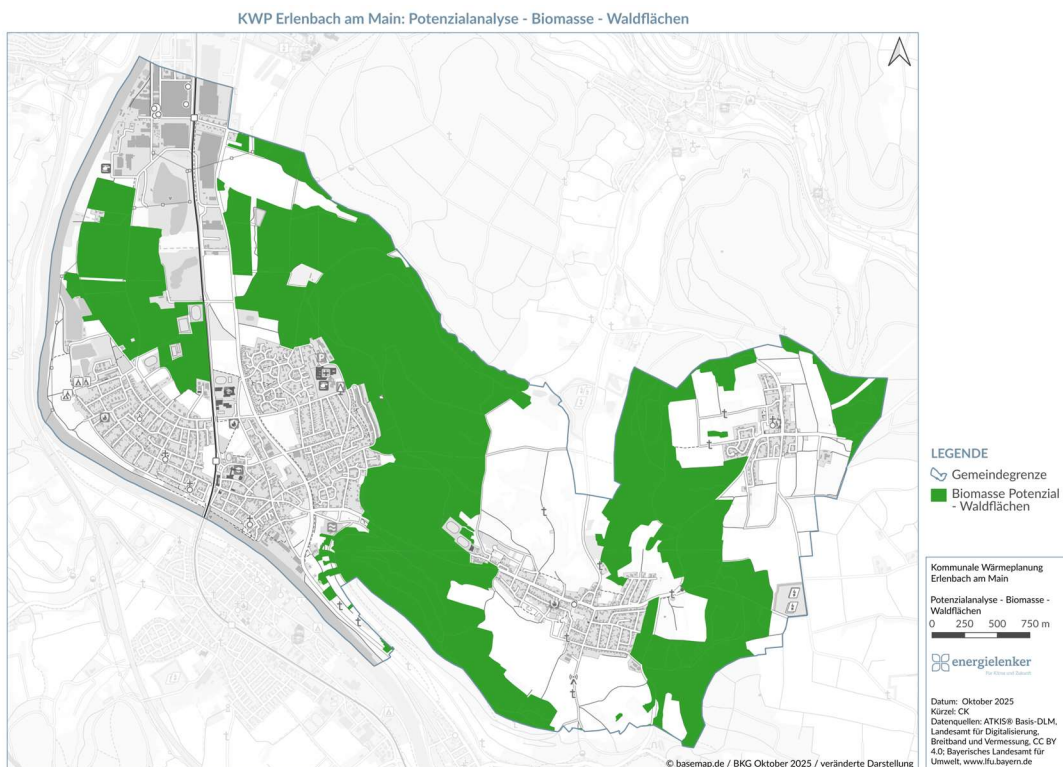


Abbildung 4-5: Biomassepotenzial - Waldflächen

4.2.2 Biogas

Auch Biogas kann eine Rolle in der Energieversorgung spielen. Dabei wird zwischen den zwei Hauptkategorien Biogas aus der Landwirtschaft und Biogas aus der Abfallwirtschaft unterschieden. Die Biogaspotenziale aus der Landwirtschaft resultieren aus Biomasse, die sowohl aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion als auch aus Nebenprodukten gewonnen wird. Dazu zählen unter anderem Grünfutter und Marktfrüchte sowie Ernteabfälle. Zusätzlich spielt die Biomasse aus der Tierhaltung eine wichtige Rolle, insbesondere Wirtschaftsdünger wie Gülle und Festmist. Die Biogaspotenziale aus der Abfallwirtschaft setzen sich aus verschiedenen organischen Abfallströmen zusammen, darunter Bioabfall, organische Anteile im Hausmüll, krautiges Grüngut, gewerbliche Lebensmittelabfälle sowie vergärbare Material aus der Landschafts- und Straßenpflege.

Biogas kann in Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Stromerzeugung genutzt werden. Die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme kann für Heizzwecke verwendet werden. Strom aus Biogasanlagen wurde bisher über das EEG gefördert, eine Anschlussförderung ist aktuell nicht garantiert, daher gibt es in Zukunft ggf. zusätzliches Potenzial zur Verwendung des Biogases.

Eine Möglichkeit ist dabei die Einspeisung in das Erdgasnetz. Hierzu muss das Biogas zu Biomethan aufbereitet werden. Dabei werden die nicht brennbaren Bestandteile des Biogases, insbesondere Kohlendioxid (CO₂) und andere Verunreinigungen, entfernt, um den Methangehalt zu erhöhen. Damit ist das Biomethan gleichwertig zu Erdgas und kann in das Erdgasnetz eingespeist und genutzt werden, ohne dass Anpassungen im Netz oder bei der Gasverbrennung vorgenommen werden müssen.

Laut dem Endbericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zum Biogaspotenzial in Bayern ist im Landkreis Miltenberg ein technisches Biomethanpotenzial von 9,8 Mio. m³ pro Jahr aus der Landwirtschaft und 2,08 Mio. m³ pro Jahr aus der Abfallwirtschaft vorhanden. Aktuell werden davon im Landkreis Miltenberg 3,63 Mio. m³ genutzt, es besteht also noch ungenutztes Potenzial auf Landkreisebene (Fraunhofer, 2024). In *Tabelle 4-6* ist das technische Biogaspotenzial für die Stadt Erlenbach am Main in m³ CH₄/a zu entnehmen.

Tabelle 4-6: Biogas Potenzial

Kommune	Technisches Biogaspotenzial [m ³ CH ₄ /a]
Stadt Erlenbach am Main	328.074

Laut Gasnetzbetreiber, Bayernwerke Netz GmbH, ist die aktuelle Zielplanung für das Gasnetz hinsichtlich der Prüfung möglicher lokaler Biomethanproduktionsanlagen und der Biomethaneinspeisung noch nicht final abgeschlossen. Auszug aus dem Bericht „Gasdaten zur kommunalen Wärmeplanung“ der Bayernwerke Netz GmbH.¹

¹ Auszug aus dem Bericht Gasdaten zur kommunalen Wärmeplanung Gemeinde Erlenbach am Main (AGS 09676122); Bayernwerke Netz GmbH

„In der Umgebung von Erlenbach am Main befinden sich Biogasanlagen, die derzeit Strom erzeugen. Deren EEG-Förderung läuft im Laufe der nächsten Jahre aus. Allgemein ist zu beobachten, dass zahlreiche Betreiber von Biogasanlagen Ihre Betriebe umrüsten und das Rohbiogas zu Biomethan veredeln, das in das bestehende Gasnetz eingespeist werden kann.

Damit kann der Fortbestand der Biogasanlagen wirtschaftlich gesichert werden. Im Umkreis von 5 km um Erlenbach am Main befindet sich eine Biogasanlage. Das Potential dieser Anlage beträgt 2.375 kW (entspricht etwa 228 Nm³/h Biomethan). Im erweiterten Umkreis von 10 km um Erlenbach am Main befindet sich eine Biogasanlage. Das Potential dieser Anlage beträgt 188 kW (entspricht etwa 18 Nm³/h Biomethan).“

4.3 Umweltwärme

Die Nutzung des Umweltwärmepotenzials wird i. d. R. über den Einsatz von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen (Kompressionswärmepumpen) ermöglicht, die das Temperaturniveau der Wärmequelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Wärmepumpen bieten flexible Einsatzmöglichkeiten sowohl bezüglich der Art der Wärmequelle als auch bezüglich des Temperaturniveaus auf der Senkenseite und gelten im zunehmend elektrifizierten Gebäudesektor als Schlüsseltechnologie (Weck-Ponten, 2023). Wärmepumpen sind nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen und emittieren somit lokal keine Treibhausgase (THG). Sie kommen vor allem im Einzelgebäudebereich zum Einsatz. Darüber hinaus können Großwärmepumpen im Quartiersbereich und Wärmenetzen eingesetzt werden. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimaneutralem Kältemittel (z. B. Propan oder CO₂) angeboten. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von erneuerbarem Strom können Wärmepumpen, einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich vom Temperaturhub ab, also der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Wärmepumpenhersteller geben die Effizienz bei bestimmten Betriebspunkten in Form des COP (Coefficient of Performance) an. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) stellt das Verhältnis der Nutzwärmemenge bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit über eine Jahresbilanz dar und gilt als die zentrale Kennzahl für Wärmepumpen. Bei der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen stammt ca. 75 % der Energie aus der Wärmequelle (bei einer angenommenen JAZ von 3,2). Die restliche Energie wird meist in Form von elektrischer Energie für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

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

4.3.1 Abwasserwärmenutzung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden zudem die Potenziale betrachtet, die im kommunalen Abwasser vorhanden sind. Dazu werden zum einen die Potenziale

- der Abwasserkanäle,
- am Zulauf der Kläranlage und
- das gereinigte Abwasser am Auslauf der Kläranlage

betrachtet. Energie, die in einem Abwasserkanal im Zulauf der Kläranlage entnommen wird, ist später nicht mehr für Prozesse in der Kläranlage vorhanden. Die Entnahme von Abwasserwärme ist in der Regel nur in Abschnitten des Kanalnetzes von mindestens DN 600 bis DN 800 empfohlen, in denen der Trockenwetterfluss im Jahresmittel mindestens 15 l/s beträgt. Abwasserwärme kann oft in Städten / Gemeinden ab ca. 3.000 bis 5.000 Einwohnern genutzt werden (Umweltbundesamt, 2023).

Für den Wärmeentzug können konservative Entnahmetemperaturen von 3 bis 4 K angenommen werden, bei Wärmeentzugsleistungen von 2 bis 4 kW/m² Wärmeübertrageroberfläche. Die Temperatur im Zulauf der Kläranlage darf nicht zu stark absinken, da sonst ein reibungsloser technischer Betrieb nicht gewährleistet ist. Die Zulauftemperatur zu Kläranlagen sollte 10 °C nicht unterschreiten (Umweltbundesamt, 2023).

Zusätzlich sollte sich der potenziell zu nutzende Kanal in örtlicher Nähe zu Wärmeabnehmern oder einem Wärmenetz befinden. Weiterhin ist zu prüfen, ob die gesamte Abwasserableitung in einem Misch- oder Trennsystem geführt wird. Durch die Teilung der Schmutzabwässer und des Regenwassers kann es zu deutlichen Unterschieden des Trockenwetterflusses kommen.

Abwärme aus Abwasserkanälen:

Die Wärme aus Abwasserkanälen ist ganzjährig verfügbar. Allerdings schwanken sowohl die Menge des anfallenden Abwassers und auch die Temperatur im Jahresverlauf. In der folgenden *Abbildung 4-6* sind die Abwasserkanäle kartographisch, für zylindrische Durchmesser von mindestens DN 600 in „blau“ bis DN 800 in „rot“ aufweisen, dargestellt. Ein Großteil der Kanäle ist aufgrund der geringen Kanaldurchmesser nicht dargestellt und in der Regel nicht nutzbar. In der folgenden Übersicht in *Tabelle 4-7* ist das genutzte Abwassersystem dargestellt.

Tabelle 4-7: Abwasserführungssysteme

Kommune	Abwasserführungssysteme	Kanaldurchmesser ≥ DN 800 vorhanden	Trockenwetterfluss
Stadt Erlenbach am Main	überwiegend Mischsystem	Ja	Keine Daten

Die stadteigenen Abwässer werden gesammelt und über eine Sammelleitung zur Kläranlage des Abwasserzweckverband Main Mömling Elsave (AMME) nördlich des Kommunalgebiet der Stadt Erlenbach im Markt Elsenfeld entlang des Main geleitet. In der Sammelleitung, die im Kommunalgebiet liegt, werden ebenfalls Abwässer von weiteren Verbandsgemeinden wie z. B. Wörth am Main und Obernburg am Main gesammelt und zur AMME-Kläranlage weitergeleitet. Da keine fundierten Informationen über den Trockenwetterfluss im Leitungsnetz im Stadtbereich von Erlenbach vorlagen, konnten keine Energiepotenziale quantifiziert werden.

Somit ist zu beachten, dass für eine mögliche Evaluation von Abwassernutzungspotenzialen eine genaue Örtlichkeit der Kanäle in der über das Jahr Wärmeentnahme möglich ist mit Wärmebedarfen potenzieller Wärmeabnehmer zu Vergleichen und anhand detaillierter Machbarkeitsstudien zu prüfen. Es wird darauf hingewiesen, dass im Bereich der ortsansässigen Klinik im Nordosten des Stadtgebiets die Voraussetzungen gegeben sein können, dass Abwasserbedingungen (Durchflussmengen/Temperaturen) mit nahezu konstanten Abwassermengen vorliegen könnten. Ebenso ist die Sammelleitung Richtung Markt Elsenfeld eine gute Möglichkeit zur Prüfung der Wärmeentnahme im Abwasser für eine Zentrale Wärmeversorgung, da hier mit einem konstant hohen Abwasserfluss zu rechnen ist. Es kann von einem bedingten Potenzial für die Abwasserwärmenutzung in der Stadt Erlenbach am Main ausgegangen werden.

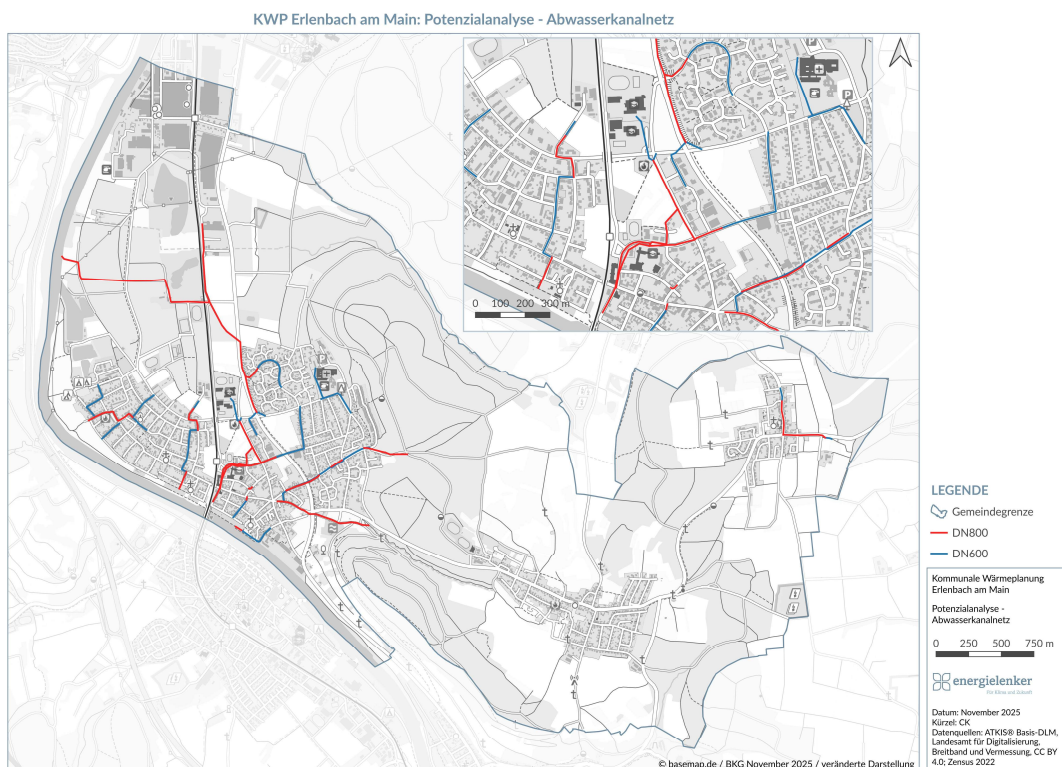


Abbildung 4-6: Abwasserkanäle \geq DN 600

Abwärme aus Kläranlagen:

In der Stadt Erlenbach am Main ist keine Kläranlage verortet und somit kein Potenzial ausweisbar. Alle Abwässer werden zur Kläranlage des Abwasserzweckverband Main Mömling Elsave (AMME) nördlich der Stadt geleitet. Somit ist kein Potenzial in Erlenbach am Main ausweisbar.

Abwasserwärmenutzung abströmseitig der Kläranlage:

Da in der Stadt Erlenbach am Main keine Kläranlage betrieben wird kann somit keine Angabe eines Potenzials erfolgen.

4.3.2 Wärme aus Oberflächengewässern

Wasser hat eine hohe Wärmekapazität und eignet sich daher hervorragend als Medium für die Wärmeübertragung und als Wärmespeicher. Wärme kann aus Oberflächengewässern entnommen und über Wärmepumpen für verschiedene Einsatzzwecke genutzt werden. Ähnlich wie bei der oberflächennahen Geothermie, kann aufgrund des Temperaturniveaus der Oberflächengewässer die Wärme sowohl zum Heizen als auch Kühlen genutzt werden. In der Potenzialanalyse werden insbesondere Fließgewässer und größere stehende Gewässer (z.B. Seen) betrachtet.

Es ist zu beachten, dass jede Wärmeentnahme und Wärmezufuhr aus stehenden oder fließenden Gewässern Einflüsse auf diese haben. So führt z. B. eine zu starke Erwärmung des Wassers zu einer erhöhten Aktivität der Mikroorganismen und kann damit – ähnlich wie ein Nährstoffeintrag – eutrophierend wirken. Deshalb sind die Anforderungen an den Gewässerschutz stets zu berücksichtigen. Insbesondere bei stehenden Gewässern ist immer der Einzelfall zu prüfen, da jeder See aufgrund des Standortes (Wetterrandbedingungen, Klima), der Geologie und Hydrologie (u. a. Zu- bzw. Abflüsse in den bzw. aus dem See), der Tiefe und der Ausdehnung unterschiedlich anfällig für Nährstoffein- bzw. Nährstoffausträge ist. Tiefgreifende Analysen unterliegen einer Fachplanung.

Grundlegend kann die Wärmeentnahme über zwei Möglichkeiten genutzt werden, entweder über:

- die direkte Entnahme der Wärme mittels Wärmetauschern im Fließgewässer
- oder Entnahme der eines Bypass Volumenstrom aus dem Fließgewässer und Wärmeentnahme über einen Wärmetauscher und sekundärkreislauf.

Beiden Varianten eignen sich für das Speisen eines kalten Wärmeverbundnetz oder für das Betreiben einer großen Wärmepumpe.

Stehende Gewässer:

In der Stadt Erlenbach am Main gibt es einzig den Glanzstoffsee nahe dem Industriegebiet des ICO, der gegebenenfalls Potenzial für die Wärmenutzung ausstehenden Gewässern bieten könnte. Er weist eine Fläche von rund 7 ha auf liegt aber rund 1,5 km vom Stadtzentrum entfernt. Betreffend der Temperaturen gerade in der Heizperiode sind keine Daten vorhanden. Es kann ein bedingtes Potenzial ausgewiesen werden, das im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung in einer detaillierten Machbarkeitsstudie näher evaluiert werden könnte. Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grund der Entfernung zum Zentrum von Erlenbach eher von einem geringen Projektierungswahrscheinlichkeit auszugehen ist. Siehe hierzu *Abbildung 4-7* für die kartografische Darstellung.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

- ▶ *Von den o. g. Belangen wird die Rohstoffgeologie berührt. Dazu geben wir folgende Stellungnahme ab: Die Belange der Rohstoffgeologie sind von dem o. g. Verfahren nicht unmittelbar betroffen. Wir möchten folgende zusätzliche Information geben: Das Kapitel 3 „Bodenschätze“ des Regionalplanes der Planungsregion Bayerischer Untermain (1) befindet sich für die Rohstoffe Sand/Kies in Bearbeitung. Die Beratung und Beschlussfassung des Regionalen Planungsverbandes über die vorgeschlagenen Sicherungsflächen stehen noch aus. Südwestlich des Glanzstoffsees wurde vom Fachbereich Rohstoffgeologie ein Flächenvorschlag für ein Vorbehaltsgebiet für Sand und Kies eingereicht. Sollte dieser Vorschlag angenommen und die Fläche ausgewiesen werden, ist in dem Vorbehaltsgebiet mit einem Rohstoffabbau zu rechnen. Die dann in Abbau befindliche Fläche könnte*

mittelfristig nicht mehr als Biomasse-Potenzial für die Gemeinde zur Verfügung stehen. Es besteht dann jedoch die Möglichkeit, nach dem Rohstoffabbau und der genehmigungsrechtlich festgelegten Nachnutzung den Bereich als Konversionsfläche für andere Nutzungspotenziale zu prüfen.

Fließgewässer:

Neben stehenden Gewässern sind auch Fließgewässer analysiert. Die Stadt Erlenbach liegt am Fließgewässer Main. Das Potenzial zur Wärmeentnahme ist hierdurch ausreichend gegeben. Auf Basis der Informationen des Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg ist der Main ein Gewässer 1. Ordnung und steht in der Verantwortung des Bundes bzw. der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, da er eine bedeutende Wasserstraße ist.

Betreffend die Nutzungsmöglichkeit ist eine genauere Machbarkeitsstudie notwendig, um die effektiv möglichen Parameter detailliert für einen Anwendungsfall zu prüfen. Hierbei ist zu erwähnen, dass das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) einen Betreiberhinweis für die Planung, Genehmigung und den Betrieb von Wärmetauscheranlagen veröffentlicht hat. Aus diesem können genauere Informationen entnommen werden. Der Energieatlas Bayern (Statistik B. L., Bayerisches Landesamt für Statistik, 2023) weist Angaben bezüglich Mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) im Winter vom Main aus. Der MNQ des Main im Winter liegt bei rund 72,5 m³/s im Winter. Hierauf basierend kann von einer potenziellen Wärmeentnahme des Main ausgegangen werden. Bei einer konservativen Wärmeentnahme bei 1 K Temperaturabsenkung von 10 % des Mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ im Winter) ist eine Entzugsleistung von 30,3 MW angegeben.

Tabelle 4-8: Daten des Fließgewässers

Fließgewässer	Mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ)	gesamte Anzahl Tage mit Wassertemperatur < 3 °C	gesamte Anzahl Tage mit Wassertemperatur > 8 °C im Winter	Wärmeleistung bei 1 K und 10% (MNQ)
Main	72,5 m ³ /s	28	12	30,3 MW

Wichtig in diesem Zug ist, dass die Temperaturabsenkung im Fließgewässer unter einem Wert von 3 K (1,5 K in Salmonidengewässer) nach vollständiger Durchmischung nach Rückführung in das Fließgewässer liegen muss. Für die Prüfung einer Wasserentnahme zur Wärmenutzung ist zwingend eine Wasserrechtliche Genehmigung notwendig sowie die Mindestwasserfestlegung für den Main in diesem Zusammenhang genau zu prüfen.

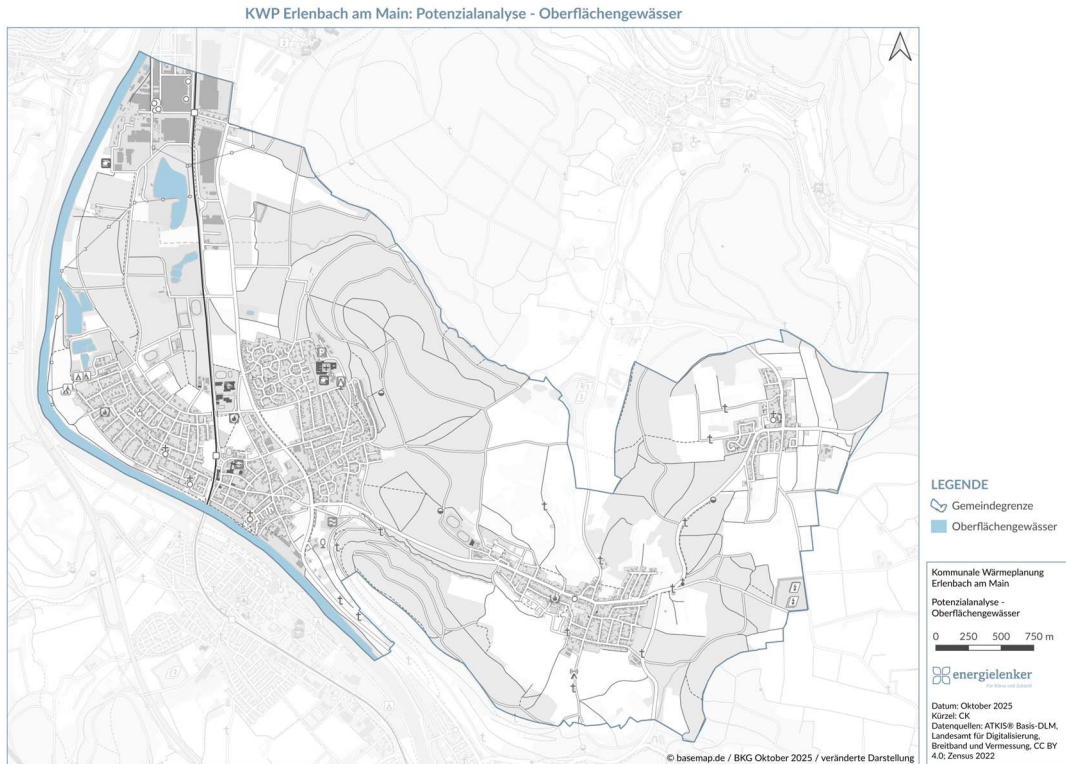


Abbildung 4-7: Potenzialflächen Oberflächengewässer

4.3.3 Luft-Wasser-Wärmepumpen

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

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

4.4 Geothermie

Als Geothermie wird sowohl die in der Erde gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie (petrothermale und hydrothermale Geothermie) und der oberflächennahen Geothermie differenziert. In *Abbildung 4-8²* sind unterschiedliche Systeme zur Nutzung von Geothermie dargestellt.

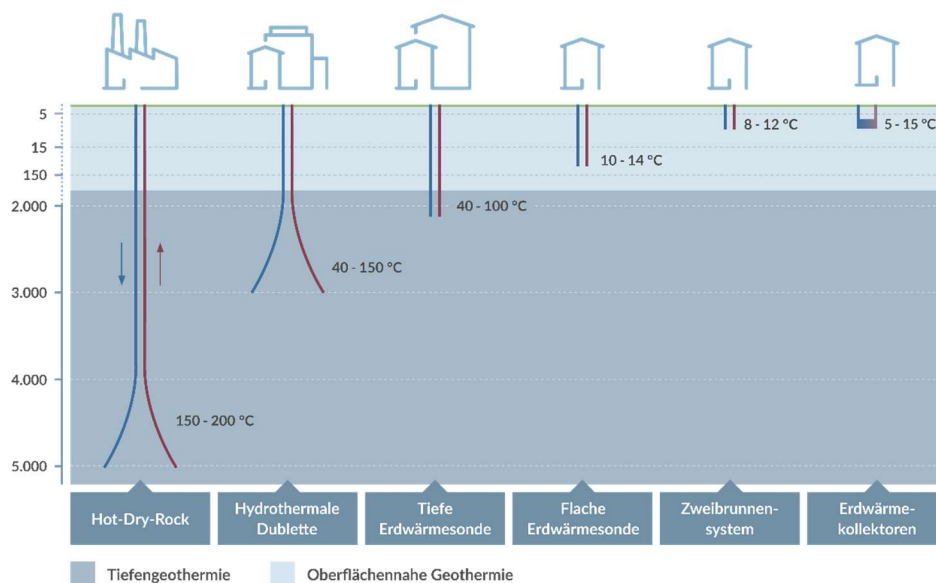


Abbildung 4-8: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie

² in Anlehnung an (LfU, 2024 = <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm>)

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

4.4.1 Tiefengeothermie

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

Als hydrothermale Lagerstätten werden offene Systeme bezeichnet, bei denen die Wärme einem natürlichen Thermalwasserreservoir entnommen wird. Für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie ist eine ergiebige, wasserführende Gesteinsschicht (Nutzhorizont) notwendig. Diese Schicht sollte vertikal und lateral möglichst weit ausgebreitet sein, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das vorhandene Thermalwasser kann (abhängig von der Förderrate und Temperatur) sowohl für die Erzeugung von Strom und Wärme als auch für die Erzeugung von Wärme allein genutzt werden. Für die Nutzbarmachung des Thermalwassers bedarf es in der Regel zwei oder mehr Bohrungen. Dabei handelt es sich mindestens um eine Förder- und eine Injektionsbohrung (Dublette).

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

Information

Im Rahmen der Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung wird kein quantitatives Potenzial der Tiefengeothermie berechnet. Für tiefgreifendere Analysen sollten geologische Fachplaner, die auf Tiefengeothermie spezialisiert sind, kontaktiert werden. Außerdem sollten geologische Fachgutachten des Untergrunds und Machbarkeitsstudien erstellt werden.

Laut dem Energie-Atlas Bayern ist für die Stadt Erlenbach am Main kein Nutzungsgebiete für hydrothermale Tiefengeothermiesysteme ausgewiesen. Etwaige Vorstudien in der Stadt Erlenbach am Main existieren nicht.

4.4.2 Oberflächennahe Geothermie

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

Die grundsätzliche geothermische Eignung eines Gebiets hängt von der Beschaffenheit des Bodens und der Temperaturen im Untergrund ab. Die Wärme in der Erde ist ganzjährig verfügbar. Ab ca. 15 m bis 20 m Tiefe können witterungsbedingte Temperaturveränderungen vernachlässigt werden (Weck-Ponten, 2023). Ab dieser Tiefe überwiegt der geothermische Wärmegradient, sodass die Temperatur um circa drei Kelvin pro 100 m zunimmt.

Als geothermische Wärmequellsysteme werden hauptsächlich Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen eingesetzt. Darüber hinaus gibt es noch weitere Quellsysteme wie z. B. Erdwärmekörbe, Grabenkollektoren, Energie-Spundwände oder Energiepfähle. Die nachfolgenden Analysen konzentrieren sich auf Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen.

Information

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

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

Erdwärmesonden:

Erdwärmesonden sind meist Polyethylenrohre (i. d. R. Doppel-U-Rohre), die in vertikale bzw. schräg verlaufende Bohrlöcher mit Abstandshaltern eingebracht werden. Zur Abdichtung und Verbesserung der Wärmeübertragungseigenschaften der Erdwärmesonde wird das Bohrloch anschließend mit einem Verfüllmaterial verfüllt. Erdwärmesondenbohrungen sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen. Grundlegend gilt für Erdwärmesonden das Grundwasserrecht. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärmesonden ist daher von der geographischen Lage von u. a. Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie der

Hydrogeologie abhängig. Neben dem Grundwasserschutz kann auch das Bergrecht tangiert werden. Deswegen werden oberflächennahe Erdwärmesonden häufig nur bis zu einer Tiefe von 100 m ausgeführt bzw. die geothermisch gewonnene Energie auf nur einem Grundstück genutzt. Erdwärmesonden sind das am weitest verbreitete geothermische Wärmequellensystem in Deutschland. Erdwärmesonden weisen ein Wärmequellentemperaturniveau auf, das nahezu unabhängig von Wetterrandbedingungen ist. Darüber hinaus sind Erdwärmesonden geeignet ein Gebäude zusätzlich zur Wärmeversorgung auch zu kühlen.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung des Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

Aufgrund der geologischen Verhältnisse in der Stadt Erlenbach am Main ist Potenzial für die Wärmenutzung mit Erdwärmesonden vorhanden (siehe *Abbildung 4-9*). Aus wasserwirtschaftlicher Sicht³ können folgende Hinweis zum vorliegenden Arbeitsstand des Endberichts gegeben werden:

- ▶ *„Aus wasserwirtschaftlicher Sicht dürfen durch Bohrungen bei der Errichtung von Erdwärmesondenanlagen keine stockwerkstrennenden Schichten durchteuft werden. Im Bereich der Stadt Erlenbach stehen unter quartären Lockersedimenten die Festgesteine des Mittleren und Unteren Buntsandsteins an. Der Bröckelschiefer an der Basis des Unteren Buntsandsteins stellt eine überregional bedeutsame stockwerkstrennende Schicht dar und darf aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht durchteuft werden.*
- ▶ *Die Bohrtiefenbeschränkung muss standortspezifische festgelegt werden und ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht insbesondere abhängig von der Tiefenlage des Bröckelschiefers bzw. der Basis des Unteren Buntsandsteins. Diese kann örtlich variieren. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wäre die prognostizierte Tiefenlage des Bröckelschiefers maßgeblich für die Ermittlung einer ortsspezifischen Bohrtiefen zur Potentialermittlung.“*

Um dennoch eine Potentialermittlung für das Gebiet der Stadt Erlenbach zu quantifizieren, wird mit einer Bohrtiefe von maximal 100 m ausgegangen. Informationen über bestehende Erdwärmesonden Bohrungen weisen Endteufen von bis zu 100 m im beplanten Gebiet auf.

³ Email vom 16.01.26: Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg – für Landkreis Miltenberg

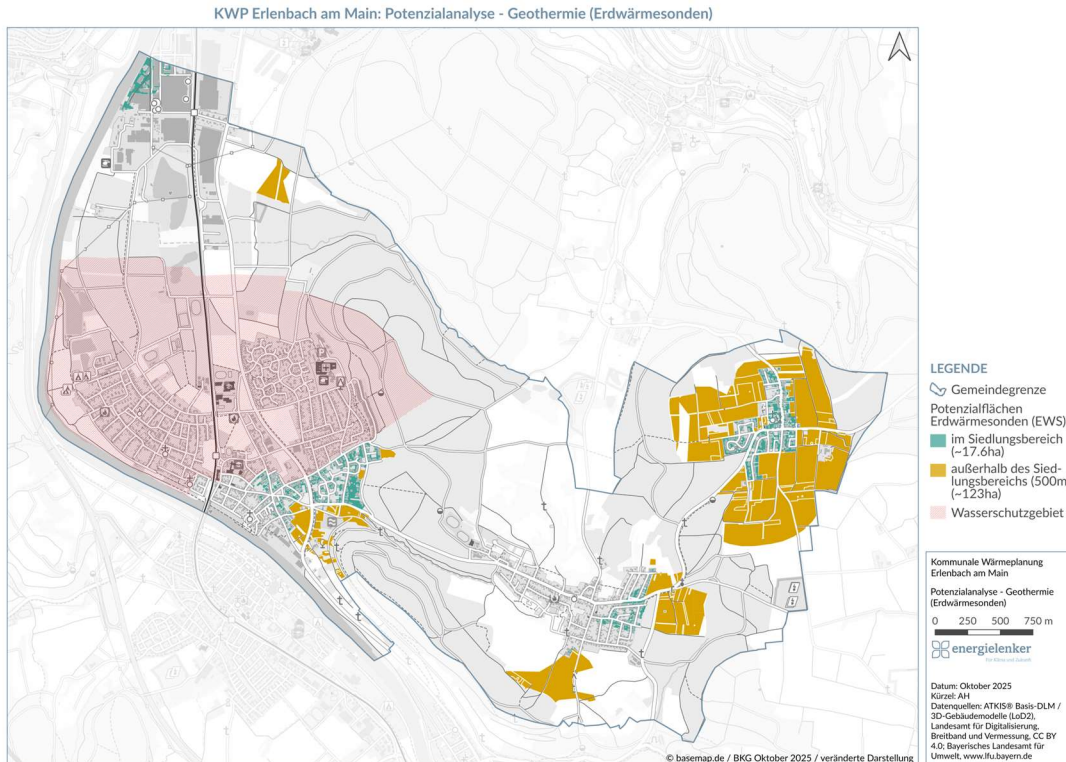


Abbildung 4-9: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden

In Tabelle 4-9 sind die resultierenden quantifizierten Energiemengen aus den ermittelten Potenzialflächen für die Stadt Erlenbach am Main zusammengefasst.

Tabelle 4-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden

Fläche	Potenzialflächen	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	18 ha	39 GWh/a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	123 ha	274 GWh/a

Erdwärmekollektoren:

Erdwärmekollektoren sind ein geothermisches Wärmequellensystem, bei dem horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze in einer Einbautiefe von ca. 1,5 m in den Boden eingebracht werden. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie flächig im Boden verlegt werden. Die geothermisch genutzte Fläche sollte für diese Systeme ca. das 1,5- bis 2-fache der zu beheizende Fläche betragen. Allerdings kann die notwendige Fläche u. a. durch mehrstöckige Kollektorsysteme (Sandwichsysteme), durch den Einsatz von vertikal eingebrachten Kollektorsystemen sowie durch die Kombination mit solarthermischen Anlagen zur Regeneration des Untergrundes verringert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren hauptsächlich aus der eingestrahltene Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser.

Für Erdwärmekollektoren ist in der Regel kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Dadurch können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu beispielsweise

Erdwärmesonden in Gebieten darstellen, die für diese Systeme genehmigungsrechtlich nicht zulässig sind.

In *Abbildung 4-10* ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für die Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete wird zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt.

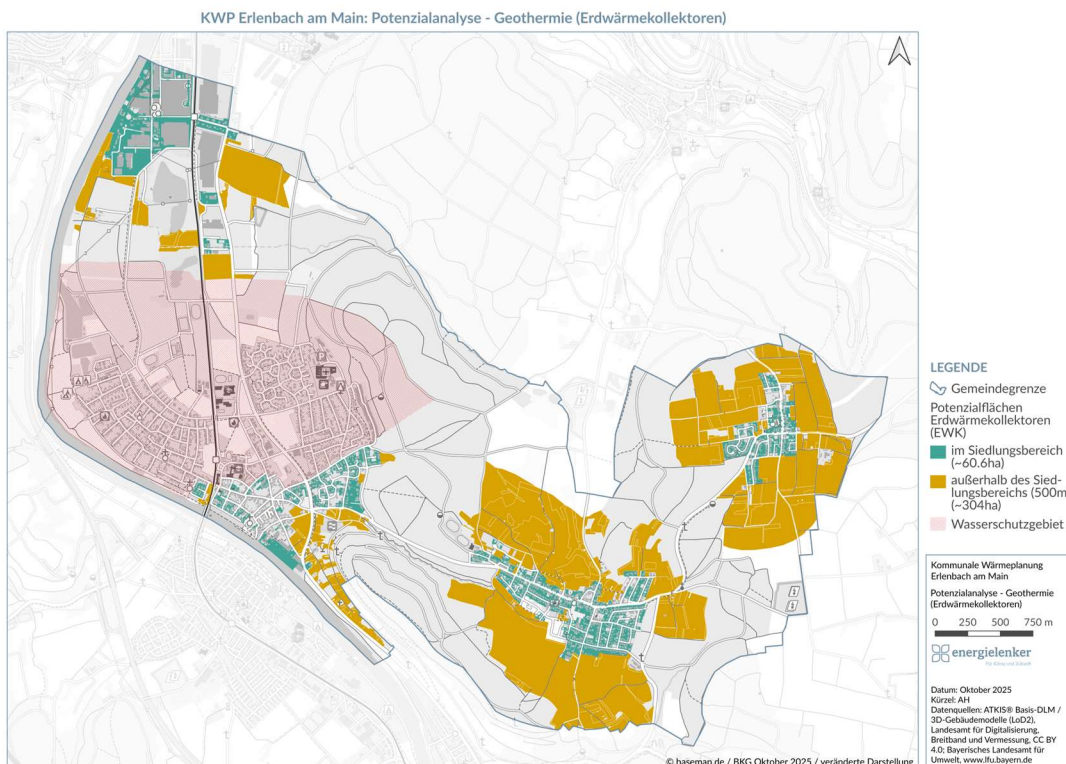


Abbildung 4-10: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen und ein technisch nutzbare Wärmebereitstellungspotenziale aus dem Erdboden für Erdwärmekollektoren für die die Erlenbach am Main wie in Tabelle 4-10 angegeben. Mit einer angesetzten JAZ von 4,1 ([Miara et al. 2011] -> Miara, M. ; Günther, D. ; Kramer, T. ; Oltersdorf, T. ; Wapler, J.: Wärmepumpen Effizienz – Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz]) und Jahresvolllaststunden von 1800 h/a ist das durch Wärmepumpen bereitgestellte nutzbare Wärmepotenzial errechnet. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt in *Tabelle 4-10* angegeben anhand der Flächenarten:

Tabelle 4-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmekollektoren

Fläche	Potenzialflächen mit Angaben zu Wärmeleitfähigkeiten	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	60 ha	36 GWh/a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	304 ha	183 GWh/a

Grundwasserbrunnen:

Grundwasserbrunnen sind offene Systeme und bestehen aus mindestens einem Förder- und Schluckbrunnen. Im Förderbrunnen wird das Grundwasser über eine Pumpe angesaugt und nach der Wärmeübertragung in einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe im Schluckbrunnen wieder in den Grundwasserleiter eingespeist. Das Potenzial von Grundwasserbrunnensystemen ist aufgrund einem detaillierten Informationsbedarf über die Hydrologie des Untergrunds und thermischen Wechselwirkungen von mehreren Systemen innerhalb des gleichen Grundwasserleiters nicht über eine flächige Berechnung wie bei Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren zu ermitteln. Stattdessen werden die Potenzialkarten aus dem Energie-Atlas Bayern bewertet und auf eine quantitative Potenzialermittlung verzichtet.

In *Abbildung 4-11* sind die Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen der Stadt Erlenbach am Main dargestellt. In der Stadt Erlenbach am Main sind Grundwasserbrunnen zur Wärmezeugung mit Wärmepumpen generell möglich außer im Trinkwasserschutzgebiet. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wärmeplanung keine Detailplanungstiefe abdeckt und für konkrete Umsetzungen eine Fachplanung zwingend erforderlich ist.

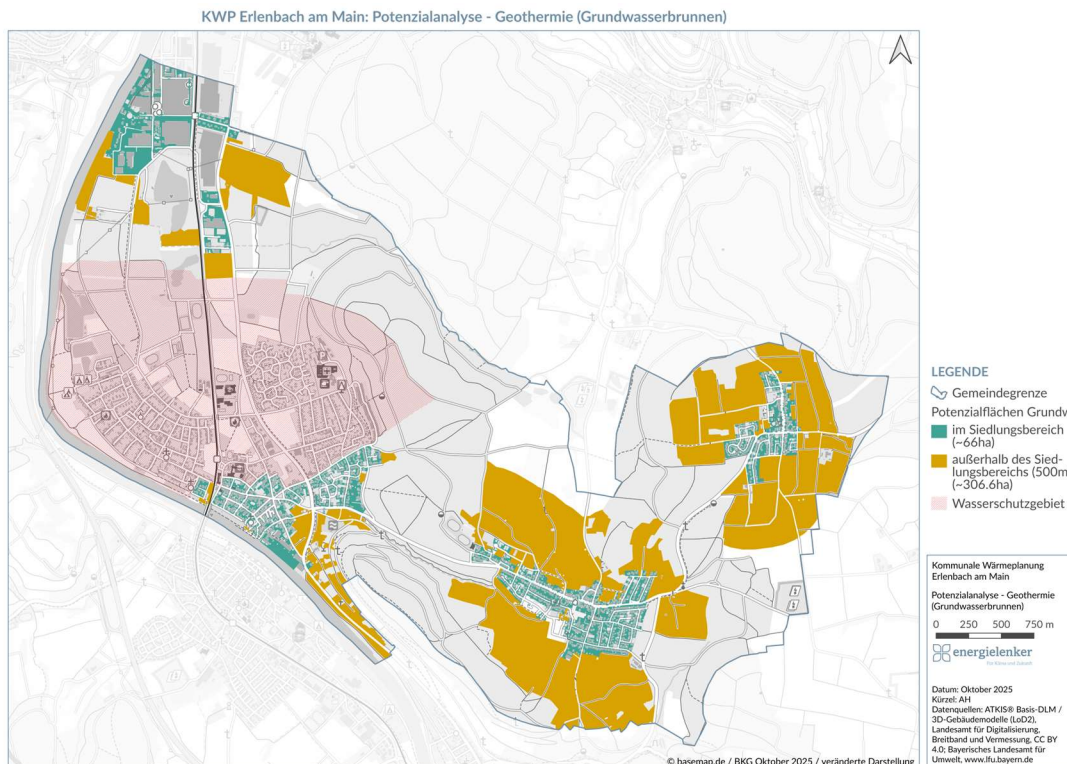


Abbildung 4-11: Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen

4.5 Solarthermie

Solare Strahlungsenergie hat vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für den Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung. Sie kann in Form von Solarthermie als Erzeuger für Wärmeenergie oder in Form von Photovoltaik als Stromerzeuger genutzt werden. Zwischen klassischen Solarthermie- und PV-Anlagen besteht aufgrund der limitierten Flächenverfügbarkeiten eine Flächenkonkurrenz. Durch den Einsatz von PVT-Kollektoren kann sowohl Strom als auch Wärme erzeugt werden, wodurch die Flächenkonkurrenz teilweise aufgehoben wird. PVT-Anlagen werden im Folgenden nicht näher betrachtet. PV-Anlagen werden in *Kapitel 4.10.1* erläutert.

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende, da sie sowohl mit Hilfe von zentralen als auch dezentralen Anlagen dazu beitragen können, auf einer gesamtstädtischen Ebene einen CO₂-freien Wärmesektor zu realisieren. Solarthermie lässt sich ähnlich wie klassische Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen realisieren. Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Solarstrahlung gilt es zu beachten, dass solarthermische Anlagen ohne einen ausreichend großen saisonalen thermischen Speicher nicht den Heizwärmebedarf und TWW-Bedarf allein decken können.

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

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

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

4.5.1 Solarthermie auf Dachflächen

Die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen erfolgt meist als Hybridsystem in Kombination mit einer weiteren Heizungsart. Solarthermie auf dem Dach ist sehr effizient, da die Technologie weitestgehend ausgereift und die Transportwege kurz sind. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können Haushalte und Gebäude weniger abhängig von externen Energieversorgern und den Schwankungen der Energiepreise werden.

Der überwiegende Teil der Stadt Erlenbach am Main ist für die Installation von Solarthermie Kollektoren geeignet. Vergleiche hier *Abbildung 4-12* des Solarkataster Bayerischer Untermain. Laut dem Energie-Atlas Bayern sind Dachflächen mit einem maximalen Potenzial ausgewiesen, die der *Tabelle 4-11* zu entnehmen sind.

Somit könnte – bei vollständigem Ausbau – bis zu 9.926 MWh Wärme pro Jahr produziert werden. Dabei wird von einem Ertrag von 321 kWh/m² Kollektorfläche ausgegangen. (Prognos AG; ifeu, 2024)

Tabelle 4-11: Übersicht der Potenziale für Solarthermie

Flächenart	Potenzialfläche laut Energie-Atlas Bayern	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Dachflächen	2 ha	9.926 MWh/a

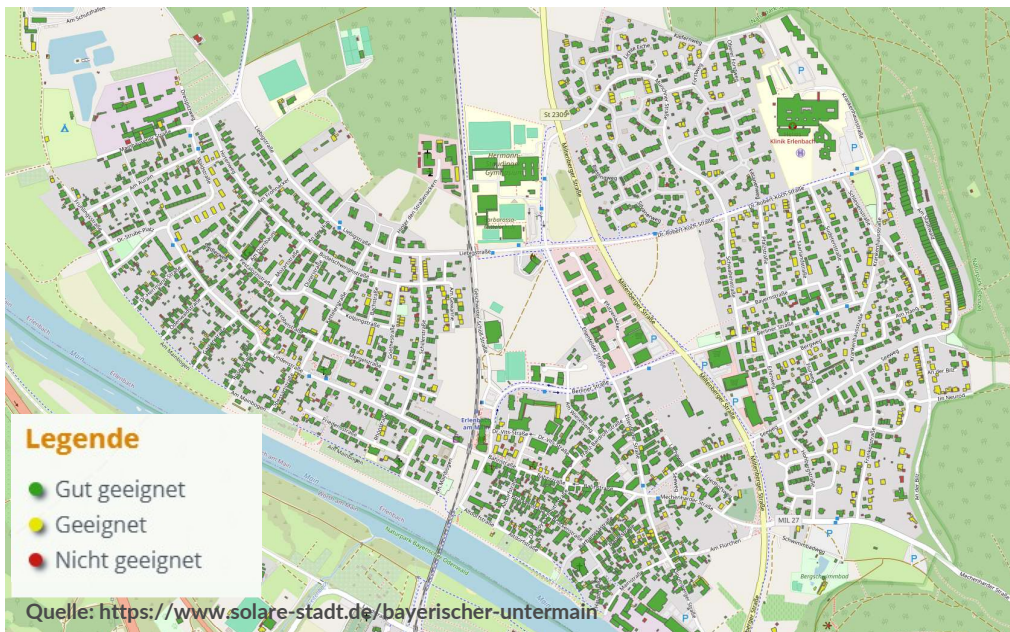


Abbildung 4-12: Potenzialflächen Solarthermie Dachflächen laut Solarkataster Bayerischer Untermain

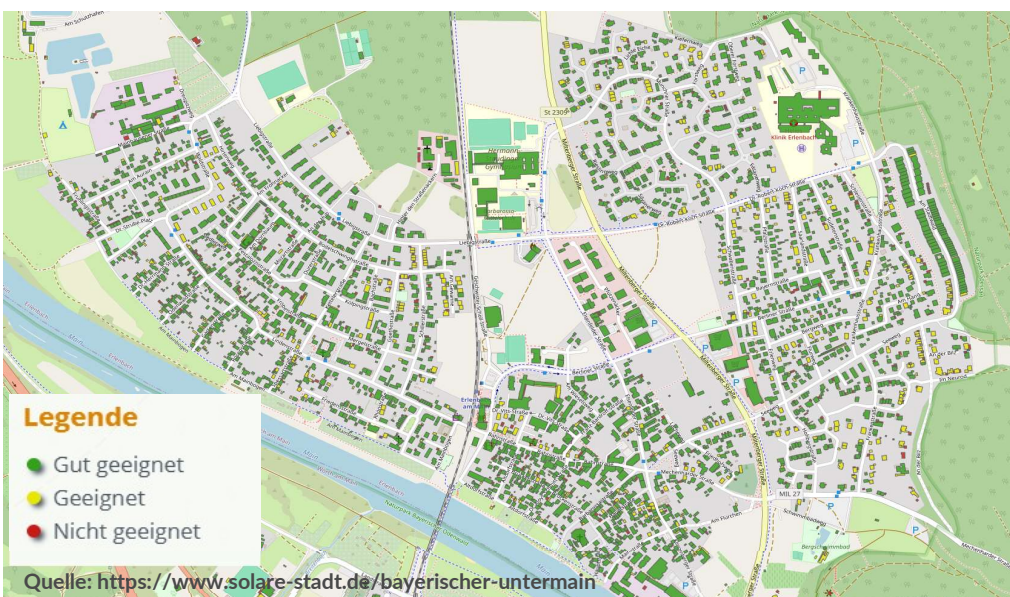


Abbildung 4-12: Potenzialflächen Solarthermie Dachflächen laut Solarkataster Bayerischer Untermain

4.5.2 Solarthermie auf Freiflächen

Neben Dachanlagen können Solarthermieanlagen auch auf Freiflächen errichtet werden. Sie können aufgrund des Skaleneffektes ähnlich wie bei Freiflächen-PV kostengünstigere Wärme produzieren als Aufdachanlagen und speisen die erzeugte Wärme in der Regel in Wärmenetze ein. Hier werden Netztemperaturen von bis zu 100 °C erreicht. Bei der Einbindung von Wärme aus der Solarthermie sind die Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes sowie die saisonale Einspeiseperiode von März bis Oktober zu beachten. Somit können Solarthermieanlagen nur durch den Einsatz von Speichersystemen die Wärmebereitstellung in den Wintermonaten unterstützen.

Bei den Anlagen kann zwischen Freiflächen- und Agri-Solarthermie unterschieden werden. Der Unterschied liegt dabei in der Höhe der Aufständigung, die eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche unterhalb noch zulässt (z. B. als Weidefläche). In der Wirkungsweise und im Ertrag bestehen keine Unterschiede.

Für Solarthermieanlagen gilt dieselbe potenzielle Flächenkulisse wie für Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Der Unterschied besteht darin, dass bei einer Nutzung im Fernwärmebereich die Nähe zur Wärmeversorgung eine Rolle spielt. Vor- und Rücklaufleitungslänge führen zu Installationskosten und insbesondere Wärmeverlusten. Damit der Wärmeverlust der Anschlussleitung nicht zu groß wird, werden nicht alle landwirtschaftlichen Flächen um das Siedlungsgebiet, sondern nur Flächen in einem gewissen Puffer zum Siedlungsrand berücksichtigt. Die Mindestgröße für Freiflächen liegt dabei bei 1 ha. Diese Flächen wurden anschließend mit Ausschlussflächen der Stadt Erlenbach am Main verschnitten. Die resultierenden Potenzialflächen für die Agri-Solarthermie sind in *Abbildung 4-13* dargestellt.

Tabelle 4-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen

Flächenart	Technische Potenzialfläche [ha]	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag [GWh/a]
<i>Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete</i>	214	321
<i>Landwirtschaftliche Flächen davon im Förderkorridor – geringe Realisierungschange</i>	16	24

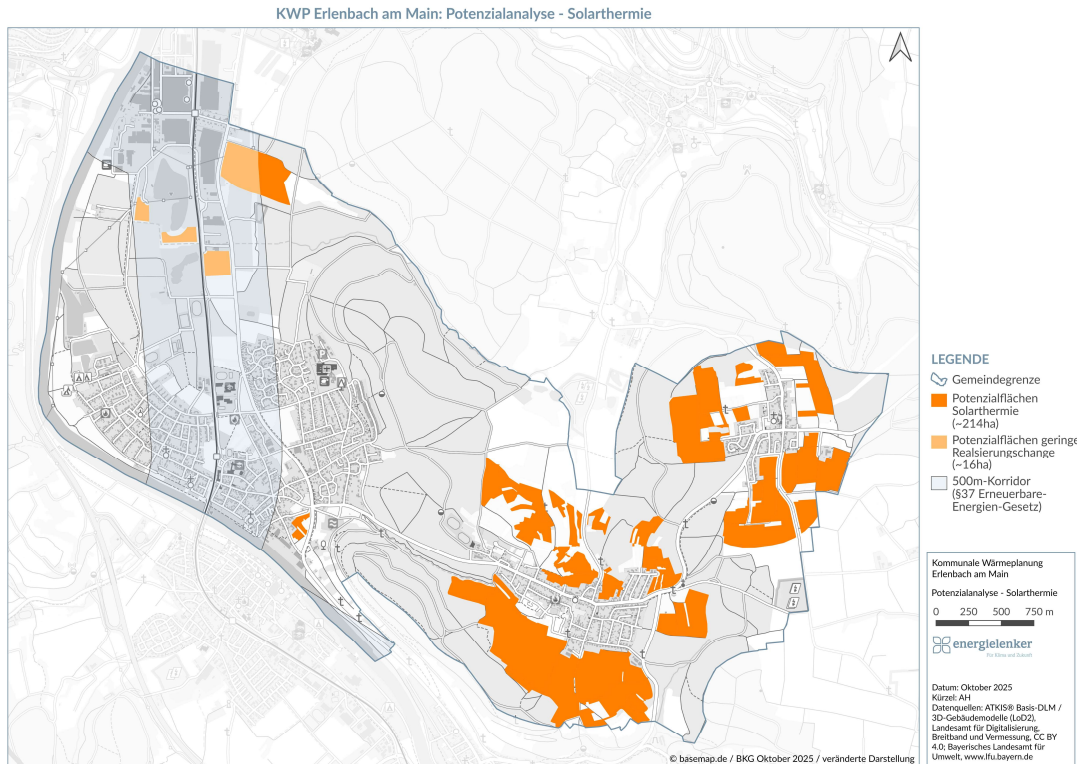


Abbildung 4-13: Solarthermiefpotenzial für Freiflächenanlagen

4.6 Abwärme

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

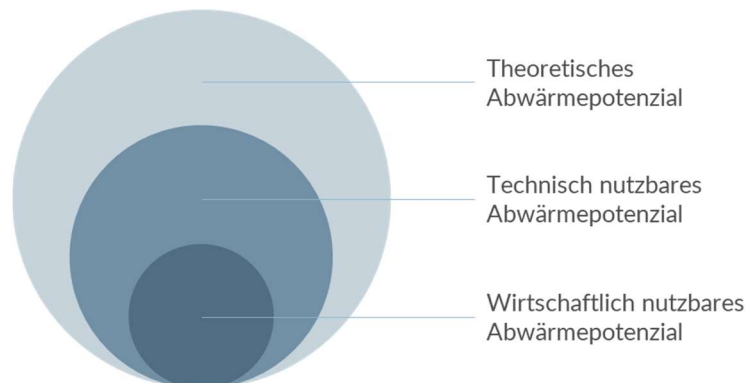


Abbildung 4-14: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme eigene Darstellung

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

Abwärme im industriellen Umfeld bezeichnet die Wärmeenergie, die in Unternehmen bei Prozessen anfällt und ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Je nach Unternehmensbranche und Prozessen am jeweiligen Standort variiert das Abwärmepotenzial bedeutend. Das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Einordnung des Potenzials und der resultierenden Auswahl der entsprechenden Technik zur Nutzung der Abwärmequelle. Zudem ist die kumulierte Energiemenge, aber auch die Verfügbarkeit und Kontinuität der Abwärme relevant. In Abbildung 4-15 sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische Abwärmequellen mit grobem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt.

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

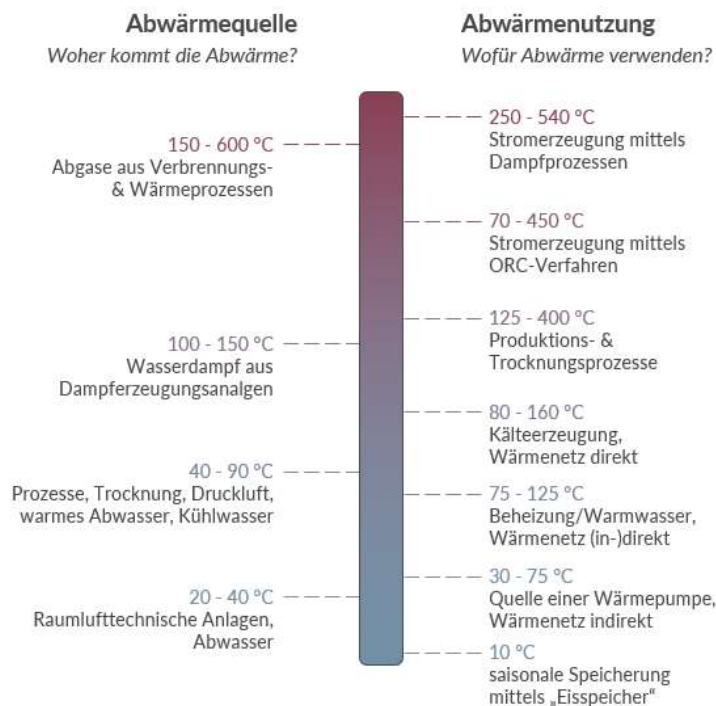


Abbildung 4-15: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus

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

4.6.1 Abwärmepotenzial

Im Norden des Kommunalgebiets der Stadt Erlenbach am Main befindet sich das Industrie Center Obernburg (ICO) auf dessen Gelände verschiedene Industriebetriebe angesiedelt sind. Die ansässigen Industriebetriebe werden teilweise über eine Dampfverbundnetz bestehend aus Hoch-, Mittel und Niederdruckdampf aus einem kombinierten Gas- und Dampfturbinen Prozess (GuD) mit Wärme versorgt. Eine Gasturbine mit einer Leistung von circa 60 MW_{el} wird derzeit mit Erdgas betrieben und über eine Hochdruckgasleitung direkt versorgt. Die Abwärme der Gasturbine wird in einem Abhitzeessel zur Dampferzeugung genutzt. Laut Kraftwerksbetreiber verfügt der gesamte Prozess über eine thermische Leistung von rund 300 MW_{th}. Teilweise wird derzeit schon Wärme aus den unterschiedlichen Dampfdruckstufen entkoppelt für die Nutzung als Prozesswärme und für die Gebäudeheizung. Laut des Kraftwerksbetreibers ist ein hohes Potenzial vorhanden für die Wärmeentnahme aus dem Wasserdampfkreislauf für die Einspeisung in ein Wärmenetz. Ebenfalls ist übermittelt worden, dass in naher Zukunft das Schulzentrum an der Dammsfeldstraße in der Nachbargemeinde Elsenfeld für die Wärmeentnahme aus dem Dampfkreislauf mit Wärme in einem Wärmenetz versorgt werden soll. Der Kraftwerksbetreiber Kraftwerk Obernburg GmbH sowie die Wärmenetzbetreibergesellschaft Mainsite GmbH signalisierten hohes Interesse für die Aufnahme von Gesprächen für zukünftige Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme für die Stadt Erlenbach am Main. Erwähnenswert ist, dass die Mainsite GmbH nicht nur das bestehende Wärmenetz auf dem Industriegebiet des ICO, sondern auch ein weiteres Wärmenetz zur Versorgung des südlich angrenzenden Industriegebiets in Erlenbach am Main betreibt. Vergleiche hierzu Kap. 4.7.

Tabelle 4-13: Übersicht Prozesswärmepotenzial Kraftwerk Obernburg GmbH

Potenzial	Thermisches Potenzial [MW]
Wasserdampfkreislauf	bis zu 300

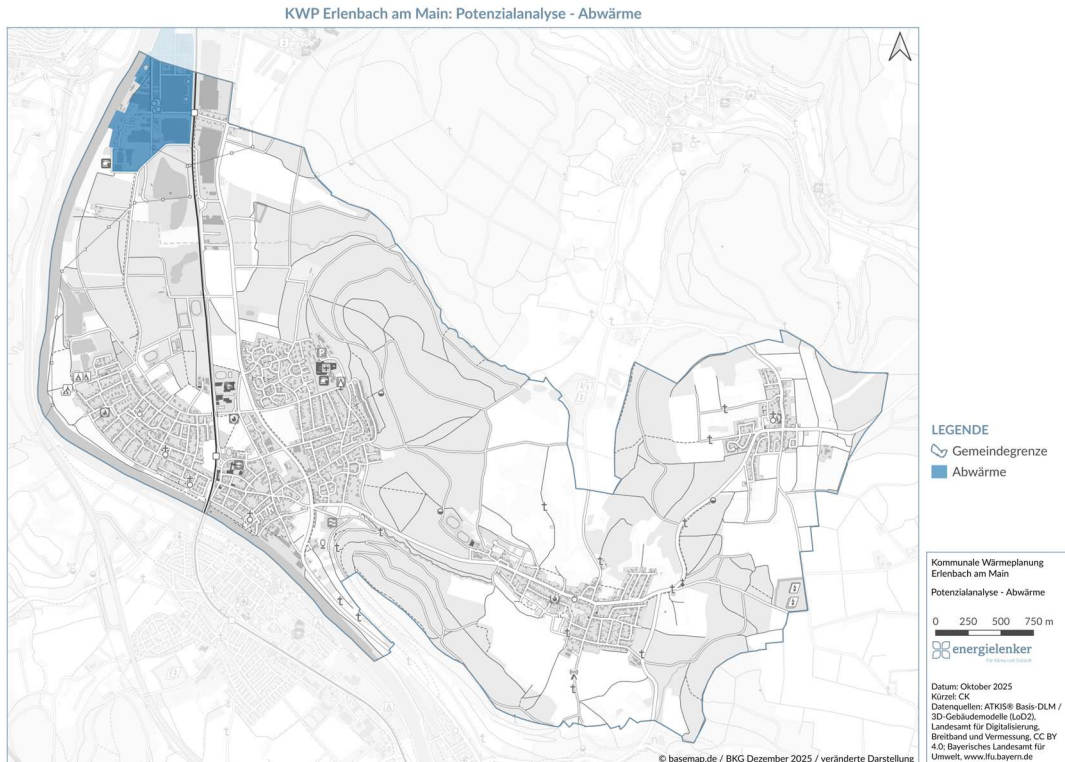


Abbildung 4-16: Baublöcke mit Abwärme / Prozesswärmepotenzial

4.7 Wärmenetze

Bestehende Wärmenetze sind auf Ihre Ausbaufähigkeit, Erweiterbarkeit und Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung zu prüfen. Auf Basis der Bestandsdaten und zusätzlichen Akteursinformationen werden die bestehenden und für die nahe Zukunft geplanten Wärmenetze im beplanten Gebiet näher untersucht. Hierfür wurde das bestehende Wärmenetz in der Stadt Erlenbach am Main, im weiteren Verlauf näher beschrieben.

4.7.1 Wärmenetze

In der Stadt Erlenbach am Main ist auf dem Gelände des Industrie Center Obernburg (ICO) ein Wärmenetz in Betrieb, das in Form eines Dampfnetzes Abwärme aus dem Abhitzekegel eines kombinierten GuD (Gas- und Dampfturbine Betrieb zur Stromproduktion) nutzt. Der Dampf wird in unterschiedlichen Druckniveaus zu den Abnehmern auf dem Gelände trassiert. An bestimmten Abnahmepunkten wird die Wärme an Kondensationswärmetauschern für die Gebäudeheizung extrahiert. Es ist kein reines Warmwassernetz. Es liegen keine exakten Informationen über den Netzverlauf vor. Da die prozessbedingten Netzverläufe der einzelnen Dampfdruckstufen auf dem Gelände des ICO zu komplex für die Darstellung sind, konnten Sie hier nicht dargestellt werden.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass ein Wärmenetz aus dem Dampfnetz mittels einer Übergabestation durch die Mainsite GmbH betrieben wird, wodurch ein nah angrenzendes Industriegebiet südlich des Industrie Center Obernburg mit derzeit zwei Betrieben als Abnehmer versorgt wird.

In *Abbildung 4-17* ist der Netzverlauf und die Infrastruktur des Wärmenetz in der Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Das kalte Wärmenetz befindet sich in kalten Wintern an der Auslegungsgrenze und bietet somit kein Nachverdichtungspotenzial. Ein weiterer Ausbau des Netzes ist bisher nicht geplant.

Tabelle 4-14: Wärmenetz Mainsite GmbH

	Anschluss- nehmer	Vorlauf Temperaturen [°C]	Länge Netz [km]	Ø jährlicher Wärmebedarf [MWh/a]
Wärmenetz	2	85	1,5	550

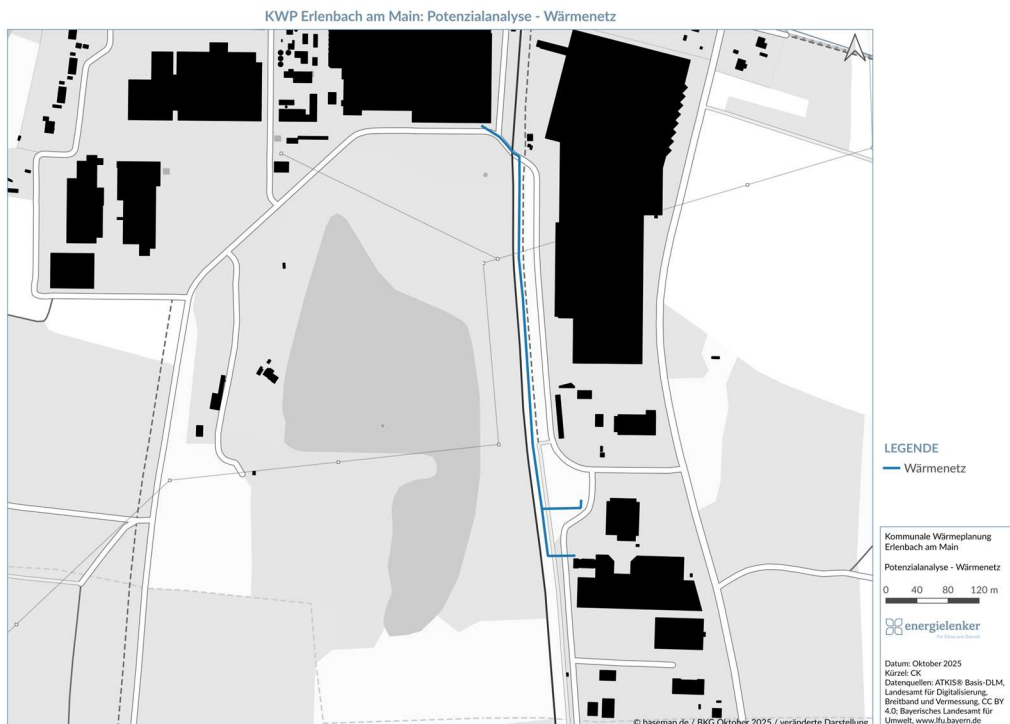


Abbildung 4-17: Wärmenetz der Mainsite GmbH

4.8 Wasserstoff

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

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

bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräte oder Gasbrennwertkessel (H₂-Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich aktuell technisch und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich.

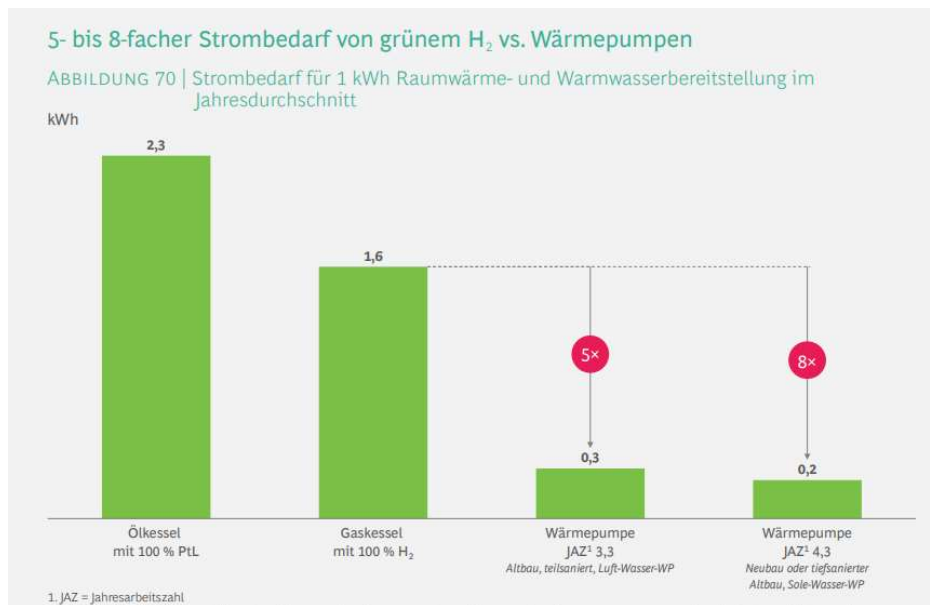


Abbildung 4-18: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

In *Abbildung 4-18* ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich somit in Abhängigkeit der JAZ ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz.

Aufgrund der zusätzlich benötigten Strommenge zur Wasserstofferzeugung und der derzeit zu langsamen Ausbaugeschwindigkeit von erneuerbaren Stromerzeugern ist auch eine zukünftig komplett regenerative bzw. kostengünstige Bereitstellung von Wasserstoff im Gebäudebereich fraglich.

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

Die Verteilung von Wasserstoff kann entweder durch Beimischung in bestehende Gasnetze oder durch deren vollständige Umstellung auf Wasserstoff erfolgen. Die Umstellung erfordert allerdings erhebliche Anpassungen an der Infrastruktur, einschließlich der Umrüstung von Gasnetzen, Speichern und Endgeräten. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind. Die Umstellung von bestehenden Gasnetzen bzw. ein Ausbau müssen insbesondere in Einklang mit der Wärmenetzstrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen.

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

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

Genehmigtes Wasserstoffkernnetz

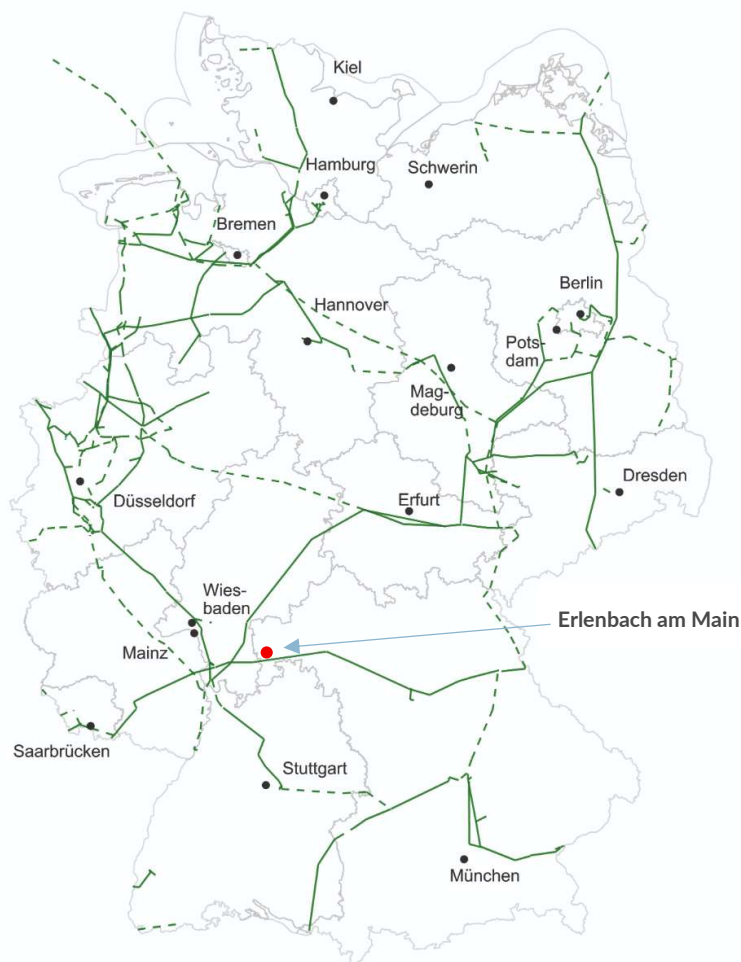


Abbildung 4-19: Wasserstoffkernnetz (Bundesnetzagentur)

Die Stadt Erlenbach am Main liegt circa 4 km vom Wasserstoffkernnetz entfernt, dessen Inbetriebnahme für 2032 laut aktuellen Informationen geplant ist.

Der Gasnetzbetreiber, Bayernwerke Netz GmbH sowie der vorgelagerte Betreiber die Gasversorgung Unterfranken GmbH orientieren sich an der vorliegenden Planung des deutschen Wasserstoffkernnetz sowie an der integrierten Netzentwicklungsplanung für Strom, Gas und Wasserstoff für das bestehende Gasnetz und sind im Zuge der Wärmeplanung als Hauptakteur eingebunden. Auszug aus dem Bericht Bayernwerke Netz GmbH:⁴

„Mit dem Kernnetz wurden auf Ebene der Transportleitungen die Weichen für die „Wasserstoff-Autobahnen“ gestellt. Im nächsten Schritt ist es erforderlich, die Rahmenbedingungen für das Anschlussnetz, d.h. die Verbindungsleitungen zu den Kunden zu schaffen. Ohne solche „Bundes-, Land- und Kreisstraßen“ wird ein Großteil der potenziellen Wasserstoffkunden im Industrie- und Gewerbebereich, die am Gasverteilnetz angeschlossen sind, nicht erreicht. Dies bedeutet, dass wir unsere Infrastruktur entsprechend anpassen und transformieren, um eine sichere und effiziente Verteilung von Wasserstoff zu ermöglichen. Im Rahmen des Wasserstoffhochlaufs kann auch die lokale Einspeisung von Wasserstoff (etwa aus dem Betrieb von lokalen Elektrolyseuren mit der Nutzung von Überschussstrom) einen Beitrag zur Versorgung im künftigen Konzept der Kommunen eine Option sein. Aktuell arbeiten wir an grundlegenden Auswertungen, um beurteilen zu können, welche Standorte innerhalb unseres Netzgebiets für einen netzdienlichen Elektrolyseur geeignet sind.

Die Rolle des Gasverteilnetzes in einem klimaneutralen Energiesystem hängt somit wesentlich von der Verfügbarkeit von Wasserstoff und grünen Gasen ab. Es ist wichtig, dass diese Gase in ausreichender Menge und zu wettbewerbsfähigen Preisen am Markt verfügbar sind, um eine nachhaltige und kosteneffiziente Energieversorgung zu gewährleisten.“

Auf Basis der Akteursinformationen der Gasversorgung Unterfranken GmbH ist eine Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff ab dem Jahr 2035 geplant. Hierbei ist anzumerken, dass keine Beimischung von Wasserstoff in das Erdgasnetz im Vorfeld erfolgen wird.

Es ist darauf zu achten, dass Ertüchtigungen an den Hausübergabeeinrichtungen sowie der Hausinstallationen für den 100 % Betrieb von H₂ von Nöten sein könnte.

4.9 Sektorenkopplung

Die Sektorenkopplung ist von großer Bedeutung für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Zum einen steigert sie die Effizienz durch optimierte Ressourcennutzung, was zu einem besseren Einsatz vorhandener Energiequellen führt. Darüber hinaus ermöglicht die Sektorenkopplung die Integration erneuerbarer Energien in verschiedene Bereiche wie Wärme, Verkehr und Industrie, wodurch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert wird. Sie trägt außerdem zur direkten und indirekten Reduktion von Emissionen in verschiedenen Sektoren bei, indem Energieflüsse miteinander vernetzt und Abfallprodukte in wertvolle Ressourcen umgewandelt werden. Des Weiteren fördert sie die Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz, indem Stoffkreisläufe geschlossen und Abfälle minimiert werden. Die Sektorenkopplung ist somit ein zentraler Bestandteil der Bemühungen, den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft zu beschleunigen.

Im Gebäudesektor gilt die Wärmepumpe als Schlüsseltechnologie. Sie ist ein prädestiniertes Beispiel für die Kopplung der Sektoren von Strom und Wärme. Weitere Beispiele sind Technologien wie die Großwärmepumpen für Wärmenetze, Elektrolyseure und

⁴ Auszug aus dem Bericht Gasdaten zur kommunalen Wärmeplanung Gemeinde Erlenbach am Main (AGS 09676122); Bayernwerke Netz GmbH

Elektrodenkessel. Ein klimaneutraler Wärmesektor ist nur durch Sektorenkopplung und ausreichend erneuerbaren Strom zu erreichen. In diesem Sinne werden nachfolgend die stromerzeugenden Technologien Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft analysiert.

4.10 Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung

In den folgenden Kapiteln werden Technologien zur Stromerzeugung näher beschrieben, die sich für die indirekte Wärmebereitstellung nutzen lassen.

4.10.1 Photovoltaik

Eine Möglichkeit zur Nutzung von solarer Strahlungsenergie liegt in der klassischen Photovoltaiknutzung zur Stromproduktion. Photovoltaik kann auf Dachanlagen und Freiflächen errichtet werden, um den erzeugten Strom zur Selbstversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Stromnetz zu nutzen. Dachanlagen werden im privaten Kontext meist in Verbindung mit Stromspeichern zur Eigenstromversorgung genutzt, um die Strombezugs-kosten zu senken. Photovoltaik kann aber auch dazu genutzt werden großflächige Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu errichten, wobei der Strom entweder meist für industrielle Eigenstromversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Netz genutzt wird.

Hierbei sind jedoch meist standortspezifische Gegebenheiten ausschlaggebend, inwiefern der produzierte Strom genutzt werden kann (Nähe zu direkten Stromabnehmern oder öffentlichen Mittelspannungsleitungen).

Photovoltaik – Technische Anforderungen

Anders als Solarthermie, werden bei PV-Modulen deutlich geringere Wirkungsgrade erreicht, da der Prozess solare Strahlungsenergie in Strom umzuwandeln technologisch deutlich aufwendiger ist. Es kommen meist Mono- oder polykristalline Solarmodule zum Einsatz, die einen Wirkungsgrad von über 20 % (monokristalline Solarmodule) oder 12 bis 16 % (polykristalline Solarmodule) aufweisen. Dem höheren Wirkungsgrad steht entsprechend auch ein höherer Anschaffungspreis entgegen. Photovoltaikanlagen werden grundsätzlich in Süd- oder Ost-West-Ausrichtung errichtet. Dabei spielt es keine Rolle ob die Anlage auf einem Dach oder einer Freifläche errichtet wird. Durch die unterschiedlichen Ausrichtungen können unterschiedliche Ertragskurven erzeugt werden. Während bei der Süd-Ausrichtung der maximale Ertrag zur Mittagszeit am höchsten ist, ermöglicht die Ost-West-Ausrichtung eine kontinuierlichere Stromproduktion. Je nach Nutzen des produzierten Stroms, ergeben sich dadurch unterschiedliche Anwendungsbeispiele. Eine südlich ausgerichtete PV-Anlage erzeugt am meisten Strom, jedoch sollte überschüssiger Strom gespeichert oder eingespeist werden. Eine Ost-West-Anlage erzeugt geringere Leistungen, kann aber meist durch den generellen Tagesablauf (höhere Produktionen am Morgen und Abend) besser direkt genutzt werden. Oftmals nutzen Industriebetriebe Ost-West-Ausrichtungen, um den Strom entsprechend ihrer Lastgängen zu verwenden.

Photovoltaik – Freiflächen-Potenziale räumliche Anforderungen

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

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

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

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

In der *Abbildung 4-20* sind die Potenzialflächen für Freiflächen-PV in der Stadt Erlenbach am Main dargestellt. Durch das Gemeindegebiet der Stadt zieht sich ein Schienenweg an dem der EEG-Korridor nach § 37, in dem PV-Anlagen gefördert werden, ausweisbar ist. In der Stadt Erlenbach am Main sind insgesamt ca. 257 ha Agrarflächen als Potenzialfläche für Photovoltaik ausweisbar. Hiervon sind 16 ha dem Förderkorridor nach § 37 EEG zuzuordnen. Auf Basis der ermittelten Flächen ergeben sich die folgenden Maximalpotenziale für Freiflächen-PV in der Stadt Erlenbach am Main. Für die Berechnung ist der PV-Förderkulisse eine Leistung pro Hektar von 98 kW_p/ha angenommen worden bei einem spezifischen Ertrag von 950 kWh/kW_p. Für die Berechnung der Agri-PV-Potenziale ist eine Leistung pro Hektar von 533 kW_p/ha zu Grunde gelegt worden. Auf Basis der Studie des Hamburg Institut (Literaturquelle) ist der Mittelwert für hochaufgeständerte Agri-PV Anlagen ab vier Metern Höhe mit Berücksichtigung möglicher Agra-Kulturen (Ackerkulturen wie Weizen, niedrige Dauerkulturen wie Beeren und Dauergrünland) und der Bewirtschaftungsmöglichkeiten herangezogen worden. Hierbei ist der Abstand der Aufständering entscheidend für die Flächenausnutzung und Verschattung. Vergleiche *Tabelle 4-15*. Laut Informationen der Stadt Erlenbach am Main existiert am östlichen Rand des Gemeindegebiets eine PV-Anlage mit einer installierten Leistung von 2.295 kW_p.

Tabelle 4-15: Übersicht der Flächenpotenziale für PV - Förderkorridore

PV Förderkulisse § 37 EEG		Agri-PV Freifläche	
Theoretische Potenzialfläche [ha]	Ø jährlicher Ertrag bei maximalem Ausbaupotenzial [GWh/a]	Theoretische Potenzialfläche [ha]	Ø jährlicher Ertrag bei maximalem Ausbaupotenzial [GWh/a]
16	15	257	130

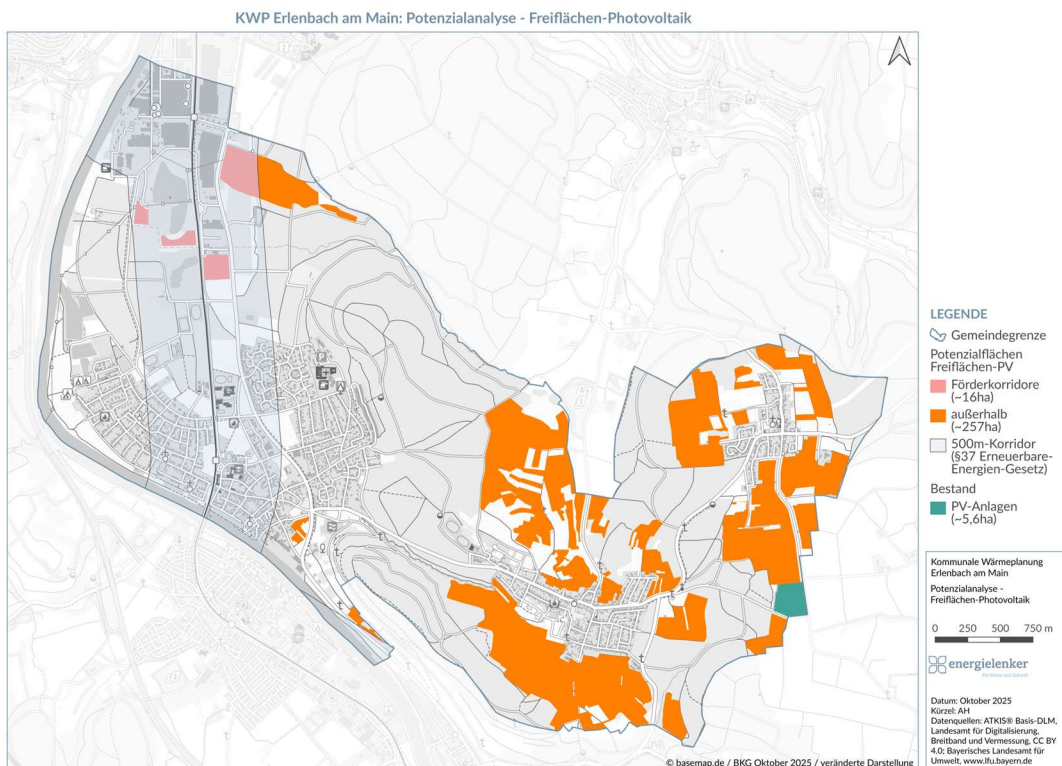


Abbildung 4-20: Photovoltaikpotenziale auf Freiflächen samt EEG-Förderkulisse

Photovoltaik – Dachflächen-Potenziale

Wie PV-Freiflächen-Anlagen ist Photovoltaik auf Dachflächen für die Wärmeversorgung indirekt relevant, da dadurch der Strombedarf für z. B. Wärmepumpen lokal erzeugt werden kann.

In der Stadt Erlenbach am Main sind bereits in Summe über 448 PV-Anlagen (mit Leistungen kleiner als 30 kWp) mit einer Gesamtleistung von 6,9 MW_p installiert (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Der überwiegende Teil der Dachflächen im Stadtgebiet ist für die Installation von Photovoltaik-Anlagen geeignet. Laut dem Energie-Atlas Bayern liegt die aktuelle Stromproduktion bei 4.726 MWh der bestehenden Anlagen. Die maximale Potenzialfläche liegt bei 3 ha Dachfläche und maximal 46.127 MWh Strom pro Jahr (Prognos AG; ifeu, 2024). Somit verbleibt ein Restpotenzial von ca. 41.401 MWh. In *Tabelle 4-16* sind die PV-Dachflächen Potenziale zusammengefasst.

Tabelle 4-16: Übersicht der Flächenpotenziale für PV auf Dachflächen

Installierte Anlagen	Installierte Leistung [MW _p]	Stromproduktion aktuell [MWh]	Potenzialfläche [ha]	Ø jährlicher Ertrag bei maximalem Ausbaupotenzial [GWh/a]
448	6,9	4.726	3	46

4.10.2 Wasserkraft

Wasserkraft wird zur Stromerzeugung genutzt, indem die kinetische Energie von fließendem oder fallendem Wasser in mechanische Energie und anschließend in elektrische Energie umgewandelt wird. Dies erfolgt in Wasserkraftwerken, bei denen Wasser entweder aus einem Fluss (Laufwasserkraftwerk) oder aus einem Stausee (Speicherkraftwerk) über Rohrleitungen oder Kanäle auf Turbinen geleitet wird. Die Strömung des Wassers setzt die Turbinen in Bewegung, die wiederum mit Generatoren verbunden sind. Diese Generatoren wandeln die mechanische Energie der Turbinen in elektrische Energie um, die dann ins Stromnetz eingespeist wird. Wasserkraft ist eine zuverlässige, emissionsfreie und erneuerbare Energiequelle.

Für die Nutzung von Wasserkraft in einem Fluss müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Der Fluss muss eine ausreichende und konstante Wassermenge führen und über ein entsprechendes Gefälle verfügen, um die Turbinen effizient anzutreiben. Zusätzlich ist eine ausreichende Fließgeschwindigkeit notwendig. Auch die Umweltverträglichkeit spielt eine entscheidende Rolle, weshalb Umweltverträglichkeitsprüfungen erforderlich sind, um mögliche negative Auswirkungen zu minimieren. Der Standort des Kraftwerks muss gut erreichbar sein, und die nötige Infrastruktur muss vorhanden sein. Darüber hinaus sind behördliche Genehmigungen sowie die Einhaltung rechtlicher Vorschriften unerlässlich. Schließlich muss die Wirtschaftlichkeit des Projekts gewährleistet sein, sodass die Investitions- und Betriebskosten durch die erzeugte Energie gedeckt werden können.

In der Stadt Erlenbach am Main sind keine Anlagen zur Stromgewinnung aus Fließgewässern vorhanden. Daher kann kein Potenzial ausgewiesen werden.

4.10.3 Windenergie

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

In der lokalen Wärmeplanung kann Windenergie eine bedeutende Rolle spielen. Der erzeugte Strom lässt sich zur Wärmeerzeugung nutzen, die dann in das kommunale Wärmenetz eingespeist werden kann. Dies kann entweder durch den Einsatz von Wärmepumpen geschehen oder durch die direkte Umwandlung von elektrischer in thermische Energie. Eine der großen Herausforderungen dabei ist die unregelmäßige Verfügbarkeit der Windenergie, was eine präzise Planung und Koordination erfordert. Nur so kann sichergestellt werden, dass

die Windenergie optimal genutzt wird und das Wärmenetz die zusätzliche Energie effizient aufnehmen kann.

Technische Anforderungen

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

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

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

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

Räumliche Anforderungen

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

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

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

► Verkehrsinfrastrukturen

Dabei wurde auf Grundlage einer Referenzanlage ein Abstand zugrunde gelegt, welcher als Puffer für etwaige Ausschluss- oder Abwägungskriterien dient.

In der Stadt Erlenbach am Main existiert aufgrund der Flächenanalysen kein Flächenpotenzial für Windkraftanlagen. Laut dem Regionalplan Bayerischer Untermain sind ebenso keine Flächen explizit ausgewiesen. In *Abbildung 4-21* sind die bedingt geeigneten Flächen sowie die nicht geeigneten Flächen auf Basis der Gebietskulisse des Energieatlas Bayern dargestellt.

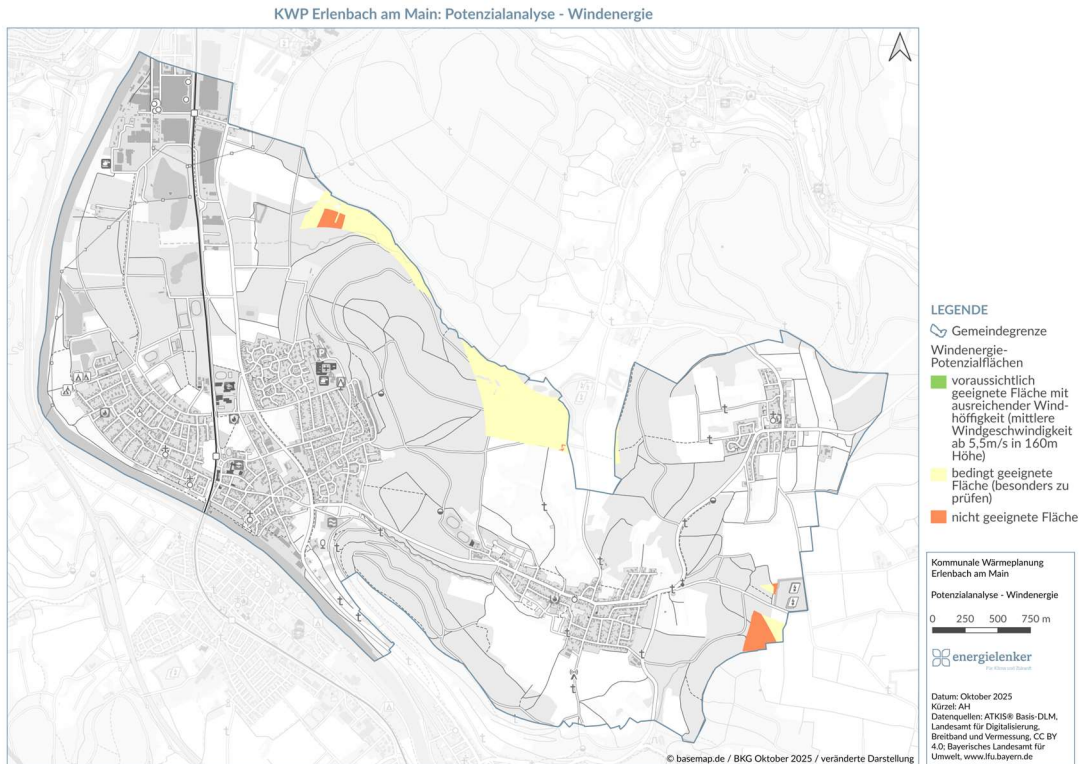


Abbildung 4-21: Potenzialflächen für Windkraftanlagen

5 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario

Eins der Hauptergebnisse der kommunalen Wärmeplanung ist die Einteilung des Gemeindegebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Dazu wurde das Stadtgebiet im ersten Schritt in Teilgebiete unterteilt und diese Gebiete dann detailliert analysiert, um die voraussichtliche Wärmeversorgung der Gebiete zuzuteilen. Zusätzlich wird in diesem Kapitel das Zielszenario vorgestellt.

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Stadt Erlenbach am Main angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2040 ermöglicht werden kann. Das Szenario wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Energieeinsparpotenziale durch energetische Sanierung sowie die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien mit ein.

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

Aus dieser Analyse wird für jedes Teilgebiet ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt. Die Ergebnisse der Teilgebiete werden dann aggregiert, um das Gesamtszenario für die Kommune darzustellen.

Für jedes Teilgebiet wird ein Steckbrief erstellt. In diesem Kapitel werden zunächst die allgemeine Vorgehensweise und dann die Ergebnisse für die Stadt Erlenbach am Main dargestellt.

5.1 Vorgehen und Kriterien zur Ausweisung der Gebiete

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

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

Alle Gebäude, die aufgrund ihrer Alleinlage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden nicht weiter berücksichtigt. Einige Teilgebiete wurden nach dem Feedback der Akteure neu zugeschnitten. Ein Kriterium war dabei Unterschiede in der Eignung für die Wärmeversorgungsarten.

Gebietseinteilung

Die ermittelten Teilgebiete haben zunächst keine Wertung und sind teilweise kleiner als Stadt- oder Ortsteile. Die *Abbildung 5-1* zeigt die Einteilung des Stadtgebiets in die einzelnen Teilgebiete.

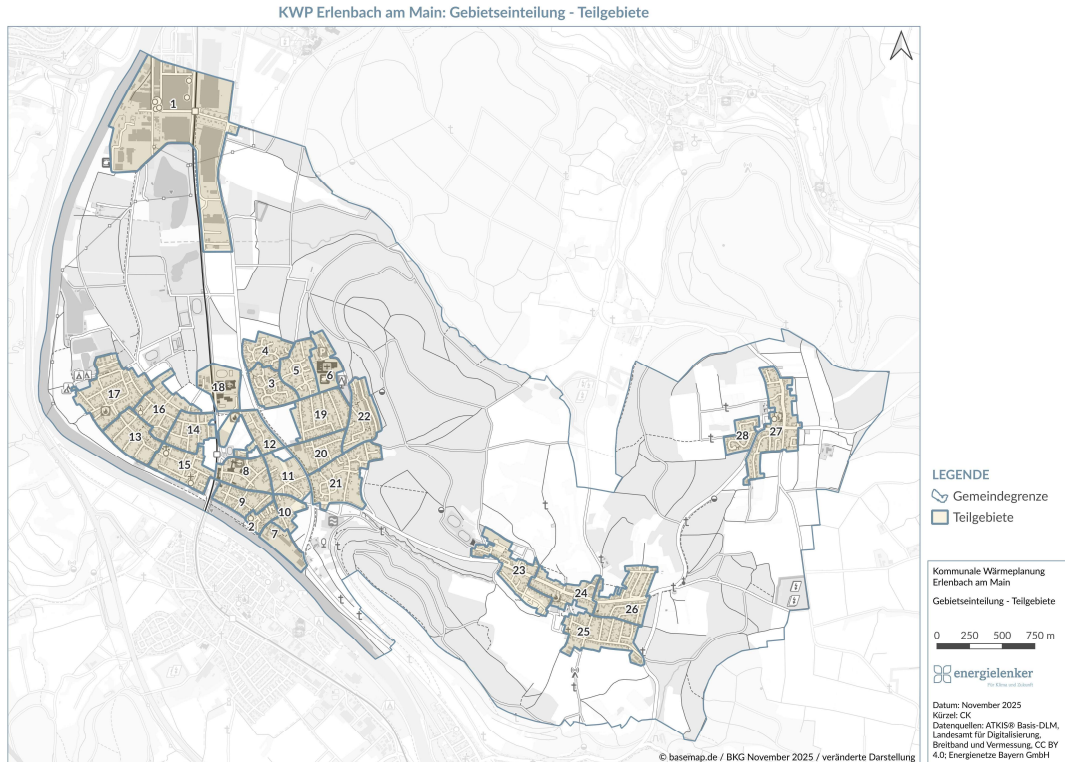


Abbildung 5-1 Einteilung der Stadt Erlenbach am Main in Teilgebiete

Ermittlung der Eignung für Versorgungsoptionen

Nachdem die Einteilung in Teilgebiete erfolgt ist, werden den Teilgebieten auf Basis ihrer Eignung die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (§ 3 Abs. 1 Nr. 14 WPG und § 19 Abs. 2) WPG) zugewiesen. Dementsprechend erhalten die zunächst neutralen Teilgebiete eine Wertung. Nach WPG wird in vier voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterschieden: Wärmenetzgebiet, dezentrales Gebiet, Wasserstoffnetzgebiet und Prüfgebiet.

Ein **Wärmenetzgebiet** ist ein Teilgebiet, welches entweder ein bestehendes Wärmenetz hat oder sich für die Errichtung eines Wärmenetzes eignen könnte.

Ein **dezentrales Gebiet** wird dadurch definiert, dass es sich nicht für die Versorgung über ein Wärme- oder Gasnetz eignet.

Ein **Wasserstoffnetzgebiet** ist ein Teilgebiet, welches entweder ein bestehendes Wasserstoffnetz aufweist oder sich in Zukunft für ein Wasserstoffnetz eignen könnte. Hierbei ist zu beachten, dass weder die notwendigen zur Verfügung stehenden Wasserstoffmengen noch die zukünftigen Preise ausreichend zuverlässig abgeschätzt werden können. Die derzeit in Deutschland im Aufbau befindlichen Produktionskapazitäten werden in erster Linie für industrielle Anwendungen sowie die saisonale Speicherung in der Stromproduktion benötigt.

Ein **Prüfgebiet** ist ein Teilgebiet, für welches zum jetzigen Zeitpunkt keine Einschätzung erfolgen kann, wie das Teilgebiet in Zukunft mit Wärme versorgt wird. Die Versorgung des Teilgebiets mit leitungsgebundenem grünem Methan kann beispielweise nicht ausgeschlossen werden.

Zur Einteilung der Gebiete werden, neben den gezeigten Prüfschemata (Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3), vor allem die Ergebnisse der Bestandsanalyse genutzt. Sowohl der ermittelte Wärmebedarfs- als auch die Wärmelinienichte und bestehende Gas- und Wärmenetze wurden als Grundlage herangezogen.

Die Einteilung auf Basis der Kriterien Wärmebedarfs- und Wärmelinienichte ist in Abbildung 5-4 dargestellt. Für die endgültige Bewertung der wahrscheinlichen Eignung werden weitere Kriterien und Indikatoren herangezogen, siehe auch Tabelle 5-1.

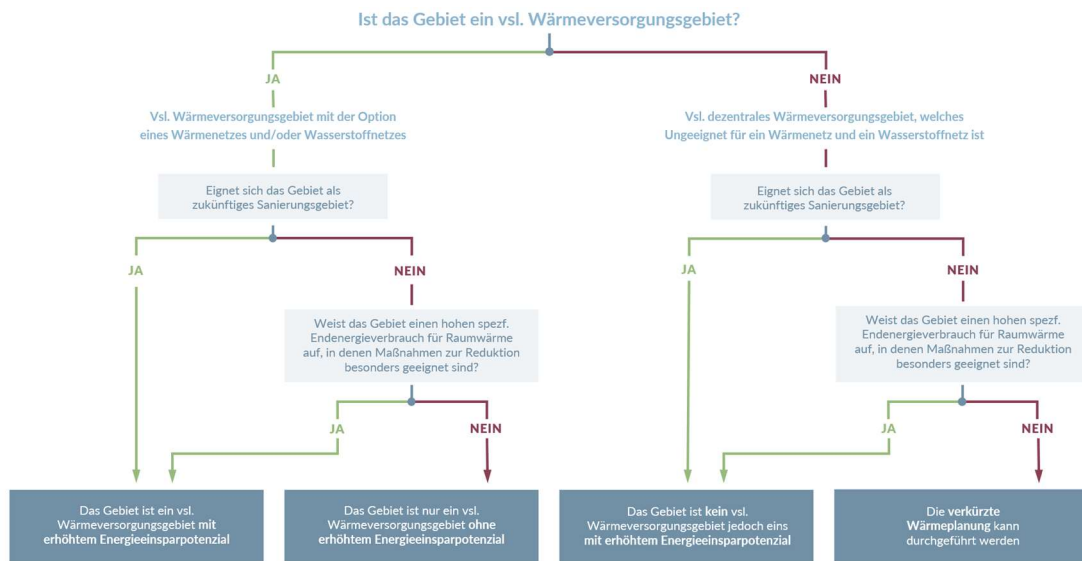


Abbildung 5-2 Prüfschema eines Wärmeversorgungsgebiet nach WPG § 14 (2)

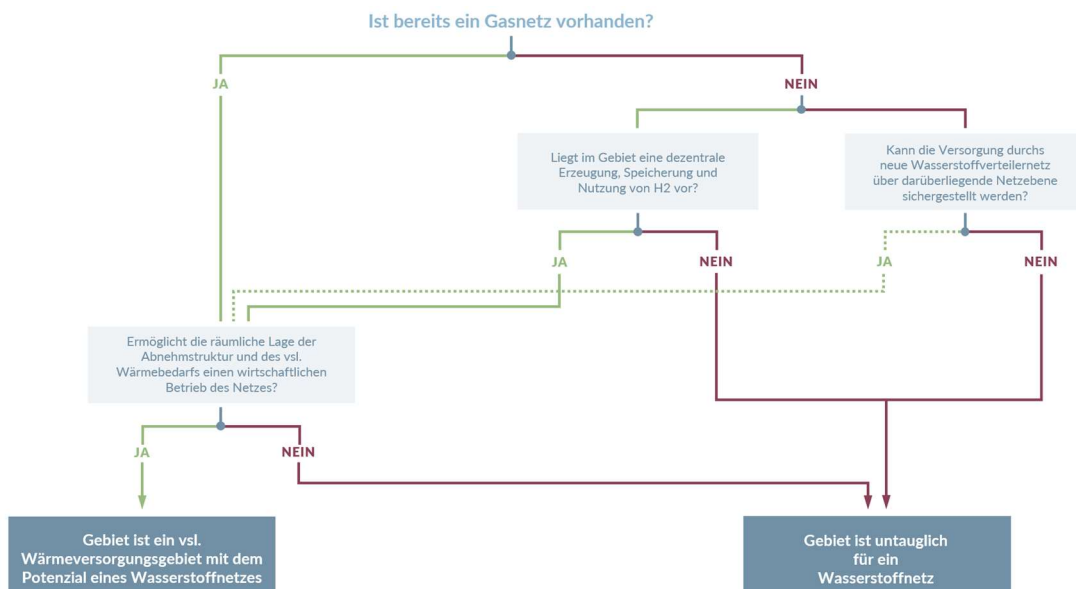


Abbildung 5-3 Prüfschema für ein Wasserstoffnetz

Wärmenetz in räumlicher Nähe oder eine mögliche erneuerbare Wärmequelle in unmittelbarer Nähe und das Gebiet wurde von einem Wärmenetzbetreiber bzw. potenziellen Wärmenetzbetreiber als interessantes Ausbaugbiet eingeschätzt.

Das Ergebnis der Einteilung der Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist im Folgenden *Abschnitt 5.2* kartographisch dargestellt.

Neben der Ausweisung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsart in den Teilgebieten, sollen auch Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen werden (§ 18 (5) WPG). Der Fokus dieser Gebiete liegt auf der Reduzierung des Energiebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen. Potenzielle Sanierungsgebiete können sowohl zentrale als auch dezentrale Gebiete sein.

Sanierungsgebiet

Gebiete, die einen Anteil von mehr als 25 % der Gebäude im sanierungsfähigen Zustand beinhalten, werden als Gebiete mit erhöhtem Sanierungspotenzial durch den Begriff Sanierungsgebiet ausgewiesen. Die Stadt kann diese Zuordnung aufgreifen und über Satzungen und Quartierskonzepte die energetische Sanierung vor Ort unterstützen. Die für Sanierungsgebiete im herkömmlichen Sinne verfügbaren städtebaulichen (Förder-) Instrumente stehen damit auch für die Ziele der Wärmewende zur Verfügung.

5.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Teilgebiete wurden anhand von bestimmten Kriterien erstellt, haben zunächst keine Wertung und können auch kleiner als Gemeinde- oder Ortsteile sein.

Es handelt sich hierbei vor allem um die Einteilung der Gebiete auf Basis von städtebaulichen Strukturen. Zu diesen Einteilungskriterien gehören beispielsweise die überwiegende Baualtersklasse der Gebäude, homogene Bebauung oder Siedlungsstrukturen sowie weitere strukturelle Gegebenheiten wie kreuzende Hauptstraßen, Schienenwege oder Gewässer. Alle Gebäude, die aufgrund ihrer Alleinlage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden als virtuelles Gebiet aggregiert.

Diese Gebiete werden als dezentrale Gebiete behandelt. Für die Bewertung sind des Weiteren Kriterien und Indikatoren des Leitfadens kommunale Wärmeplanung des BMWK herangezogen worden. Die Einflüsse der Bewertungskriterien und Indikatoren sind in *Tabelle 5-1*. Im Folgenden wird die voraussichtliche Wärmeversorgung der Teilgebiete anhand von Wahrscheinlichkeiten in Anlehnung an das WPG dargestellt.

Tabelle 5-1: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

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

Erläuterung:

x = Indikator wurde zur Bewertung in der jeweiligen Kategorie genutzt

o = Indikator ist für die Bewertung der Kategorie nicht relevant

Im Folgenden wird die voraussichtliche Wärmeversorgung der Teilgebiete anhand von Wahrscheinlichkeiten in Anlehnung an das WPG kartografisch dargestellt.

Beschreibung der Gebietsdefinition:

Beplantetes Gebiet	räumlicher Bereich für den ein Wärmeplan erstellt wird
(beplantetes) Teilgebiet	Teil des beplanteten Gebiets, welcher aus mehreren Baublöcken, etc. bestehen kann → ohne Wertung der Versorgungsart
Prüfgebiet	keine Aussage über voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet, Umstände nicht ausreichend bekannt → Verweis auf leitungsgebundenes grünes Methan
Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet	Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet – Wärmenetzgebiet, Wasserstoffgebiet, dezentrales Gebiet oder Prüfgebiet → (beplantetes) Teilgebiet mit Wertung der Versorgungsart
Wärmenetzgebiet	beplantetes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wärmenetz, Einteilung in Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet, Wärmenetzneubaugebiet
Wärmenetzverdichtungsgebiet	beplantete Teilgebiete mit unmittelbarer Nähe zu bestehenden Wärmenetzen, Anschluss ohne Ausbau des Wärmenetzes möglich
Wärmenetzausbaugebiet	beplantetes Teilgebiet ohne Wärmenetz, Neubau von Wärmeleitungen sorgt für erstmaligen Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz
Wärmenetzneubaugebiet	Anschluss an neues Wärmenetz
Wasserstoffnetzgebiet	beplantetes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wasserstoffnetz
Gebiet für dezentrale Wärmeversorgung	beplantetes Teilgebiet welches überwiegend nicht durch Wärmenetz (oder Gasnetz) versorgt werden soll
Wärmeversorgungsart	Wärmenetzgebiet, dezentrales Gebiet, Wasserstoffnetzgebiet

5.2.1 Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz

Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele. Bei der Modernisierung zentraler Wärmeerzeugungsanlagen oder der Umstellung des Wärmenetzes auf erneuerbare Energien werden auf einem Schlag alle angeschlossenen Verbraucher erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteure und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteure zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmeliniedichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmeliniedichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus. Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in *Abbildung 5-5* gezeigt dar. In Stadt Erlenbach am Main wurden

- ein Gebiet als **sehr wahrscheinlich geeignet**,
- neunzehn Gebiete als **wahrscheinlich geeignet** und
- acht Gebiete **wahrscheinlich ungeeignet**

für ein Wärmenetz eingestuft. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Wärmeliniedichte in der Bewertung nach WPG nur einen Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes darstellt aber oft ausschlaggebend gewertet wird.

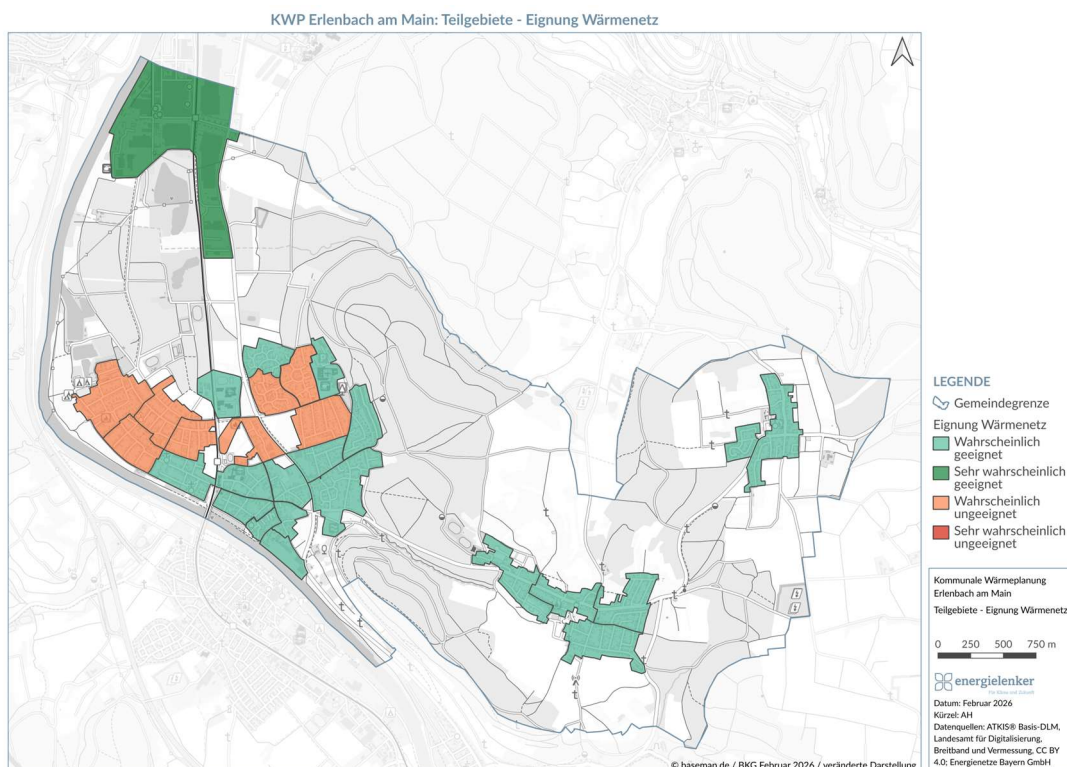


Abbildung 5-5: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

5.2.2 Eignung für dezentrale Versorgung

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

Die Eignung für eine dezentrale Versorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in *Abbildung 5-6* gezeigt dar.

In der Stadt Erlenbach am Main wurden

- zehn Gebiete als **sehr wahrscheinlich geeignet**
- achtzehn Gebiete als **wahrscheinlich geeignet**

für eine dezentrale Versorgung eingestuft.

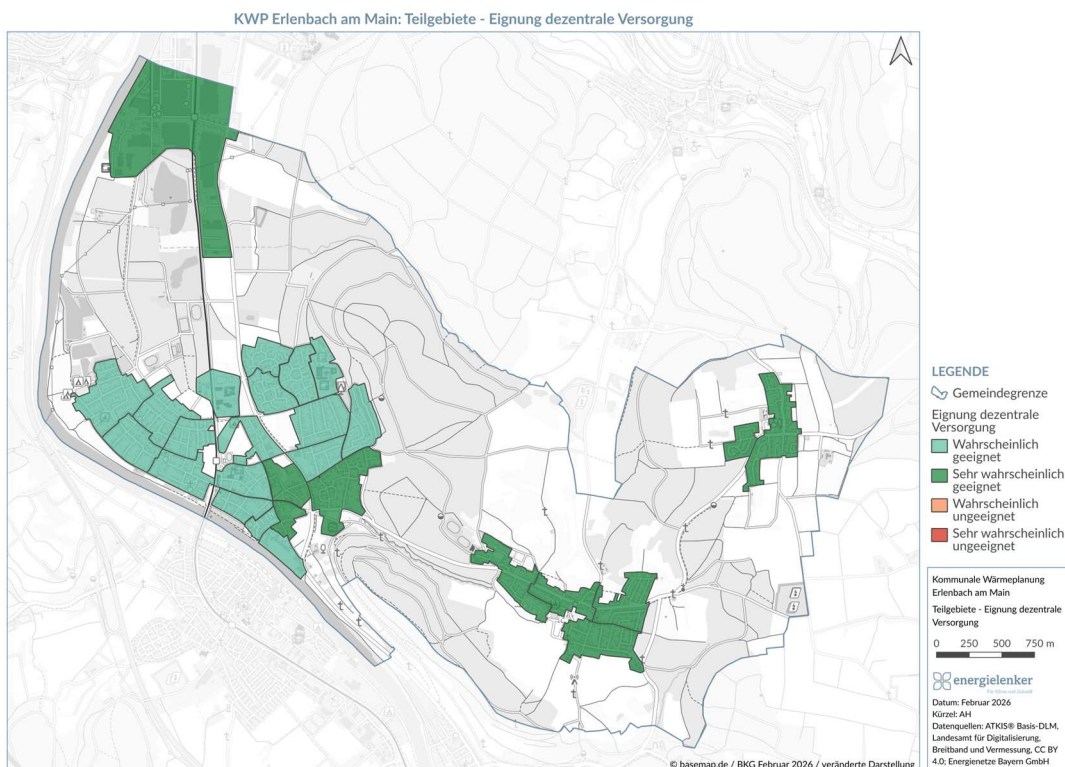


Abbildung 5-6: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

5.2.3 Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff

Vom Gasverteilnetzbetreiber Gasversorgung Unterfranken GmbH ist im Zuge der Wärmeplanung kein verbindlicher Fahrplan für die Transformation des Gasverteilnetzes nach aktuellem Stand vorgelegt worden. Laut Auskunft der Gasversorgung Unterfranken GmbH ist von einer zukünftigen Wasserstoffversorgung in der Region auszugehen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit für private Haushalte ist nach derzeitigem Kenntnisstand sehr unsicher, wodurch keine Gebiete als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen wurden. Hierbei ist zu

beachten, dass die Versorgung im Gasnetz nach derzeitigem Informationsstand ab 2035 von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt werden könnte. Die Eignung für eine Wasserstoffversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet.

In der Stadt Erlenbach wurden

- achtundzwanzig Gebiete als **wahrscheinlich geeignet**

für eine Versorgung mit einem Wasserstoffnetz eingestuft.

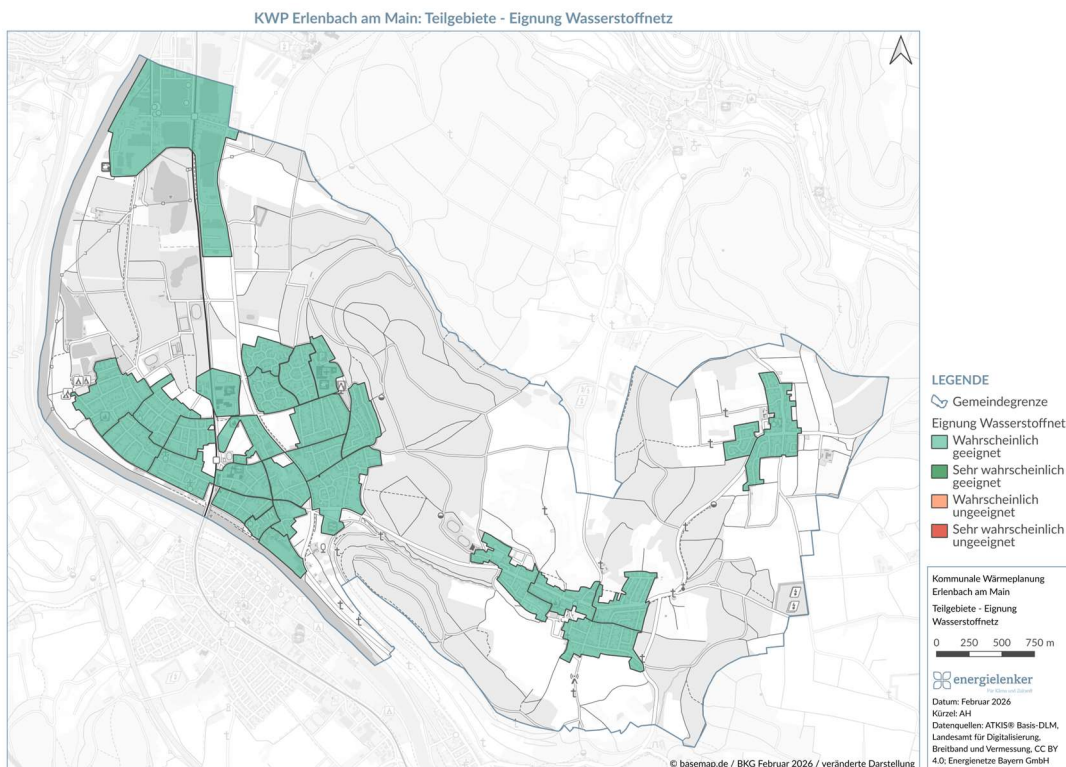


Abbildung 5-7: Eignung der Teilgebiete für eine Wasserstoff Versorgung

5.2.4 Prüfgebiete

In der Stadt Erlenbach am Main wurden achtzehn Teilgebiet als Prüfgebiet kategorisiert. Aufgrund der zukünftigen Planungen des Gasverteilnetzbetreibers Gasversorgung Unterfranken GmbH bezüglich Wasserstoff (siehe *Abschnitt 4.8*), aber der momentanen Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Wasserstoffverfügbarkeit bzw. Kosten auf der anderen Seite, werden die Gebiete mit einer hohen Anschlussdichte an das derzeitige Gasnetz bzw. einem hohen Anteil Gas am Wärmeverbrauch (Teilgebiete 2, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 und 28) als Prüfgebiete deklariert, mit der Option von 2026 bis 2035 einen Biomethan Anteil von 20 % und ab 2035 mit Wasserstoff versorgt zu werden. Dort sind der Erhalt des Gasnetzes sowie eine Versorgung mit Wasserstoff zu prüfen. Vergleiche hierzu folgenden *Abschnitt 5.2.5*.

5.2.5 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Mit der Überlagerung der Wahrscheinlichkeiten und anhand weiterer Informationen wie z. B. Akteursinformationen seitens Gasnetzverteilbetreiber, Wärmenetzbetreiber und Wärmelieferant wurde eine kartografische Darstellung der voraussichtlichen

Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr erstellt. Es wird darauf hingewiesen, dass die hohe Anzahl der Prüfgebiete auf die hohe Anschlussquote an das Gasnetz in den einzelnen Teilgebieten zurückzuführen ist.

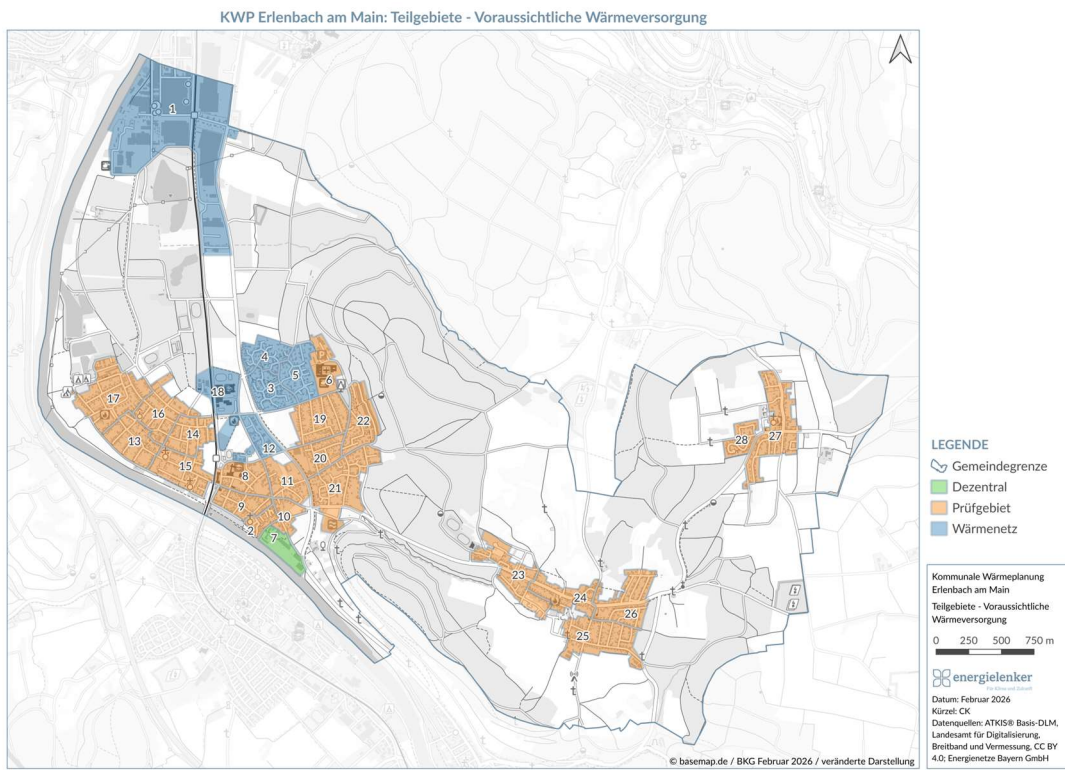


Abbildung 5-8: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete Stadt Erlenbach am Main

5.3 Zielszenario

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die Stadt Erlenbach am Main die angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann. Die Szenarien a und b wurden auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierungen und Effizienzsteigerungen im Industriebereich sowie die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme mit ein. Weiterhin sind die Informationen des Verteilnetzbetreibers Gasversorgung Unterfranken GmbH betreffend die Entwicklung für Biomethan sowie Wasserstoff berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass alle Ölheizungen bis zum Zieljahr ausgetauscht und alle Gasheizungen teilweise ersetzt oder mit Wasserstoff betrieben werden, so dass der aktuelle Gasabsatz in **Szenario A mit minus 30 %** und in **Szenario B mit circa minus 50 % reduziert** wurde.

Für die Wärmeplanung wurde für die Zielszenarien mittels Bottom-Up aufgebaut, d. h. auf Basis der Teilgebiete und der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete. Für jedes Teilgebiet wurde ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt (siehe *Tabelle 5-2*) und mit einer Umsetzungsgeschwindigkeit verschnitten. Die Ergebnisse der Teilgebiete (siehe Teilgebietssteckbriefe in *Abschnitt 11*) wurden aggregiert, um das Gesamtzielszenario für die Stadt Erlenbach am Main abzubilden (siehe *Abbildung 5-9*).

Tabelle 5-2: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr Szenario A

Teil- gebiet	Teilszenario	Anteil Wärme- netz	Anteil Wasser- stoff	Anteil Wärme- pumpe	Anteil Heiz- strom	Anteil Bio- masse	Anteil Solar- thermie
1	Wärmenetz	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
2	Wärmepumpe	0 %	45 %	50 %	1 %	1 %	3 %
3	Wärmenetz	55 %	20 %	20 %	0 %	2 %	3 %
4	Wärmenetz	55 %	20 %	20 %	0 %	2 %	3 %
5	Wärmenetz	55 %	20 %	20 %	0 %	2 %	3 %
6	Wasserstoff	15 %	65 %	15 %	0 %	2 %	3 %
7	Wärmepumpe	0 %	0 %	87 %	3 %	7 %	3 %
8	Wasserstoff	15 %	60 %	20 %	0 %	2 %	3 %
9	Wasserstoff	15 %	60 %	20 %	0 %	2 %	3 %
10	Wasserstoff	0 %	68 %	19 %	3 %	5 %	5 %

11	Wasserstoff	0 %	50 %	37 %	3 %	5 %	5 %
12	Wärmenetz	55 %	20 %	20 %	0 %	2 %	3 %
13	Wasserstoff	0 %	60 %	27 %	3 %	5 %	5 %
14	Wasserstoff	0 %	50 %	37 %	3 %	5 %	5 %
15	Wasserstoff	0 %	60 %	27 %	3 %	5 %	5 %
16	Wasserstoff	0 %	60 %	32 %	2 %	3 %	3 %
17	Wasserstoff	0 %	45 %	42 %	3 %	5 %	5 %
18	Wärmenetz	55 %	30 %	7 %	0 %	5 %	3 %
19	Wasserstoff	15 %	40 %	35 %	0 %	5 %	5 %
20	Wasserstoff	20 %	55 %	20 %	0 %	2 %	3 %
21	Wasserstoff	0 %	60 %	31 %	3 %	3 %	3 %
22	Wasserstoff	0 %	60 %	32 %	3 %	3 %	2 %
23	Wärmepumpe	0 %	29 %	62 %	3 %	3 %	3 %
24	Wasserstoff	0 %	60 %	32 %	2 %	3 %	3 %
25	Wärmepumpe	0 %	15 %	72 %	3 %	5 %	5 %
26	Wärmepumpe	0 %	40 %	51 %	3 %	3 %	3 %
27	Wärmepumpe	0 %	40 %	47 %	3 %	5 %	5 %
28	Wasserstoff	0 %	65 %	27 %	2 %	3 %	3 %

Die THG-Emissionen wurden anhand der Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) berechnet. Diese sind für die betrachteten Jahre in der folgenden *Tabelle 5-3* dargestellt.

Tabelle 5-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahresritten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024)

Emissionsfaktoren der Energieträger in gCO₂e/kWh	2025	2030	2035	2040
Heizöl	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240
Biomasse	20	20	20	20
Biogas	137	133	130	126
Wasserstoff * ¹	0	90	88	86
Solarthermie	0	0	0	0
Strom	260	110	45	25
Wärmepumpe* ²	81	34	14	8
Wärmenetze	240	240	240	240

¹ Für Wasserstoff sind die THG-Emissionen für Blauen Wasserstoff laut dem Technikkatalog herangezogen worden

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

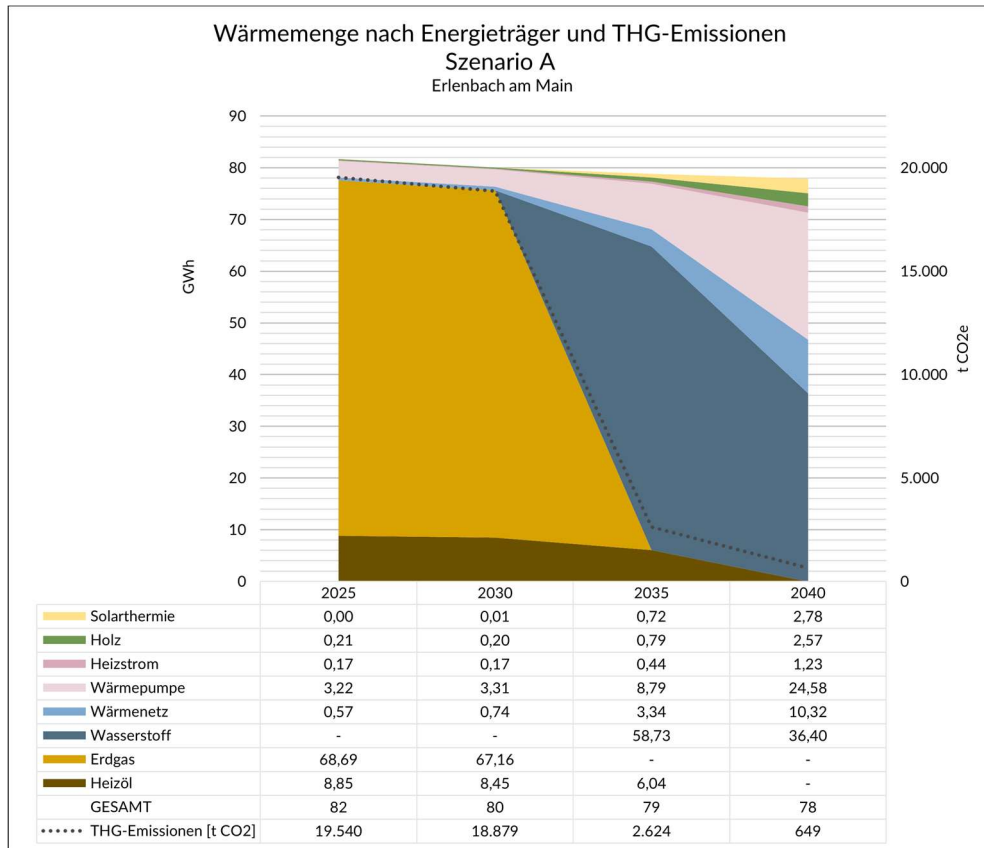


Abbildung 5-9: Zielszenario A - 2040 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emission

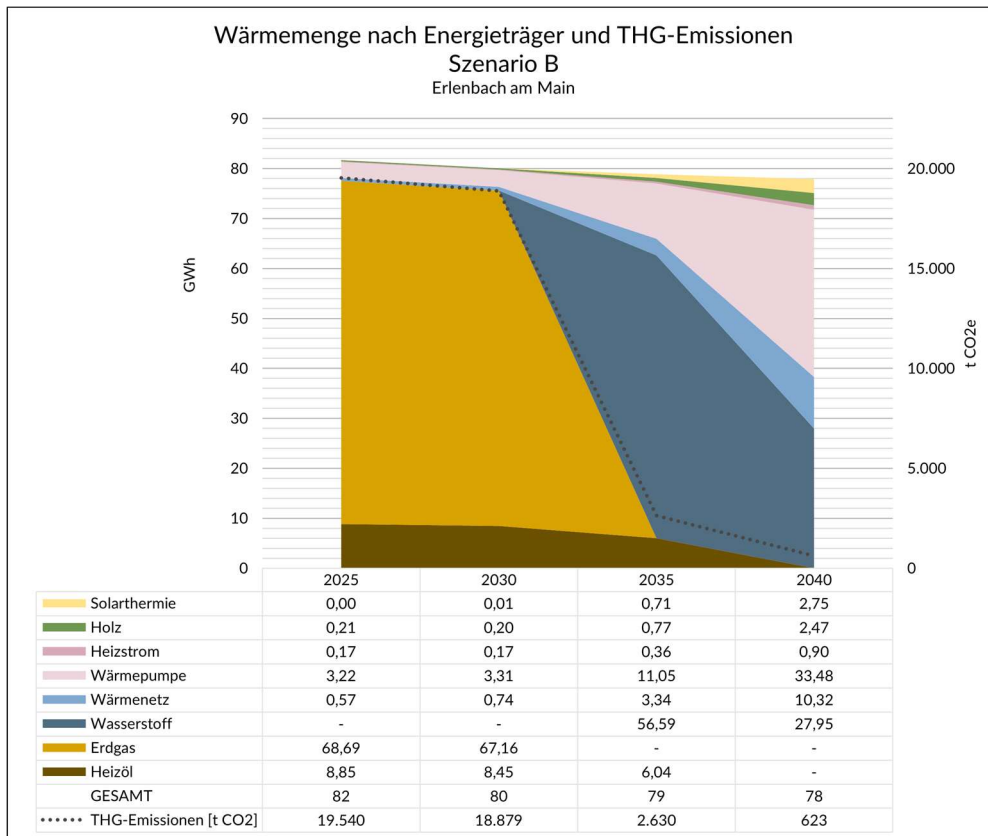


Abbildung 5-10: Zielszenario B - 2040 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emission

6 Wärmewendestrategie

Die Erreichung des Ziels einer Wärmeversorgung allein aus erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme bedarf es eines koordinierten, strategischen Vorgehens für die gesamte Kommune. Wesentliche Themenfelder sind dabei

- ▶ Schwerpunktsetzung bei den Einzelmaßnahmen,
- ▶ Bereitstellung von Informationen und Beratung,
- ▶ Sicherstellung der Finanzierung durch Akquise von Fördermitteln und Bereitstellung der Eigenanteile,
- ▶ Schaffung einer kommunalen Förderkulisse,
- ▶ Rechtliche Absicherung der Umsetzungsmaßnahmen durch Verträge und ordnungsrechtliche Lenkungsinstrumente,
- ▶ Flächensicherung und Leuchtturmwirkung kommunaler Liegenschaften,
- ▶ Steuerung des Umsetzungsprozesses nach der kommunalen Wärmeplanung,
- ▶ Adaption der Verwaltungsstrukturen und
- ▶ Zusammenarbeit mit umliegenden Kommunen.

Innerhalb der Stadt Erlenbach am Main kommen durch den Prozess der kommunalen Wärmeplanung und den anschließenden Umsetzungsprozess auf einzelne Fachämter neue Aufgaben zu. Durch die Einrichtung geeigneter Kommunikationsstrukturen innerhalb der Verwaltung sollen alle anstehenden Aufgaben effizient und mit der für die Umsetzung erforderlichen Geschwindigkeit bearbeitet werden. Bürger und Unternehmen erwarten ein Verwaltungshandeln, das ihre Investitionen unterstützt und so auch die lokale Wertschöpfung stärkt.

6.1 Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen bilden die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Erlenbach am Main. Sie zielen darauf ab, den Wärmebedarf langfristig zu senken, die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen. Dabei werden sowohl technische Lösungen als auch organisatorische und finanzielle Instrumente berücksichtigt, um eine nachhaltige, zukunftssichere und sozial verträgliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Zusätzlich zielen die erarbeiteten Maßnahmen darauf ab, alle notwendigen Akteure der Wärmewende in der Stadt einzubeziehen, zu motivieren und soweit möglich innerhalb der kommunalen Möglichkeiten die notwendigen Finanzierungen sicherzustellen. Die Stadt muss dabei vorangehen und eine Vorbildfunktion einnehmen. Die Maßnahmen können den folgenden Handlungsfeldern zugeordnet werden (siehe *Abbildung 5-11*).

Die Maßnahmen sind in den einzelnen Teilgebietssteckbriefen verortet (*Abschnitt 6.2 bzw. 11*). Ausgenommen davon sind die Maßnahmen 1 (Motivation Bürger*innen für die Energiewende), 9 (Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle), 10 (Informationsarbeit und Beratung zum Heizungsaustausch), 11 (Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften), 12 (Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende) und 13 (PV auf kommunalen Dächern), da sie allen kommunalen Liegenschaften

bzw. allen Teilgebieten im Stadtgebiet zugeordnet werden können. Alle Maßnahmen sind ausführlich in Form von Maßnahmensteckbriefen im *Anhang: Teilgebietssteckbriefe* beschrieben. In *Tabelle 5-4* sind die erarbeiteten Maßnahmen, das entsprechende Handlungsfeld und die Priorität aufgelistet.



Abbildung 5-11: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen

Tabelle 5-4: Maßnahmenübersicht samt Priorisierung

Handlungsfelder	Nr.	Maßnahme	Priorität
Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	4	Dekarbonisierung der Erzeugungstechniken in den Wärmenetzen	hoch
	7	Wärmenetzprüfung	hoch
	8	Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale	hoch
	14	Transformationsplan Gasnetz 2035 - H2-Strategie	hoch
Unternehmen	5	Vernetzung von Unternehmen fördern	mittel
	6	Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen	gering
Leuchtturm-wirkung, Vorbildwirkung der Kommune	3	Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	hoch
	11	Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften	mittel
	13	PV auf kommunalen Dächern	mittel
Information, Beratung, Kooperation	1	Motivation Bürger*innen für die Energiewende	hoch
	2	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	hoch
	9	Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	hoch
	10	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch	mittel
	12	Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende	hoch

6.2 Teilgebietssteckbriefe

Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Daten zu diesem Gebiet zusammenfasst, das Gebiet beschreibt und der die Potenziale und Energieträgerverteilung im Zieljahr für dieses Gebiet ausweist. In *Abbildung 5-12* ist ein beispielhafter Steckbrief dargestellt. Die Inhalte werden in den folgenden Abschnitten beschrieben, die Steckbriefe aller Teilgebiete finden sich im *11 Anhang: Teilgebietssteckbriefe*).

6.2.1 Bestand, Energie- und THG-Bilanz

Bestand

Zunächst werden für jedes Teilgebiet in einer Tabelle die wichtigsten Bestandsdaten des Ist-Stands im Basisjahr dargestellt. Dazu werden die Gebäudedaten aller in diesem Gebiet befindlichen Gebäude aggregiert. In *Tabelle 5-5* sind die dargestellten Werte genauer erläutert.

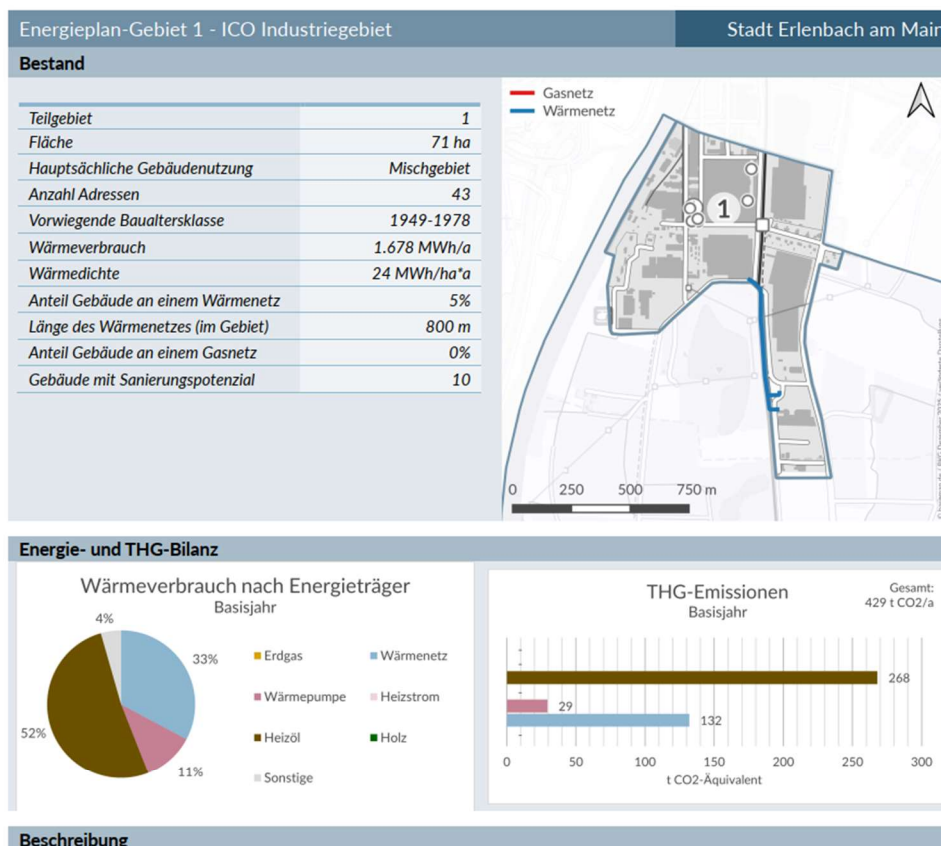


Abbildung 5-12: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Tabelle 5-5: Bestandsdaten Teilgebiete

Teilgebiet	Zufällige Nummerierung zur Identifikation des Teilgebiets
Fläche	Grundfläche des Gebiets in ha, Grundlage für die Berechnung der Wärmedichte
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Hauptsächliche Nutzung der Gebäude, es wird unterschieden zwischen Wohnen, Industrie/Gewerbe und Mischgebiet
Anzahl Adressen	Anzahl der Adressen im Gebiet sowie die Anzahl der beheizten Adressen
Vorwiegende Baualtersklassen	Die vorwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Gebiet
Wärmeverbrauch	Der aggregierte Wärmeverbrauch aller Gebäude im Gebiet im Basisjahr
Wärmedichte	Der Wärmeverbrauch aller Gebäude pro Grundfläche des Gebiets
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr über ein Wärmenetz versorgt wurden. Zu unterscheiden vom Anteil der Wärmemenge, die durch das Wärmenetz bereitgestellt wird, siehe auch Energiebilanz. Ist bspw. nur ein Gebäude mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf an das Wärmenetz angeschlossen, ist der Anteil Wärmenetz in der Energiebilanz deutlich höher als der Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss.
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	Länge der Wärmenetzleitungen im Gebiet, falls dort bereits ein Wärmenetz existiert. Auch Leitungen, die durch das Gebiet führen, ohne Anschlüssen werden gezählt.
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr mit Erdgas versorgt wurden. Inaktive Gasanschlüsse wurden nicht mitgezählt. Auch hier kann der Anteil der angeschlossenen Gebäude vom Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträger abweichen, s.o. Wärmenetz.
Gebäude mit Sanierungspotenzial	Anzahl der Gebäude, die nach der in <i>Kapitel 4.1</i> beschriebenen Methodik ein Sanierungspotenzial aufweisen.

Energie- und THG-Bilanz

Die Darstellung des Wärmeverbrauchs nach Energieträger sowie der dadurch bedingten THG-Emissionen basiert auf dem gebäudescharfen Wärmeverbrauch sowie den aufgeführten Emissionsfaktoren. Die unbekannt, restlichen nicht-leitungsgebundenen Energieträger wurden für jedes Gebiet anhand der gemeindeweiten Energieträgerverteilung aus den Schornsteinfegerdaten zugeordnet.

6.2.2 Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen

Auf der zweiten Seite der Steckbriefe (siehe *Abbildung 5-13*) werden die Eignung des Gebiets in Anlehnung an das WPG, die voraussichtliche Wärmeversorgung in den Jahren 2030, 2035 und 2040 und die Eignung für ein erhöhtes Einsparpotenzial ausgewiesen sowie die Rahmenbedingungen für die Transformation aufgezeigt. Dabei wird die Eignung des Gebiets nach dem WPG für die drei Versorgungsarten Dezentral, Wärmenetz und Wasserstoffnetz jeweils nach **sehr wahrscheinlich geeignet**, **wahrscheinlich geeignet**, **wahrscheinlich ungeeignet** und **sehr wahrscheinlich ungeeignet** bewertet. Die Einschätzung der Gebiete erfolgt dabei analog zu den im Leitfaden Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) aufgeführten Kriterien und Indikatoren (siehe *Tabelle 5-6*).

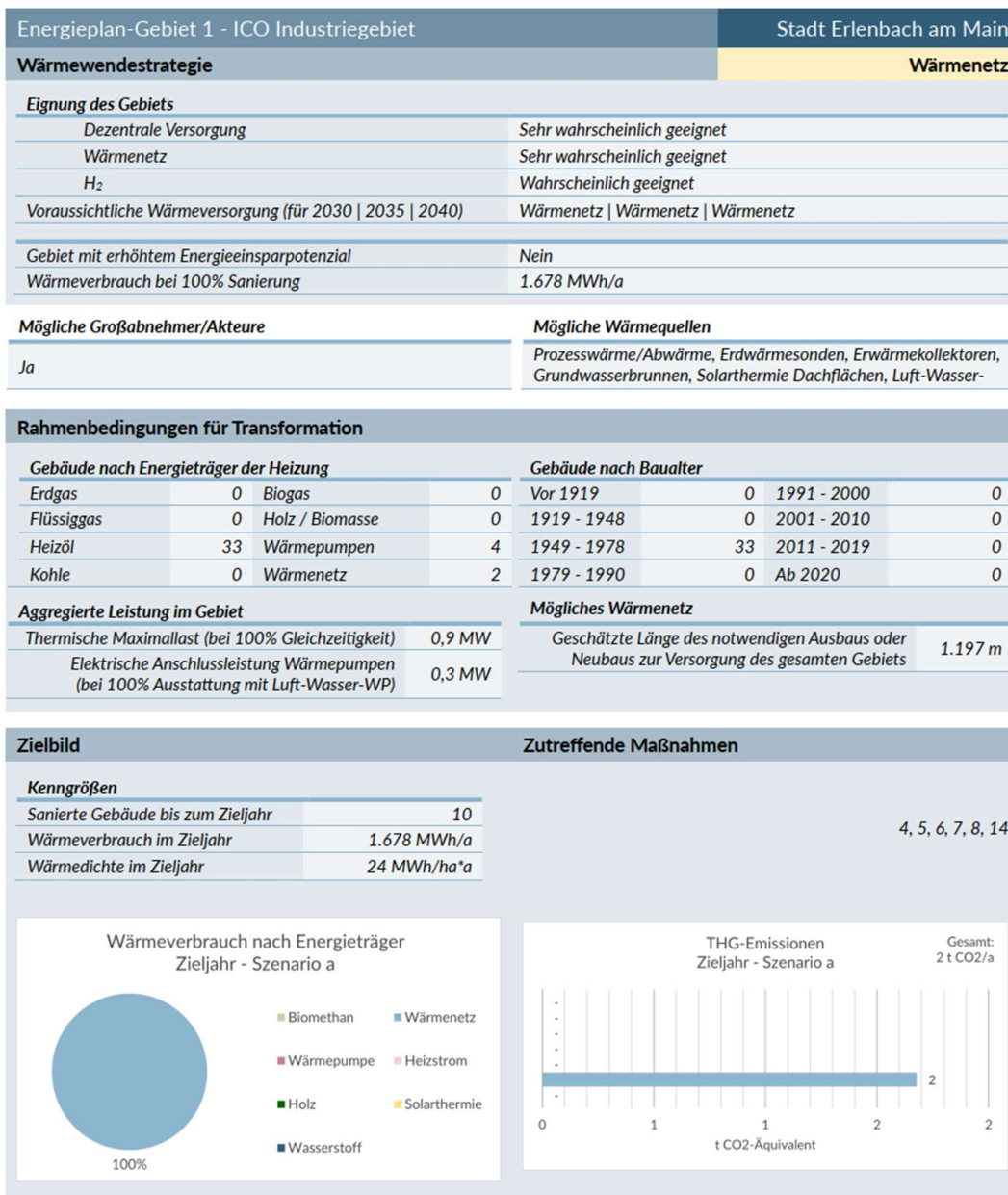


Abbildung 5-13: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Auf Basis der Ausgangssituation und der Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Zieljahr und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet, Wärmenetzprüfgebiet, Wasserstoffnetzgebiet oder Prüfgebiet eingeteilt. Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen. Die Gebietsausweisung wurde mit dem Gasnetznetzbetreiber, Schlüsselakteuren und der Stadt finalisiert. Hierbei ist zu beachten, dass dies nur die voraussichtliche und die hauptsächlich geplante Versorgungsart darstellt. Es entsteht dadurch **keine Pflicht für die Gebäudeeigentümer zur Nutzung dieser Versorgungsart oder zum Ausbau der Infrastruktur** durch die Kommune.

Ab einer Quote von 25 % zu sanierenden Gebäuden wurde das Teilgebiet als Gebiet mit erhöhtem Einsparpotenzial deklariert. Zusätzlich wird der theoretische, zukünftige Wärmebedarf unter Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen im Gebiet ausgewiesen (auf Grundlage **des Klimaschutzszenarios**, siehe *Kapitel 4.1*).

Für jedes Gebiet wurden die Endenergie- und THG-Emissionsverteilung nach Energieträgern für das Zieljahr anhand der Teilgebietsszenarien (vgl. *Tabelle 5-2 in Abschnitt 6.2*) modelliert.

Ein wichtiges Kriterium für den Heizungswechsel sind die Kosten der Wärmeversorgung. Insbesondere die Investitionskosten für die Umrüstung sind relevant. In einer Berechnung werden für alle umzurüstenden Gebäude drei Varianten berechnet: der Anschluss an ein Wärmenetz, der Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und die Nutzung einer Pelletheizung. Hierzu werden auf Basis der zugeordneten Leistungsklasse und den spezifischen Investitionskosten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024) für jedes Gebäude die Kosten einer entsprechenden Anlage nach der folgenden Tabelle berechnet. Diese fließen in die Bewertung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsart ein.

Zusätzlich werden im Falle eines Wärmenetzes die Kosten für die Wärmenetztrassen anhand der Länge der Wärmelinien und der Länge des ggf. bestehenden Wärmenetzes abgeschätzt. Dies ist ein grober Richtwert auf Basis der im Gebiet verlaufenden Straßen und kann sich bei der Detailplanung eines Wärmenetzes ändern. Die Kosten einer Erzeugungsanlage im Wärmenetz **sind nicht** enthalten (ggf. besteht diese auch bereits bei Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz).

Information:

Als Grundlage für alle Kostenberechnungen wurde der Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) genutzt. Es wurden jeweils Kosten für das Jahr 2022 genutzt, da die tatsächliche Umstellung von Heizungen unbekannt ist.

Tabelle 5-6: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile

	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Pelletkessel	Wärmenetz
Für jedes umzurüstende Gebäude	Wärmepumpe	Brennwertkessel	Indirekte Hausübergabestation
	Installation	Installation	Installation
	Geringinvestive Maßnahmen und Heizungsflächentausch	Geringinvestive Maßnahmen	Geringinvestive Maßnahmen
		Schornsteinertüchtigung	Hausanschlussleitung (15m) teilbefestigtes Terrain
		Pelletlagerkosten	
	Pufferspeicher	Pufferspeicher	
Im Gebiet			Verteilnetz nach Länge der Wärmelinien abzüglich vorhandene Netzlänge

6.2.3 Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen

Es werden außerdem die möglichen Wärmequellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale zur Einspeisung in Wärmenetze beschrieben. Diese sind auf der dritten und vierten Seite des Teilgebietssteckbriefs kartografisch im Detail dargestellt (siehe *Abbildung 5-14*).

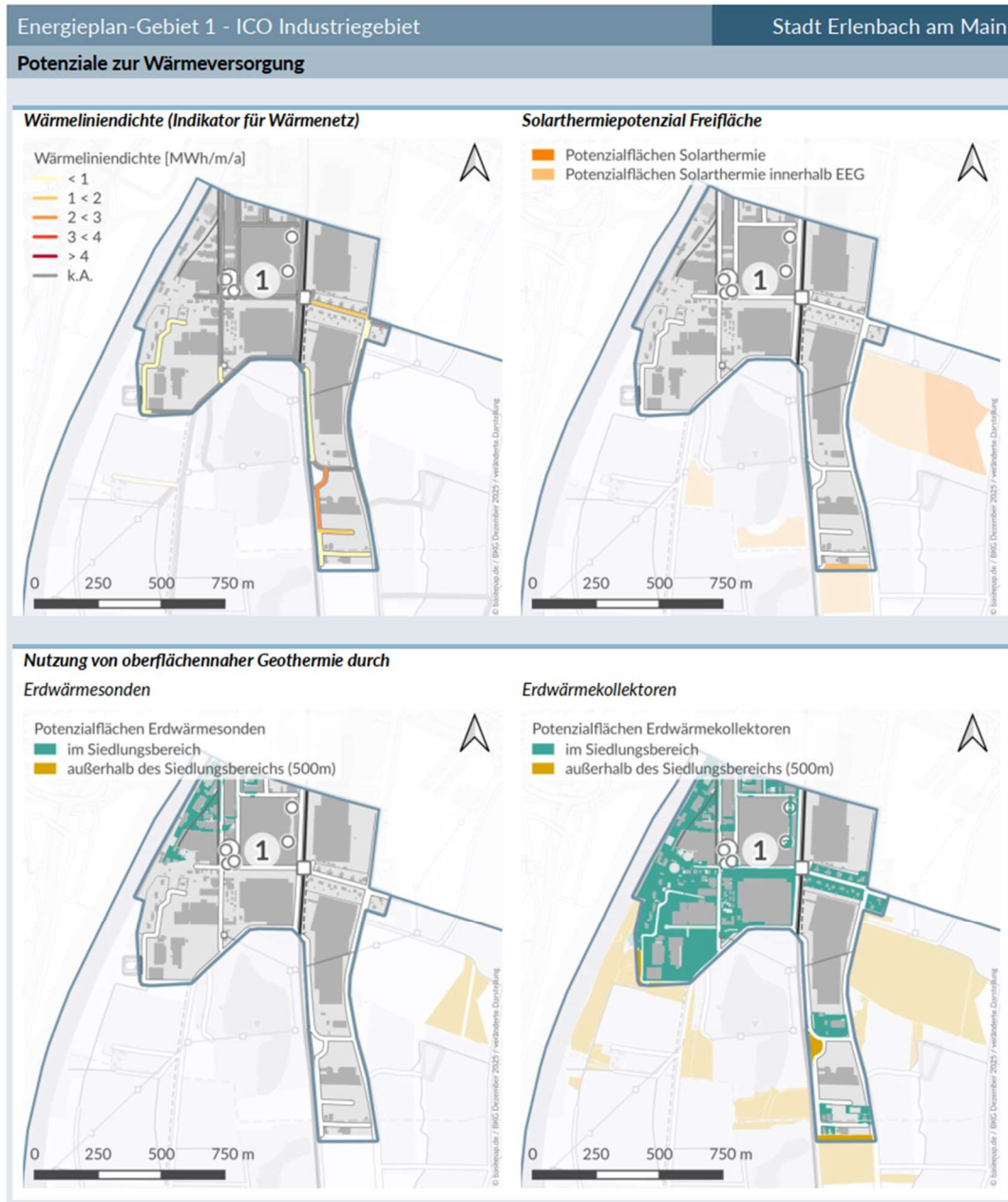


Abbildung 5-14: Auszug Kartografische Darstellungen Wärmelinienendichte, Potenzial EE Teilgebiet

6.3 Fokusgebiete

Im Rahmen der Erarbeitung der Wärmeplanung sind zwei bis drei Gebiete zu definieren / auszuwählen, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung mit höherer Priorität zur behandeln sind. Für diese Fokusgebiete werden im Folgenden konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne präsentiert.

Bei der Entwicklung nachhaltiger Lösungsansätze für den energetischen Umbau der Stadt Erlenbach am Main wurden zwei Gebiete als Fokusgebiete ausgewählt. Die Auswahl erfolgte in einem iterativen Prozess und mit Hilfe eines Akteursworkshops. Die gewählten Kriterien zur Auswahl der Fokusgebiete wurden nicht isoliert betrachtet, sondern in einem ganzheitlichen Kontext analysiert. Betrachtet wurden strukturelle Merkmale wie Gebäudealter, Wärmeliniedichte, Möglichkeiten der Wärmegewinnung, Lage im Stadtgebiet und andere relevante Faktoren. Die Definition der gewählten Fokusgebiete erfolgte entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnissen.

Zwei Gebiete wurden im Folgenden als Fokusgebiete betrachtet:

- ▶ **Fokusgebiet 1 „Schulzentrum / Stadtkern“** (bestehend aus Teilgebiet 8, 12 und 18)
- ▶ **Fokusgebiet 2 „Münchener Straße“** (bestehend aus Teilgebiet 3, 4, 5 und 6)

Für die Fokusgebiete (siehe *Abbildung 5-15*) wurde als Grundlage eine zentrale Wärmeversorgung mit einem Wärmenetz betrachtet. Dabei wurden zwei Varianten dieser zentralen Versorgung analysiert. Das zugrunde liegende Wärmenetz ist in den Varianten identisch ausgelegt.

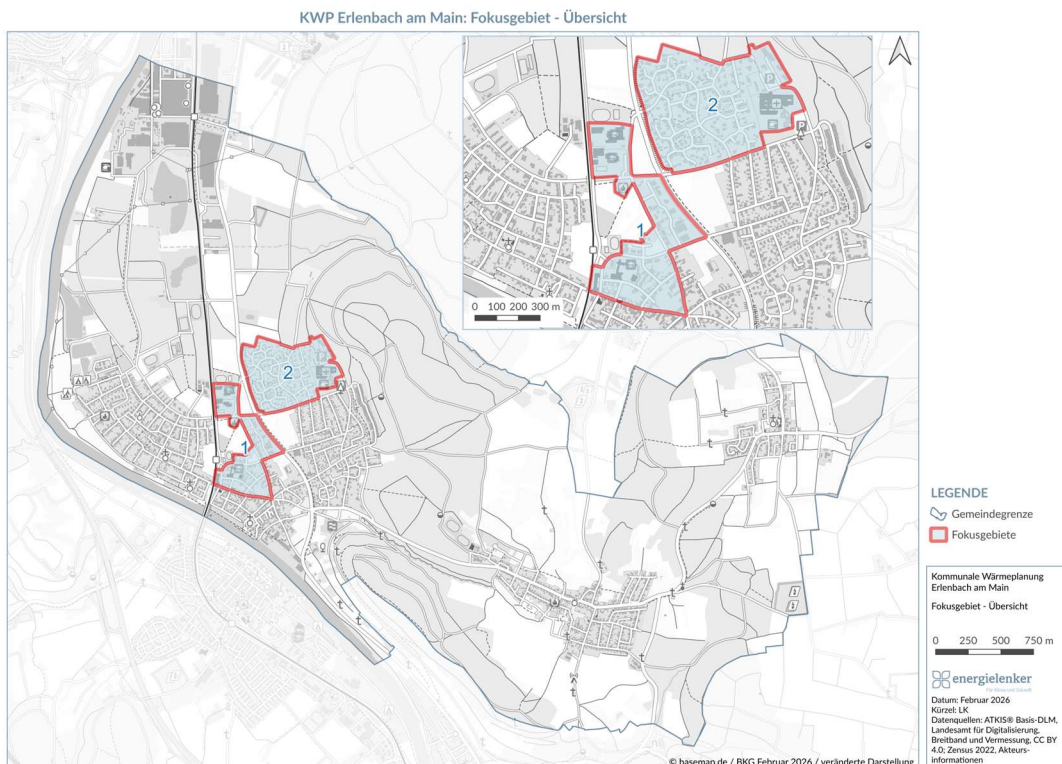


Abbildung 5-15: Übersicht Fokusgebiete

6.3.1 Untersuchungsmethodik der Fokusgebiete

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

Im Rahmen der Betrachtung der zwei Fokusgebiete wurde die zentrale Wärmeversorgungsoption über ein Wärmenetz wirtschaftlich bewertet. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte mittels einer Netto-Vollkostenrechnung für einen 20-jährigen Betrieb. Dabei wurden für die relevanten Kostenpositionen die Entwicklung für die nächsten 20 Jahren modelliert. Ziel ist eine möglichst realitätsnahe Kalkulation.

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

Die untersuchten Fokusgebiete bestanden ausnahmslos aus bereits bestehenden Gebäuden. Gemäß derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen kann eine vollständige Anschlusspflicht an das Wärmenetz nicht durchgesetzt werden. Erfahrungsgemäß werden sich nicht alle möglichen Verbraucher an das Wärmenetz anschließen. Daher erfolgt in einem zweiten Schritt die Berechnung des Wärmepreises dargestellt über die Anschlussquoten 25 % und 100 %.

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

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

Wärmegestehungskosten & Einsatzpotenziale der Wärmeversorgungstechnologien

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

Luft-Wärmepumpen gelten im Gebäudebestand als flexibel einsetzbare Technologie, insbesondere dort, wo kein leitungsgebundener Energieträger verfügbar ist. Ihr größter Vorteil liegt in der einfachen Installation und der geringen Eingriffstiefe, was sie für dezentrale Lösungen prädestiniert. Wirtschaftlich zeigen sich jedoch klare Einschränkungen: Das Kostenniveau liegt tendenziell im oberen Bereich der erneuerbaren Heiztechnologien.

Entscheidend sind dabei die Stromkosten und die Jahresarbeitszahl (JAZ). Luft-Wärmepumpen reagieren empfindlich auf niedrige Außentemperaturen, wodurch die Effizienz im Winter abnimmt. Mit sinkender Effizienz steigen die Wärmegestehungskosten entsprechend an (Fraunhofer IEA, 2025; Fraunhofer ISE, 2023; UBA, 2023).

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

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

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

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

In der Betrachtung nach Gebäudetypen zeigt sich, dass Luft-Wärmepumpen vor allem im Einfamilienhausbereich (EFH) eine relevante Rolle spielen können, da hier individuelle Entscheidungen, begrenzte Anschlussdichten und überschaubare Lasten dominieren. In Mehrfamilienhäusern (MFH) ist der Einsatz hingegen deutlich kritischer zu bewerten. Der Gebäudebestand wird in weiten Teilen noch durch dezentrale Gasetagenheizungen geprägt, die eine komplexe Ausgangssituation für eine Umstellung auf Wärmepumpentechnik schaffen. Die Umrüstung solcher Systeme auf eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmepumpe erfordert tiefgreifende technische Eingriffe, etwa in die Wärmeverteilung, Hydraulik, Heizflächen und Regelungstechnik und ist im Rahmen umfassender Sanierungsmaßnahmen realistisch. Hinzu kommt der organisatorische Aufwand innerhalb von Eigentümergemeinschaften, der häufig eine wesentliche Hürde darstellt. Entscheidungen zu zentralen Heizsystemen, gemeinsamer Investition, Betriebskostenverteilung und Platzbedarf für Außeneinheiten oder Technikräume müssen mehrheitlich abgestimmt werden. In der Praxis führt das oft zu langen Entscheidungsprozessen, Uneinigkeit über Kostenverteilung und Verzögerungen in der Umsetzung.

Somit ist der Einsatz von Luft-Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern sowohl technisch als auch organisatorisch anspruchsvoll. Realistisch umsetzbar sind sie in Neubauten oder bei

vollständig sanierten Objekten mit zentraler Heizungsstruktur. In Quartierslösungen mit mittlerer bis hoher Anschlussdichte überwiegen schließlich die systemischen Vorteile von Nahwärme- oder Fernwärmenetzen, insbesondere wenn Abwärmequellen oder großtechnische Wärmepumpen verfügbar sind.

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

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

6.3.2 Fokusgebiet 1 „Schulzentrum / Stadtkern“

Das Fokusgebiet 1 betrifft teilweise das Zentrum um die Frankenhalle, Stadtverwaltung und erschließt sich bis nördlich zum Schulzentrum der Stadt. Das Fokusgebiet umfasst eine Fläche von knapp 32 ha. Aktuell sind 105 beheizte Gebäude vorhanden, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 8.837 MWh. Es ist hervorzuheben, dass im Norden des Fokusgebiet das Schulzentrum bestehend aus der Barbarossa-Mittelschule inkl. Sporthalle und Hermann-Staudinger-Gymnasium zu nennen ist. Im Stadtkern ist zu erwähnen, dass die Dr.-Vitus-Grundschule inkl. Kindergarten sowie das Rathaus und die Frankenhalle hervorzuheben sind. Aufgrund der kompakten Struktur und der hohen Wärmeliniendichten (vgl. Teilgebietssteckbrief *Kapitel 6.2*) bietet das Fokusgebiet 1 gute Voraussetzungen für den Aus- / Neubau eines Wärmenetzes.

Ein möglicher Erzeuger für die dafür notwendige Wärme im Fokusgebiet 1 könnte das kombinierte Gas- und Dampftrubinen Kraftwerk auf dem Gelände des ICO darstellen. Laut Informationen des Kraftwerksbetreibers könnte der zusätzlich entstehende Wärmebedarf durch die Auskopplung von Wärme aus dem Dampfkreislauf gedeckt werden. In diesem Szenario ist die Lage des Wärmeentnahme kritisch zu bewerten auf Grund der Entfernung. Für einen Anschluss an das Wärmenetz müsste eine Versorgungsleitung von rund 1,8 km vom ICO zum Schulzentrum gelegt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Versorgungsleitung bei der weiteren Kalkulation nicht berücksichtigt wurde.

Ein mögliches Ausbauszenario für das Wärmenetz im Fokusgebiet 1 ist in *Abbildung 5-16* dargestellt. Es sieht den Aufbau des Wärmenetzes vor, welches sich vom Schulzentrum über die Elsenfelder Straße / Pfüzenäcker erstreckt bis zum Stadtkern um die Berliner Str. / Am Wieselsweg. In diesem Szenario könnten bis zu 105 beheizte Adressen mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 8.837 MWh an das potenzielle Wärmenetz angeschlossen werden. Die konkrete Umsetzung eines solchen Wärmenetzes erfordert jedoch eine sorgfältige planerische Prüfung der örtlichen Gegebenheiten. Insbesondere in größeren Straßenzügen muss geprüft werden, ob ausreichend Platz für den Leitungsbau vorhanden ist.

Hier könnten potenzielle Flächenkonflikte mit bestehenden Infrastrukturen wie Abwasser-, Trinkwasser- oder sonstigen Versorgungsleitungen auftreten, die im Rahmen der weiteren Planung berücksichtigt und gelöst werden müssen.

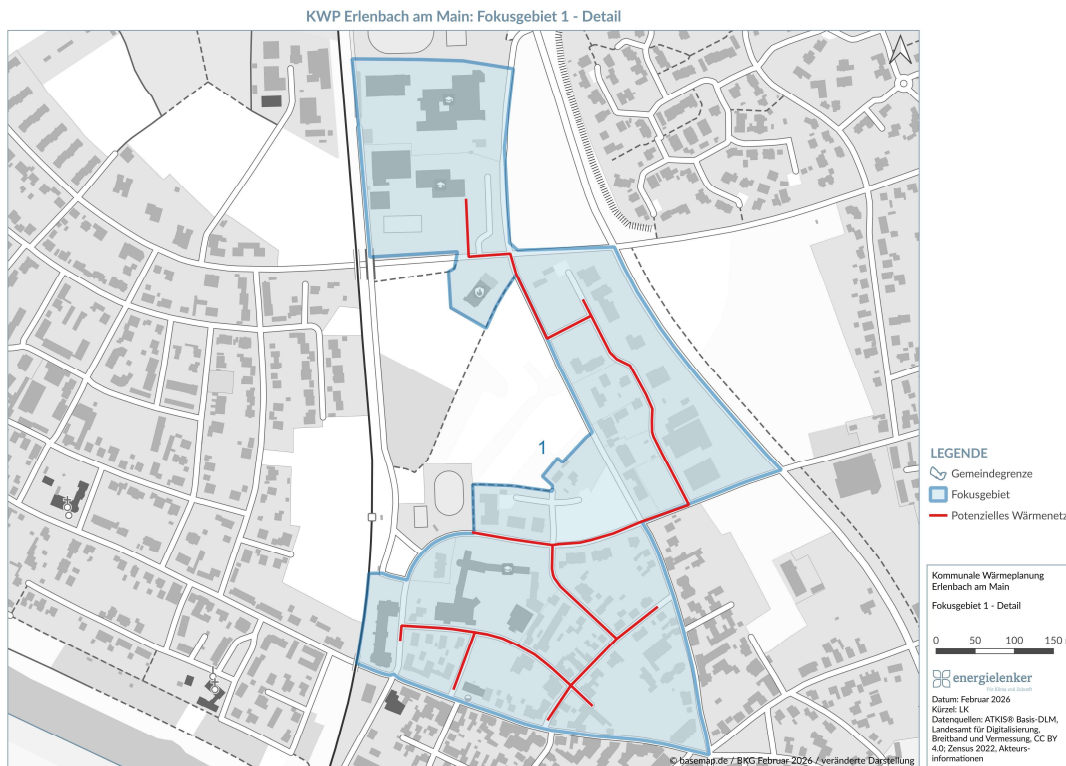


Abbildung 5-16: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes - Fokusgebiet 1

Investitionskosten für das Wärmenetz - Fokusgebiet 1

In *Tabelle 5-7* ist eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Bau eines Wärmenetzes im Fokusgebiet 1 über die Anschlussquoten gegeben.

Tabelle 5-7: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Fokusgebiet 1

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
Hausanschluss	358.836 €	1.435.345 €
Rohrnetz	1.775.569 €	1.775.569 €
Übergabestationen	333.943 €	879.984 €
Pumpen	302.439 €	796.966 €
Summe	2.770.787 €	4.887.864 €

6.3.3 Fokusgebiet 2 „Münchner Straße“

Das Fokusgebiet 2 umfasst den nördöstlichen Stadtteil rund um die Münchner Straße hin zu Helios Klinik Erlenbach. Das Fokusgebiet 2 umfasst eine Fläche von knapp 21 ha. Aktuell sind circa 132 beheizte Gebäude entlang des Wärmenetzverlauf vorhanden, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 13.251 MWh.

Aufgrund der kompakten Struktur und der hohen Wärmelinienichten (vgl. Teilgebietssteckbrief *Kapitel 6.2*) bietet das Fokusgebiet 2 gute Voraussetzungen für den Aus- / Neubau eines Wärmenetzes. Ebenso ist zu erwähnen, dass der Klinikbetrieb im östlichen Teil des Fokusgebietes als Ankerkunde eingestuft wurde. Das Wärmenetz liegt entlang der Münchner Straße, Räuschlingweg und Altwiesenring mit angeschlossenen Querstraßen.

Für die Wärmeversorgung im Fokusgebiet 2 könnte ebenfalls das Schulzentrum aus Fokusgebiet 1 herangezogen oder gekoppelt werden. Die Speisung des Wärmenetz könnte über die Wärmeentnahme aus dem Dampfkreislauf des Kraftwerk auf dem Gelände des ICO perspektiv herangezogen werden analog zu Fokusgebiet 1. In *Abbildung 5-17* ist der exemplarische Verlauf dieses zusammengefassten Wärmenetzes dargestellt.

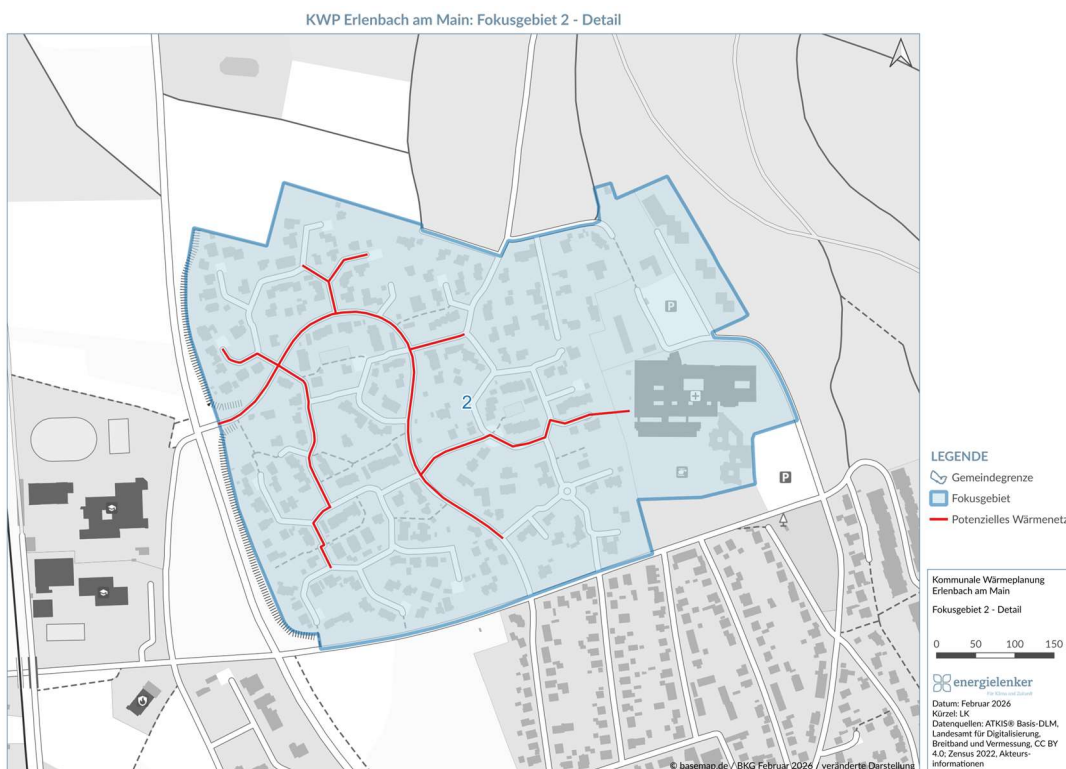


Abbildung 5-17: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes - Fokusgebiet 2

Investitionskosten für das Wärmenetz - Fokusgebiet 2

In *Tabelle 5-8* ist eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Bau eines Wärmenetzes im Fokusgebiet 2 über die Anschlussquoten gegeben.

Tabelle 5-8: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Fokusgebiet 2

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
Hausanschluss	451.108 €	1.804.433 €
Rohrnetz	1.605.915 €	1.605.915 €
Übergabestationen	379.492 €	985.801 €
Pumpen	343.691 €	892.801 €
Summe	2.780.206 €	5.288.950 €

6.3.4 Fazit Fokusgebiete

Auf Basis der ersten groben Kostenabschätzung und der aus der Bestandsanalyse ermittelten Wärmebedarfe wurde für eine detaillierte Machbarkeitsstudie sowie für eine potenzielle Projektierung eines Wärmenetzes ein erster Rahmen für die beiden Fokusgebiete gesteckt.

Dies gilt es in nachfolgenden Studien, beispielsweise in Modul I der BEW-Studie, zu konkretisieren. Dabei sind reale Abfragen der Bürgerschaft bezüglich des Anschlussbedarfs und der Anschlussquote sowie mit potenziellen Wärmenetzbetreibern und Wärmelieferanten bezüglich der Projektierung durchzuführen.

Für das Fokusgebiet 1 ist die hohe Zahl kommunaler Liegenschaften zu erwähnen, die einerseits von der Stadt selbst und andererseits vom Landkreis betreut werden. Dieses Fokusgebiet ist prädestiniert für eine nähere Untersuchung, da die kommunalen Liegenschaften als Ankerkunden zu werten sind und eine Leuchtturmwirkung haben. Für das Fokusgebiet 2 sind die örtliche Nähe zum Schulzentrum und zur Klinik als potenzielle Ankerkunden zu erwähnen. Auch hier besteht ein hohes Potenzial für ein Wärmenetz.

In *Abbildung 5-18* sind die zwei verschiedenen Wärmenetzscenarien aus den beiden Fokusgebieten zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.

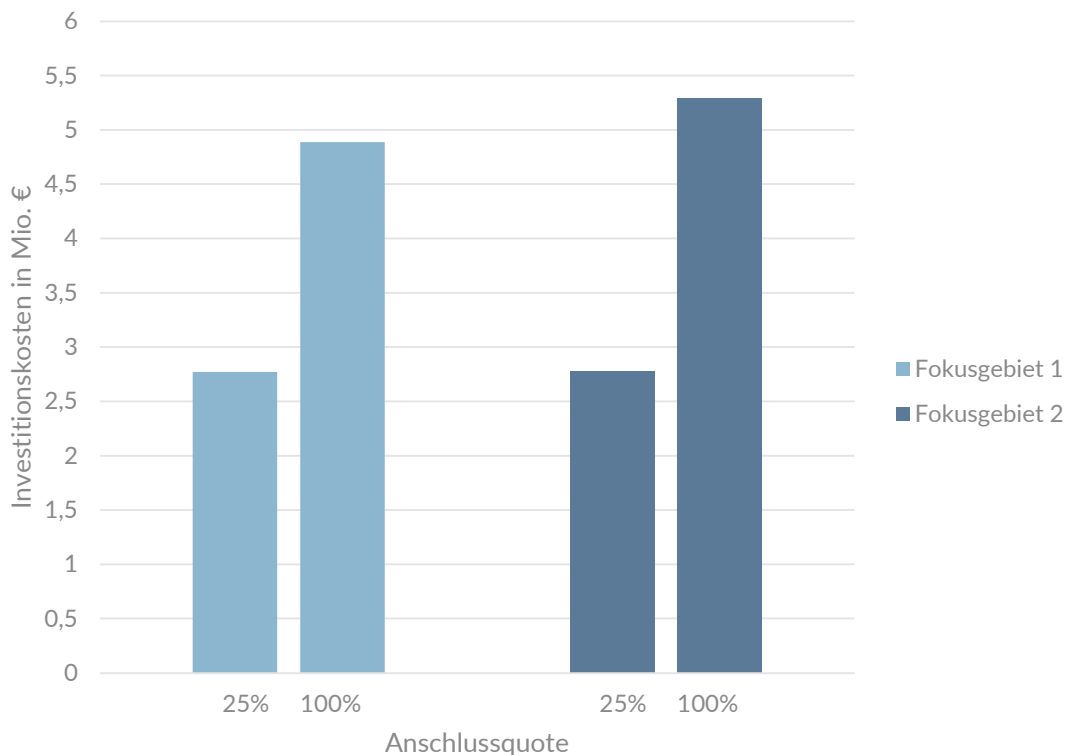


Abbildung 5-18: Kostenvergleich der Fokusgebiete in Abhängigkeit der Anschlussquoten

6.4 Kommunikationsstrategie

Ein Großteil der Energie- und CO₂-Einsparpotenziale liegt außerhalb des direkten Einflussbereichs der öffentlichen Hand. Private Haushalte, Unternehmen und andere lokale Akteure spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO₂-Reduktion. Die öffentlichen Stellen können Rahmenbedingungen schaffen und Anreize bieten, aber die tatsächliche Umsetzung hängt stark von der Bereitschaft und dem Engagement der Akteure ab. Auch die breite Öffentlichkeit wurde in den Prozess der Wärmeplanung einbezogen. Eine transparente und offene Kommunikation fördert das Verständnis und die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen. Aus diesem Grund wurde ein Kommunikationskonzept entwickelt, das kontinuierlich in die kommunale Wärmeplanung integriert wurde und für die Verstetigung der Wärmeplanung bzw. für die Umsetzung der Maßnahmen weitergeführt werden sollte. Im Folgenden werden die wichtigsten Eckpfeiler dieses Konzepts vorgestellt.

Das Projektteam der kommunalen Wärmeplanung setzte sich aus Mitgliedern der Stadt Erlenbach am Main, des Energieversorgungsunternehmens EZV Energie- und Service GmbH & Co. KG Untermain, der Gasversorgung Unterfranken GmbH, Experten BFT Energieberatungs GmbH und der energielenker projects GmbH zusammen. Durch regelmäßige Abstimmungen und Vorstellungen der Zwischenergebnisse war der Stand der kommunalen Wärmeplanung in der Arbeitsgruppe stets transparent. Zusätzlich wurden Fachaktorsgespräche geführt, um das Fachwissen der lokalen Akteure in den Wärmeplan einzubringen.

Für die Umsetzungsphase nach der kommunalen Wärmeplanung könnte eine neue Arbeitsgruppe und ein regelmäßiger Austausch zwischen der Stadt Erlenbach am Main und beteiligten Akteuren sinnvoll sein. Mögliche Akteure könnten u. a. der Gasnetzbetreiber, Ansässige Industrie- und Gewerbeunternehmen, potenzielle Abwärmeemittenten, Planer und Investoren sein. Auch weitere potenzielle Akteure wie z. B. Energiegenossenschaften oder Anlagenbetreiber von Energieerzeugungsanlagen könnten in den Prozess eingebunden werden. Gegebenenfalls könnte eine Aufteilung in kleinere Teilgruppen sinnvoll sein. Die energielenker projects GmbH könnte diesen Prozess bei Bedarf aktiv begleiten.

Neben den Akteuren ist es ebenfalls wichtig die Bürger sowie die Politik aktiv in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung und in den folgenden Umsetzungsprozess einzubinden. In der kommunalen Wärmeplanung wurden zwei Gremientermine zur Informierung des Stadtrats inklusive öffentliche Abschlussveranstaltung zur Vorstellung der Endergebnisse durchgeführt. Darüber hinaus wurden Zwischenergebnisse auf der Homepage der Stadt Erlenbach am Main und im Mitteilungsblatt veröffentlicht sowie die Träger öffentlicher Belange (TÖB) eingebunden nach § 13 Abs. 4 WPG.

In der Umsetzungsphase im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung ist die transparente Einbindung von Bürgern und der Politik immens wichtig, um ein Verständnis für die umzusetzenden Maßnahmen und Planungen zu erzeugen sowie Ideen und Bedenken einbringen zu können. Insbesondere bei dem Wärmenetzausbau ist die Kommunikation zu intensivieren.

6.5 Controllingkonzept

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

6.5.1 Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz

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

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

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des geplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,

3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in %,
4. der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in %,
5. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %,
6. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in %,
7. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %.

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

Der Zielpfad für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 ist in *Kapitel 5.3* beschrieben.

6.5.2 Monitoring von Hauptindikatoren

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

Entwicklung des Wärmebedarfs

Für den aktuellen Wärmebedarf und dessen Entwicklung sind einige Annahmen getroffen worden. Hier gilt es den Datensatz kontinuierlich zu verbessern und z. B. mit realen Verbrauchsdaten zu aktualisieren bzw. zu plausibilisieren. Die getroffenen Annahmen für die Wärmebedarfsentwicklung (siehe *Kapitel 4.1*) sind möglichst jährlich zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Besonders sensitiv sind die Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans wurde festgestellt, dass es keine validen Daten dazu gibt. Hier wird empfohlen die Baugenehmigungen entsprechend auszuwerten bzw. ein System mit einer solchen Funktion aufzubauen. Ergänzend dazu könnte auch ein „Meldesystem“ eingerichtet werden, dass die Bauherrn verpflichtet oder Anreize setzt, Sanierungen anzuzeigen. Außerdem können bei dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Informationen über geförderte Effizienzmaßnahmen und Heizungsaustausche, nach Postleitzahlen sortiert, abgerufen werden. Anhand dieser Informationen können geförderte Sanierungsmaßnahmen erfasst werden.

Ausbau des Wärmenetz bzw. Neubau eines Wärmenetzes

Ein wichtiger Aspekt für die klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Erlenbach am Main ist die Prüfung für den Neubau weiterer Wärmenetz, in den Gebieten, in denen eine Wärmeversorgung mittels Wärmenetz sinnvoll ist, sollte ein möglichst hoher Anschlussgrad angestrebt werden, der sich wirtschaftlich positiv auf den Betrieb des Wärmenetzes und damit auf die daran angeschlossenen Abnehmer auswirkt.

Einsatz erneuerbarer Energien in den dezentralen Gebieten

Die bevorzugte Wärmeversorgung in den Gebieten mit Einzelversorgungslösung wird eine Versorgung über Wärmepumpen (Luft-Wasser-Wärmepumpe, Sole-Wasser-Wärmepumpe bzw. Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Grundwasserbrunnen)) sein. Entsprechend sollte die Anzahl der installierten Wärmepumpen und deren Leistung mindestens baublockscharf erhoben werden.

Transformation fossiler Infrastruktur

Generell sollte die Anzahl der mit Heizöl betriebenen Gebäude und die Anzahl der Gas-Hausanschlüsse bis zum Jahr 2040 nahezu auf null sinken. Ausnahmen bilden Blöcke, die möglicherweise zukünftig mit treibhausgasneutral bereitgestelltem Biomethan versorgt werden, und in denen die Gasinfrastruktur weiter genutzt werden kann. Dies gehört zu den verpflichtenden Indikatoren nach Wärmplanungsgesetz, spielt für Stadt Erlenbach am Main jedoch eine untergeordnete Rolle.

6.5.3 Indikatoren für die Maßnahmen

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

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

Tabelle 5-9: Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus

Maßnahme	Überprüfung
Abschluss der Entwurfsplanung und Herstellung der Genehmigungsfähigkeit für die ersten FW-Ausbaugebiete	31.12.2027
Flächensicherung für Anlagen zur Erzeugung, Umwandlung und Speicherung erneuerbarer Energien inkl. notwendiger Abstimmungsstrukturen	jährlich
Erarbeitung eines Konzeptes für den zukünftigen Infrastrukturausbau	jährlich
Prüfung des über die Bundesförderung hinausgehenden Förderbedarfs zum Umstieg der Heizungstechnologie für Immobilieneigentümer/-innen	jährlich
Unterstützung und Beratung von Gebäudeeigentümern bei energetischen Sanierungsmaßnahmen und Quartierslösungen	jährlich
Erstellung eines integrierten Wärmeplanungsmodells	31.12.2027
Gesamtfahrplan zur Dekarbonisierung der Fernwärme	jährlich
Ansprache energieintensiver Unternehmen / Abwärmecheck für Unternehmen in der Stadt Erlenbach	jährlich
Handwerker:innen/Fachkräfte gewinnen (Zusammenarbeit mit der IHK/HWK)	jährlich
Schaffung von dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen mit Inselnetzen / Nahwärmenetzen	realisiert
Sanierung der kommunalen Gebäude	Jährlich
strategische Tiefbaukoordination, zeitgerechte Umsetzung Wärmenetzausbau	jährlich

6.5.4 Indikatoren für den Prozess

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

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

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

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

Beteiligung und Einbindung regionaler Akteure: Sind alle relevanten Akteure in ausreichendem Maße eingebunden? Besteht eine breite Beteiligung der Bevölkerung? Erfolgte eine ausreichende Aktivierung und Motivierung der Bevölkerung? Konnten weitere Akteure hinzugewonnen werden?

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

6.6 Verstetigungsstrategie

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

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

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

6.6.1 Rollierende Planung

Die Wärmeplanung soll als rollierende Planung in der Kommunalverwaltung implementiert werden. Dies bedeutet eine periodenorientierte Planung, bei der nach bestimmten Zeitintervallen die bereits erfolgte Wärmeplanung aktualisiert, konkretisiert und überarbeitet wird. Dabei werden die in der Zwischenzeit gewonnenen neuen Daten berücksichtigt. Die Wärmeplanung ist in der Regel auf das Zieljahr 2045 ausgerichtet, dies bedeutet, mit Stand 2025, ein Planungshorizont von 20 Jahren. Der Detaillierungsgrad des Zeitraums 2026 – 2030 ist entsprechend erheblich genauer als die Planungsintensität der Folgeperioden. Mit fortschreitender Zeit rolliert auch der Zeitraum mit höherer Planungsintensität weiter.

6.6.2 Kommunale Verwaltungsstrukturen

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

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

Darüber hinaus müssen Strukturen geschaffen werden, die den Informationsfluss innerhalb und außerhalb der Verwaltung gewährleisten. Dies könnten u. a. die Einrichtung einer permanenten Lenkungsgruppe in der Verwaltung oder die Intensivierung der amtsübergreifenden Zusammenarbeit sein.

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der Stadt Erlenbach am Main, des Energieversorgungsunternehmens EZV, der Gasversorgung Unterfranken GmbH (gasuf), Experten BFT Energieberatungs GmbH und der energielenker projects GmbH implementiert worden. Hierfür braucht es verwaltungsintern einer Koordinierungsstelle, die auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es:

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital; z. B. Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung 2x im Jahr im Amtsblatt)
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren
- ▶ Aktuelle Informationen des Gasnetzversorgers kommunizieren

6.6.3 Politische Absicherung

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

- ▶ Beschluss zum Wärmeplan (verpflichtend nach § 21 (3) WPG)
- ▶ Prüfung der Auswirkungen von Beschlüssen auf die Wärmeplanung (z. B. kein Gasanschluss in Neubaugebieten)
- ▶ Schaffung geeigneter Gremien bzw. Definition der Zuständigkeiten
- ▶ Bereitstellung kommunaler Eigenmittel in der Haushaltsplanung

6.6.4 Kommunikation

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der Stadt Erlenbach am Main und den Dienstleistern implementiert worden. Hierfür braucht es eine Koordinierungsstelle, der auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es:

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital)
Beispiel: Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung 2x im Jahr im Amtsblatt.
- ▶ einen kontinuierlichen Abstimmungsprozess mit den Versorgern durchzuführen
Beispiel: JF einmal im Monat.
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
Beispiel: Austausch einmal im Halbjahr.
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. Ausbau Wärmenetz für alle notwendigen Akteure
Beispiel: Stadt und Stadtwerke verlinken ihre Webangebote zu dem Thema untereinander und legen Verantwortung für Informationsinhalte fest, Aktualisierung der Webseite einmal im Monat, Verbreitung von Informationen über Pressemitteilungen, social media oder ähnliches mindestens alle zwei Monate.
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren.
Beispiel: Unterstützung von bestehenden Aktivitäten in der Kommune bzw. Prüfung von Angeboten verschiedenen Anbieter und Kontaktaufnahme.
- ▶ regelmäßig gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten.
Beispiel: Kommune, SHK- und Schornsteinfegerinnung und Versorgern treffen sich 2x jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch.
Beispiel: SHK-Handwerker und Schornsteinfeger leiten Anschlusswünsche an das Wärmenetz im Rahmen ihrer Beratung an die Verwaltung weiter, die Verwaltung informiert über anstehenden FW-Ausbau der nächsten 1-2 Jahre.

6.6.5 Weitere Regelungen

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

- ▶ Beschluss zu kommunalen Satzungen (z. B. Erstellung einer Fernwärmesatzung)
- ▶ Abstimmung städtebaulicher Verträge in Einklang mit der Wärmeplanung
- ▶ Flächensicherung für Erzeugungs- und Speicheranlagen durch die Aufnahme in Flächennutzungsplänen und/oder Bebauungsplänen
- ▶ Ziele der Wärmewende in Zielvereinbarungen mit den kommunalen Unternehmen aufnehmen.

7 Öffentlichkeitsbeteiligung über Projektlaufzeit

Die Beteiligung der Öffentlichkeit, Akteure und Träger öffentlicher Belange (TÖB) war im Rahmen der Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung über den gesamten Projektverlauf hinweg von höchster Priorität. Die Beteiligung erfolgte über verschiedene Formate: wie beispielsweise Jour fixes im Projektteam, Akteursgespräche, Stadtratstermine und Workshops. Im Weiteren sind die durchgeführten Beteiligungsformate ersichtlich.

Tabelle 7-1: Zusammenfassung Beteiligungsformate der kommunalen Wärmeplanung

Beteiligung	Format	Zeitraum / Frequenz
Projektteam	Jour fixes	dreiwöchig
Gremientermine	Bau- und Umweltausschuss zur Information des aktuellen Stands der Bearbeitung: Bestands- und Potenzialanalyse	13. November 2025 (vor Ort) Öffentliche Sitzung
	Stadtrat zur Information des aktuellen Stands der Bearbeitung: Abschlusspräsentation	26. März 2026 (vor Ort) Öffentliche Sitzung
Akteure	Akteursgespräche 5 x bilaterale Gespräche	Juli – September 2025 (digital)
Veröffentlichung	Ergebnisse Bestands- und Potenzialanalyse	November 2025 (digital via Homepage)
Öffentlichkeitsbeteiligung / Online	Informationen Veröffentlichung Online: Einrichtung Landingpage auf Homepage Stadt Erlenbach	Kontinuierlich Aktuelle Informationen zum Stand der Kommunalen Wärmeplanung wurden stets bereitgestellt.
	Informationen Öffentlichkeit Präsentation Endergebnis im Zuge der Stadtratsitzung	26. März 2026 (vor Ort) Öffentliche Sitzung
Träger öffentlicher Belange	Veröffentlichung zur Stellungnahme: Zielszenario, Teilgebiete und voraussichtliche Wärmeversorgung	12. Februar 2026 + 30 Tage Auslage
Workshop	Akteursworkshop (digital) Zielszenario, Teilgebiete und voraussichtliche Wärmeversorgung	21. Januar 2026 (vor Ort)

7.1 Rückmeldungen TÖB – Beteiligung

Im Folgenden sind die Rückmeldungen / Stellungnahme, die im Zuge des TÖB-Beteiligungsverfahrens gemäß § 13 Abs. 4 WPG während der Beteiligungszeit eingegangen sind, aufgeführt und wenn zutreffend näher beschrieben. Diese sind spezifisch im Zuge der Nachverfolgung zu Prüfen.

Stellungnahmen:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)⁵– 04.03.2026

Als Landesfachbehörde befassen wir uns v. a. mit umweltbezogenen Fachfragen bei Planungen und Projekten mit überregionaler und landesweiter Bedeutung, mit Grundsatzfragen von besonderem Gewicht sowie solchen Fachbelangen, die von örtlichen oder regionalen Fachstellen derzeit nicht abgedeckt werden (z. B. Rohstoffgeologie, Geotopschutz, Geogefahren). Von den o. g. Belangen wird die Rohstoffgeologie berührt. Dazu geben wir folgende Stellungnahme ab:

Die Belange der Rohstoffgeologie sind von dem o. g. Verfahren nicht unmittelbar betroffen.

- ▶ *Wir möchten folgende zusätzliche Information geben: Das Kapitel 3 „Bodenschätze“ des Regionalplanes der Planungsregion Bayerischer Untermain (1) befindet sich für die Rohstoffe Sand/Kies in Bearbeitung. Die Beratung und Beschlussfassung des Regionalen Planungsverbandes über die vorgeschlagenen Sicherungsflächen stehen noch aus. Südwestlich des Glanzstoffsees wurde vom Fachbereich Rohstoffgeologie ein Flächenvorschlag für ein Vorbehaltsgebiet für Sand und Kies eingereicht. Sollte dieser Vorschlag angenommen und die Fläche ausgewiesen werden, ist in dem Vorbehaltsgebiet mit einem Rohstoffabbau zu rechnen. Die dann in Abbau befindliche Fläche könnte mittelfristig nicht mehr als Biomasse-Potenzial für die Gemeinde zur Verfügung stehen. Es besteht dann jedoch die Möglichkeit, nach dem Rohstoffabbau und der genehmigungsrechtlich festgelegten Nachnutzung den Bereich als Konversionsfläche für andere Nutzungspotenziale zu prüfen.*

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Karlstadt ⁶– 09.03.2026

Forstliche Belange werden durch die kommunale Wärmeplanung nicht berührt.

Im Falle einer Umsetzung sollte deshalb aus unserer Sicht auf folgende Punkte geachtet werden:

- ▶ *Grundsätzlich sollte mit der verbleibenden landwirtschaftlichen Nutzfläche möglichst sparsam umgegangen werden.*
- ▶ *Bodengüte: Flächen mit einer Ackerzahl über dem Landkreisdurchschnitt des Landkreises Miltenberg von 52 Bodenpunkten sollten der Landwirtschaft erhalten bleiben und nicht durch Energieerzeugung über PV oder ähnliches entzogen werden. Bevorzugt sollten Flächen unter 30 Bodenpunkten für geplante Maßnahmen ausgewählt werden.*
- ▶ *Flächen die eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung begünstigen (ebene Topografie, größere Bewirtschaftungseinheiten) sollten ebenfalls für die landwirtschaftlichen Betriebe erhalten werden.*
- ▶ *Die Bewirtschaftbarkeit aller landwirtschaftlichen Flächen muss gewährleistet sein (Erreichbarkeit, entsprechende Abstände, Erschließung erhalten).*

⁵ Stellungnahme LfU - 11-8681.1-24561/2026

⁶ Stellungnahme Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Karlstadt - AELF-KA-L2.2-7276-6-19-2

- ▶ Auf Immissionen wie Staub, Lärm oder Geruch, die durch die landwirtschaftliche Tätigkeit von landwirtschaftlichen Flächen zu allen Tages- und Nachtzeiten ausgehen können, wird hingewiesen
- ▶ Zusätzlich sollte bei möglichen Planungen hinsichtlich der Erdwärmegewinnung darauf geachtet werden, dass die technischen Einrichtungen zur Erdwärmegewinnung möglichst am Rand von landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet werden. Die Bewirtschaftung der verbleibenden Teilstücke sollte möglichst wenig eingeschränkt werden.

Wir bitten im Falle von konkreter werdenden Planungen um weitere Beteiligung.

Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege⁷ – 24.02.2026

- ▶ Baudenkmäler wurden in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt, jedoch nicht als separate Karte dargestellt. Die Baudenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.
- ▶ Sollten konkrete bauliche Maßnahmen an oder in der Nähe von Einzelbaudenkmälern oder Ensembles vorgesehen sein, bedarf es der denkmalschutzrechtlichen Erlaubnis nach Art. 6 BayDSchG. Die Maßnahmen sind im Einzelfall mit den Denkmalbehörden rechtzeitig und vor Ausführungsbeginn abzustimmen.
- ▶ Baudenkmäler wurden in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt, jedoch nicht als separate Karte dargestellt. Die Baudenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.
- ▶ Bodendenkmäler sind gem. Art. 1 BayDSchG in ihrem derzeitigen Zustand vor Ort zu erhalten. Der ungestörte Erhalt dieser Denkmäler vor Ort besitzt aus Sicht des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege Priorität. Weitere Planungsschritte sollten diesen Aspekt bereits berücksichtigen und Bodeneingriffe auf das unabweisbar notwendige Mindestmaß beschränken.

Im Bereich von Bodendenkmälern sowie in Bereichen, wo Bodendenkmäler zu vermuten sind, bedürfen Bodeneingriffe aller Art einer denkmalschutzrechtlichen Erlaubnis gemäß Art. 7 Abs. 1 BayDSchG. Im Bereich bekannter Bodendenkmäler ist darüber hinaus der Einsatz technischer Ortungsgeräte, die geeignet sind, Denkmäler im Erdreich aufzufinden (z. B. Metallsonden), gemäß Art. 7 Abs. 7 BayDSchG verboten. Für berechnigte berufliche Interessen (z. B. Kampfmittelräumung, landwirtschaftliche Zwecke oder archäologische Fachfirmen) kann die Erlaubnis erteilt werden. Ferner sind zufällig zutage tretende Bodendenkmäler und Funde meldepflichtig gem. Art. 8 BayDSchG. Die Bodendenkmäler sind im Bayerischen Denkmal-Atlas (<http://www.denkmal.bayern.de>) abrufbar.

Landesbund für Vogel- und Naturschutz Regionalgruppe Aschaffenburg-Miltenberg⁸ – 11.03.2026

- ▶ LBV betont die Wichtigkeit, naturschutzrechtliche Anforderungen bei der Umsetzung des Kommunalen Wärmeplans zu beachten – insbesondere den Schutz gebäudebrütender Vogelarten und Fledermäuse.
- ▶ Vor Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen müssen die gesetzlichen Verbote des § 44 BNatSchG (u. a. Verbot der Zerstörung von Brut-/Ruhestätten) zwingend berücksichtigt werden.
- ▶ LBV fordert die systematische Einbindung vorhandener Artdaten, z. B. der Plattform BotschafterSpatz, in die Wärmeplanung zur Konfliktvermeidung.
- ▶ Empfohlen werden verbindliche Vorgaben in der KWP, u. a. zu CEF-Maßnahmen, Information relevanter Akteure und Vermeidung von Sanierungen während sensibler Brutzeiten.

⁷ Stellungnahme Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege - P-2026-837-1_S2

⁸ Stellungnahme LBV-RG AB-MIL vom 11.03.2026

- ▶ *Ausweisung von Flächen für Freiflächen-PV/-Solarthermie wird kritisch gesehen; Priorisierung vorbelasteter oder ökologisch weniger wertvoller Flächen wird gefordert.*

Wir regen an, im KWP verbindlich festzuhalten:

Zum Schutz gebäudebrütender Arten im Zuge der Umsetzung des WPG sollte der KWP aus Sicht des LBV folgende verbindliche Punkte aufnehmen:

- 1. Vor Beginn jeglicher Sanierungs- oder Modernisierungsmaßnahmen die artenschutzrechtlichen Verbote nach §44 BNatschG umfassend zu berücksichtigen.*
- 2. Sicherung, Erhalt oder fachgerechter Ersatz von Brutstätten und Quartieren in Rahmen von CEF-Maßnahmen umzusetzen gemäß BNatschG und den einschlägigen Verwaltungsvorschriften.*
- 3. Die Daten der BotschafterSpatz-Plattform bei Planungen systematisch zu berücksichtigen.*
- 4. Gebäudeeigentümer*innen, Planungsbüros und Handwerksbetriebe aktiv über Artenschutzpflichten zu informieren.*
- 5. Planerische Vermeidung zeitlicher Konflikte, insbesondere durch Sanierungsverbote während sensibler Brutzeiten gemäß § 39 BNatSchG.*

Wir bitten daher um angemessene Berücksichtigung der genannten Punkte im weiteren Planungsprozess.

Regionaler Planungsverband Bayerischer Untermain⁹ – 17.02.2026

- ▶ *Von der Kommunalen Wärmeplanung ist keine regionalplanerische Eben betroffen. Die Planung wird zur Kenntnis genommen. Es werden keine Einwände erhoben.*

Bayernwerk Netz GmbH¹⁰ – 11.03.2026

Wasserstoff:

Die Entfernung zum Wasserstoff-Kernnetz ist relativ gering, sodass die grundsätzliche Voraussetzung in Erlenbach am Main zwar formal gegeben wäre. Da jedoch keine Industrie- und Gewerbekunden (RLM-Kunden) in Erlenbach am Main ansässig sind, fehlen der Kommune die wesentlichen Treiber für eine Transformation hin zur Wasserstoffnutzung. Vor diesem Hintergrund ist das Potenzial für eine Wärmeversorgung auf Basis von Wasserstoff derzeit als eher gering einzuschätzen.

Biomethan:

Im Umfeld der Kommune Erlenbach am Main befindet sich eine kleine Biogasanlage im Umkreis unter 5 km. Zudem befindet sich eine weitere sehr kleine Biogasanlage im Umkreis zwischen 5 km und 10 km. Eine dezentrale Versorgung bzw. eine direkte Biomethaneinspeisung in das Ortsnetz durch diese Anlagen erscheint aus wirtschaftlicher Sicht (sehr kleine Anlagengröße) für die Betreiber derzeit eher unwahrscheinlich. Ein Zusammenschluss der bestehenden Anlagen zu einem Cluster könnte zwar eine wirtschaftlich tragfähige Option darstellen, ist jedoch stark von der Eigeninitiative der Betreiber abhängig.

⁹ Stellungnahme Regionaler Planungsverband Bayerischer Untermain – 140/Ga

¹⁰ Stellungnahme Bayernwerk Netz GmbH – 11.03.2026

Zweckverband AMME¹¹ – 25.02.2026

Der ZV AMME nimmt die Veröffentlichung zur Wärmeplanung zur Kenntnis.

- ▶ *Maßnahmen zur Gewinnung von Abwärme im Kanalsystem sind nicht relevant, da kaum Potential vorhanden.*

Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg¹² – 16.02.2026

Von einer allgemeinen Stellungnahme sehen wir ab.

- ▶ *Der kommunale Wärmeplan beinhaltet in der derzeitigen Konzeptebene aus unserer Sicht nur am Rande wasserwirtschaftliche Themen.*
- ▶ *Bei der geplanten Nutzung von Geothermie ist eigenständig zu prüfen, welche wasserrechtlichen Gestattungen notwendig sind und diese frühzeitig am LRA Miltenberg Wasserrecht zu beantragen. Bei konkreten wasserwirtschaftlichen fachlichen Fragen zur Geothermie Nutzung stehen wir gerne beratend zur Seite.*

¹¹ Stellungnahme Bayernwerk Netz GmbH – 11.03.2026

¹² Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg – 16.02.2026

8 Zusammenfassung

Der Wärmebereich gilt als "schlafender Riese" der Energiewende. Die Bereitstellung von Warmwasser, Raum- und Prozesswärme macht zusammen etwa die Hälfte der benötigten Endenergie in Deutschland aus. Dabei fallen die Fortschritte im Wärmesektor bisher im Vergleich zum Stromsektor gering aus. Die langen Investitionszyklen bei baulichen und auch technischen Maßnahmen in der Wärmeinfrastruktur bedingen die Trägheit der Wärmewende. In Anbetracht der Tatsache, dass die heutigen Entscheidungen Auswirkungen bis weit in die Zukunft haben, ist der Handlungsbedarf im Wärmesektor für das Erreichen der Klimaschutzziele enorm. Den Städten, Kreisen und Gemeinden kommen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen eine enorme Bedeutung zu.

Die Stadt Erlenbach am Main hat die vorliegende Wärmeplanung erstellen lassen, um diese Aufgabe in Zukunft planvoll und zielorientiert anzugehen. Das Ziel der Wärmeplanung ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzziele auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können. Der kommunale Wärmeplan gibt einen Überblick über die Bestandssituation vor Ort (z. B. Gasnetzverlauf, Wärmenetzverlauf und Wärmelinienlängen), die Energie- und THG-Bilanz im Basisjahr, die Potenziale für erneuerbare Energien und unvermeidbarer Abwärme, Energieverteilung und THG-Emissionen im Zieljahr (Zielszenario), die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete, die Maßnahmen zur Umsetzung des Wärmeplans in der Stadt Erlenbach am Main bis zum Zieljahr 2040 sowie die einzelnen Teilgebiete in Form von Teilgebietssteckbriefen, in denen die zugehörigen Maßnahmen verortet sind.

Im Norden der Stadt Erlenbach am Main ist das Industriegebiet ICO zu verorten. Auf dem Gelände des ICO ist das Kraftwerk der Kraftwerk Obernburg GmbH ansässig und produziert Strom (Leistung 60 MW_{el}) und Wärme (circa 300 MW_{th}) mit einem kombinierten Gas- und Dampfturbinenprozess. Die Mainsite GmbH betreibt ein Wärmenetz mit Wärme aus dem Dampfkreislauf des Kraftwerksbetriebs welche über einen Kondensatwärmetauscher ausgekoppelt wird. Das Wärmenetz versorgt das südlich angrenzende kleinere Industriegebiet mit Wärme. Das Wärmenetz ist auf Grund der bisher genutzten hydraulischen Anschlüsse und verwendeten Rohrleitungen nicht ausbaufähig. Auf Basis der Informationen und Aktuersbeteiligungsformate ist während des Prozesses zur Erstellung des Wärmeplans ist die Möglichkeit erörtert worden, dass weiteres Potenzial zur Wärmeentnahme im Dampfkreislauf existiert. Das Interesse der Mainsite GmbH sowie des Betreibers Kraftwerk Obernburg GmbH ist gegeben, um ein potenzielles Wärmenetz Richtung Erlenbach am Main zu speisen. Diese Information sind im Verlauf der Wärmeplanung in die Erarbeitung des Zielszenario und der Bearbeitung der Fokusgebiete eingeflossen. Auf Basis der Zuarbeit der beiden Energieversorgungsunternehmen Energie- und Service GmbH & Co. KG Untermain und Gasversorgung Unterfranken GmbH konnte das Zielszenario insoweit plausibilisiert werden, dass eine möglichst nachhaltige Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur mit einer Umwidmung von Erdgas zu Wasserstoff ab 2035 sowie der potenzielle Ausbau von strombetriebenen Wärmepumpen über das Stromnetz möglich ist.

Um die Klimaneutralität im Wärmebereich bis 2040 zu erreichen, ist die schnelle Umsetzung der Maßnahmen existenziell. Zusätzlich müssen sich potenzielle neue Industrieansiedlungen eng mit der Stadt abstimmen, um eine klimaneutrale Zukunft zu erreichen.

Für eine schnelle Umsetzung der Maßnahmen ist die Information bzw. Einbindung der Bevölkerung von entscheidender Bedeutung.

9 Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25. 06 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie> abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (02. 9 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=684879,5413001&z=13&l=atki&t=energie&comp=mischpult> abgerufen
- BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Fraunhofer. (2024). *Endbericht Biogaspotenzial Bayern*. Kassel: Fraunhofer IEE.
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungssystematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).
- ifeu - Institut für Energie. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Herausgeber) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx
- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen am Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung*. (B. BMWK, Herausgeber) Abgerufen am Juni 2024 von

- https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- IHK-Standortportal, B. (12 2024). *IHK-Standortportal Bayern*. Von <https://standortportal.bayern.de/BayStandorte/Oberbayern/Eichstaett/Koesching.html> abgerufen
- IHK-Standortportal, B. (08 2025). *IHK-Standortportal Bayern*. Von <https://standortportal.bayern/profil/09774136> abgerufen
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4> abgerufen
- Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von <https://www.klimaschutzplaner.de/index.php> abgerufen
- Prognos AG; ifeu. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx
- Statistik, B. L. (2023). Von Bayrisches Landesamt für Statistik: https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09189111.pdf abgerufen
- Statistik, B. L. (18. 12 2024). *Genesis Online*. Von Demographie-Spiegel für Bayern: https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09176139.pdf abgerufen
- StMUG, StMWIVT, OBB. (Januar 2024). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Von <https://www.coaching-kommunaler-klimaschutz.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/StarterSet/LeitfadenEnergienutzungsplan-Teil1.pdf> abgerufen
- Umweltbundesamt. (27. November 2023). Von Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/uba_ad_hoc_papier_abwasserwaerme.pdf abgerufen
- WPG. (01. Januar 2024). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html> abgerufen
- Zensus. (12 2016). *Zensus Datenbank*. Von <https://ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/> abgerufen

10 Anhang: Maßnahmensteckbriefe

Motivation der Bürger*innen vor Ort für die Energiewende		M1
HANDLUNGSFELD	Information, Beratung, Kooperation	
ZIELSETZUNG	Öffentliche Informationsveranstaltungen zu aktuellen Themen der Energiewende	

Beschreibung der Maßnahme

Information und Kommunikation sind integraler Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung bzw. der Energiewende allgemein. Ein wichtiger Baustein ist die Zusammenarbeit und Einbindung der Bürger*innen.

Im Rahmen regelmäßiger Öffentlichkeitsveranstaltungen soll den Bürger*innen die Möglichkeit des direkten Austausches mit der Verwaltung und Schlüsselakteuren gegeben werden. Hierdurch wird eine hohe Akzeptanz der verschiedenen Maßnahmen in der Bevölkerung erreicht. Neben der Information können solche Formate auch zum Erfahrungsaustausch genutzt werden.

Mögliche Themenbereiche sind Sanierungsmaßnahmen, Wärmeversorgungsoptionen oder Bürgerenergiegenossenschaften. Wesentlich ist eine regelmäßige, transparente Information über den Planungsstand möglicher Wärmenetzversorgung. Außerdem soll ein Beratungsangebot aufgebaut werden. Die Bürger*innen sollen zu konkreten Anliegen externen Energieberatern beraten werden.

Handlungsschritte	1. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit
	2. Kommunikations- und Beteiligungskonzept: Erarbeitung und Umsetzung
	3. Kooperationen mit regionalen Energieberatern, Verbraucherzentrale o. ä.
	4. Schaffung eines Beratungsangebotes für Bürger*innen

Verantwortung / Akteure	Energieberater Thematische Begleitung durch Stadt; ggf. einzubinden Volkshochschulen, Verbraucherzentrale, lokale Energieberater
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Haushaltsmittel
Herausforderungen	Finanzierung

Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene

M2

HANDLUNGSFELD Information, Beratung, Kooperation



ZIELSETZUNG Motivation von Immobilienbesitzern in Sanierungsgebieten zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, um Energie einzusparen und einen effizienten Heizungsbetrieb zu ermöglichen

Beschreibung der Maßnahme

Bei der überwiegenden Anzahl der Gebäude in den zutreffenden Teilgebieten ist ein hoher Sanierungsbedarf erkennbar. In der Potenzialanalyse wurden umfassende Energieeinsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierungen aufgezeigt. Um diese Potenziale zu heben, wird vorgeschlagen, die Gebäudeeigentümer durch Kampagnen zur energetischen Gebäudesanierung gezielt auf Einsparmöglichkeiten aufmerksam zu machen. Bei Gebäuden mit ähnlichen Bauweisen und ggf. einem Eigentümer können Methoden des seriellen Sanierens (Einsatz vorgefertigter Bauelemente) eingesetzt werden. Mögliche Formate zu Sanierungsmaßnahmen könnten dabei die Folgenden sein:

„Tag des offenen Hauses“:

Bereits umgesetzte Maßnahmen können von Eigentümern gezeigt werden, um Nachbarn praxisnah mögliche Sanierungsmaßnahmen zu demonstrieren.

„Energiekarawane“:

Eine Art Haus-zu-Haus-Beratung, die durch Energieberater im Quartier durchgeführt wird.

Sanierungspools:

Gebäudeeigentümer könnten sich zusammenschließen und gemeinsam Sanierungsmaßnahmen beauftragen, um von Mengenrabatten bei Bauunternehmen und Handwerkern zu profitieren. Die Kommunen könnte die Bildung solcher Pools unterstützen. Um möglichst hohe Synergien zu erreichen, sollten die Gebäude eine möglichst gleiche Baustruktur aufweisen (z. B. Reihenhaussiedlung). Zusätzlich könnten diese Gemeinschaften genutzt werden, um Wissen auszutauschen und ggf. kleinere Sanierungsmaßnahmen gemeinsam selbst umzusetzen.

Handlungsschritte

1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarfs in den Zielgruppen
2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit
3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen
4. Informationsbereitstellung (Online oder Printmedien)
5. Beratungsangebot: Veranstaltungen, Online-Beratung

Verantwortung / Akteure

Öffentlichkeitsarbeit durch Stadt, Energieberater

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)
 Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV))
 Bundesförderung Serielles Sanieren
 Länderspezifische Förderprogramme

Herausforderungen

Erreichbarkeit der Zielgruppen
 Finanzierung



Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften

M3

HANDLUNGSFELD	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune
ZIELSETZUNG	Beschleunigung der Umsetzung der Wärmewende



Beschreibung der Maßnahme

Für die effiziente Umsetzung von energetischen Sanierungen und den langfristigen Werterhalt der Immobilien empfiehlt sich die Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude. Die Verknüpfung energetischer Sanierungen mit den turnusmäßigen Unterhaltsleistungen stellt eine effiziente Umsetzung der Wärmewende sicher.

Die daraus folgenden energetischen Sanierungen der Gebäude zu den ermittelten Zeitpunkten erfordern finanzielle Eigenmittel, die in Abhängigkeit der Haushaltslage bereitgestellt werden sollen. Diese Sanierungsfahrpläne dienen als Grundlage der Finanzplanung des kommunalen Haushaltes.

- Handlungsschritte**
1. Vorbereitung durch die Kommune sowie durch die StadtBau GmbH
 2. Sukzessive Sanierung öffentl. Gebäude in Abhängigkeit d. Haushaltslage

Verantwortung / Akteure	Stadt/StadtBau GmbH
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Haushaltsmittel Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme
Herausforderungen	Kontinuität der Maßnahme Sukzessive Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen

Dekarbonisierung der Erzeugungstechniken in den Wärmenetzen

M4

HANDLUNGSFELD Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen

ZIELSETZUNG Umstellung der Wärmeerzeugung in den bestehenden Wärmenetzen auf 100 % erneuerbare Energien nach dem Wärmeplanungsgesetz

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmeerzeugung für die bestehenden Wärmenetze in der Stadt erfolgt Abwärme beziehungsweise mit Erdgas. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss die Wärmeerzeugung in diesen Netzen auf 100 % erneuerbare Energien umgestellt werden. Zudem gelten nach dem Wärmeplanungsgesetz die folgenden Anforderungen an Wärmenetze:

- ▶ Ab dem 01.01.2030 muss die Nettowärmeerzeugung zu einem Anteil von mindestens 30 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.
- ▶ Ab dem 01.01.2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %.
- ▶ Ab dem 01.01.2045 muss jedes Wärmenetz vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden. Zusätzlich wird bei Wärmenetzen mit einer Länge von über 50 km, der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ab dem 01.01.2045 auf 15 % beschränkt.
- ▶ Ausnahmen bestehen für unbillige Härten und bei der Umsetzung von komplexen Maßnahmen (Fristverlängerungen), sowie bei der Versorgung von ausschließlich gewerblichen oder industriellen Verbrauchern mit Prozesswärme und bei der Nutzung von Wärme aus geförderten KWK-Anlagen.

Nach dem WPG muss jeder Betreiber eines Wärmenetzes, das noch nicht vollständig aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist wird, bis zum 31.12.2026 einen Wärmenetzausbau- und Dekarbonisierungsfahrplan nach WPG Anhang 3 erstellen, der nach Landesrecht zuständigen Behörde vorlegen und diesen auf seiner Webseite veröffentlichen. Davon ausgenommen sind Wärmenetze mit einer Länge von weniger als einem Kilometer. Betreiber von Wärmenetze mit einer Länge unter zehn Kilometer und einem Anteil von mindestens 65 % an erneuerbaren Energien müssen einen Plan erstellen, können dabei jedoch auf die Darstellungen nach WPG Anhang 3 Abschnitt II bis Abschnitt IV verzichten.

- Handlungsschritte**
1. Prüfung der Anforderungen nach dem WPG
 2. Erstellung des Fahrplans
 3. ggf. Beantragung von Fördermitteln zur Umsetzung der Maßnahmen
 4. Umsetzung der Maßnahmen für eine 100 % EE-Versorgung

Verantwortung / Akteure Wärmenetzbetreiber

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
 Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % Förderung
 Modul III - Einzelmaßnahmen: bis zu 40 % Förderung

Herausforderungen Wirtschaftlichkeit
 Passende Technologien für Spitzenlast und Reserve

Vernetzung von Unternehmen fördern

M5

HANDLUNGSFELD Information, Beratung und Kooperation



ZIELSETZUNG Vernetzung von Unternehmen fördern

Beschreibung der Maßnahme

Das übergeordnete Ziel besteht darin, die Unternehmen im Stadtgebiet und insbesondere in den Industriegebieten besser zu vernetzen und den Aufbau eines Unternehmensnetzwerks zu fördern. Gerade in der Unternehmenslandschaft werden erhebliche Mengen an Emissionen verursacht, gleichzeitig bieten sich hier optimale Möglichkeiten zur Reduzierung und zur Stärkung der regionalen Ökonomie.

Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Initiierung eines regelmäßigen Unternehmer-Stammtisches zur Stärkung der Vernetzung von lokalen Unternehmen. Durch den Austausch von Best-Practice-Beispielen und persönlichen Erfahrungen sollen Synergien genutzt und Doppelstrukturen vermieden werden. Dies fördert auch den Wissenstransfer und könnte durch Expertenvorträge, Workshops oder Schulungen unterstützt werden.

Thematisch sollte der Fokus insbesondere auf der Steigerung der Energieeffizienz, Abwärmenutzung, der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (insbesondere auch Energy-Sharing) sowie der Akquise von Fördermitteln liegen. Die bestehende Beziehung sollte weiter gestärkt und beworben werden. Zudem sollten bereits vorhandene Netzwerke von Unternehmen mit dem Stammtisch verknüpft werden.

- Handlungsschritte**
1. Kontaktieren von Unternehmen
 2. Ausarbeitung und Organisation eines Unternehmer-Stammtisches, inklusive Auswahl relevanter Themen und Diskussionspunkte
 3. Durchführung von praxisorientierten Workshops für Unternehmen
 4. Umsetzung der ersten konkreten Maßnahmen in Unternehmen, einschließlich Monitoring und Evaluation der erzielten Effekte

Verantwortung / Akteure Öffentlichkeitsarbeit durch Stadt
Unternehmen, Externe Fachberater

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Anteilig durch Stadt
Je nach Umsetzung von Projekten in Unternehmen kann es zu Förderungen kommen

Herausforderungen Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen
Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen

M6

HANDLUNGSFELD Unternehmen



ZIELSETZUNG Nachhaltigkeit in Industrie- & Gewerbegebieten

Beschreibung der Maßnahme

Diese Maßnahme soll zu einer nachhaltigen Entwicklung der Unternehmen in der Stadt sowie von Industrie- und Gewerbegebieten beitragen. Um THG-Emissionen einzusparen, wird der Fokus auf dem Thema Energieeffizienz und Energiewende in Unternehmen liegen. Informationsveranstaltungen in Form von kurzen Impulsvorträgen (Online oder in Präsenz) für Unternehmen werden durch diese Maßnahme organisiert und die Förderung von Beratungsangeboten wird geprüft. Um eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben, wird die Vernetzung besonders interessierter Unternehmen als sinnvoll erachtet (vgl. Vernetzung von Unternehmen fördern).

- Handlungsschritte**
1. Informationsbedarf ermitteln
 2. Beratungsangebot schaffen
 3. Veranstaltungen mit fachkundigen Referenten anbieten
 4. Netzwerk mit besonders engagierten Unternehmen gründen

Verantwortung / Akteure

Stadt, ext. Dienstleister
 Unternehmen
 Wirtschaftsförderung

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Zu prüfen

Herausforderungen

Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen
 Anteilige Berücksichtigung i. kommunalen Haushaltes

Wärmenetzprüfung		M7
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	
ZIELSETZUNG	Prüfung eines möglichen Wärmenetzes	

Beschreibung der Maßnahme

Zusammen mit wichtigen Akteuren, die Abwärmepotenzial zur Verfügung haben oder eine Wärmenetzplanung in Erwägung ziehen, sollten die als Wärmenetzprüfgebiete deklarierten Teilgebiet genauer analysiert werden. Der Einsatz von Fördermitteln sollte berücksichtigt werden, um die Wärmegestehungskosten zu senken und einen wettbewerbsfähigen Wärmepreis anbieten zu können.

Handlungsschritte

1. Identifizierung eines zukünftigen Wärmenetzbetreibers
2. Zusammenbringen der Akteure wie z.B. Wärmenetzbetreiber, Abwärmelieferanten, Ankerkunden, Bevölkerung / Gebäudeeigentümer
3. Spezifizierung des Wärmebedarfs und der Wärmepotenziale, Prüfung des Abwärmepotenzials zur Nutzung im Wärmenetz
4. BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz
5. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer
6. Planung und Dimensionierung des Wärmenetzes und der Wärmeerzeuger
7. ggf. Sicherung notwendiger Flächen
8. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau und Anschlussstationen

Verantwortung / Akteure	Stadt, Energieversorger Wärmenetzbetreiber
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul I - Machbarkeitsstudie Modul II – Realisierung: bis zu 40 % Förderung Modul IV – Betriebskostenförderung: für Wärmepumpen abhängig von Wirtschaftlichkeitslücke Landesspezifische Fördermöglichkeiten
Herausforderungen	Finanzierung (hohe Kosten Netzaufbau) Integration von Abwärme / Prozesswärme Anschlussbereitschaft

Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale

M8

HANDLUNGSFELD Unternehmen



ZIELSETZUNG Abwärmepotenziale Industrie

Beschreibung der Maßnahme

Ziel der Maßnahme ist es, Unternehmen zu motivieren Energieeffizienzpotenziale durch die Reduzierung von Abwärme zu nutzen sowie unvermeidbare Abwärme in Wärmenetze einzuspeisen bzw. lokalen Akteuren zu Verfügung zu stellen. Für eine erfolgreiche Umsetzung mangelt es nicht an den technischen Voraussetzungen, sondern insbesondere an den Kosten der Maßnahmen zur Reduzierung von Abwärme bzw. für die Nutzbarmachung der Abwärme für lokale Akteure (Wärmenetzaufbau etc.). Zusätzlich fehlt es oft an gezielter Kommunikation und das Zusammenbringen aller Akteure, um die Abwärmepotenziale effizient zu nutzen (vgl. Maßnahme 5). Die Kommunalverwaltung fungiert als sog. „Enabler“ und reduziert durch ihr Angebot Transaktionskosten (Such-, Kommunikations- und Informationskosten), die vor allem in der Initialphase von Projekten durch bestehende Unsicherheiten existieren. Als „Leuchtturmprojekte“ können die Projekte weiterhin als Best-Practice-Beispiele zusätzliche Unternehmen zur Nachahmung motivieren und auch in weitere Zielgruppen, wie beispielsweise das Handwerk, ausgeweitet werden.

- Handlungsschritte**
1. Identifizierung von Unternehmen mit großem Energieumsatz
 2. Prüfung der räumlichen und technischen Gegebenheiten
 3. Ansprache der Unternehmen und Gewährleistung der weiteren Kommunikation
 4. Evtl. Prozessbegleitung bei Durchführung der ausgewählten Projekte
 5. Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als Leuchtturmprojekte
 6. Monitoring und Controlling

Verantwortung / Akteure	Stadt Externe Fachreferenten IHK und HWK
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Anteilige Finanzmittel der Stadt KfW Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien der Wirtschaft BAFA (Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen)
Herausforderungen	Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Belastung des kommunalen Haushaltes

Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle

M9

HANDLUNGSFELD **Schwerpunktsetzung, Information, Beratung**



ZIELSETZUNG **Bürger und Akteure ansprechen, Widerstände verringern**

Beschreibung der Maßnahme

Die Kommunikation der Ziele, voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete und Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist ein Schlüsselbaustein für die erfolgreiche Umsetzung. Die Wärmewende beinhaltet eine Vielzahl von Maßnahmen, deren Umsetzung über einen langen Zeitraum erfolgt. Insbesondere die Realisierung von Wärmenetzen erfordert eine breite Zustimmung der Anlieger und Akteure, um eine hohe Anschlussquote sicherzustellen. Dabei sind die Informationen für die jeweiligen Akteure in geeigneter Form bereitzustellen. Private Hausbesitzer, Wohnungsunternehmen, Gewerbetreibende oder auch das Handwerk sind zielgruppenspezifisch zu informieren und sollten auch Zugriff auf geeignete Informationsquellen haben.

- Handlungsschritte**
1. Definition der Verantwortlichkeit
 2. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit
 3. Schaffung eines permanenten digitalen Angebotes
 4. Sicherstellung regelmäßiger Informationen, z. B. über Amtsblatt oder Informationsveranstaltungen

Verantwortung / Akteure Öffentlichkeitsarbeit durch Stadt

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Anteilige Haushaltsmittel
 Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme

Herausforderungen Kontinuität der Maßnahme
 Abstimmung mit anderen Akteuren

Informationsarbeit und Beratungsangebote zum Heizungstausch

M10

HANDLUNGSFELD Information, Beratung, Kooperation

ZIELSETZUNG Hilfestellung für Immobilienbesitzer in dezentralen Gebieten zu Möglichkeiten beim Heizungstausch

Beschreibung der Maßnahme

Der Gebäudebestand der Stadt ist wesentlich durch die Verbrennung von Heizöl und Erdgas geprägt. Der Großteil, der gas- und vor allem der ölbetriebenen Wärmerezeuger kann als stark veraltet eingestuft werden. Um Gebäudebesitzer zum Tausch ihrer Heizung und zum Wechsel auf erneuerbare Energien zu motivieren, sollten verschiedene Informations- und Beratungsmaßnahmen umgesetzt werden. Mögliche Formate sind dabei:

Flyer und Broschüren: Kurze, prägnante Informationen über die Vorteile eines Heizungstauschs, mögliche Förderungen und Ansprechpartner.

Aushänge in öffentlichen Gebäuden: Plakate und Informationsmaterialien in Rathäusern, Bürgerbüros, Bibliotheken und anderen kommunalen Einrichtungen.

Kommunale Website: Eine Unterseite auf der Webseite der Stadt, die umfassenden Informationen, Beispiele und Links zu Fördermöglichkeiten bietet.

Informationsabende: Lokale Veranstaltungen mit Expertenvorträgen

Fallstudien und Erfolgsgeschichten: Erfahrungsberichte von Hausbesitzern, die bereits einen Heizungstausch durchgeführt haben.

Individuelles Beratungsangebot: Energiesprechstunde als Online- oder telefonische Beratung in Zusammenarbeit mit Energieberatern

Kommunale Förderprogramme: Spezielle Fördermittel oder Zuschüsse für den Heizungstausch

Dabei kann eine Kooperation mit ortsansässigen Energieberatern, Installateuren und Heizungsfirmen sinnvoll sein, die direkt in die Kampagne eingebunden werden und als Ansprechpartner dienen.

- Handlungsschritte**
1. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit
 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit
 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen

Verantwortung / Akteure Öffentlichkeitsarbeit durch Stadt; Energieberater etc.

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune
 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)
 Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV))

Herausforderungen Erreichbarkeit der Zielgruppen
 Passgenaue Ansprache (im Moment des Heizungstausches)

Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften

M11

HANDLUNGSFELD Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune

ZIELSETZUNG Beschleunigung der Umsetzung der Wärmewende

Beschreibung der Maßnahme

Für die Steigerung der Energieeffizienz in kommunalen Gebäuden stehen verschiedene Handlungsoptionen zur Verfügung. Einerseits sind Kommunen aufgefordert, für ihre kommunalen Liegenschaften Sanierungsfahrpläne zu erarbeiten (siehe die Maßnahme Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften). Andererseits gilt es die vorhandene Gebäudeleittechnik zu optimieren, um Effizienzpotenziale mit geringen Investitionen zu heben bzw. Gebäudeleittechnik zu installieren.

Für die Umsetzung eines Energiemanagementsystems gilt es, die vorliegenden Informationen auszuwerten und konkrete Handlungen abzuleiten. Energiemanagementsysteme können sich dabei auf unmittelbare Energieeinsparungen durch Optimierung der Anlagentechnik oder auch auf die Beschaffung von Strom, Gas und Wärme auswirken.

- Handlungsschritte**
1. Vorbereitung durch die Kommune sowie durch die StadtBau GmbH
 2. Sukzessive Sanierung öffentl. Gebäude in Abhängigkeit d. Haushaltslage
Einrichtung eines Energiemanagementsystems
 3. Kontinuierliche Auswertung des Energiemanagementsystems und
Ableitung von weiteren Maßnahmen
 4. Bereitstellung der Finanzmittel im Haushaltsentwurf

Verantwortung / Akteure Stadt; StadtBau GmbH

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Haushaltsmittel
Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme

Herausforderungen Schaffung der technischen Grundlagen
Verfügbarkeit qualifizierten Personals
Kontinuität der Maßnahme

Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende

M12

HANDLUNGSFELD Information, Beratung, Kooperation

ZIELSETZUNG Verfolgung des Umsetzungsfortschritts und -erfolgs, Messung der Zielerreichung und Grundlage für Anpassungen des Wärmeplans

Beschreibung der Maßnahme

Ein Monitoring im Rahmen des kommunalen Wärmeplans ist sinnvoll, um den Fortschritt der Maßnahmen zur Senkung von CO₂-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz kontinuierlich zu überwachen. Es ermöglicht die Identifikation von Schwachstellen, Optimierungspotenzialen und Erfolgen in der Maßnahmenumsetzung. Zudem stellt es sicher, dass politische und regulatorische Ziele erreicht werden. Dazu sind ein Controlling- und ein Verstetigungskonzept zu erstellen, das Indikatoren zum Status der Wärmewende sowie zum Stand der Maßnahmenumsetzung enthalten.

Im ersten Schritt sollte hierzu ein Zeitplan und die Methodik der Datensammlung festgelegt werden. Die Datenlieferanten sind hierzu zu informieren und entsprechend anzufragen. Die Daten für die Berechnung der Indikatoren können teilweise bereits in der Stadtverwaltung vorhanden sein (z. B. Wohnflächen und Energieversorgung in Neubauprojekten, Bevölkerungswachstum), teilweise müssen diese von externen Akteuren angefordert werden (z. B. Anzahl Wärmenetzanschlüsse, Gasanschlüsse). Für manche Indikatoren erfolgt i. d. R. keine zentrale Erfassung (z. B. Sanierungsquote). Hierfür sollte ein entsprechendes Meldesystem aufgebaut werden, z. B. über eine Förderung und ein dementsprechendes Monitoring des Förderabrufs.

Im zweiten Schritt ist die Erfassung der Indikatoren durchzuführen. Auf Basis der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans bzw. auch in der Zeit nach Fertigstellung des kommunalen Wärmeplans bis zur Fortschreibung kann der Erfolg der Umsetzung gemessen und ggf. Maßnahmen angepasst oder neue Maßnahmen umgesetzt werden. Eine jährliche Kontrolle wird empfohlen und kann in die Öffentlichkeitsarbeit eingebunden werden.

Bei Bedarf kann die Datenerfassung ausgeweitet werden und bspw. zusätzliche Details von Akteuren anhand von zielgruppenspezifischen Fragebögen abgefragt werden (z. B. Abwärmepotenziale).

- Handlungsschritte**
1. Etablierung des Monitorings in der Verwaltung: Zeitplan und Methodik
 2. Erschließung von fehlenden Datenquellen
 3. Jährliche Erhebung der Daten und Berechnung der Indikatoren
 4. ggf. Veröffentlichung des Updates
 5. ggf. Anpassung von Maßnahmen

Verantwortung / Akteure Stadt ggf. mit ext. Dienstleister

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Haushaltsmittel

Herausforderungen Teilweise bisher keine zentrale Datenerfassung (z. B. Wärmepumpen)

PV auf kommunalen Dächern

M13

HANDLUNGSFELD	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune
ZIELSETZUNG	Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung für Wärmetechnologien wie z. B. Wärmepumpen

Beschreibung der Maßnahme

Mit Fortführung der Installation von PV-Dachanlagen auf (weiteren) kommunalen Dächern und der Erzeugung erneuerbarer Energie, kann die Kommune einerseits einen Schritt in Richtung Transformation der Strom- und Wärmeversorgung der eigenen Liegenschaften gehen und andererseits ihrer Rolle als Vorbild bei der Gestaltung der Energiewende weiterhin gerecht werden.

Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifizierung von weiteren Dachflächen für PV-Anlagen 2. Installation der PV-Anlagen durch Fachfirmen 3. Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als Leuchtturmprojekte
--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	Stadt; StadtBau GmbH
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)
Herausforderungen	Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Transformationsplan Gasnetz 2035 – H₂-Strategie

M14

HANDLUNGSFELD Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen

ZIELSETZUNG Definition von Zielen und Maßnahmen zur Integration von H₂ in das Gasnetz bzw. zum Rückbau der Gasinfrastruktur im Einklang mit der Wärmeplanung

Beschreibung der Maßnahme

Durch die Umstellung von Heizungen auf erneuerbare Energien wird der Absatz im Gasnetz zurückgehen. In einigen Gebieten kann dies zum Rückbau des Gasnetzes führen. In den als Prüfgebiete deklarierten Teilgebieten würde aufgrund der Anschlussdichte der Gaskunden die Möglichkeit bestehen, das Gasnetz mit Wasserstoff zu speisen und zur Versorgung bestehender Heizungssysteme zu erhalten. Die Umsetzung dieser Maßnahme hängt von den zukünftigen Erzeugungspotenzialen von grünem H₂ im Gemeindegebiet, den Netztransformationsplanungen des Gasnetzbetreibers und den Entscheidungen der Gebäudeeigentümer ab. Über die Entwicklung der Planungen des Gasnetzbetreibers sollte die Stadt Erlenbach a. Main stetig informiert werden, um die Entscheidung für oder gegen eine H₂-Strategie zu treffen. Spätestens nach fünf Jahren mit der Fortschreibung der Wärmeplanung sollte das weitere Vorgehen bzgl. H₂ finalisiert werden. Die früheste Einspeisung von H₂ in das Gasnetz der Stadt Erlenbach a. Main ist ab dem Jahr 2035 zu erwarten.

- Handlungsschritte**
1. Bestandsaufnahme des aktuellen Gasnetzes, Identifizierung der Nutzungsschwerpunkte und Analyse zur zukünftigen Gasnachfrage
 2. Analyse der Versorgungssicherheit und der Auswirkungen auf betroffene Haushalte und Industrien
 3. Integration von H₂ in das bestehende Netz
 4. Erstellung eines schrittweisen Rückbauplans mit Priorisierung bestimmter Regionen oder Netzabschnitte
 5. Informations- und Aufklärungskampagnen für die betroffene Bevölkerung und Unternehmen
 6. Regelmäßiges Monitoring und Anpassung der Strategie basierend auf Wärmeplanung und politischen Rahmenbedingungen (Netzbetreiber)

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	Gasnetzbetreiber Stadt
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Mittel des Gasnetzbetreibers
Herausforderungen	Prognoseunsicherheit des H ₂ -Bedarfs und des grünen H ₂ -Angebots sowie der Umstellgeschwindigkeit

11 Anhang: Teilgebietssteckbriefe