

Kommunale Wärmeplanung Stadt Gundelfingen a. d. Donau

Abschlussbericht



© Steinbacher-Consult Ing.ges.mbG & Co. KG

aufgestellt:

Steinbacher-Consult
Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG
Richard-Wagner-Str. 6
86356 Neusäß

Neusäß, Dezember 2025
Projekt-Nr. 124506
MVEH/SIMA

Planungsverantwortliche Stelle:

Stadt Gundelfingen a. d. Donau
Professor-Bamann-Str. 22
89423 Gundelfingen a. d. Donau

Förderung

KSI: Kommunale Wärmeplanung Stadt Gundelfingen a. d. Donau
FKZ: 67K28650
Projektträger Z-U-G gGmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG.....	10
2	AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	13
3	BESTANDSANALYSE.....	13
3.1	Gemeindestruktur	13
3.2	Bearbeitungsraster	15
3.3	Gebäudestruktur.....	15
3.4	Energieinfrastruktur	17
3.4.1	Erdgasnetz.....	18
3.4.2	Wärmenetz	19
3.4.3	Dezentrale Wärmeerzeuger.....	20
3.5	Wärmebedarf	23
3.6	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	26
3.6.1	Endenergieverbrauch	26
3.6.2	Treibhausgasemissionen	28
3.7	Kennwerte und Zwischenfazit Bestandsanalyse	29
4	POTENZIALANALYSE.....	31
4.1	Allgemeines.....	31
4.2	Einsparpotentiale	32
4.3	Solarenergie	35
4.3.1	Dachflächen	35
4.3.2	Freiflächen.....	35
4.4	Geothermie.....	37
4.4.1	Allgemeines.....	37
4.4.2	Erdwärmekollektoren	38
4.4.3	Grundwasserbrunnen.....	40
4.5	Biomasse (Holz)	42
4.6	Biomasse (Biogas).....	42
4.7	Abwärme.....	43
4.7.1	Abwasserwärme Kanalnetz	43
4.8	Luftwärme	44
4.9	Flusswasserwärme	45
4.10	Wasserkraft.....	47



4.11	Zwischenfazit Potenzialanalyse.....	48
5	ZIELSZENARIO UND WÄRMEVERSORGUNGSGBIETE	49
5.1	Allgemeines.....	49
5.2	Gebietseinteilung in der Wärmeplanung.....	49
5.2.1	Wärmenetzgebiete.....	49
5.2.2	Wasserstoffnetzgebiete.....	50
5.2.3	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	50
5.2.4	Prüfgebiete	50
5.2.5	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	50
5.3	Vorgehensweise.....	50
5.4	Gebietseinteilung für die Stadt Gundelfingen a. d. Donau.....	52
5.4.1	Wärmenetzgebiete.....	52
5.4.2	Wasserstoffnetzgebiete.....	52
5.4.3	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	53
5.4.4	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	53
5.5	Zielszenario 2040.....	54
5.5.1	Entwicklung Wärmebedarf	54
5.5.2	Entwicklung Wärmeerzeuger.....	55
5.5.3	Entwicklung Wärmebedarf / Endenergieverbrauch.....	57
5.5.4	Entwicklung Treibhausgasemissionen	58
5.5.5	Indikatoren zur Erreichung des Zielszenarios.....	59
5.5.6	Kritische Punkte zur Erreichung des Zielszenarios	59
6	UMSETZUNGSSTRATEGIE.....	63
6.1	Fokusgebiete.....	63
6.1.1	Wirtschaftliche Grundannahmen	63
6.1.2	Fokusgebiet Altstadt.....	64
6.1.3	Fokusgebiet Gewerbegebiet	71
6.2	Dezentrale Wärmeversorgungsarten	77
6.2.1	Wirtschaftliche Grundannahmen	77
6.2.2	Einfamilienhaus	79
6.2.3	Mehrfamilienhaus	83
6.3	Umsetzungsmaßnahmen.....	87
6.3.1	Sanierung privater Gebäude.....	88
6.3.2	Sanierung kommunaler Gebäude	90
6.3.3	Umstellung öffentlicher Gebäude auf erneuerbare Energien	92
6.3.4	Kommunikation der Ergebnisse an die entsprechenden Akteure.....	93
6.3.5	Niedrigschwelliges Informationsangebot für Bürger schaffen	95
6.3.6	Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts.....	97
6.3.7	Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 für Wärmenetzgebiete ...	98
6.3.8	Ausbau und Neubau Fernwärme	100
7	VERSTETIGUNGSSTRATEGIE.....	102
8	KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE.....	105



9	CONTROLLING-KONZEPT	110
10	ANLAGEN.....	114
10.1	Quellenverzeichnis	114

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ablaufplan kommunale Wärmeplanung	10
Abbildung 2: Nutzungstypen im Stadtgebiet	15
Abbildung 3: Verteilung Gebäudetypen	16
Abbildung 4: Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen	17
Abbildung 5: Überwiegende Baualtersklassen	17
Abbildung 6: Mit Erdgas erschlossene Gebiete	19
Abbildung 7: Bestands-Wärmenetz	20
Abbildung 8: Verteilung Energieträger	20
Abbildung 9: Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp	22
Abbildung 10: Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch	23
Abbildung 11: Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren	24
Abbildung 12: Wärmebedarfsdichte	25
Abbildung 13: Wärmelinien-dichte	26
Abbildung 14: Endenergieverbrauch nach Energieträgern	27
Abbildung 15: Endenergieverbrauch nach Sektoren	27
Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	28
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren	29
Abbildung 18: Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen	33
Abbildung 19: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“	34
Abbildung 20: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“	34
Abbildung 21: Dachflächenpotenzial	35
Abbildung 22: Freiflächenpotenzial	36
Abbildung 23: Freiflächenpotenzial	37
Abbildung 24: Entzugsenergie Erdkollektoren	39
Abbildung 25: Potenzial Erdkollektoren	40
Abbildung 26: Entzugsenergie Grundwasserbrunnen	41
Abbildung 27: Potenzial Grundwasserbrunnen	42
Abbildung 28: Potenzial Biomasse (Holz)	42
Abbildung 29: Potenzial Biomasse (Biogas)	43
Abbildung 30: Potential Abwasserwärme	44
Abbildung 31: Flusstemperaturen mit eingeschränkter Funktion für die Wärmepumpe	46
Abbildung 32: Potenzial aus Flusswasser	46
Abbildung 33: Bestehende Wasserkraftanlagen nach [3]	47
Abbildung 34: Potenzial Wasserkraft	48
Abbildung 35: Zusammenfassung Potenziale	48
Abbildung 36: voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	52



Abbildung 37: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	54
Abbildung 38: Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren	55
Abbildung 39: Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung	56
Abbildung 40: Entwicklung Wärmeerzeuger	56
Abbildung 41: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger	57
Abbildung 42: Entwicklung Endenergieverbrauch.....	58
Abbildung 43: Entwicklung Treibhausgasemissionen	58
Abbildung 44: Fokusgebiet Altstadt.....	65
Abbildung 45: Lastgang Fokusgebiet Altstadt.....	67
Abbildung 46: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Altstadt.....	67
Abbildung 47: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Altstadt Vergleich für ein unsaniertes Einfamilienhaus mit 19 MWh/a Wärmebedarf	70
Abbildung 48: Fokusgebiet Gewerbegebiet	71
Abbildung 49: Lastgang Fokusgebiet Gewerbegebiet	73
Abbildung 50: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Gewerbegebiet	73
Abbildung 51: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet Vergleich für ein Gewerbegebäude mit 106 MWh/a Wärmebedarf	76
Abbildung 52: Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG.....	77
Abbildung 53: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus.....	82
Abbildung 54: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Mehrfamilienhaus..	86

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Allgemeine Daten nach [1]	14
Tabelle 2: Flächen nach [1]	14
Tabelle 3: Eckpunkte Gasnetz.....	18
Tabelle 4: Eckpunkte Wärmenetze	19
Tabelle 5: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in tCO ₂ e/MWh nach [2].....	28
Tabelle 6: Kennzahlen	29
Tabelle 7: Kennzahlen Biogasproduktion	42
Tabelle 8: Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [4]	51
Tabelle 9: Indikatoren Erreichung Zielszenario.....	59
Tabelle 10: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Altstadt im IST-Zustand	65
Tabelle 11: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Altstadt im IST-Zustand.....	66
Tabelle 12: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Altstadt	66
Tabelle 13: Variantenvergleich Fokusgebiet Altstadt	68
Tabelle 14: Investitionskosten Fokusgebiet Altstadt	68
Tabelle 15: Jahreskosten Fokusgebiet Altstadt	69
Tabelle 16: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Gewerbegebiet im IST-Zustand	72
Tabelle 17: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Gewerbegebiet im IST-Zustand	72
Tabelle 18: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Gewerbegebiet	72
Tabelle 19: Variantenvergleich Fokusgebiet Gewerbegebiet.....	74
Tabelle 20: Investitionskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet	74
Tabelle 21: Jahreskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet	75
Tabelle 22: Berücksichtigte Förderungen [6].....	78
Tabelle 23: Energiekosten für dezentrale Wärmeversorgungsarten nach [8], [9], [10], [11].....	78
Tabelle 24: Zugrundeliegende Rahmenparameter Einfamilienhaus	79
Tabelle 25: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus	80
Tabelle 26: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus.....	81
Tabelle 27: Zugrundeliegende Rahmenparameter Mehrfamilienhaus	83
Tabelle 28: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten unsaniertes Mehrfamilienhaus	84
Tabelle 29: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	85
Tabelle 30: Zielgruppen der Kommunikation.....	106
Tabelle 31: Kanäle und Formate der Kommunikation	107
Tabelle 32: Indikatoren für die Zielerreichung	111
Tabelle 33: Zu erhebende Daten für Fortschreibung und Controlling	112



1 Einführung

Mit dem Inkrafttreten des Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) am 1. Januar 2024 sind alle Bundesländer dazu verpflichtet, einen umfassenden Wärmeplan zu erstellen. Die Fristen für die Erstellung variieren nach Größe der Kommune: Städte mit über 100.000 Einwohnern müssen ihren Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 fertigstellen, während kleinere Kommunen bis zum 30. Juni 2028 Zeit haben. Das Hauptziel der Wärmeplanung gemäß §1 WPG ist es, eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung spätestens bis 2045 sicherzustellen.

Die Bundesländer übertragen diese Verpflichtung über entsprechende Landesgesetze an die Kommunen. Im Januar 2025 trat in Bayern die landesrechtliche Regelung in Kraft.

Unabhängig davon konnte die Stadt Gundelfingen a. d. Donau bereits frühzeitig mit ihrer Wärmeplanung beginnen, indem sie über die Kommunalrichtlinie Fördermittel beantragte. Dadurch war es möglich, das Projekt bereits im Jahr 2025 zu starten.

Die kommunale Wärmeplanung folgt einem strukturierten Prozess, der in mehreren Schritten umgesetzt wird:



Abbildung 1: Ablaufplan kommunale Wärmeplanung

1. Entscheidung zur Durchführung

Die Kommune fasst den Beschluss zur Erstellung eines Wärmeplans und übernimmt damit die Planungsverantwortung.

2. Bestandsanalyse

Im ersten Schritt wird der aktuelle Stand der Wärmeversorgung erfasst. Dazu gehören unter anderem Gebäudedaten, die Wärmebedarfe, der Energieverbrauch sowie bestehende und geplante Infrastrukturen.

3. Potenzialanalyse

Aufbauend auf der Bestandsanalyse werden Optionen zur zukünftigen Wärmeversorgung untersucht. Dabei werden die vorhandenen Potenziale in der Kommune zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, Abwärmenutzung und zur Energieeinsparung quantitativ und räumlich differenziert ermittelt.

4. Erarbeitung des Zielszenarios

Die Entwicklung des Zielszenarios baut auf den gewonnenen Erkenntnissen aus der Bestands- und Potenzialanalyse auf. Das Zielszenario beschreibt, wie sich die Wärmeversorgung langfristig bis zum Zieljahr sowie in den definierten Stützjahren entwickeln wird.

5. Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Kommune wird in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt:

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiet
 - Wärmenetzverdichtungsgebiet
 - Wärmenetzausbaugebiet
 - Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiet
- Prüfgebiet

6. Entwicklung einer Umsetzungsstrategie

Bei der Umsetzungsstrategie wird ein strategischer Fahrplan mit konkreten Maßnahmen erarbeitet, wie die Wärmeversorgung umzubauen ist, um das definierte Zielszenario zu erreichen.

7. Einbindung relevanter Akteure

Die Einbindung relevanter Akteure ist ein wichtiger Punkt der kommunalen Wärmeplanung, um eine umsetzbare und tragfähige Strategie zu entwickeln. Dazu gehören kommunale Verwaltungen,

Energieversorger, Netzbetreiber, Wirtschaft und die Bürgerschaft. Durch den Beteiligungsprozess wird die Akzeptanz gefördert, die Planungsqualität verbessert und eine gemeinsame Grundlage für die Umsetzung der Wärmewende geschaffen.

8. Monitoring und langfristiges Controlling der Maßnahmen

Es ist ein fortlaufendes Controlling- und Monitoringkonzept zu entwickeln, um den Fortschritt zu messen und ggf. Anpassungen vorzunehmen.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein wichtiger Baustein für die Wärmewende und die langfristige Klimaneutralität. Durch die frühzeitige Initiierung des Prozesses hat die Kommune eine Vorreiterrolle übernommen und kann nun gezielt an einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung arbeiten. Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen trägt nicht nur zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei, sondern stärkt auch die regionale Wirtschaft und ermöglicht langfristig stabile Energiekosten für die Bürger.

Auch wenn die kommunale Wärmeplanung selbst keine unmittelbare rechtliche Verbindlichkeit besitzt (§ 23 WPG), bietet sie der Kommune die Grundlage, bestimmte Gebiete für den Ausbau oder Neubau von Wärme- und Wasserstoffnetzen festzulegen. Nur dann, wenn solche Beschlüsse gefasst werden, können daraus rechtliche Folgen resultieren, die im Wärmeplanungsgesetz geregelt sind. Erst durch zusätzliche, eigenständige Entscheidungen der Kommune entsteht eine verbindliche Rechtswirkung, insbesondere wenn bestimmte Gebiete offiziell für die Entwicklung von Wärmenetzen oder Wasserstoffinfrastrukturen ausgewiesen werden (§ 26 WPG).

In diesen festgelegten Gebieten treten die entsprechenden Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zum Heizungstausch und zu Übergangslösungen in Kraft (§ 71 Abs. 8 Satz 3, § 71k Abs. 1 Nr. 1 GEG) – und zwar bereits einen Monat nach dem Beschluss. Dennoch bedeutet diese Ausweisung nicht, dass eine verpflichtende Nutzung der vorgesehenen Versorgungsart oder ein tatsächlicher Ausbau erfolgen muss.

2 Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse wurden bei den örtlichen Energieversorgern und potenziellen Wärmenetzbetreibern Informationen zur aktuellen Versorgungssituation eingeholt. Zusammen mit der Verwaltung wurde festgelegt, welche Großverbraucher oder potenzielle Abwärmelieferanten berücksichtigt werden sollen. Diese wurden mittels Fragebögen und Interviews befragt. Informationen zu öffentlichen Liegenschaften wurden über die Verwaltung zur Verfügung gestellt.

Die Zwischenergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie ein vorläufiges Zielszenario wurden zunächst der Verwaltung vorgestellt. Das vorläufige Zielszenario und insbesondere die Einteilung der Kommune in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete wurde in Workshops mit den Energieversorgern, vor allem den Wärmenetzbetreibern, intensiv diskutiert und angepasst, bevor es im Rahmen einer öffentlichen Sitzung präsentiert und diskutiert wurde. Dieser Stand wurde dann für einen Zeitraum von einem Monat öffentlich ausgelegt, um der Öffentlichkeit die Möglichkeit zur Abgabe von Stellungnahmen zu geben. Alle (Zwischen-)Ergebnisse wurden auf der Homepage der Kommune veröffentlicht.

Das Zielszenario wurde mit den örtlichen Energieversorgern zusammen entwickelt. In mehreren Abstimmungsterminen wurden so die Gebietskategorien eingeteilt.

3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die kommunale Wärmeplanung und ermöglicht ein umfassendes Verständnis der aktuellen Wärmeversorgungssituation in der Stadt Gundelfingen a. d. Donau. Durch die systematische Erfassung und Auswertung von Daten zu Gebäudebestand, Versorgungsstrukturen, Energieverbräuchen und Treibhausgasemissionen wird ein detailliertes Bild des Ist-Zustands erstellt. Diese Analyse ist entscheidend, um Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu identifizieren und darauf aufbauend zielgerichtete Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung zu entwickeln. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Basis für die nachfolgenden Schritte der Wärmeplanung und unterstützen die Kommune dabei, eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung zu realisieren.

3.1 Gemeindestruktur

Gundelfingen a. d. Donau ist eine Stadt im Landkreis Dillingen a. d. Donau in Schwaben und liegt zwischen Günzburg und Dillingen a. d. Donau. In Tabelle 1 sind die allgemeinen Daten der Kommune dargestellt [1]. Gundelfingen a. d. Donau hat 15 Gemeindeteile.

Tabelle 1: Allgemeine Daten nach [1]

Kennwert	Wert
Fläche	54,1 km ²
Einwohner	7.729
Bevölkerungsdichte	143 EW/km ²
Wohnfläche	390.860 m ²
Wohneinheiten	3.609
Wohnfläche je WE	108,3 m ²
Wohnfläche je EW	50,6m ²

Die Kommune ist eher ländlich geprägt. Rund 80 % der Fläche werden für Land- oder Forstwirtschaft genutzt. Die Flächen sind in Tabelle 2 bzw. Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 2: Flächen nach [1]

Nutzung	ha	Anteil
Siedlung	480	8,9 %
dar. Wohnbau	201	3,7 %
Industrie + Gewerbe	145	2,7 %
Verkehr	251	4,6 %
Vegetation	4.173	77,2 %
dar. Landwirtschaft	2.685	49,7 %
Wald	1.218	22,5 %
Gewässer	503	9,3 %
Gesamt	712	100 %

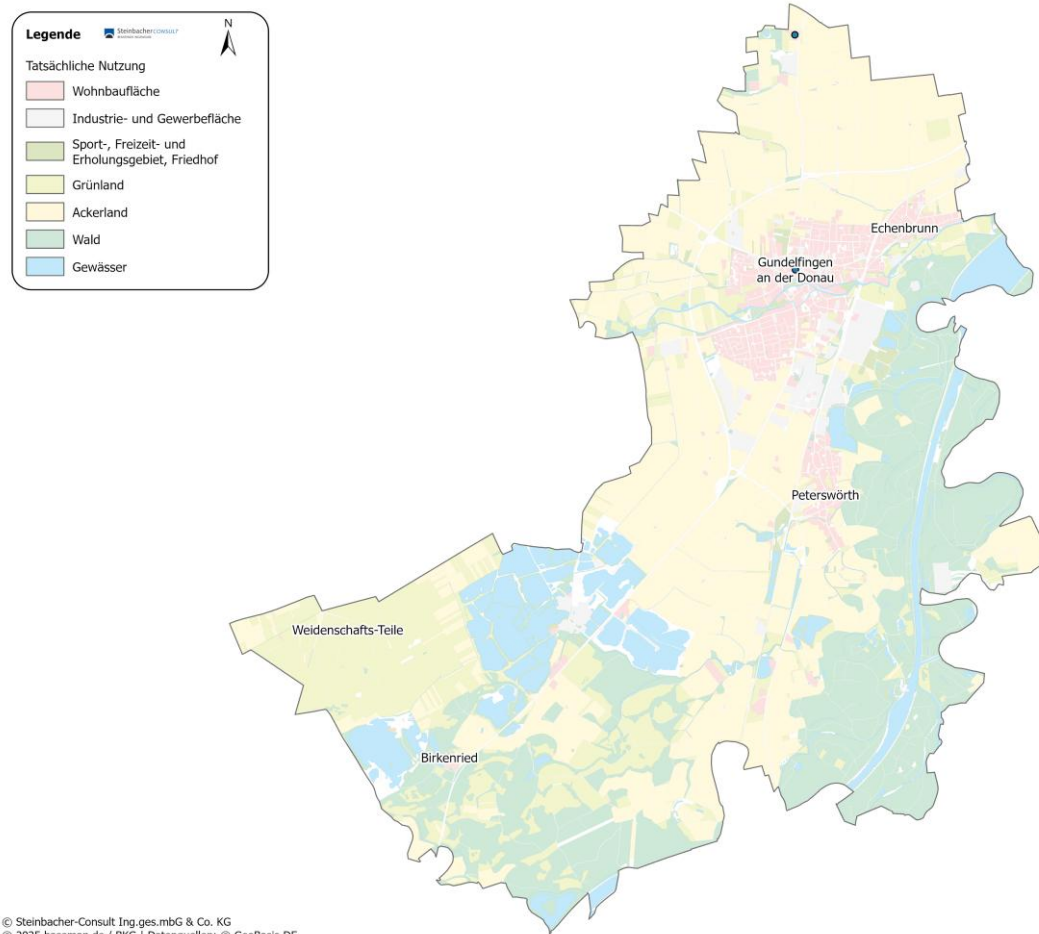


Abbildung 2: Nutzungstypen im Stadtgebiet

3.2 Bearbeitungsraster

In einem ersten Schritt wurde das Bearbeitungsgebiet in ein sinnvolles Bearbeitungsraster unterteilt. Hierzu wurden Baublöcke anhand von Flächennutzung, Siedlungstypen, Nutzungsarten, Baualterklassen, Straßenverläufen und an einer fiktiven Verlegung von Wärmeleitungen definiert. Jeder Baublock umfasst immer mindestens fünf Gebäude.

Die Bestandsanalysen insbesondere zu den Energieträgern und Bedarfen bzw. Verbräuchen sowie Teile der Potenzialanalyse erfolgen gebäudescharf, werden aus Datenschutzgründen allerdings nur anonymisiert je Baublock dargestellt.

3.3 Gebäudestruktur

Die Gebäudestruktur der Kommune spielt eine zentrale Rolle bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmewende. Untersucht wird der gesamte Gebäudebestand innerhalb der Kommungrenze nach folgenden Gesichtspunkten:

- **Gebäudenutzung** (Private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie, öffentliche Liegenschaften)
- **Gebäudetyp** (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Büroähnlicher Betrieb etc.)
- **Gebäudealter**

Die Datenquellen für diese Klassifizierung umfassen ALKIS-Daten (tatsächliche Nutzung) und LoD2-Daten (Gebäudemodelle), offene Datenquellen, Informationen der Kommune sowie Bebauungspläne.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Gebäudetypen dargestellt. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden in Gundelfingen a. d. Donau 2.690 Gebäude berücksichtigt, wobei Einfamilienhäuser mit einem Anteil von 85 % klar dominieren. Auf den Sektor private Haushalte fallen in Summe mehr als 90 % aller Gebäude. Die Aufteilung der Gebäude der Sektoren GHD, Industrie und öffentliche Liegenschaften kann Abbildung 3 entnommen werden.

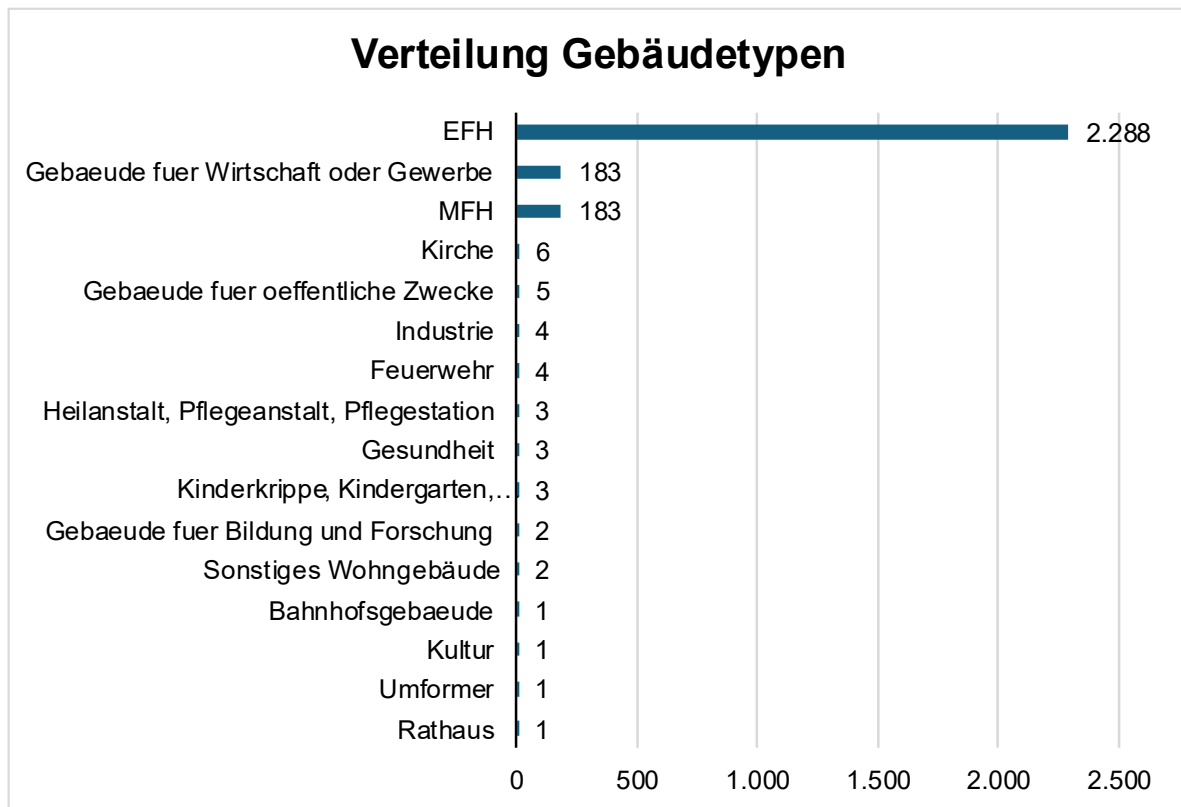


Abbildung 3: Verteilung Gebäudetypen

Abbildung 4 veranschaulicht die Verteilung nach Baualtersklassen. Der Großteil (ca. 70 %) der Gebäude stammt aus der Zeit vor 1978 – also aus einer Phase, in der es noch keine verbindlichen Wärmeschutzvorgaben gab. Besonders viele Bauten (58 %) entstanden zwischen 1949 und 1978, wodurch gerade in diesem Segment erhebliche Potenziale für energetische Sanierungen bestehen.

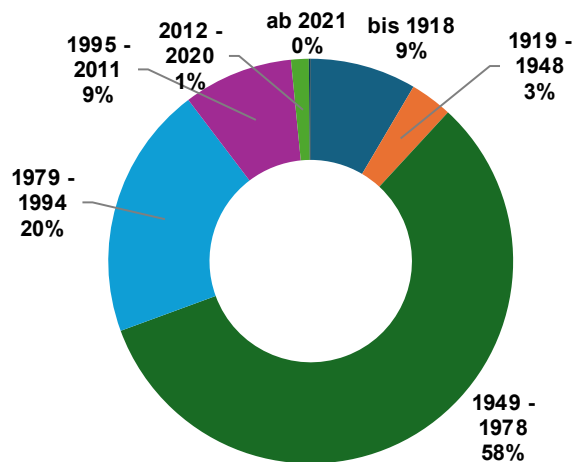


Abbildung 4: Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen

Abbildung 5 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden Baualtersklassen.

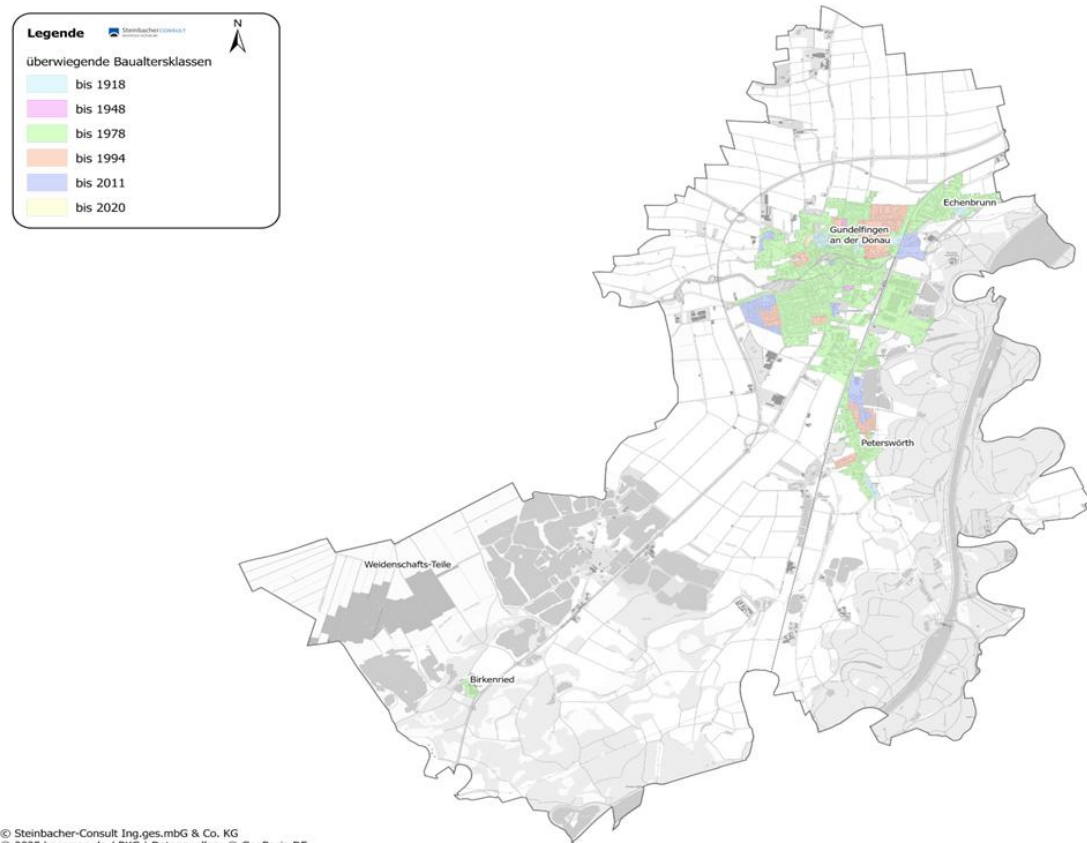


Abbildung 5: Überwiegende Baualtersklassen

3.4 Energieinfrastruktur

Im Rahmen der Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur wurden Informationen aus folgenden Datenquellen eingeholt:

- Kehr buchdaten vom Landesamt für Statistik

- Datenabfrage Stromnetzbetreiber
- Datenabfrage Gasnetzbetreiber
- Datenabfrage Wärmenetzbetreiber
- Datenabfrage Heiz(kraft)werkbetreiber
- Datenabfrage öffentliche Liegenschaften
- Datenabfrage Großverbraucher (Fragebögen)

3.4.1 Erdgasnetz

Abbildung 6 zeigt die Gebiete, die an das Erdgasnetz angeschlossen sind. Die Stadt Gundelfingen a. d. Donau ist beinahe flächendeckend erschlossen. Die wichtigsten Informationen zum Erdgasnetz sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Eckpunkte Gasnetz

Information	Gundelfingen a. d. Donau
Art	Erdgas
Jahre der Erstinbetriebnahmen	k.A.
Trassenlänge	46,2 km
Trassenlänge inkl. Netzan- schlussleitungen	71,7 km
Gesamtanzahl der Anschlüsse	1.390

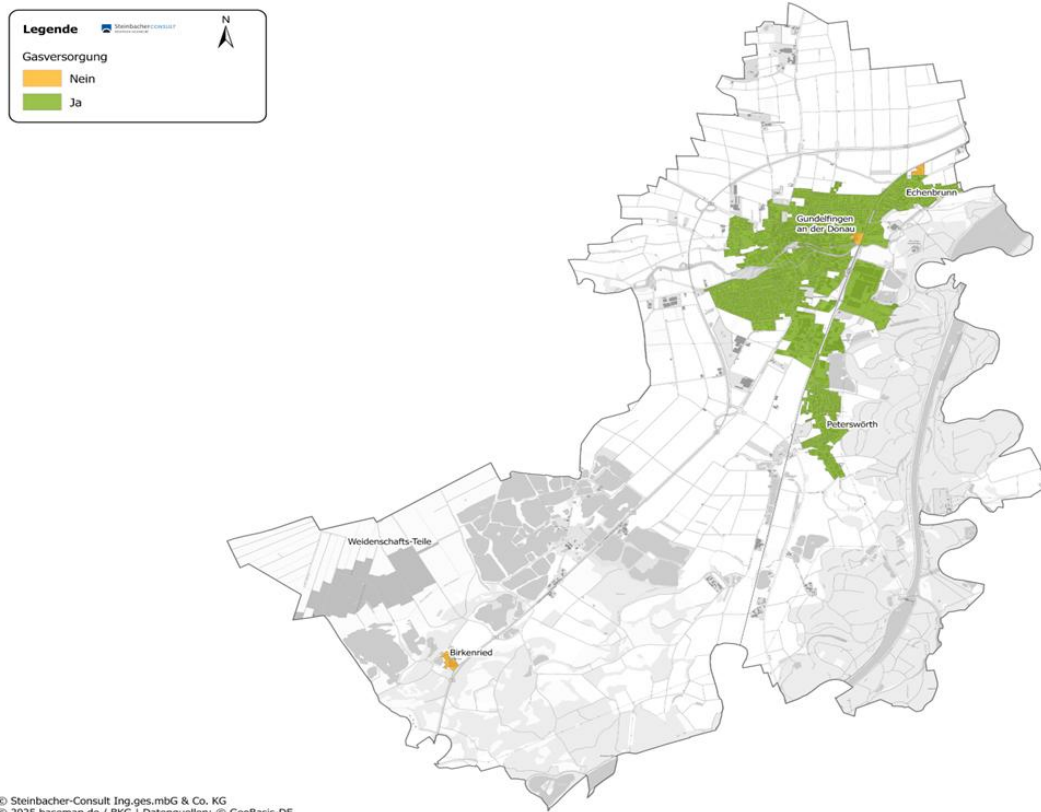


Abbildung 6: Mit Erdgas erschlossene Gebiete

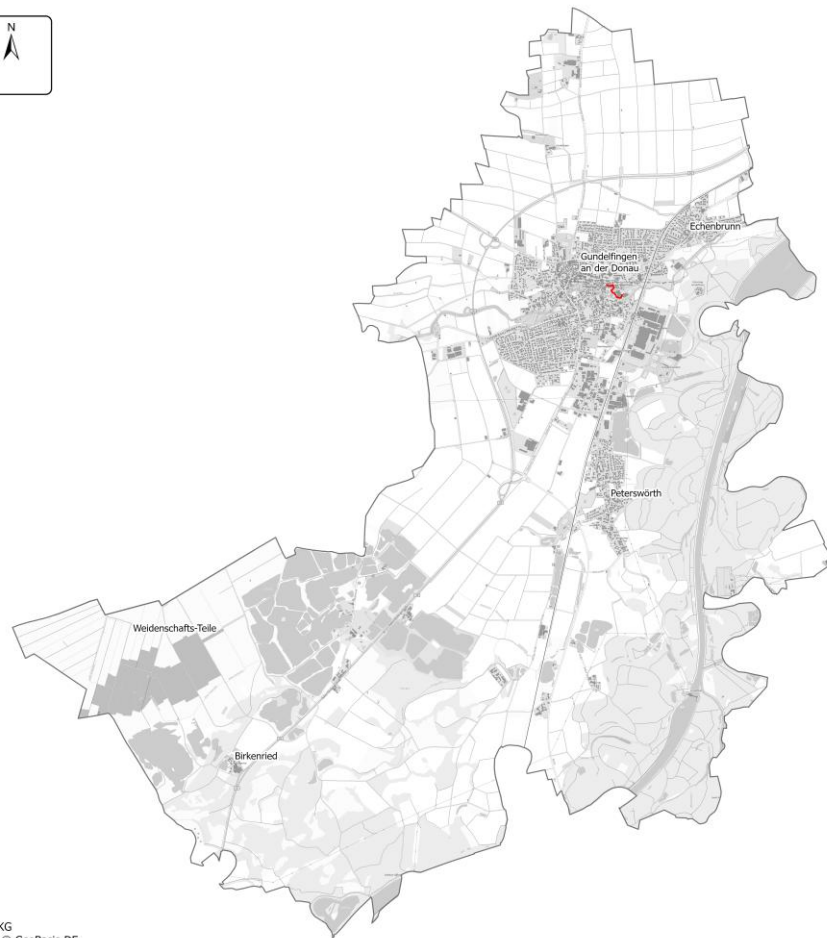
3.4.2 Wärmenetz

Im Stadtgebiet gibt es bisher nur ein kleines Wärmenetz (vgl. Abbildung 7).

Die wesentlichen Rahmenparameter des Wärmenetzes sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Eckpunkte Wärmenetze

Wärmenetze	Schlachteggstraße
Trassenlänge [km]	0,5
Anzahl Hausanschlüsse	6
Art	Wasser
Vorlauftemperatur [°C]	85
Rücklauftemperatur [°C]	75
Inbetriebnahme	2008
Energieträger	Holzhackschnitzel und Ölkessel



© Steinbacher-Consult Ing.ges.mBG & Co. KG
© 2025 basemap.de / BKG | Datenquellen: © GeoBasis-DE

Abbildung 7: Bestands-Wärmenetz

3.4.3 Dezentrale Wärmeerzeuger

Aus Abbildung 8 ist zu erkennen, dass ca. 51 % der Gebäude mit Erdgas beheizt werden, gefolgt von Heizöl (33 %). Durch Biomasse werden 7 %, durch Wärmepumpen 5 % und durch Strom 3 % der Gebäude versorgt. Flüssiggas und Fernwärme spielen kaum eine Rolle.

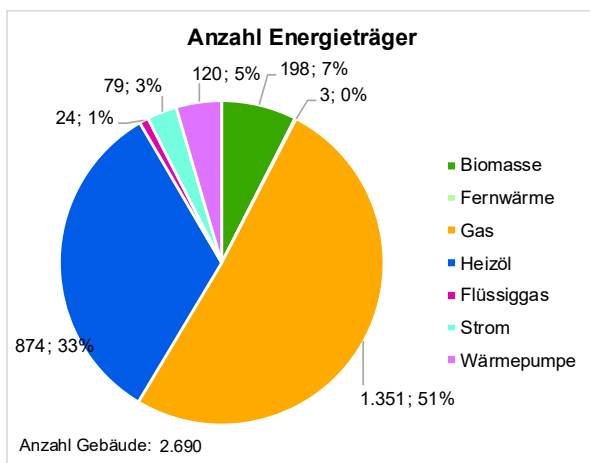
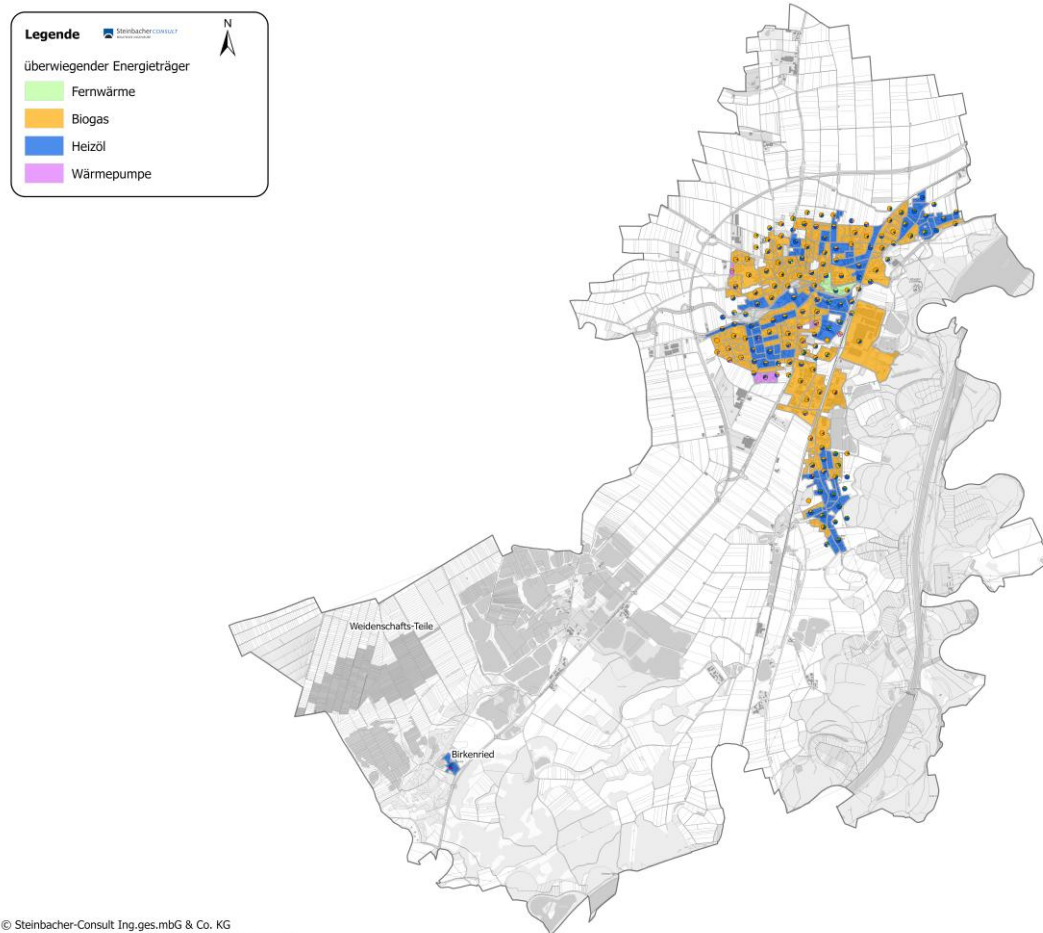


Abbildung 8: Verteilung Energieträger

Abbildung 9 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden eingesetzten Heizungstypen sowie Aufteilung der Energieträger je Baublock. Es ist zu erkennen, dass in der Stadt Gundelfingen a. d. Donau das Erdgas und Heizöl klar dominieren und nur vereinzelt eine Versorgung durch Wärmepumpen, Wärmenetze und Biomasse zu finden ist.



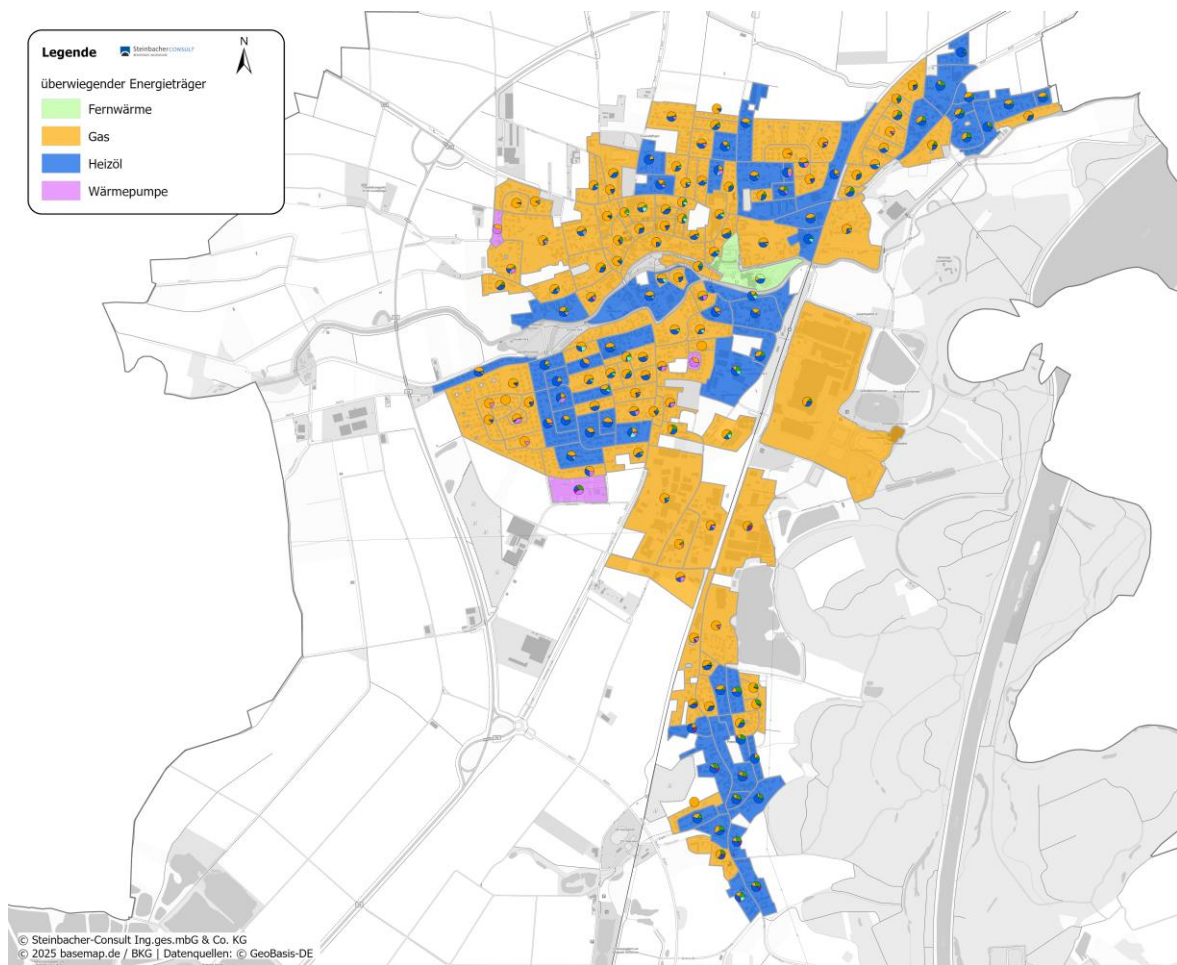


Abbildung 9: Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp

Abbildung 10 zeigt die kartografische Verteilung des überwiegenden Verbrauchs nach Heizungstyp sowie den Anteil des Heizungstyps am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Es ist zu erkennen, dass Heizöl und Erdgas klar dominieren.

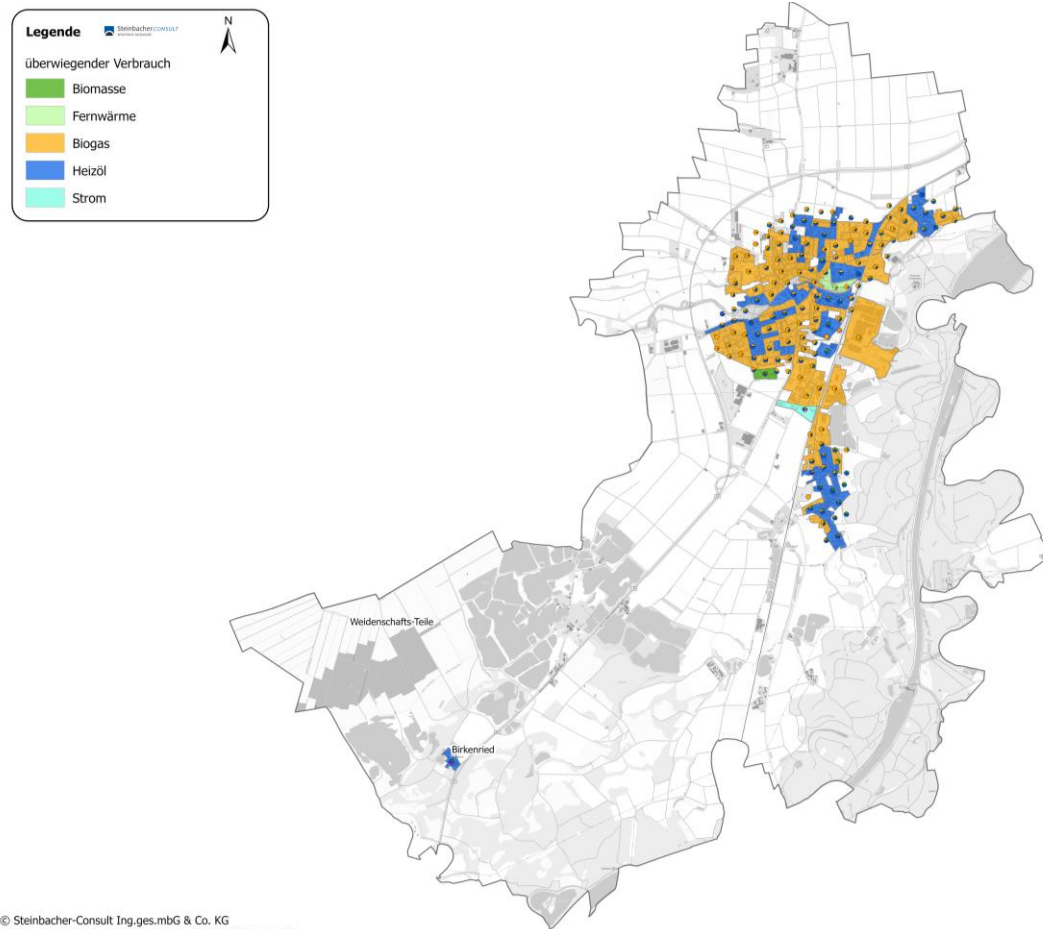


Abbildung 10: Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch

3.5 Wärmebedarf

Der Begriff „Energie“ wird je nach Umwandlungsgrad in Primärenergie, Endenergie oder Nutzenergie unterteilt.

Primärenergie: Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energieträgern zur Verfügung steht und noch keiner Umwandlung unterzogen ist (z.B. Rohöl, Solarstrahlung, Uran, Braunkohle etc.)

Endenergie: Der Teil der Primärenergie, der dem Verbraucher nach Abzug von Umwandlungs- und Transportverlusten, z.B. in Form von Heizöl, Holzpellets oder Strom zur Verfügung steht.

Nutzenergie: Der Teil der Endenergie, welcher dem Verbraucher nach Abzug von Umwandlungs- und Verteilungsverlusten innerhalb des Gebäudes für die gewünschte Energiedienstleistung zur Verfügung steht (z.B. Heizwärme etc.)

Bei der Ermittlung des Wärmebedarfs handelt es sich im Folgenden um Nutzenergie, d.h. es handelt sich um die tatsächlich benötigte Wärme, welche sich durch den Brennstoffverbrauch und den Wirkungsgrad der Heizanlage ergibt. Der Gesamtwärmebedarf besteht dabei aus dem Heizwärmebedarf sowie dem Warmwasserbedarf.

Auf Grundlage der Analyse der Gebäudestruktur (siehe Kapitel 3.3) wird der Wärmebedarf (= Nutzenergie) ermittelt.

Im ersten Schritt erfolgt eine modellbasierte Berechnung eines statistischen Wärmebedarfs für jedes Gebäude. Aus ALKIS-, LoD2- offenen Daten werden hierzu Faktoren wie Gebäudegeometrie, Baujahr und Nutzung individuell für jedes Gebäude ermittelt. Anhand spezifischer Wärmebedarfswerte [2] wird für jedes Gebäude ein statistischer Wärmebedarf ermittelt.

Anschließend werden die ermittelten Werte durch tatsächliche Verbrauchswerte präzisiert. Bei Gebäuden oder Baublöcken, für die tatsächliche Verbrauchswerte aus Informationen der Versorger und Datenabfragen vorliegen (vgl. Kapitel 3.4), werden die tatsächlichen Verbräuche verwendet. Bei allen anderen Gebäuden werden auf Baublockebene die statistischen Bedarfswerte anhand der tatsächlichen Verbrauchswerte angepasst. So wird am Ende jedem Gebäude entweder sein tatsächlicher Wärmebedarf oder ein angepasster, statistischer Wärmebedarf zugeordnet.

Der Gesamtwärmebedarf in Gundelfingen a. d. Donau beläuft sich derzeit auf 155,07 GWh pro Jahr.

Die Aufteilung des Gesamtwärmebedarfs auf die Sektoren Private Haushalte (inklusive Mischnutzung), GHD/Sonstiges, Industrie und öffentliche Liegenschaften ist in Abbildung 11 dargestellt. Demnach wird mit 76,86 GWh/a (= 49,6 %) der Großteil der Wärme von Industrie verbraucht, gefolgt von den privaten Haushalten mit 53,51 GWh/a (= 34,5 %) und dem GHD / Sonstiges mit 17,58 GWh/a (= 11,3 %). Die öffentlichen Liegenschaften nehmen mit 7,12 GWh/a (= 4,6 %) nur einen untergeordneten Anteil ein.

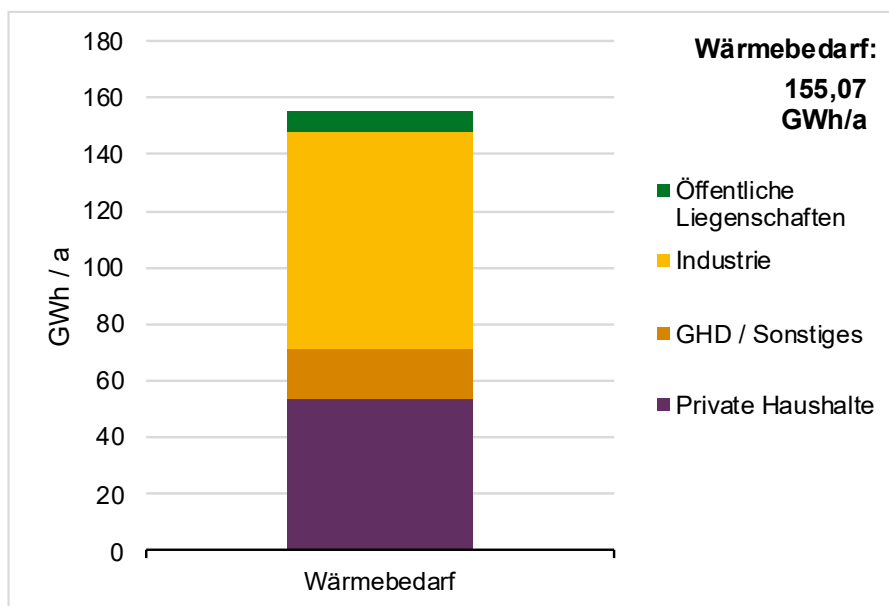


Abbildung 11: Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren

In Abbildung 12 ist die Wärmebedarfsdichte kartografisch dargestellt. Unter Wärmebedarfsdichte versteht man die Summe der Wärmebedarfe aller Gebäude innerhalb eines bestimmten Gebietes (Baublock) dividiert durch die Fläche des Baublocks in ha. Die Darstellung der baublockbezogenen Wärmebedarfsdichte dient zur Anonymisierung der gebäudebezogenen Wärmebedarfswerte sowie zur Identifizierung von Gebieten mit einem besonders hohen Wärmebedarf, die sich potenziell für den Bau von Wärmenetzen eignen.

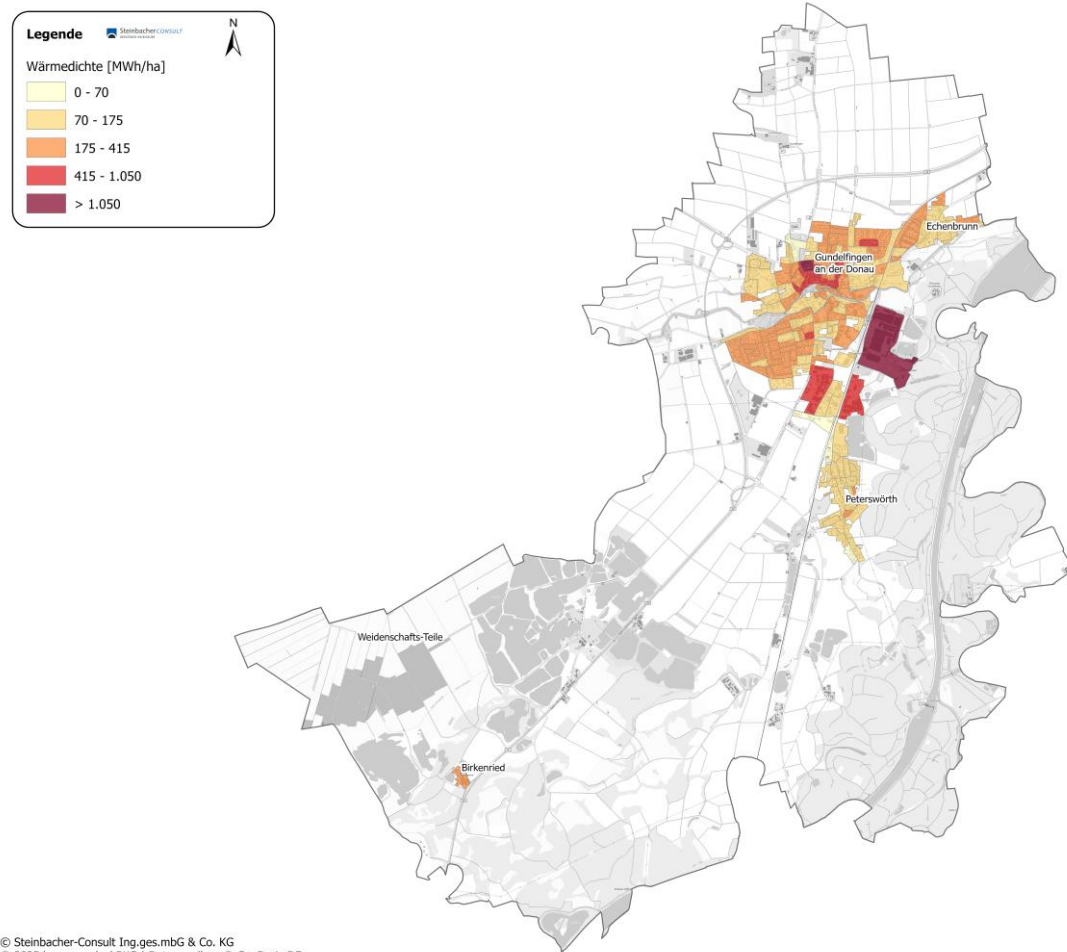


Abbildung 12: Wärmebedarfsdichte

Eine ähnliche Darstellungsform ist die sogenannte Wärmelinien-dichte, welche in Abbildung 13 kartografisch dargestellt wird. Unter Wärmelinien-dichte versteht man die Summe der Wärmebedarfe aller Gebäude entlang eines Straßenzuges dividiert durch die Trassenlänge eines fiktiven Wärmenetzes entlang dieses Straßenzuges. Diese Darstellung der trassenbezogenen Wärmelinien-dichte ist insbesondere relevant zur Ausweisung von Wärmenetzgebieten im Rahmen des Zielszenarios.

Es ist zu erkennen, dass vor allem diejenigen Siedlungseinheiten mit Großverbrauchern oder mit relativ dichter Bebauung bzw. großen Gebäuden einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf besitzen. Siedlungseinheiten mit einem hohen Anteil an neuen Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. einer eher lockeren Bebauung haben hingegen eine geringe Wärmebelegungs-dichte. Zudem sind auch klar die Bereiche zu erkennen, in denen Gebäude älteren Baujahres vorhanden sind.

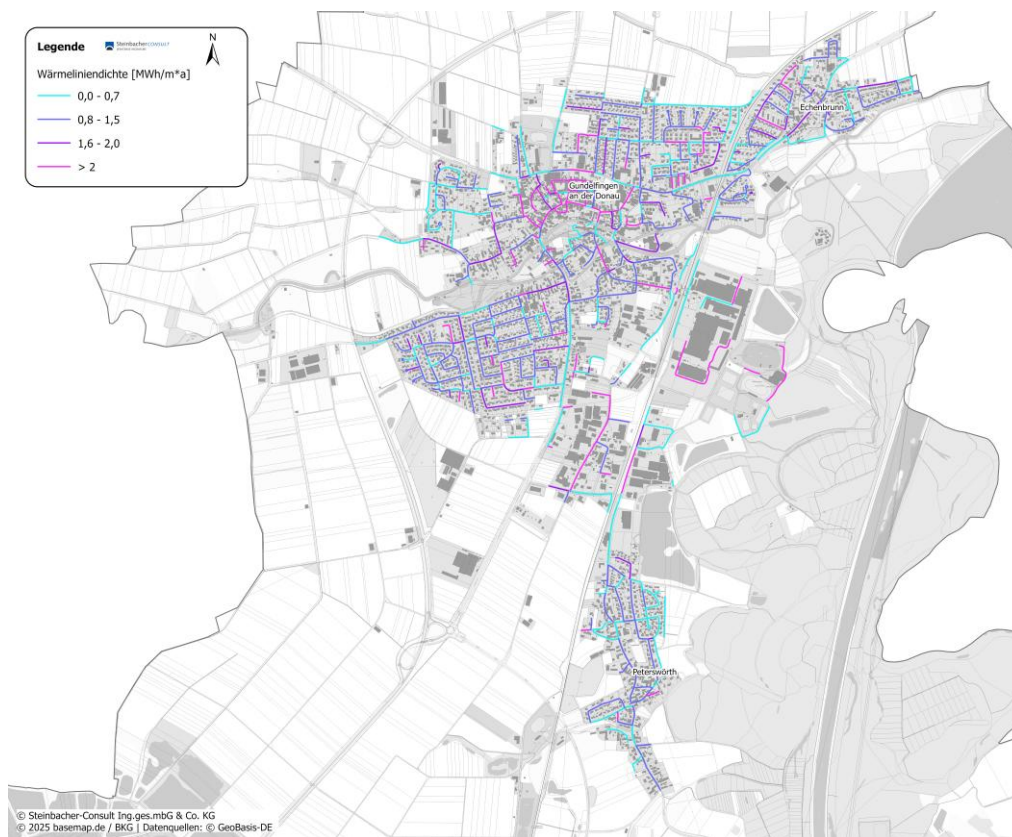


Abbildung 13: Wärmelinien-dichte

3.6 Energie- und Treibhausgasbilanz

3.6.1 Endenergieverbrauch

Die Energie- und Treibhausgasbilanz zeigt den aktuellen Endenergieverbrauch für Wärme und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Insgesamt liegt der Endenergieverbrauch im erfassten Zustand bei 170,65 GWh/a.

In Abbildung 14 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit 130,69 GWh/a (= 77 %) Erdgas den mit Abstand größten Anteil einnimmt, gefolgt von Heizöl mit 28,71 GWh/a (= 17 %) und Biomasse mit 7,53 GWh/a (= 4 %). Fernwärme, Flüssiggas, Stromdirektheizungen und Wärmepumpen dagegen spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die fossilen Energieträger (Erdgas, Heizöl und Flüssiggas) nehmen zusammen 94 % ein.

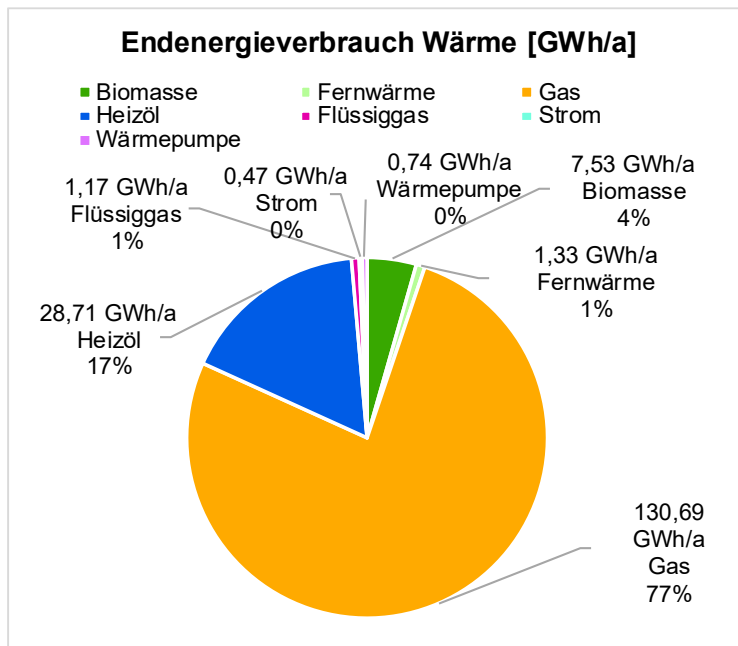


Abbildung 14: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

In Abbildung 15 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Industrie mit 85,40 GWh/a (= 50 %) den größten Teil einnimmt, gefolgt von privaten Haushalten mit 57,91 GWh/a (= 34 %), GHD / Sonstiges mit 19,42 GWh/a (= 11 %) und öffentliche Liegenschaften mit 7,91 GWh/a (= 5 %). Zudem ist zu erkennen, dass in allen Sektoren Erdgas der dominierende Endenergieträger ist, gefolgt von Heizöl.

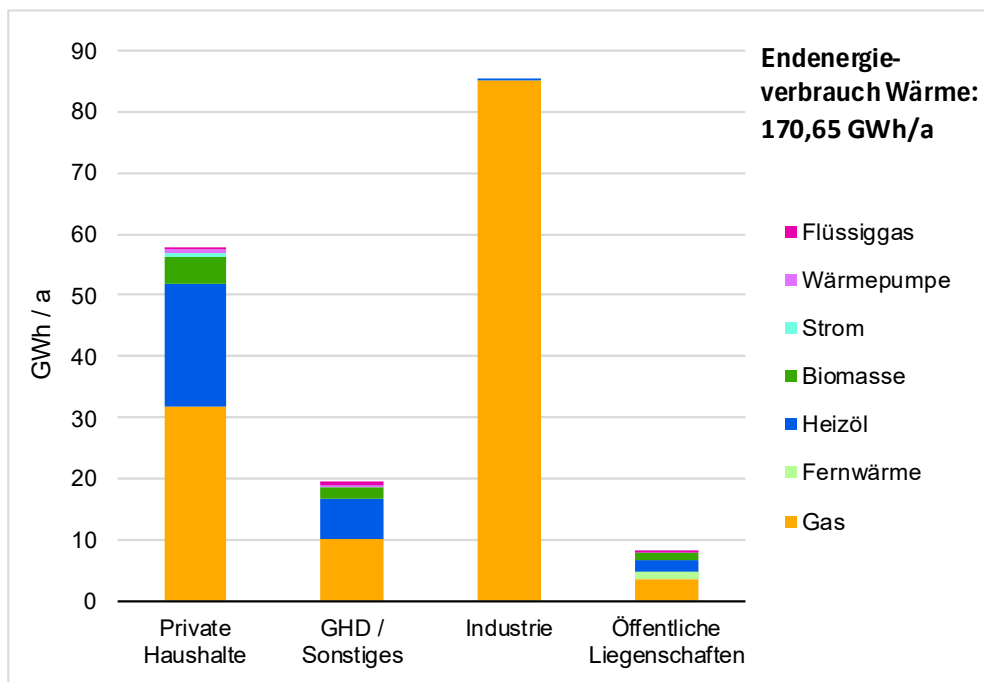


Abbildung 15: Endenergieverbrauch nach Sektoren

3.6.2 Treibhausgasemissionen

Die Dominanz der fossilen Energieträger spiegelt sich auch in den Treibhausgasemissionen wider. In Summe werden 41.367 t CO₂e/a im Bereich Wärme emittiert.

Die Emissionen der verschiedenen Energieträger ergeben sich sowohl aus den stark variierenden Verbrauchsmengen zur Wärmeerzeugung als auch aus den unterschiedlichen Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger (siehe Tabelle 5). Fossile Brennstoffe sind dabei besonders emissionsintensiv, wobei Heizöl im Vergleich zu Erdgas eine noch höhere CO₂-Belastung aufweist. Erneuerbare Energien hingegen verursachen deutlich geringere Emissionen. So führt die Nutzung von Holz lediglich zu etwa 7 % der Treibhausgasemissionen, die durch Heizöl entstehen. Dennoch gilt Holz nicht als vollständig klimaneutral, da durch Transport und Verarbeitung zusätzliche CO₂-Emissionen freigesetzt werden.

Tabelle 5: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in tCO₂e/MWh nach [2]

Energieträger	2022	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	310	310	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240	240	240
Biomasse	20	20	20	20	20	20
Biogas	140	137	133	130	126	123
Abwärme aus Prozessen	40	39	38	37	36	35
Strom-Mix-D	499	260	110	45	25	15
Geothermie	0	0	0	0	0	0
Wärmenetz (berechnet)	49	49	38	27	17	16

In Abbildung 16 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit 76 % (= 31.367 t/a) Erdgas den größten Teil einnimmt, gefolgt von Heizöl mit 21 % (= 8.901 t/a). Biomasse, Fernwärme, Flüssiggas, Strom und Wärmepumpen nehmen lediglich einen sehr geringen Teil ein.

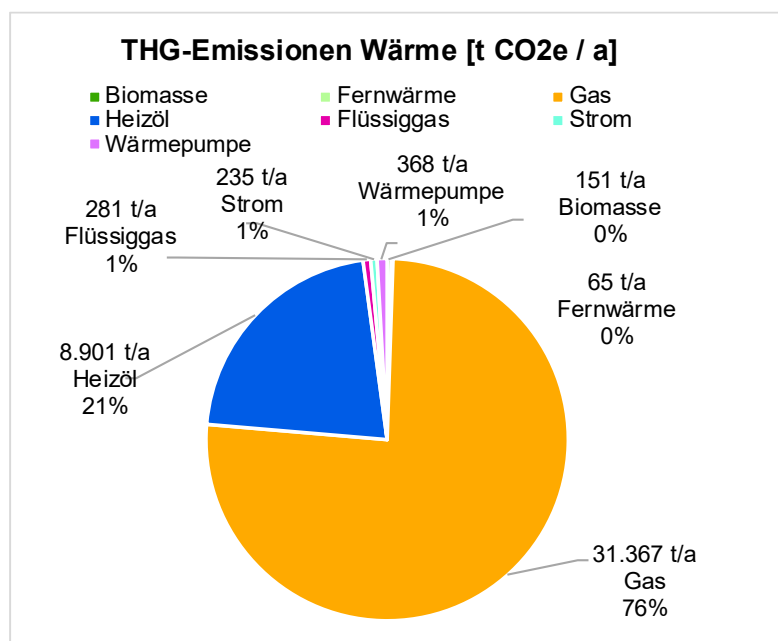


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

In Abbildung 17 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Industrie mit 49,6 % den größten Teil der Emissionen einnimmt, gefolgt von privaten Haushalten mit 35,2 %. GHD / Sonstiges nimmt einen Anteil von 11,4 % und öffentliche Liegenschaften 3,8 % ein.

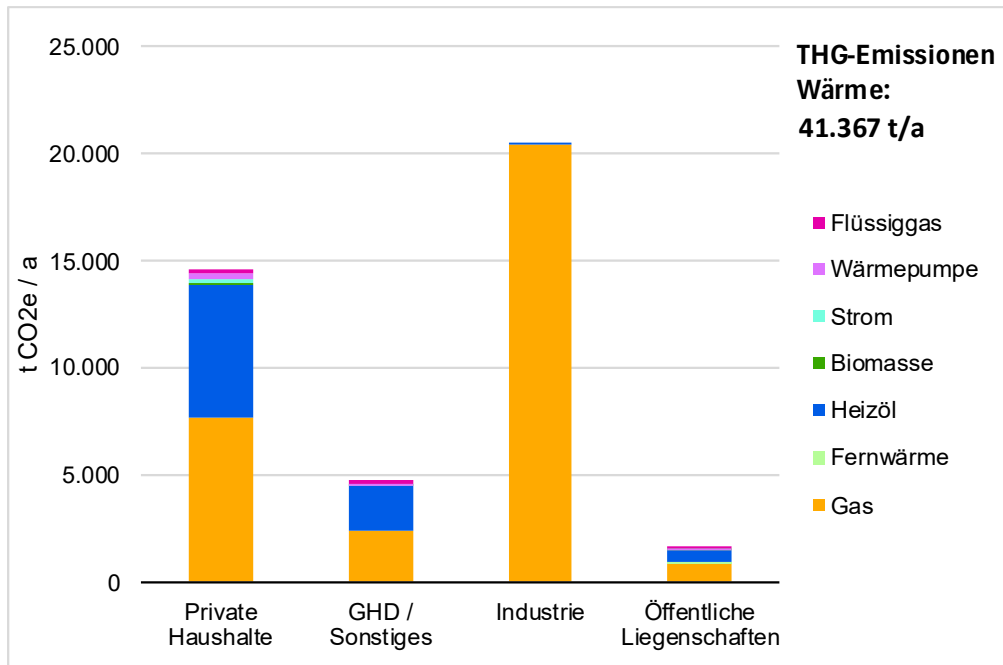


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

3.7 Kennwerte und Zwischenfazit Bestandsanalyse

Um die in der Bestandsanalyse aufgenommenen Daten besser interpretieren und einschätzen zu können, wurden Kennzahlen gebildet und mit den Durchschnittswerten aus laufenden kommunalen Wärmeplanungen von Steinbacher-Consult verglichen, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6: Kennzahlen

Kennzahl	Stadt Gundelfingen	Andere KWPs (Quelle SC)	Bayern (2023) *
Endenergieverbrauch Wärme pro Kopf [kWh/EW*a]	21.926	11.586 – 20.270	14.185
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [kWh/EW*a]	8.457	9.108 – 11.798	-
- GHD [kWh/AN*a]	30.070	2.880 – 36.574	-
Treibhausgasemissionen Wärme pro Kopf [t/EW*a]	5,3	2,1 – 5,2	-
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [t/EW*a]	2,1	1,8 – 2,6	-
- GHD [t/AN*a]	7,2	0,5 – 9,9	-
Anteil EE am Endenergieverbrauch Wärme [%]	5,82	17,86 - 41,22	28,70

Der bilanzierte Gesamtwärmeverbrauch liegt bei 170,65 GWh/a und liegt mit 22.079 kWh/EW knapp über dem Durchschnittsverbrauch (Quelle SC). Der Verbrauch von ausschließlich Haushalten und öffentlichen Liegenschaften liegt dagegen knapp unter dem Durchschnitt. Die Treibhausgasemissionen pro Kopf liegen ebenfalls knapp über den Durchschnittswerten.

Der Anteil an erneuerbaren Energien liegt deutlich unter dem bayerischen Schnitt.

Zusammenfassend sind nach der Bestandsanalyse folgende Punkte festzuhalten:

- Die Industrie dominiert den Wärmeverbrauch und die THG-Emissionen.
- Erdgas nimmt einen sehr großen Anteil am Endenergieverbrauch ein, gefolgt von Heizöl.

Bis zum Jahr 2040 muss laut bayerischem Klimaschutzgesetz die Wärmeversorgung in Bayern klimaneutral sein. Die Bestandsanalyse verdeutlicht die Herausforderung, die damit verbunden ist. Aktuell werden erst 5,82 % der Wärmeversorgung auf Basis klimaneutraler Energieträger bereitgestellt. Dies ist im Vergleich (Quelle SC) ein sehr niedriger Anteil.

4 Potenzialanalyse

4.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die verfügbaren Potenziale für Energieeinsparung, Effizienzsteigerung (Abwärmenutzung) und erneuerbarer Energien abgeschätzt. Bei den Energieträgerpotenzialen wird zumeist unterschieden in:

- Theoretisches Potenzial
- Technisches Potenzial
- Wirtschaftliches/Ökonomisches Potenzial
- Erschließbares Potenzial

Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial umfasst das gesamte physikalische Angebot einer erneuerbaren Energiequelle oder eines nachwachsenden Rohstoffs. Das theoretische Potenzial stellt damit eine Art Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials dar und kann in der Regel nur zu einem Teil erschlossen werden. Die limitierenden Faktoren sind strukturelle, technische, ökologische, rechtliche und administrative Randbedingungen.

Technisches Potenzial

Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der sich unter Berücksichtigung der derzeitigen Techniken nachhaltig nutzen lässt. Bei der Abschätzung des technischen Potenzials spielt die Verfügbarkeit von Flächen eine wesentliche Rolle, wobei oft auf eine vereinfachte Annahme zur Abschätzung zurückgegriffen wird. Das technische Potenzial wird durch folgende Faktoren begrenzt:

- Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen
- Erhaltung der natürlichen Kreisläufe
- Kein Raubbau, z.B. am Humusgehalt
- Einhaltung ökologischer Grenzen z.B. durch Bodenerosion
- Technische Einschränkungen und Verluste bei der Energie- oder Rohstoffumwandlung
- zeitliches und räumliches Ungleichgewicht zwischen Energieangebot und Energiebedarf, bzw. Rohstoffangebot und -nachfrage

Wirtschaftliches/Ökonomisches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial wiederum ist eine Teilmenge des technischen Potenzials und stellt das Potenzial dar, welches unter den derzeit existierenden energiewirtschaftlichen Randbedingungen ökonomisch sinnvoll genutzt werden kann. Das wirtschaftliche Potenzial an Erneuerbaren Energien wird maßgebend von den Preisen konventioneller Energiesysteme und von politischen Rahmenbedingungen bestimmt. Als wirtschaftlich gelten erneuerbare Energien dann, wenn deren spezifische

Energiekosten niedriger als bei konventionellen Energiesystemen sind. Das ökonomische Potenzial hängt damit maßgebend von den Annahmen und Prognosen zur Kostenentwicklung ab.

Erschließbares Potenzial

Das erschließbare Potenzial wiederum ist ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials, von dem ausgegangen werden kann, dass es tatsächlich genutzt wird. Unter Umständen ist das erschließbare Potenzial – aufgrund von Subventionierungen – auch größer als das wirtschaftliche Potenzial. Wegen mangelnder Informationen, rechtlichen oder administrativen Begrenzungen oder limitierenden Herstellungskapazitäten ist das erschließbare Potenzial zumeist kleiner als das wirtschaftliche Potenzial.

Im Folgenden wird nur das technische Potenzial betrachtet. Bei der Ermittlung des wirtschaftlichen und des erschließbaren Potenzials ist eine exakte Betrachtung der Vorort bestehenden Randbedingungen nötig. Daher sind zur Ermittlung der wirtschaftlichen und erschließbaren Potenziale konkrete Machbarkeitsstudien im Rahmen der Projektumsetzung nötig. Bei der Ermittlung des technischen Potenzials, welches im Mittelpunkt der nachfolgenden Betrachtungen stehen soll, wird grundsätzlich von Anlagenkonzepten bzw. Systemen ausgegangen, welche derzeit Stand der Technik sind. Bei der Potenzialabschätzung müssen vielfach Annahmen getroffen werden, welche einen großen Einfluss auf die Höhe des jeweiligen Energieträgerpotenzials haben. So erfahren beispielsweise Biomassen konkurrierende Nutzungen (energetisch und stofflich, Nahrungs- und Futtermittel). Innerhalb der energetischen Nutzung wiederum können Biomassen in Feuerungsanlagen oder Biogasanlagen Verwendung finden (z.B. Stroh). Ähnliches gilt für das Solarpotenzial, welches zur Wärmegewinnung (Solarthermie) oder zur Stromproduktion (Photovoltaik) genutzt werden kann. Auch ist die Ableitung des Energiegehalts von vielen Faktoren (z.B. Wassergehalt, Heizwert) abhängig, welche nachfolgend durch Annahmen abgeschätzt werden müssen. Daher können sich die jeweiligen Energiepotenziale je nach getroffener Annahme, in die eine oder andere Richtung verschieben.

4.2 Einsparpotentiale

Die Möglichkeiten zur Einsparung von Heizenergie und Warmwasser hängen von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere von der Gebäudenutzung (z. B. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude), dem Baujahr und dem aktuellen Sanierungszustand. Basierend auf diesen Kriterien lassen sich Zielwerte für den Wärmebedarf definieren, die durch umfassende Sanierungsmaßnahmen erreicht werden können. Entsprechende Vorgaben und Empfehlungen wurden dem Technikkatalog [2] entnommen.

Auf Grundlage der vorangegangenen Bestandsanalyse wurde das technisch maximale Einsparpotenzial für den Wärmebedarf bestehender Gebäude (Wohngebäude und büroähnliche Nutzung) berechnet. Hierbei werden alle Gebäude berücksichtigt, die über den angestrebten Zielwerten liegen. Allerdings geht diese Berechnung davon aus, dass sämtliche Gebäude vollständig saniert werden – was in der Realität oft nicht der Fall sein wird.

Für eine realistische Einschätzung der Einsparmöglichkeiten müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, darunter:

- **Bauliche und wirtschaftliche Einschränkungen:** Nicht alle Gebäude können problemlos saniert werden. Denkmalgeschützte oder technisch schwer modernisierbare Gebäude sowie wirtschaftliche Aspekte beeinflussen die Umsetzbarkeit.

- **Effizienz der Wärmeversorgung:** Damit Gebäude effizient beheizt werden können, sollte die Sanierung auf Niedertemperaturheizsysteme (max. 55 °C Vorlauftemperatur) ausgerichtet sein.
- **Sanierungsentscheidungen und Einflussfaktoren:** Ob und wann Sanierungen durchgeführt werden, entscheiden die Eigentümerinnen und Eigentümer individuell. Häufig erfolgt dies anlassbezogen, beispielsweise bei einem Eigentümer- oder Mieterwechsel oder wenn ohnehin Renovierungen geplant sind. Dabei spielen gesetzliche Vorgaben und finanzielle Anreize eine große Rolle.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird jedem Gebäude ausgehend von seiner Baualtersklasse und Gebäudenutzung separat sein Sanierungspotenzial zugewiesen. Hierzu wurden die jährlichen Reduktionswerte des Technikkatalogs [2] verwendet. Es werden zwei Szenarien **Energieeffizienz hoch und niedrig** [2] unterschieden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 18 dargestellt. Bei vollständiger Nutzung der Sanierungspotenziale kann in Abhängigkeit von der Sanierungstiefe bzw. vom erzielten Effizienzstandard der Wärmebedarf bis 2040 auf 50,05 bzw. 57,86 GWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 26 – 36 %.

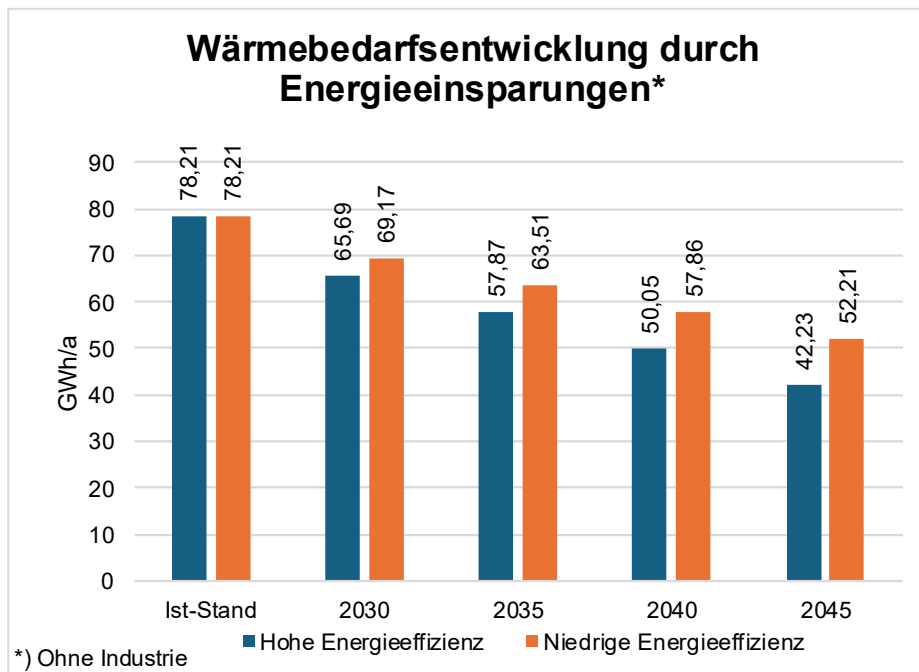


Abbildung 18: Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen

In Abbildung 19 und Abbildung 20 sind die Einsparpotenziale kartografisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Einsparpotenziale dort am höchsten sind, wo vorwiegend Gebäude älteren Baujahres sind (vgl. Abbildung 5).

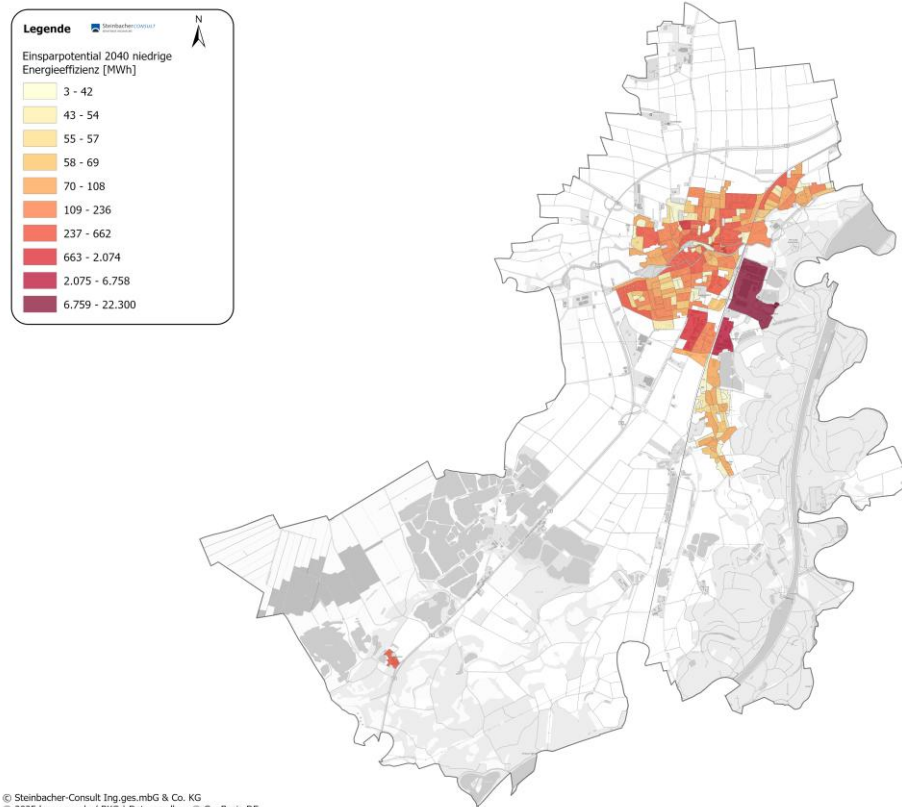


Abbildung 19: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“

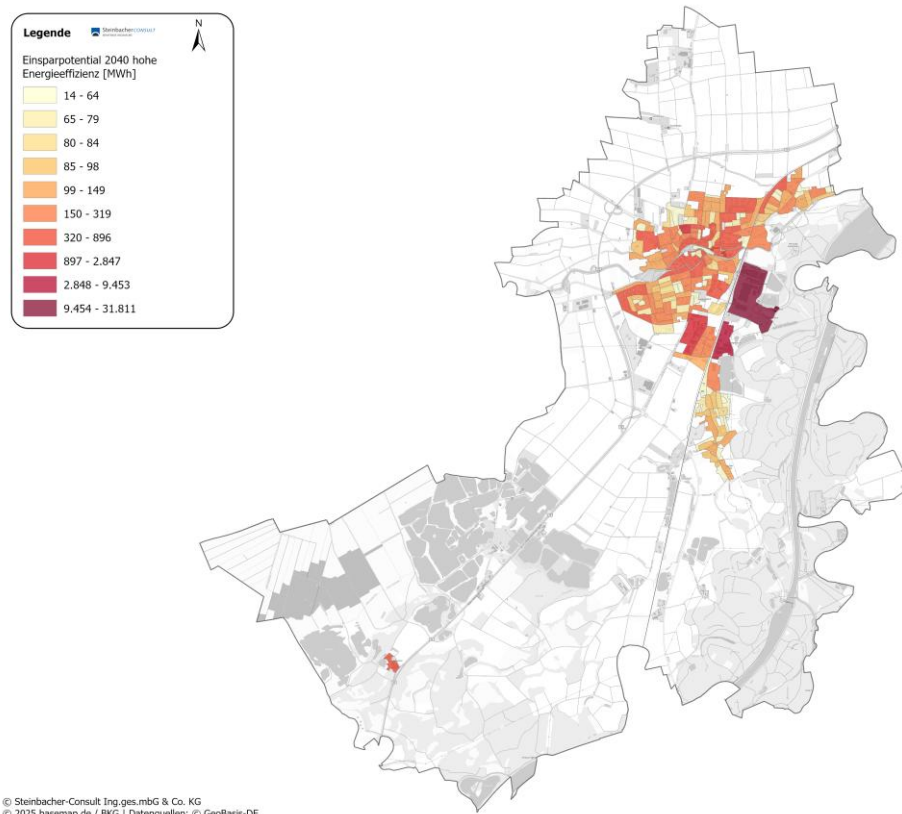


Abbildung 20: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“

4.3 Solarenergie

4.3.1 Dachflächen

Die Abschätzung des Dachflächenpotentials basiert auf den Daten aus dem Energieatlas Bayern [3]. Ausgehend von den Informationen zu den bestehenden Dachflächen aus den LoD2-Daten wurde über entsprechende Abminderungsfaktoren (nicht 100 % einer Dachfläche können genutzt werden) die verfügbare Fläche, Dachausrichtung und der Dachneigung und dem Strahlungsjahresmittelwert in kWh/(m²*a) für jede Dachfläche eine individuell nutzbare Solarstrahlung ermittelt. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Wirkungsgrade und Verluste für Solarthermie bzw. Photovoltaik wurde dann für jede Dachfläche das Potenzial ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass für das Photovoltaik-Potential und das Solarthermie-Potential auf den gleichen Dachflächen basiert. Entsprechend ist eine volle Ausschöpfung beider Potentiale gleichzeitig nicht möglich. Das Solarthermie-Potential berücksichtigt ausschließlich das Wasserbereitungspotential.

Die technischen Potenziale sind in Abbildung 21 dargestellt. So könnten maximal 73,82 GWh/a durch Photovoltaik oder 7,68 GWh/a durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Aktuell werden ca. 15,2 % des verfügbaren Potenzials genutzt. Folglich besteht hier noch großes Ausbaupotenzial.

Zu berücksichtigen ist hier insbesondere, dass bei der Ausweisung der Potenziale die individuelle Eignung (z.B. Statik, Installationsmöglichkeiten etc.) nicht berücksichtigt sind. Zudem werden die Potenziale insbesondere im Sommer zur Verfügung stehen, wo die Wärmenachfrage entsprechend gering ist. Es besteht folglich eine große Diskrepanz zwischen Angebot und Bedarf. Zudem stehen beide Potenzialarten in Konkurrenz zueinander, d.h. die verfügbare Fläche kann entweder nur für Photovoltaik oder Solarthermie genutzt werden.

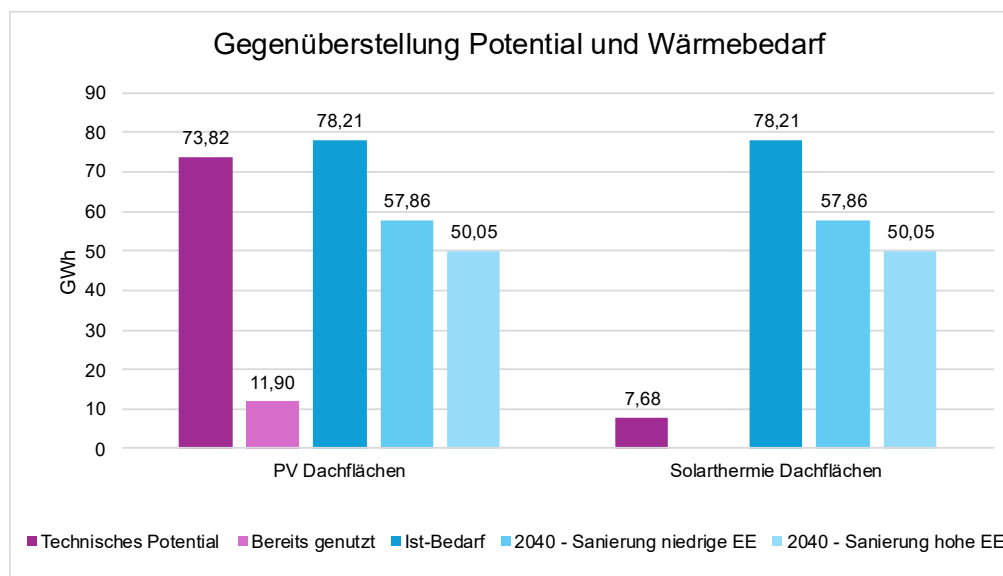
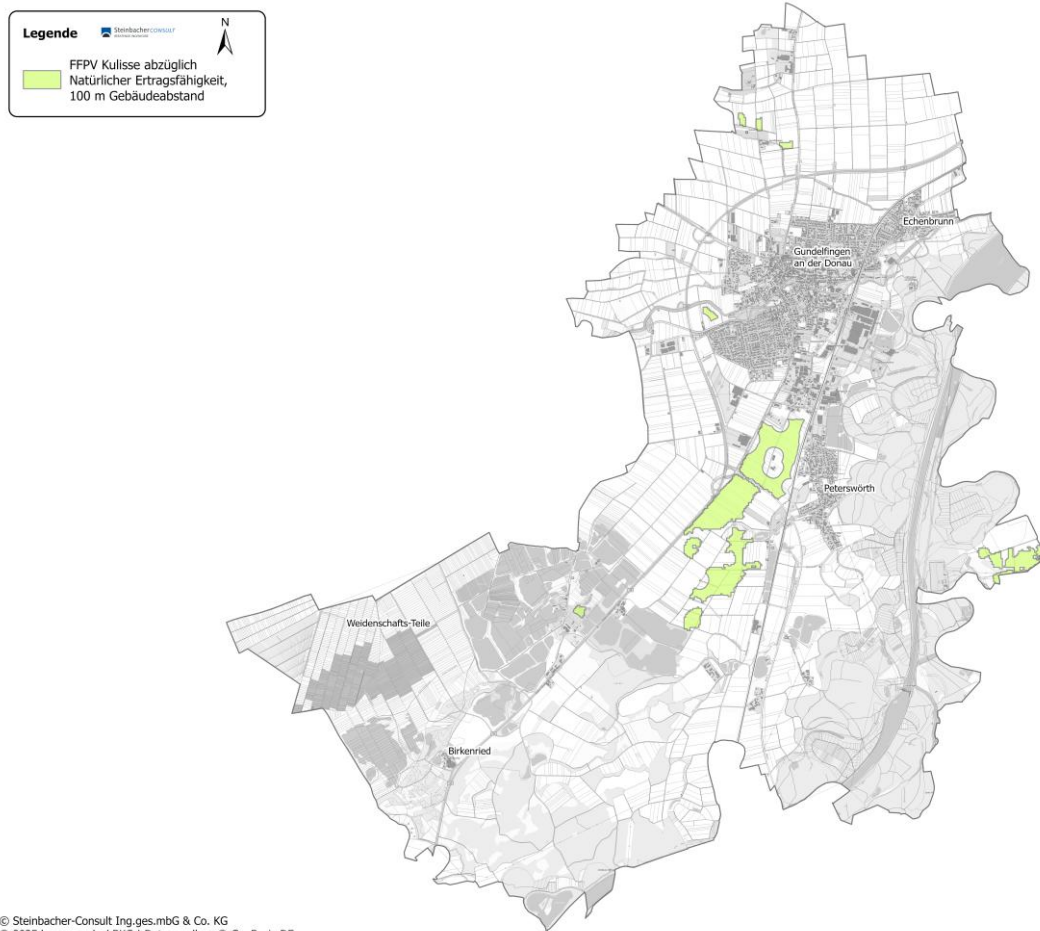


Abbildung 21: Dachflächenpotenzial

4.3.2 Freiflächen

Das Potenzial zur Nutzung von Freiflächen für Solarthermie oder Photovoltaik wurde in ähnlicher Weise ermittelt. Dabei wurde zu den Flächen über einen entsprechenden Abminderungsfaktor (nicht 100 % der Fläche können genutzt werden, beispielsweise durch Abschattungsbereiche aufgrund der Aufständigung) die verfügbare Fläche und der Strahlungsjahresmittelwert in kWh/(m²*a) für jede

Fläche eine individuell nutzbare Solarstrahlung ermittelt. Unter Berücksichtigung eines entsprechenden Jahresnutzungsgrades für Solarthermie bzw. Photovoltaik wurde dann für jede Fläche das Potenzial ermittelt, wenn diese entweder vollständig für Solarthermie oder vollständig für Photovoltaik genutzt werden würde. Als verfügbare Flächen wurde die Gebietskulisse aus dem Energieatlas Bayern [3] unter Ausschluss mittlere bis sehr hoher ertragreicher landwirtschaftlicher Flächen herangezogen. Zusätzlich wurden die Flächen um einen Abstand von 100 m zu Gebäuden reduziert (vgl. Abbildung 22). Die Potentialflächen für Freiflächen-Photovoltaik stehen in direkter Konkurrenz zu den ertragreichen landwirtschaftlich genutzten Böden in Gundelfingen. Aufgrund der begrenzten Flächenressourcen müssen die Flächenwahl und Nutzung sorgfältig abgewogen werden.



© Steinbacher-Consult Ing.ges.mbg & Co. KG
© 2025 basemap.de / BKG | Datenquellen: © GeoBasis-DE

Abbildung 22: Freiflächenpotenzial

Gemäß den Annahmen eines Flächenbedarfs von 1.000 kWp/ha, Südausrichtung mit 20° Aufständigung einer jährlichen Globalstrahlungssumme von 1.356 kWh/m² ergibt sich ein Freiflächenpotenzial von 129,06 GWh_{el}/a mit Freiflächen-Photovoltaik bzw. 322,66 GWh_{th}/ für Freiflächen-Solarthermie (vgl. Abbildung 23).

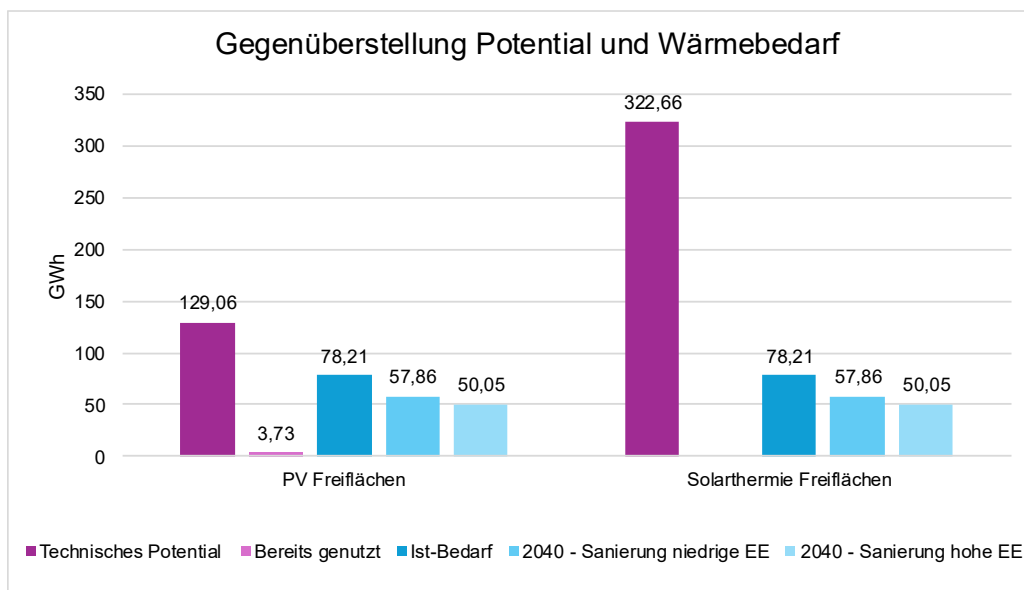


Abbildung 23: Freiflächenpotenzial

4.4 Geothermie

4.4.1 Allgemeines

Geothermische Energie oder Erdwärme wird definiert als die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde. Die Erdwärme stammt dabei zu etwa einem Drittel aus der Bildungszeit der Erde und zu etwa zwei Dritteln aus dem natürlichen radioaktiven Zerfall in der Erdkruste. Durch das Temperaturgefälle zwischen Erdinnerem und Erdoberfläche wird Erdwärme ständig aus der Tiefe „nachgeliefert“ (geothermischer Wärmefluss). Im oberflächennahen Bereich (bis ca. 10 bis 20 m Tiefe) wird der Wärmehaushalt durch die Sonneneinstrahlung sowie durch Sicker- und Grundwässer beeinflusst. In diesem Bereich ist die Temperatur jahreszeitenabhängig. In Tiefen ab etwa 20 m ist die Temperatur jahreszeitenunabhängig und relativ konstant. Der geothermische Gradient, also die Temperaturzunahme mit der Tiefe liegt in weiten Teilen Bayerns bei ca. 3 °C pro 100 m. Unter Geothermie wird die technische Nutzung dieser natürlichen Erdwärme zur Energiegewinnung verstanden.

Einsatzgebiete von geothermischen Anlagen sind:

- Wärmeversorgung von einzelnen Gebäuden oder an Nah- bzw. Fernwärmenetze angeschlossene Siedlungs- und Gewerbe- bzw. Industriegebiete
- Kühlung von Gebäuden und Industrieanlagen
- Wärme- und Kältespeicherung im Untergrund

Der große Vorteil der Geothermie ist, dass sie im Gegensatz zu anderen regenerativen Energieträgern wie beispielsweise Solar- und Windenergie unabhängig von der Tages- bzw. Jahreszeit und meteorologischen Verhältnissen kontinuierlich Energie liefern kann.

Unterteilt wird die Geothermie in oberflächennahe Geothermie und in Tiefengeothermie:

- Oberflächennahe Geothermie: Erdwärmenutzung bis ca. 400 m Tiefe

- Tiefengeothermie: Erdwärmenutzung ab etwa 400 m Tiefe bis hin zu mehreren 1.000 m Tiefe. Die derzeit technische Grenze liegt bei ca. 7.000 m.

Bei der oberflächennahen Geothermie ist aufgrund der niedrigen vorliegenden Temperaturen von durchschnittlich 8 – 12 °C der Einsatz einer Wärmepumpe erforderlich, um die Temperatur auf ein nutzbares Niveau anzuheben. Je niedriger sich das benötigte Temperaturniveau darstellt, desto effizienter kann die Wärmepumpe betrieben werden. Demnach ist die Nutzung von oberflächennaher Geothermie insbesondere in Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen (Flächenheizung) sinnvoll. Folglich bietet sich diese Energieform insbesondere bei Neubauten an.

Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme kann durch drei verschiedene Systeme erfolgen:

- Erdwärmekollektoren: horizontal, in etwa ein bis zwei Metern Tiefe eingebrachte Flächenkollektoren
- Erdwärmesonden: vertikal bis in einer Tiefe von etwa 200 m eingebaute Wärmetauscher
- Grundwasserbrunnen

4.4.2 Erdwärmekollektoren

Die Wärme, welche von Erdwärmekollektoren genutzt wird, stammt im Wesentlichen aus der von der Sonne eingestrahnten Energie (indirekte Nutzung der Sonnenenergie). Der geothermische Wärmefluss kann hingegen vernachlässigt werden. Deshalb sind Erdwärmekollektoren beinahe unbegrenzt einsetzbar, soweit es die Platzverhältnisse zulassen. Die Temperaturen sind allerdings stark jahreszeitlich abhängig und liegen in der Regel zwischen 0 und +10°C. Daraus ergibt sich der Nachteil, dass im Winter beim größten Wärmebedarf ungünstige Wärmekollektortemperaturen vorliegen. Zu beachten ist des Weiteren, dass die Kollektorflächen nicht überbaut bzw. versiegelt werden dürfen. Aufgrund des hohen Platzbedarfs (etwa 1,5 – 2-fache beheizte Fläche) werden heute häufig auch sogenannte Erdwärmekörbe eingebaut. Eine wasserrechtliche Genehmigung ist nur in Ausnahmefällen erforderlich.

Zur Potenzialermittlung wurde die thermische Entzugsenergie aus dem Energieatlas Bayern [3] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 24). Die verfügbaren Flächen wurden wie folgt ermittelt:

- Mindestabstand zu Gebäude 1 m
- Abstand zu Grundstücksgrenze 1 m.
- Pauschaler Abminderungsfaktor 0,6 (wegen überbauter bzw. nicht nutzbarer Fläche)

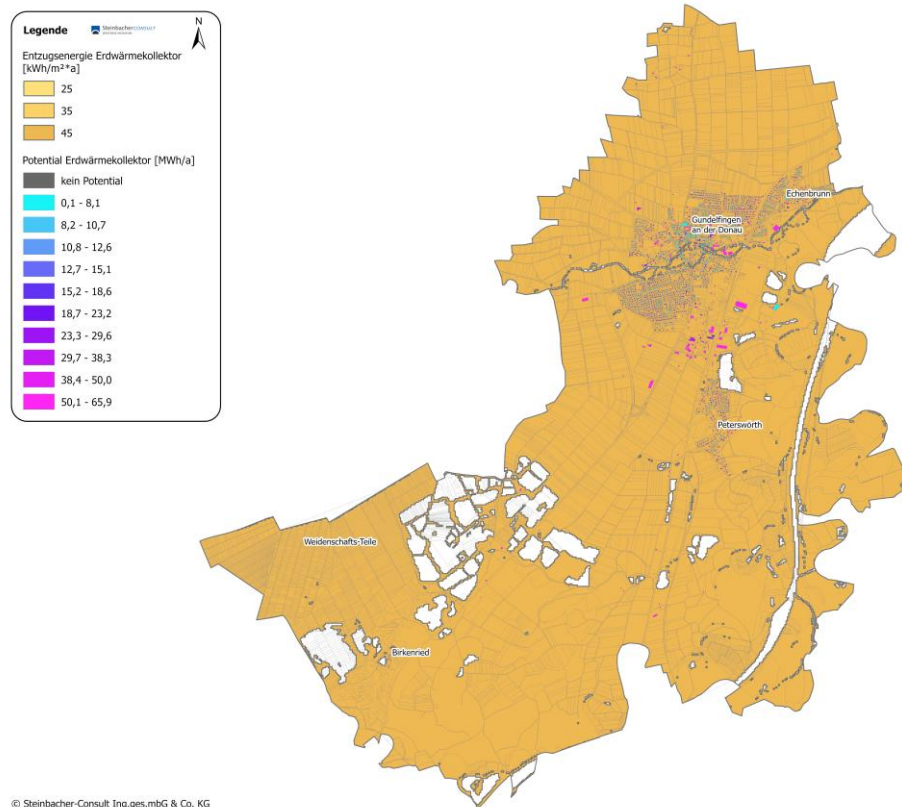


Abbildung 24: Entzugsenergie Erdkollektoren

Für die Berechnung des technischen Potenzials wird für die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl JAZ = 3,15 gemäß Technikkatalog angenommen.

In Abbildung 25 ist das Potenzial für Erdwärmekollektoren dargestellt. In Summe könnten 50,2 GWh_{th}/a durch Erdwärmekollektoren generiert werden, was etwa 64 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

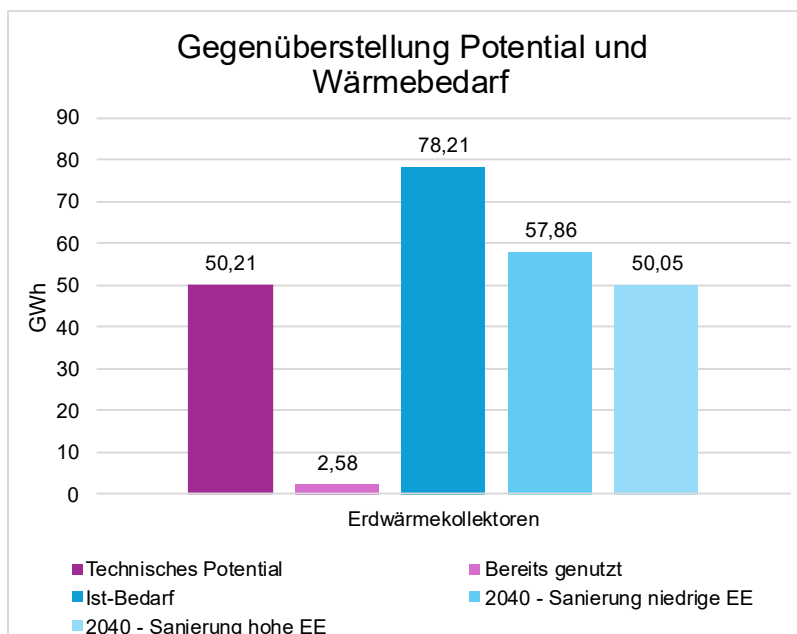


Abbildung 25: Potenzial Erdkollektoren

4.4.3 Grundwasserbrunnen

Bei der Nutzung von oberflächennaher Geothermie über Grundwasserbrunnen wird das oberflächennahe Grundwasser über einen Förderbrunnen dem Grundwasserleiter (Aquifer) entnommen, direkt zur Wärmepumpe gefördert und über einen Schluckbrunnen dem Aquifer wieder zugeführt. Um einen thermischen Kurzschluss zu verhindern, müssen die beiden Brunnen in einem ausreichend großen Abstand in Fließrichtung gebohrt werden. Das Temperaturniveau im Grundwasser ist über das Jahr hinweg relativ konstant und auf einem meist vergleichsweise hohen Temperaturniveau von ca. 8 – 10 °C. Aus diesem Grund können Grundwasserbrunnenanlagen hohe Jahresarbeitszahlen und damit wirtschaftliche Vorteile gegenüber Erdwärmesondenanlagen erreichen. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze von Grundwasserbrunnen liegt aufgrund der mit der Tiefe steigenden Brunnenbau- und Betriebskosten je nach Anlage und Standortverhältnissen erfahrungsgemäß bei 20 - 50 m. Wie bei den Erdwärmesonden ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nach WHG bzw. BayWG erforderlich. In Wasserschutzgebieten ist ihr Einsatz unzulässig. Auch ist in jedem Falle ein hydrogeologisches Ingenieurbüro hinzuziehen. Zu beachten ist neben der Untergrundbeschaffenheit insbesondere die Grundwasserbeschaffenheit (Grundwasserstand, -temperatur und Grundwasserzusammensetzung, etc.).

Zur Potenzialermittlung wurde die thermische Entzugsenergie aus dem Energieatlas Bayern [3] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 26). Die Analyse pro Grundstück wurden wie folgt durchgeführt:

- Mindestabstand zu Gebäude 3 m
- Abstand zu Grundstücksgrenze 5 m.
- Abstand zwischen den Brunnen 10 m.

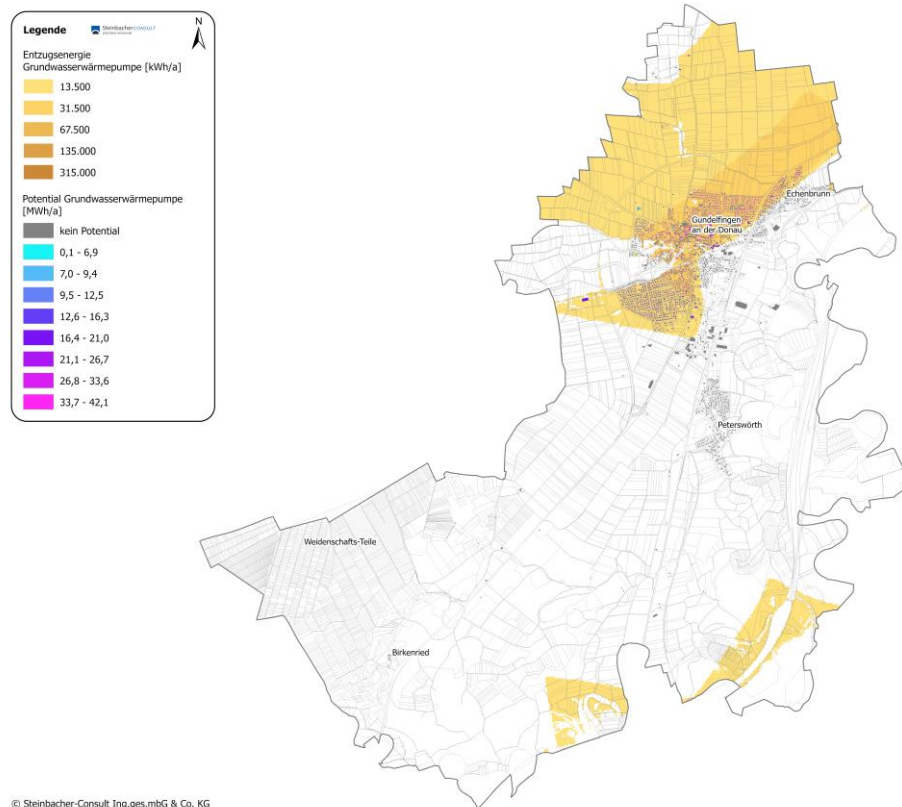


Abbildung 26: Entzugsenergie Grundwasserbrunnen

Für die Berechnung des technischen Potenzials wird für die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl JAZ = 3,96 gemäß Technikkatalog angenommen.

In Abbildung 27 ist das Potenzial für Grundwasserwärmepumpen dargestellt. In Summe könnten ca. 37,46 GWh_{th}/a durch Grundwasser generiert werden, was ca. 48 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

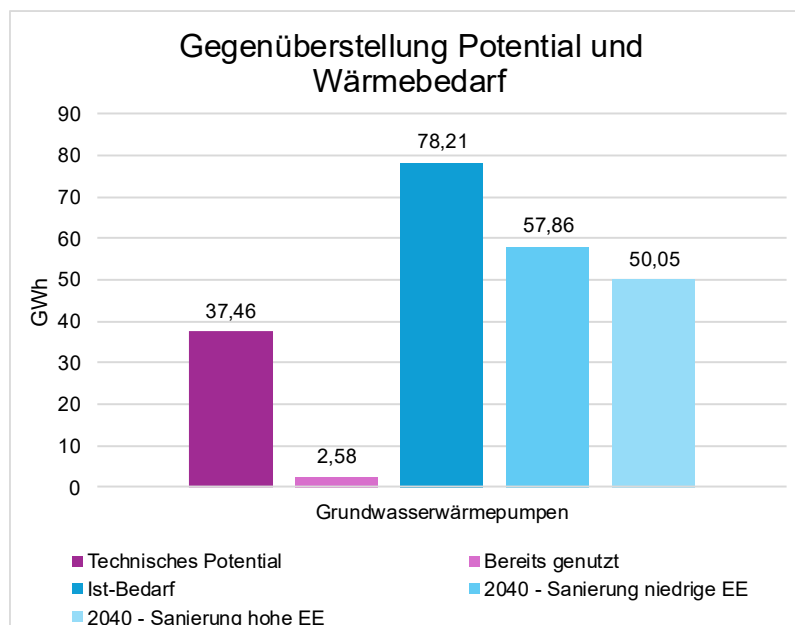


Abbildung 27: Potenzial Grundwasserbrunnen

4.5 Biomasse (Holz)

Bei der Ermittlung des Potenzials werden das Wald- und Waldrestholz, Kurzumtriebsplantagen und Flur-/Siedlungsholz betrachtet.

Die Waldfläche innerhalb des Stadtgebietes beträgt 1.218 ha. Unter der Annahme eines jährlichen Zuwachs von 15 Efm/ha und einer energetischen Nutzung von 30 % des Zuwachses ergibt sich ein jährlich nutzbares Potenzial aus den Wäldern von 8.116 MWh/a.

Für Kurzumtriebsplantagen gibt der Energieatlas Bayern [3] ein Potenzial von 22,2 ha (= 1,1 % der landwirtschaftlichen Fläche) bzw. 1.886 MWh/a für Gundelfingen a. d. Donau an.

Für Flur- und Siedlungsholz gibt der Energieatlas Bayern [3] ein Potenzial von 2.639 MWh/a für Gundelfingen a. d. Donau an.

In Summe liegt das Potenzial an holziger Biomasse dann bei 12,64 GWh_{th}/a. Dies entspricht etwa 16 % des aktuellen Bedarfs (vgl. Abbildung 28).

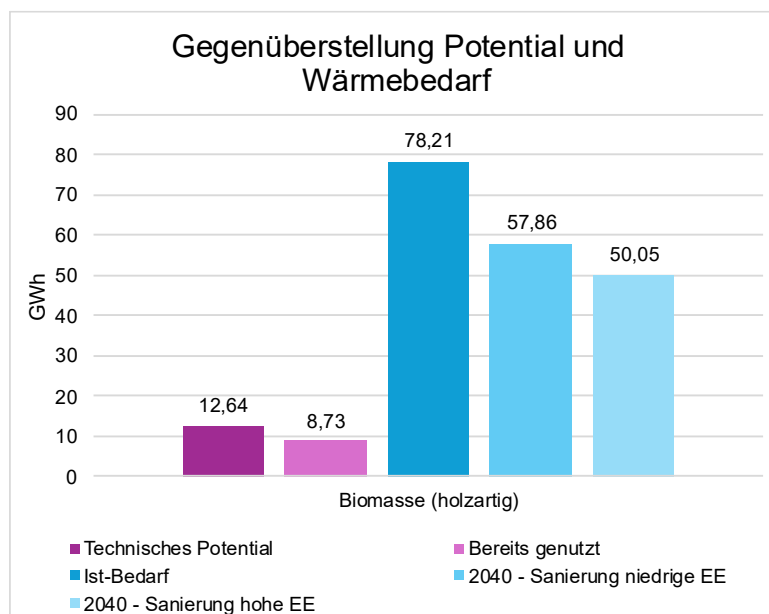


Abbildung 28: Potenzial Biomasse (Holz)

4.6 Biomasse (Biogas)

Die Stadt Gundelfingen a. d. Donau verfügt laut Angaben von Statistik kommunal [1] über etwa 1.976 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche. Davon sind ca. 1.583 ha Ackerland. Der landwirtschaftliche Tierbestand liegt bei ca. 98 Rindern und 33 Schafen.

Tabelle 7: Kennzahlen Biogasproduktion

Kennzahl	Ertrag [t _{FM} /ha]	Methan- ertrag [m ³ /ha]	Ertrag [kg oTS/GVE]	Biogasertrag [m ³ /t oTS]
Maissilage	50	4.997		
Getreide-GPS	40	3.131		

Grassilage	36	2.926		
Rindergülle			1.760	280
Schweinegülle			840	400
Hühnergülle			1.070	500

Ausgehend von in den Tabelle 7 genannten Kennwerten und der Annahme, dass 20 % Flächen zur Biogasproduktion verwendet werden würden, besteht Biogaspotenzial von etwa 9.113 MWh/a. Unter der Annahme eines BHKW-Moduls mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % und einem nutzbaren thermischen Wirkungsgrad von 32 % könnten etwa 3,46 GWh Strom und ca. 2,92 GWh Wärme pro Jahr produziert werden. Mit der Wärme könnten etwa 4 % des aktuellen Bedarfs gedeckt werden (vgl. Abbildung 29).

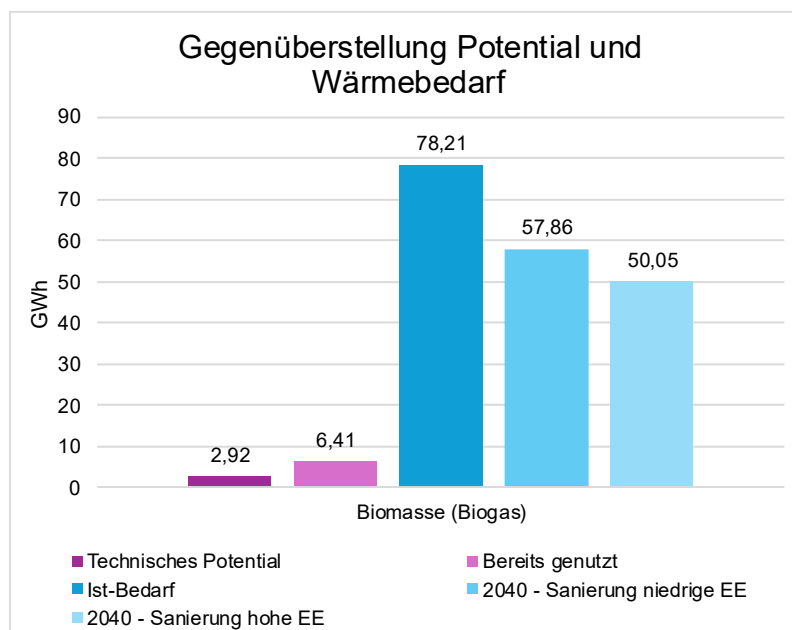


Abbildung 29: Potenzial Biomasse (Biogas)

4.7 Abwärme

4.7.1 Abwasserwärme Kanalnetz

Abwasser ist eine kostenlose, kontinuierlich zur Verfügung stehende Wärmequelle mit einem relativ hohen Temperaturniveau. So liegen selbst in den Wintermonaten die Abwassertemperaturen oft zwischen 10 und 15 °C. Die Wärme wird dabei über Wärmetauscher dem Kanal entzogen und mittels einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben. Wegen des vergleichsweise hohen Temperaturniveaus vor allem auch im Winter, können Abwasserwärmepumpen besonders effizient betrieben werden und deshalb mit herkömmlichen Heizsystemen durchaus konkurrieren. Die Abwasserwärme kann dabei für die Trinkwassererwärmung sowie für Heizzwecke verwendet werden, wobei sich bei letzterer Nutzung besonders Niedertemperatursysteme anbieten. Geeignete Abnehmer sind beispielsweise Schwimmbäder, größere Einzelgebäude oder kleinere Nahwärmeverbundsyste mit mehreren Gebäuden.

Für die Abwasserwärmerückgewinnung aus dem Kanal ist ein minimaler Trockenwetterabfluss von 10 – 15 l/s nötig, was einem Anschlusswert von etwa 15.000 Einwohnern entspricht. Der minimale Kanalquerschnitt sollte 80 cm betragen.

Der Trockenwetterabfluss an der Kläranlage beträgt knapp 82 l/s. Legt man eine Abkühlung des Abwassers von 3,5 K, eine JAZ der Wärmepumpe gem. Technikatalog von 3,15 und 8.000 Vollbenutzungsstunden zu Grunde, könnten über das Jahr in Summe 3,32 GWh/a aus Abwasserwärme generiert werden, was ca. 4 % des aktuellen Wärmebedarfs entspricht (vgl. Abbildung 30). Für eine tatsächliche Nutzung sollte überprüft werden, ob eine Abkühlung des Zulaufs an der Kläranlage nicht mehr als 0,5 K beträgt. In allen anderen Fällen ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen.

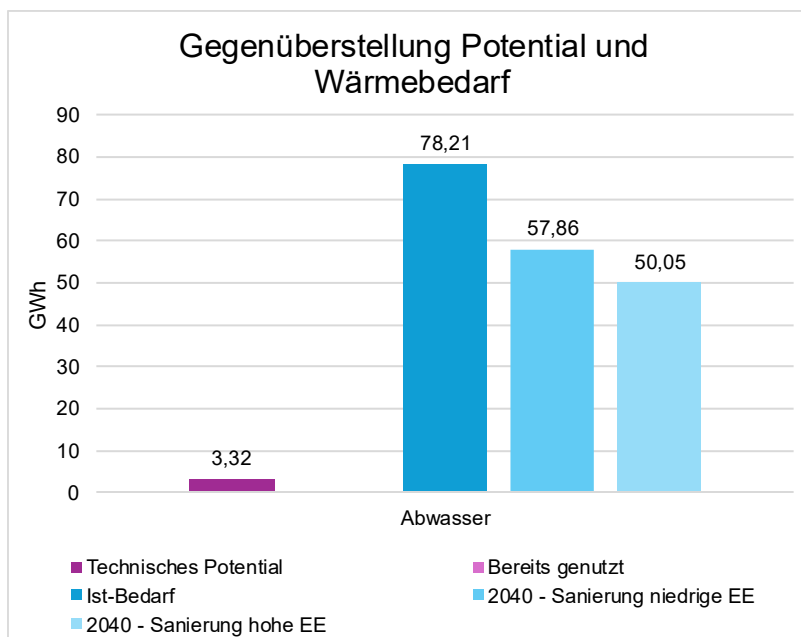


Abbildung 30: Potential Abwasserwärme

4.8 Luftwärme

Selbst die Umgebungsluft stellt eine wertvolle und nahezu unbegrenzt verfügbare Energiequelle für die Wärmeversorgung dar. Durch den Einsatz von Wärmepumpen kann die in der Luft enthaltene thermische Energie entzogen, auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und für Heiz- und Warmwassernutzen genutzt werden.

Da die Umgebungsluft in unerschöpflicher Menge vorhanden ist, lässt sich ihr Potenzial nicht durch feste Kapazitätsgrenzen quantifizieren. Dennoch gibt es bei der praktischen Umsetzung einige wesentliche Herausforderungen zu berücksichtigen. Einerseits spielen technische und wirtschaftliche Faktoren eine Rolle, insbesondere in Bezug auf die Effizienz der Wärmepumpe bei unterschiedlichen Außentemperaturen. Die Leistungsfähigkeit sinkt beispielsweise in kalten Wintermonaten, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Außenluft und der gewünschten Vorlauftemperatur größer wird. Dadurch kann der Stromverbrauch steigen, was sich auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage auswirkt.

Zusätzlich sind baurechtliche Vorgaben zu beachten. Insbesondere Mindestabstände zu benachbarten Grundstücken können relevant sein, da Wärmepumpen durch ihre Ventilatoren Geräuschemissionen verursachen, die in Wohngebieten streng reguliert werden können. In dicht besiedelten Gebieten

ist daher eine sorgfältige Planung erforderlich, um Lärmschutzanforderungen einzuhalten und Anwohner nicht zu beeinträchtigen.

Trotz dieser Herausforderungen bietet die Nutzung der Umgebungsluft als Wärmequelle zahlreiche Vorteile. Sie erfordert keine aufwendige Erschließung, wie es bei Erdwärme- oder Grundwassernutzung der Fall ist, und ermöglicht flexible Einsatzmöglichkeiten in Bestandsgebäuden und Neubauten. Damit stellt sie eine wichtige Technologie für eine nachhaltige Wärmeversorgung dar, die zur Reduzierung fossiler Brennstoffe und zur Senkung der CO₂-Emissionen beitragen kann.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass Luftwärmepumpen nahezu unbegrenzt eingesetzt werden können, außer Mindestabstände von mind. 3 m zum Nachbargrundstück können nicht eingehalten werden.

4.9 Flusswasserwärme

Wärmepumpen, die Fließgewässer als Wärmequelle nutzen, funktionieren prinzipiell wie herkömmliche Wärmepumpensysteme im Gebäudebereich. Der Unterschied besteht darin, dass statt Luft, Erdreich oder Grundwasser ein nahegelegenes Fließgewässer zur Bereitstellung der Umweltwärme herangezogen wird. Dabei wird dem Wasser Wärme entzogen und mithilfe elektrischer Antriebsenergie auf ein heiztechnisch nutzbares Temperaturniveau angehoben.

Im Vergleich zur Außenluft weist Wasser eine deutlich höhere spezifische Wärmekapazität sowie vorteilhafte Wärmeübertragungseigenschaften auf. Dadurch können Wärmetauscher bei gleicher Leistung kompakter ausgeführt werden und verursachen keine Geräuschemissionen durch Ventilatoren. Fließgewässer eignen sich aufgrund ihres kontinuierlichen Abflusses besonders gut als Wärmequelle, da eine schnelle Regeneration der entnommenen Wärme erfolgt und durch die Strömung ständig wärmeres Wasser nachströmt. Zudem unterliegen Fließgewässer im Tages- und Jahresverlauf geringeren Temperaturschwankungen als die Außenluft.

Für die Errichtung von Wärmepumpen an Fließgewässern werden in der Regel wasserrechtliche Genehmigungen benötigt, welche oftmals Auflagen zur maximal zulässigen Abkühlung sowie der ableitbaren Wassermenge enthalten. Ein Merkblatt des LfU für die Wärmenutzung aus Gewässern gibt es noch nicht. Jedoch wird vorgeschlagen, die zulässige Temperaturerhöhung im Gewässer aus dem Merkblatt zur Wärmeeinleitung auf den Fall der Temperaturabsenkung durch Kaltwassereinleitung zu übertragen. Dabei darf durch die Kälteeinleitung eine Temperatur im Gewässer von 3°C nicht unterschritten werden.

Zur Potenzialermittlung werden die Flussdaten der Brenz zu Abfluss und Temperatur an der Messstelle in Bächingen a. d. Brenz herangezogen. Das technische Potential setzt sich zusammen aus dem thermischen Potential des Fließgewässers und dem zusätzlichen Anteil an Wärme aus der elektrischen Energie der Wärmepumpe. Die thermische Energie, die dem Fließgewässer entzogen werden kann, wird aus dem Abfluss und der möglichen Temperaturabsenkung ermittelt. Folgende Annahmen wurden bei der Potentialbestimmung festgelegt:

- Nutzungsanteil des Abflusses: 10%
- Temperaturabsenkung bei Flusstemperaturen über 4°C: 3 K
- Temperaturabsenkung bei Flusstemperaturen zwischen 3 – 4°C: 2 K
- COP der Wärmepumpe: 2,5

In Abbildung 31 sind die durchschnittliche Anzahl an Tagen der letzten 10 Jahre mit eingeschränkter Funktion für die Flusswasserwärmepumpe dargestellt. So kann an 3 Tagen im Jahr keine Wärme aus der Rott entzogen werden und an 6 Tagen im Jahr nur mit einer geringeren Temperaturabsenkung.

Das Potential beträgt unter den oben genannten Annahmen für die Heizperiode von Oktober bis April 62,37 GWh. Damit könnten ca. 80 % des Wärmebedarfs in Gundelfingen a. d. Donau gedeckt werden (vgl. Abbildung 32). Da es jedoch zu eingeschränkten Entzugsleistungen besonders in kalten Perioden kommt, muss bei dieser Technologie auf Redundanzen gesetzt werden, um eine durchgängige Wärmeversorgung gewährleisten zu können.

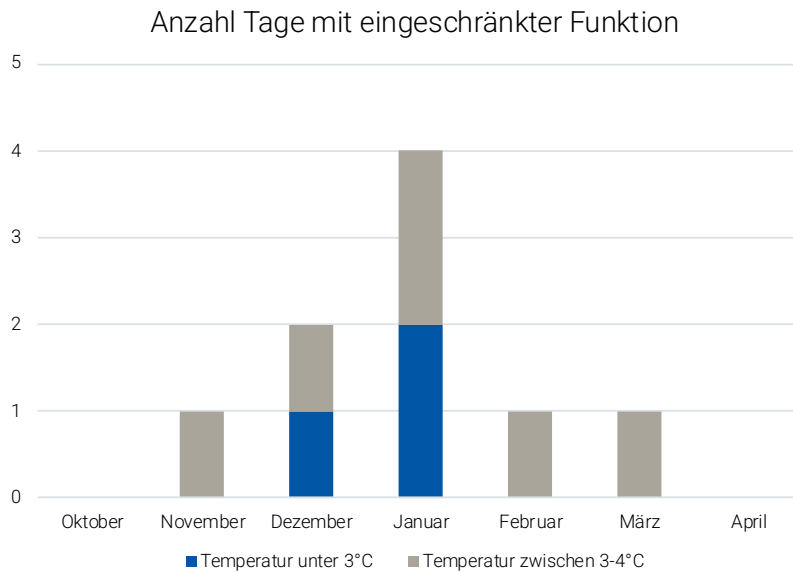


Abbildung 31: Flusstemperaturen mit eingeschränkter Funktion für die Wärmepumpe

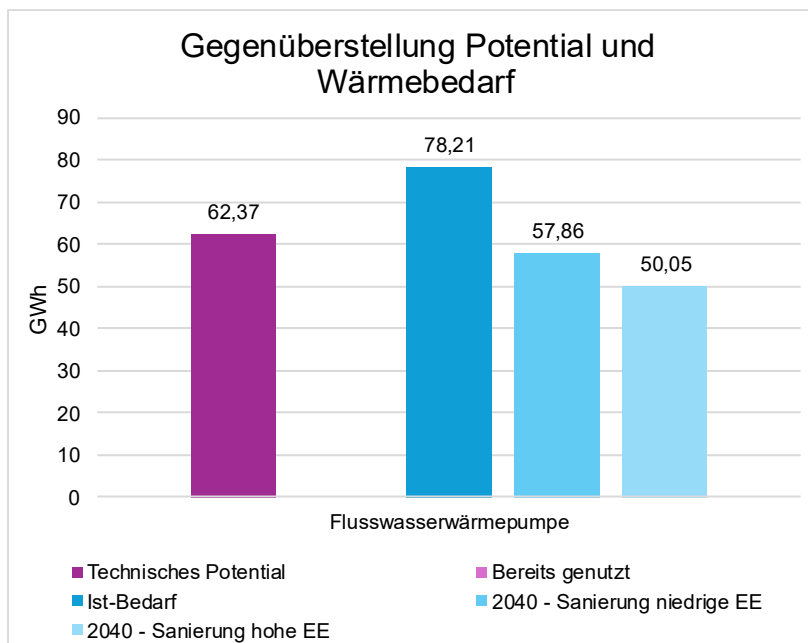


Abbildung 32: Potenzial aus Flusswasser

4.10 Wasserkraft

Laut Energieatlas Bayern [3] gibt es in Gundelfingen a. d. Donau sieben Wasserkraftanlagen. Sechs befinden sich an der Brenz und eine an der Donau (vgl. Abbildung 33). Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass es kein Ausbaupotenzial über die aktuell erzeugten 39,40 GWh/a im Bereich Wasserkraft gibt (vgl. Abbildung 34).

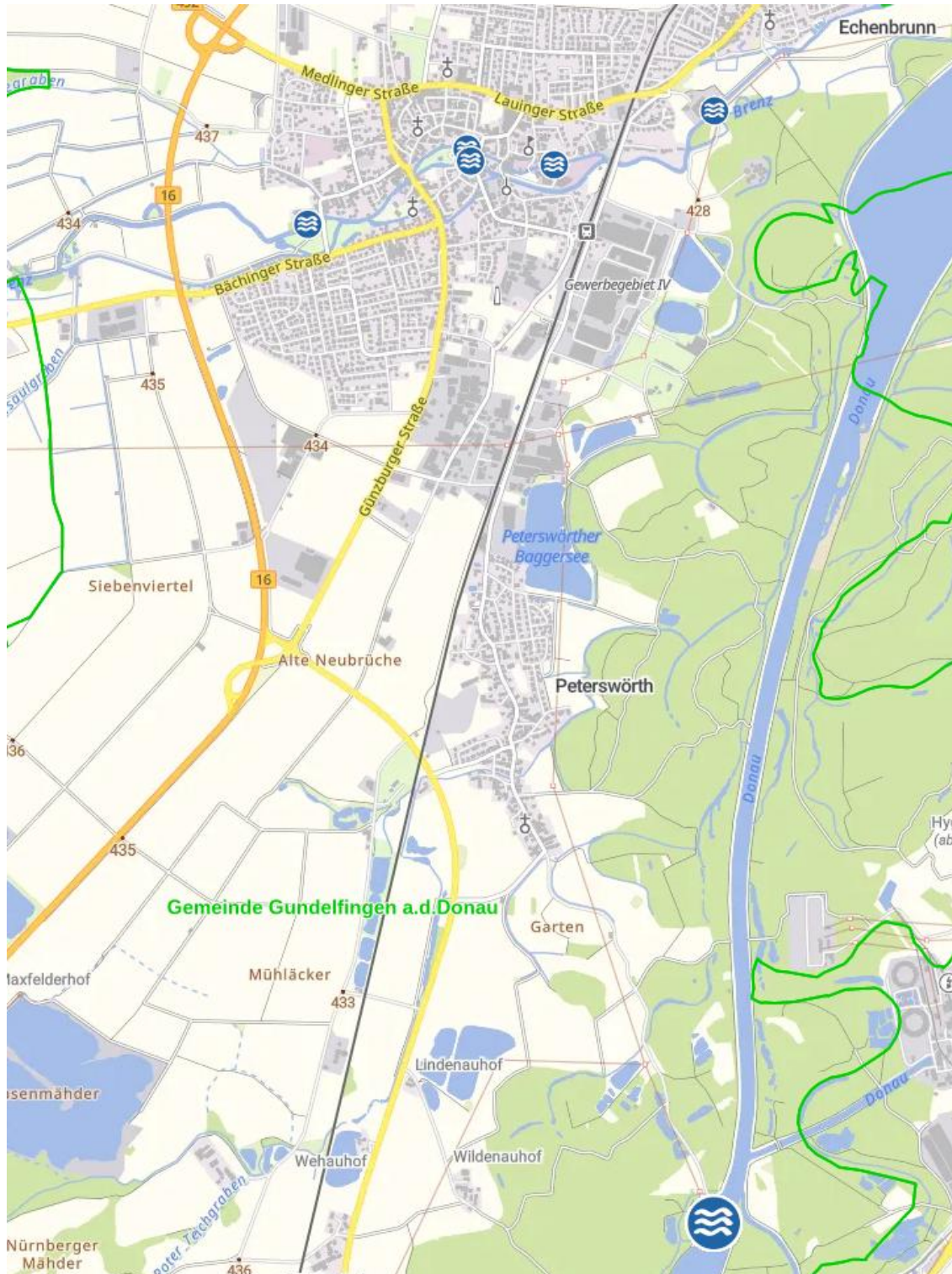


Abbildung 33: Bestehende Wasserkraftanlagen nach [3]

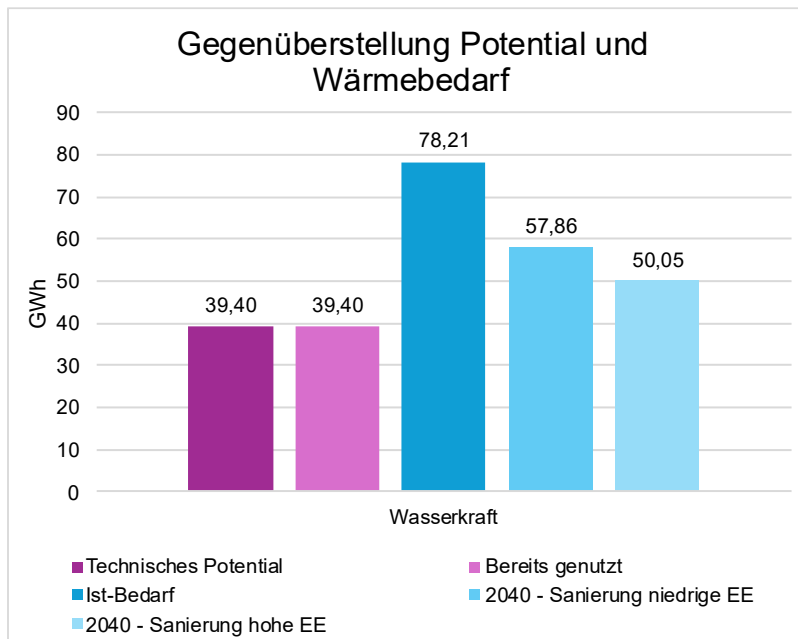


Abbildung 34: Potenzial Wasserkraft

4.11 Zwischenfazit Potenzialanalyse

In Abbildung 35 sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse zusammengefasst und dem aktuellen Wärmebedarf sowie dem Wärmebedarf nach Nutzung der Sanierungspotenziale gegenübergestellt.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits erwähnt, handelt es sich bei den Potenzialen um technische Maximalpotenziale. In der Realität können diese sicherlich nicht in Gänze gehoben werden.

Folgende Schlussfolgerungen können aus der Potenzialanalyse gezogen werden:

- Es steht eine Vielzahl an nutzbaren und noch ungenutzten Potenzialen zur Verfügung.
- V.a. oberflächennahe Geothermie, Flusswasser und Solarpotentiale

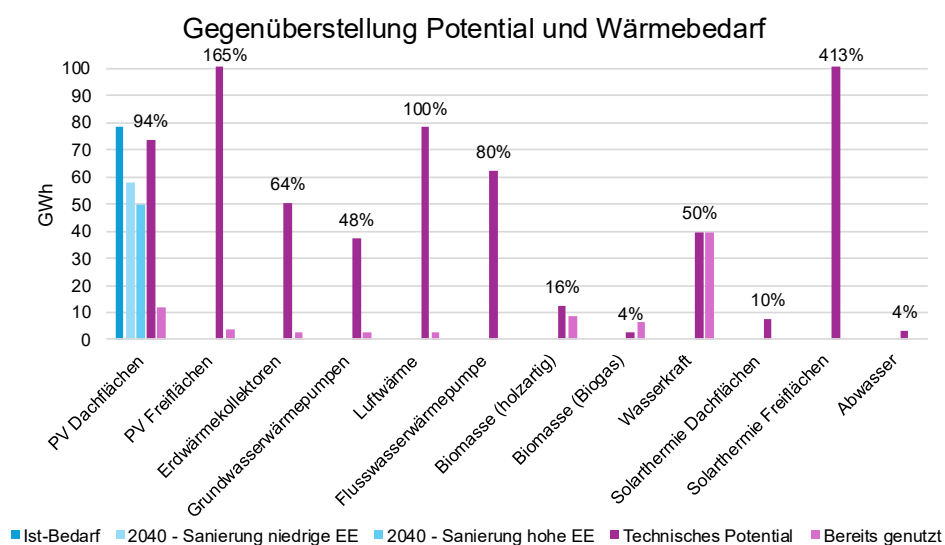


Abbildung 35: Zusammenfassung Potenziale

5 Zielszenario und Wärmeversorgungsgebiete

5.1 Allgemeines

Aus den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wird im Folgenden ein Zielszenario für das Gebiet der Stadt Gundelfingen a. d. Donau entwickelt. Dabei spielt insbesondere die Fragestellung eine Rolle, ob ein Gebiet zentral über ein Wärmenetz oder dezentral über individuelle Einzellösungen versorgt werden soll.

Beim Zielszenario ist insbesondere auf folgende Reihenfolge zu achten:

1. Priorität: Energieeinsparung

Sowohl im Bereich Strom als auch im Bereich Wärme ist vordringlich auf eine Reduktion des Energieverbrauchs hinzuwirken. Energieeinsparung ist der wichtigste Ansatzpunkt und der entscheidende Schlüssel im Hinblick auf die Erreichung von Klimaschutzzielen und der Energiewende. Die Potenziale an Erneuerbaren Energien reichen aus, um den derzeitigen Energiebedarf zu decken. Im Bereich Wärme ist insbesondere die Gebäudesanierung voranzutreiben. Auch durch entsprechendes Nutzerverhalten kann Wärmeenergie eingespart werden.

2. Priorität: Effizienzsteigerung

Durch die Energieeffizienzsteigerung sollen die verwendeten Energieträger so effizient wie möglich eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist insbesondere auf die Nutzung von Abwärme, die Etablierung von Niedertemperaturheizungen und den Einsatz von Anlagen mit möglichst hohem Wirkungsgrad hinzuwirken. Dadurch kann der Energiegehalt der eingesetzten Energieträger bestmöglich ausgenutzt werden.

3. Priorität: Nutzung Erneuerbarer Energien

Der verbleibende Energiebedarf für Wärme ist so weit wie möglich durch Erneuerbare Energien zu decken.

5.2 Gebietseinteilung in der Wärmeplanung

Ein zentrales Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Identifikation von Gebieten, die für den Ausbau oder die Nutzung von Wärmenetzen infrage kommen.

Die Ausweisung der Versorgungsgebiete im kommunalen Wärmeplan bedeutet weder, dass die Wärmeversorgungsvariante vollumfänglich in dieser Form umgesetzt wird, noch, dass diese vom Gebäudebesitzer ausschließlich genutzt werden muss. Am Ende des Prozesses haben die Bürger aber deutlich mehr Klarheit über die zukünftigen Möglichkeiten ihrer Wärmeversorgung. Hauseigentümer können somit besser planen, welche Investitionen in die Energieversorgung zu welchem Zeitpunkt für sie am sinnvollsten sind.

Dabei werden folgende Gebietstypen unterschieden:

5.2.1 Wärmenetzgebiete

Diese Gebiete verfügen bereits über ein Wärmenetz oder sind für dessen Ausbau vorgesehen. Ein bedeutender Teil der Gebäude und Unternehmen soll hier über das Netz mit Wärme versorgt werden. Je nach Entwicklungsstand werden drei Kategorien unterschieden:

- **Wärmenetzverdichtungsgebiete:** Ein bestehendes Netz ist vorhanden, und zusätzliche Verbraucher in direkter Nähe sollen angeschlossen werden.
- **Wärmenetzausbaugebiete:** Ein vorhandenes Netz wird in ein angrenzendes Gebiet erweitert, in dem bislang keine Wärmenetzversorgung besteht.
- **Wärmenetzneubaugebiete:** Hier soll ein völlig neues Wärmenetz entstehen.

5.2.2 Wasserstoffnetzgebiete

In diesen Gebieten gibt es bereits eine Wasserstoffinfrastruktur oder es ist eine konkrete Planung dafür vorhanden. Der Wärmebedarf wird dort überwiegend durch Wasserstoff gedeckt.

5.2.3 Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

In diesen Bereichen ist keine leitungsgebundene Wärmeversorgung vorgesehen. Stattdessen erfolgt die Wärmeerzeugung vorwiegend durch individuelle Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen.

5.2.4 Prüfgebiete

In diesen Bereichen ist die Datenlage noch nicht ausreichend für eine Einteilung.

Diese Einteilung dient als Grundlage für eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene.

5.2.5 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

In diesen Bereichen besteht erhöhtes Einsparpotenzial durch Gebäudesanierung. Diese Gebiete können zukünftigen im Rahmen von Sanierungsstrategien schwerpunktmäßig betrachtet werden.

5.3 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse untersucht, um festlegen zu können, in welchen Gebieten Wärmenetze sinnvoll wären bzw. welche Gebiete eher durch Einzellösungen versorgt werden sollten.

Einfluss auf diese Entscheidung haben insbesondere folgende Informationen:

- Hohe Wärmebelegungsdichte bei 100 % und 60 % Anschlussquote
- Sanierungspotenziale
- Aktuelle Bebauungsstruktur
- Großverbraucher/Ankerkunden, ggf. Abwärmepotenziale
- Vorhandene Energieinfrastruktur
- Erweiterungsmöglichkeiten bestehender Energieinfrastruktur

- Vorhandene Potenziale (z.B. Abwärme)
- Bebauungsstruktur und Umfeld

Wärmenetze sind kostenintensive und langfristig wirksame Maßnahmen. Aus diesem Grund müssen bei der Szenarioentwicklung auch zukünftige Entwicklungen beachtet werden. Die erarbeiteten Zukunftsszenarien müssen Veränderungen des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierungen, Nachverdichtungen oder demografischen Wandel beinhalten. Aus diesem Grund ist der zugrunde zulegende Wärmebedarf mit entsprechenden Zu- bzw. Abschlägen zu versehen. Bei der Szenarioentwicklung wurden daher nicht nur der aktuelle Wärmebedarf, sondern auch der zukünftige Wärmebedarf nach einer Sanierung sowie unterschiedliche Anschlussquoten berücksichtigt. Der Leitfaden Wärmeplanung [4] schlägt die Bewertungsindikatoren gemäß Tabelle 8 vor.

Tabelle 8: Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [4]

Bewertung der Eignung	Wärmeliniendichte [MWh/(m*a)]	Erwarteter Anschluss- grad im Zieljahr
Hohe Eignung	„Neubaugebiet“: 1,1–1,5 MWh/m*a „verdichtetes Gebiet“: 1,7–2,0 MWh/m*a	60 - 95 %
Mittlere Eignung	„Neubaugebiet“: 0,7–1,1 MWh/m*a „verdichtetes Gebiet“: 1,3–1,7 MWh/m*a Zusätzliche Hürden zu erwarten: >2 MWh/m*a	40 - 80 %
Geringe Eignung	bis 0,7 MWh/m*a	20 - 60 %

Im Rahmen eines iterativen Prozesses wurde so zunächst ein Entwurf der Gebietseinteilung erstellt. Dieser erste Entwurf wurde dann mit den örtlichen Energieversorgern und im Steuerungskreis diskutiert und fortgeschrieben. Der zweite Entwurf wurde dann im Stadtrat präsentiert und diskutiert. Abschließend wurde dann dieser Entwurf für die Dauer von einem Monat öffentlich ausgelegt, um Stellungnahmen von der Öffentlichkeit berücksichtigen zu können.

5.4 Gebietseinteilung für die Stadt Gundelfingen a. d. Donau

In Abbildung 36 ist die Gebietseinteilung für die Stadt Gundelfingen a. d. Donau dargestellt.

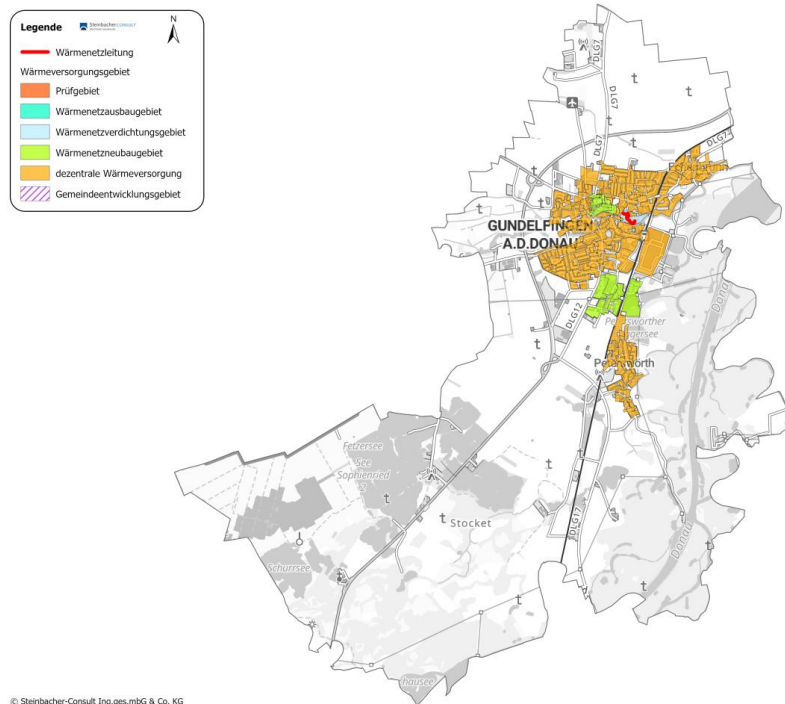


Abbildung 36: voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

5.4.1 Wärmenetzgebiete

Es liegt bereits ein kleineres Wärmenetz vor. Dieses Gebiet ist als Wärmenetzverdichtungsgebiet ausgewiesen. Aus den Ergebnissen der Wärmeplanung ergaben sich Neubaupotentiale für Wärmenetze.

5.4.2 Wasserstoffnetzgebiete

Im kommunalen Wärmeplan sind keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Die Stadt Gundelfingen a. d. Donau geht auf Basis des Rechtsgutachtens „Rechtsanwälte Günther Partnerschaft: Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen Wasserstoffnetzausbauplanung, Hamburg Juni 2024“ [5] aktuell davon aus, dass eine Versorgung mit Wasserstoff für Haushaltskunden und Gewerbe, Handel, Dienstleistung unrealistisch und damit ungeeignet ist und eine Planung mit Wasserstoffnetzgebieten derzeit bis zur Vorlage **verbindlicher** Fahrpläne für die Transformation des Gasverteilnetzes nach § 71 k GEG ausgeschlossen wird. Dies schließt die spätere Versorgung der lokalen Industrie nicht aus.

Der örtliche Gasnetzbetreiber (Netze ODR GmbH) führt derzeit Prüfungen der Wasserstofftauglichkeit durch und arbeitet gerade einer umfassenden Transformationsstrategie, um Aussagen zur Umstellung Ihres Gasnetzes treffen zu können. Sollten vermehrt Kunden auf andere Energieträger umstellen, wird die Netzauslastung niedriger ausfallen, was zu steigenden Netzentgelten im Gasnetz und somit zu unattraktiven Angeboten für die verbleibenden Kunden führen kann. Rechtzeitig bevor die Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes im Zusammenhang mit der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Gundelfingen a. d. Donau zum Tragen kommen, erhält der Gasnetzbetreiber die Möglichkeit über die politischen Rahmenbedingungen, den Stand der Technik und der Marktentwicklung bezüglich der

Wärmeversorgung mit Wasserstoff zu berichten. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die erdgasversorgten Gebiete im Plan „Wärmeversorgungsgebiete“ als dezentrale Versorgungsgebiete dargestellt. Sollten sich bis dahin verbindliche Erkenntnisse zum Thema Wasserstoff ergeben, werden die dezentralen Versorgungsgebiete erneut geprüft und eventuell als Prüfgebiete ausgewiesen. Nicht erdgasversorgte Stadtteile werden nicht mehr behandelt.

5.4.3 Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

In Gebieten, in denen eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärme- oder Gasnetz nicht sinnvoll ist, sind dezentrale Einzellösungen zu verwirklichen. Wegen der vergleichsweise geringen Gebäudedichte und der geringen Wärmeliniedichte sind diese Gebiete für den Bau von größeren Wärmenetzen nicht geeignet. In Einzelfällen können auch hier Mikro-Nahwärmenetze sinnvoll sein. Dezentrale Wärmeversorgungssysteme sind prinzipiell überall möglich.

5.4.4 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Die Ausweisung der Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial wurde anhand der ermittelten Sanierungspotenziale ausgewiesen (vgl. Kapitel 4.2). Informationen zum aktuellen Sanierungszustand der Gebäude liegen nicht vor. Insbesondere Gebäude, die vor 1978 erbaut wurden, weisen hohe Sanierungspotenziale auf:

- Die Gebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut, sodass keine Mindeststandards für die Dämmung eingehalten wurden.
- Die Bauweise der Gebäude erlaubt oft eine umfassende energetische Modernisierung.
- Bei Gebäuden mit einem Baujahr zwischen 1919-1978 sind i.d.R. kaum Einschränkungen bei Sanierungsmaßnahmen aufgrund von Denkmalschutz zu erwarten.

Die Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial sind in Abbildung 37 dargestellt.

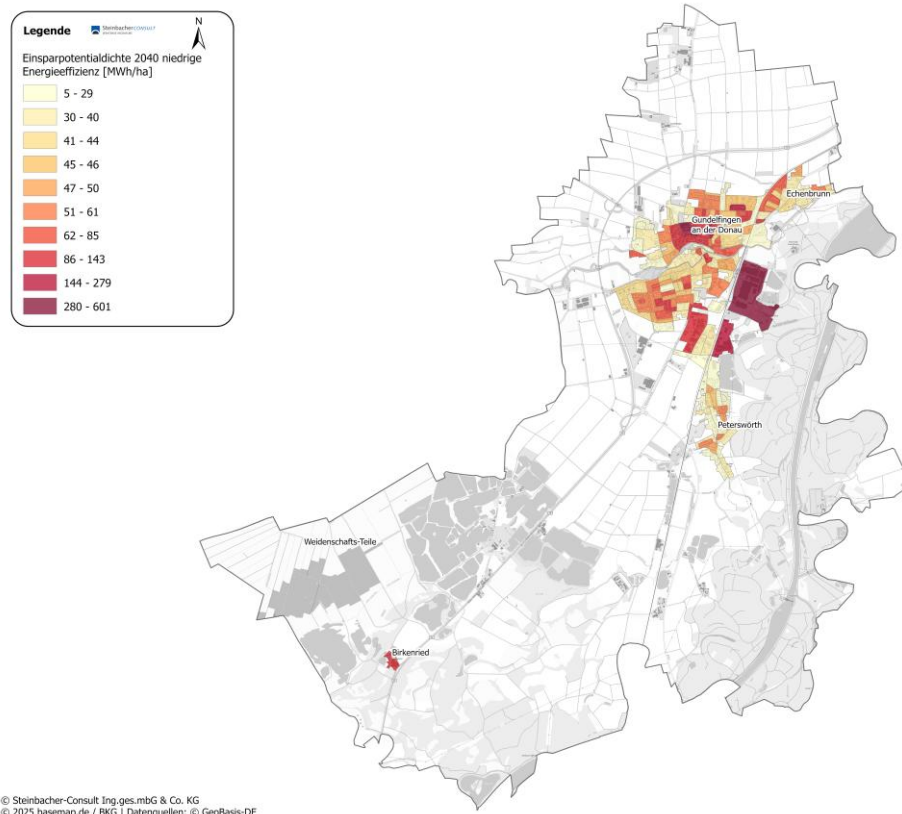


Abbildung 37: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Neben der Sanierung der Gebäudehülle sollte bei gut sanierten Gebäuden auch immer das Heizungssystem erneuert werden. Neben einer neuen Heizanlage empfiehlt es sich auch auf ein Niedertemperatursystem umzustellen. Durch die Gebäudesanierung kann zumeist die Heizungsanlage auch etwas kleiner dimensioniert werden.

5.5 Zielszenario 2040

Das bayerische Klimaschutzgesetz schreibt eine vorzeitige Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 vor. D.h. ab diesem Jahr muss die Wärmeversorgung klimaneutral erfolgen. Es dürfen keine fossilen Energieträger wie Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas mehr eingesetzt werden. Für das Zieljahr 2040 wird aus den bisherigen Ergebnissen ein Zielszenario entwickelt, wie diese Vorgaben erreicht werden können.

5.5.1 Entwicklung Wärmebedarf

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde dargelegt, wie der Wärmebedarf durch Gebäudesanierung signifikant reduziert werden kann. Im Rahmen des Zielszenarios wird das Sanierungsszenario „niedrige Energieeffizienz“ angenommen. Die Entwicklung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 38 dargestellt. Bis 2040 werden 29 % des aktuellen Wärmebedarfs eingespart. Die Einsparungen sind größtenteils der Industrie und den privaten Haushalten zu zuordnen.

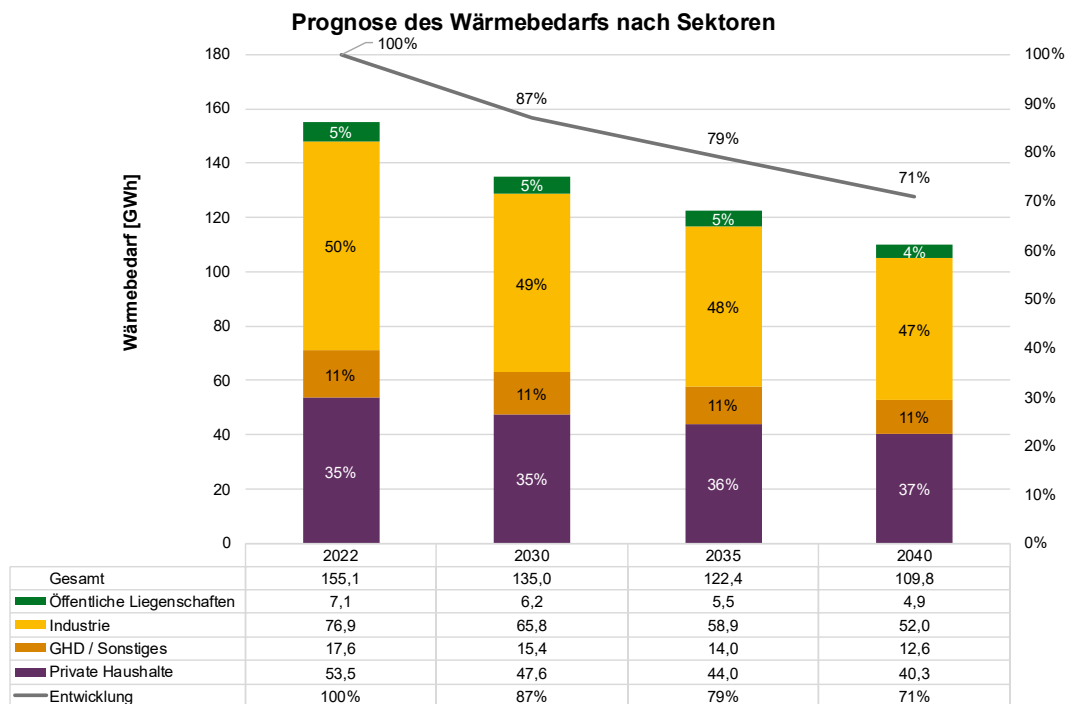


Abbildung 38: Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren

5.5.2 Entwicklung Wärmeerzeuger

Den Gebäuden wird ein möglicher primärer Wärmeerzeuger zugeordnet. Unterstützende Heizsysteme wie Solarthermie werden nicht berücksichtigt. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 39 dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass bis 2040 alle fossilen Energieträger ausgetauscht werden. Es wird angenommen, dass Stromheizungen und Wärmeerzeugungsanlagen basierend auf erneuerbare Energien den Energieträger nicht wechseln. In den Wärmenetzgebieten wird eine Anschlussquote von 60 % an Wärmenetze angenommen. Alle anderen Heizungen, die getauscht werden müssen, werden auf Wärmepumpen bzw. Biomasse aufgeteilt. Dabei wird angenommen, dass der Gesamt-Biomasse-Verbrauch konstant bleibt. Für die Prozesswärme in der Industrie wird angenommen, dass diese durch Power-to-Heat Anlagen erzeugt wird.

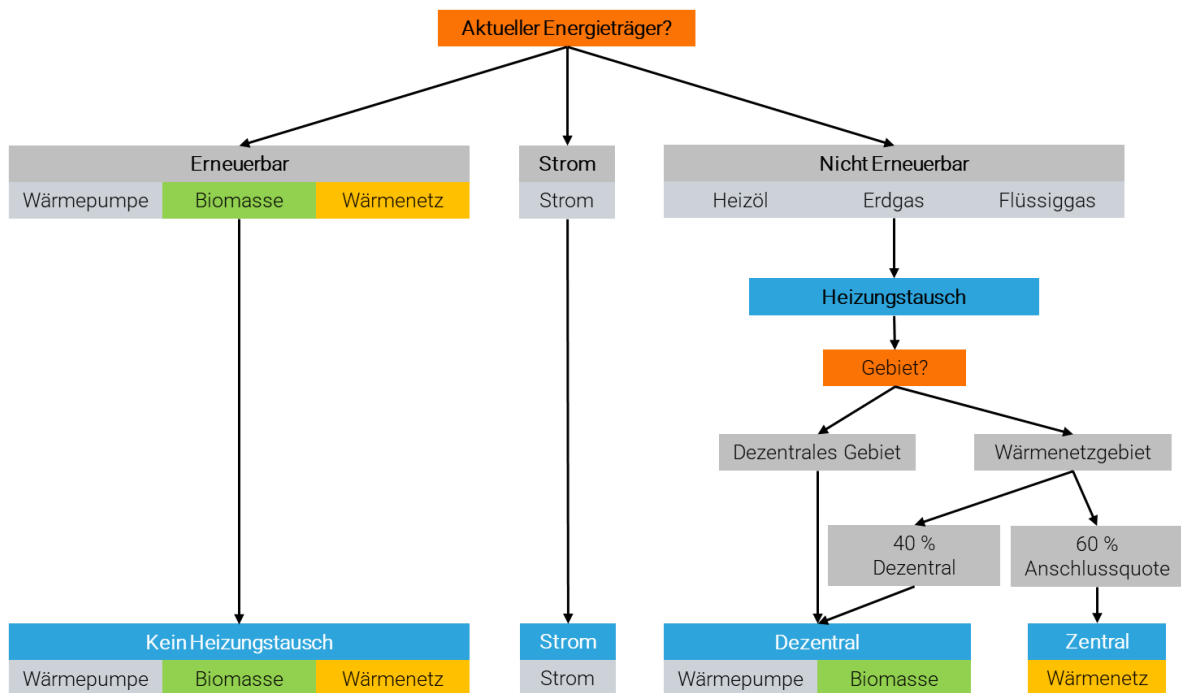


Abbildung 39: Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung

In Abbildung 40 ist die Entwicklung der Wärmeerzeuger dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Zieljahr 2040 die Hauptheizungsart, die 88 % der Gebäude versorgt, die Wärmepumpe sein wird. Durch Biomasse und Wärmenetze könnten jeweils 4 % und durch Strom 3 % der Gebäude versorgt werden.

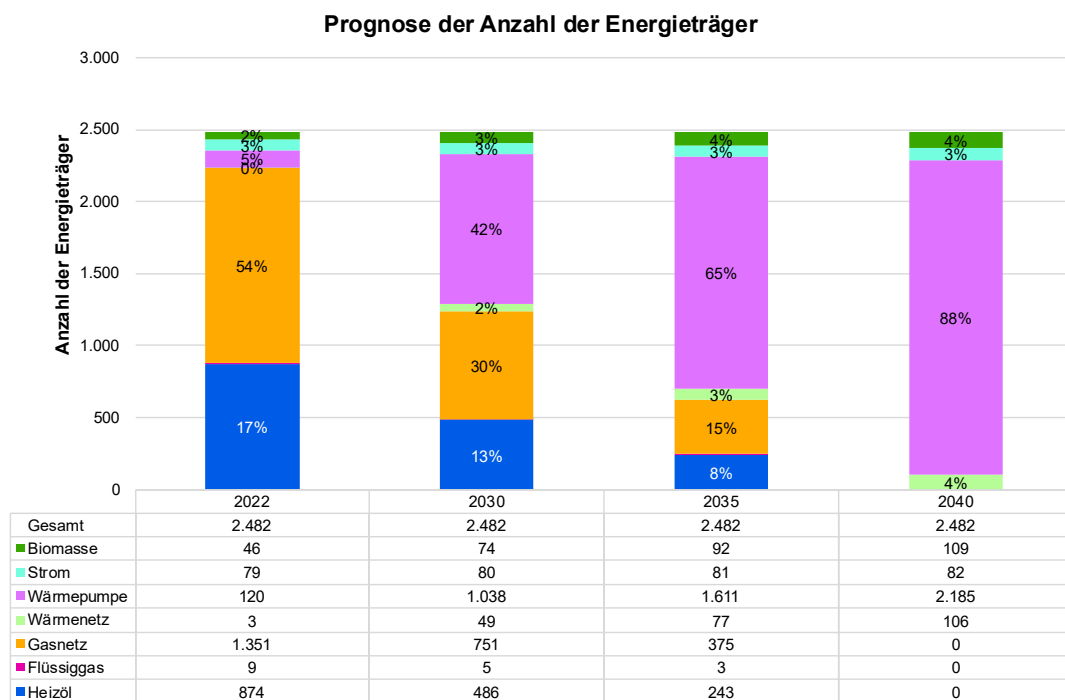


Abbildung 40: Entwicklung Wärmeerzeuger

5.5.3 Entwicklung Wärmebedarf / Endenergieverbrauch

Aus der Entwicklung des Wärmebedarfs und der eingesetzten Wärmeerzeuger resultiert die Entwicklung der Endenergieträger und deren Verbrauch.

In Abbildung 41 ist die Entwicklung des Wärmebedarfs getrennt nach Energieträger dargestellt. Während im Bestand Erdgas mit 76 % dominiert, gefolgt von Heizöl mit 17 %, verschwinden die fossilen Energieträger bis 2040. Der Wärmebedarf kann dann mit 52 % durch Wärmepumpen, mit 34 % durch Strom, mit 8 % durch Wärmenetze und mit 6 % durch Biomasse gedeckt werden.

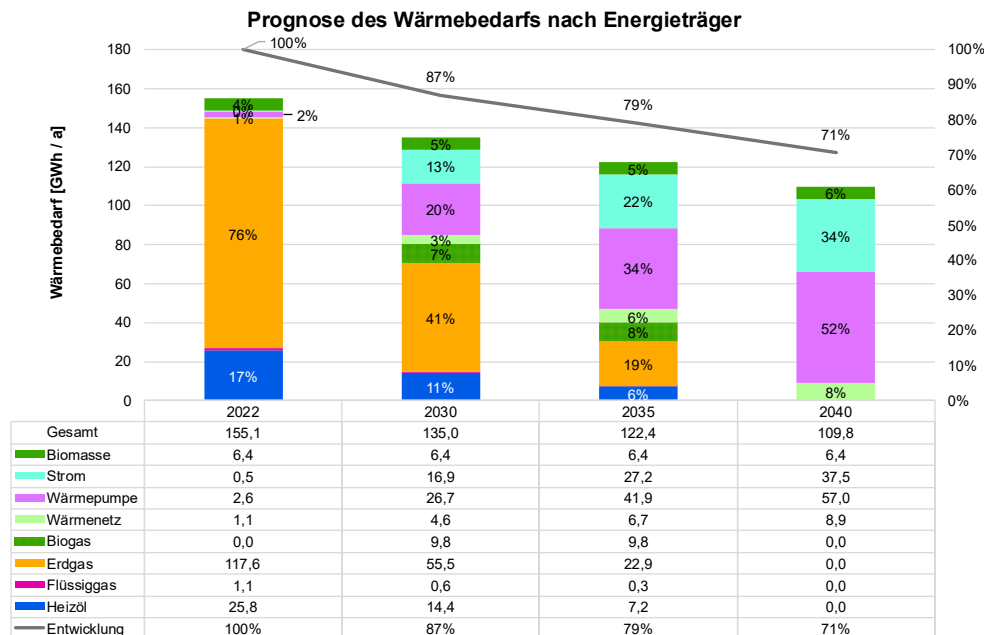


Abbildung 41: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger

Der Endenergieverbrauch sinkt deutlich mehr als der Wärmebedarf (vgl. Abbildung 42). Dies liegt v.a. am Einsatz von Wärmepumpen mit einer angenommenen JAZ von 3,5. Diese benötigen als Endenergiequelle Strom und erzeugen damit etwa das 3,5-fache an Nutzenergie (Wärme). In Summe können 58 % an Endenergie eingespart werden.

Erdgas und Heizöl verschwinden komplett. Hauptenergieträger ist mit 52 % der Strom, gefolgt von Wärmepumpen mit 22 %. Wärmenetze nehmen einen Anteil von 15 % am Endenergieverbrauch ein, Biomasse 10 %.

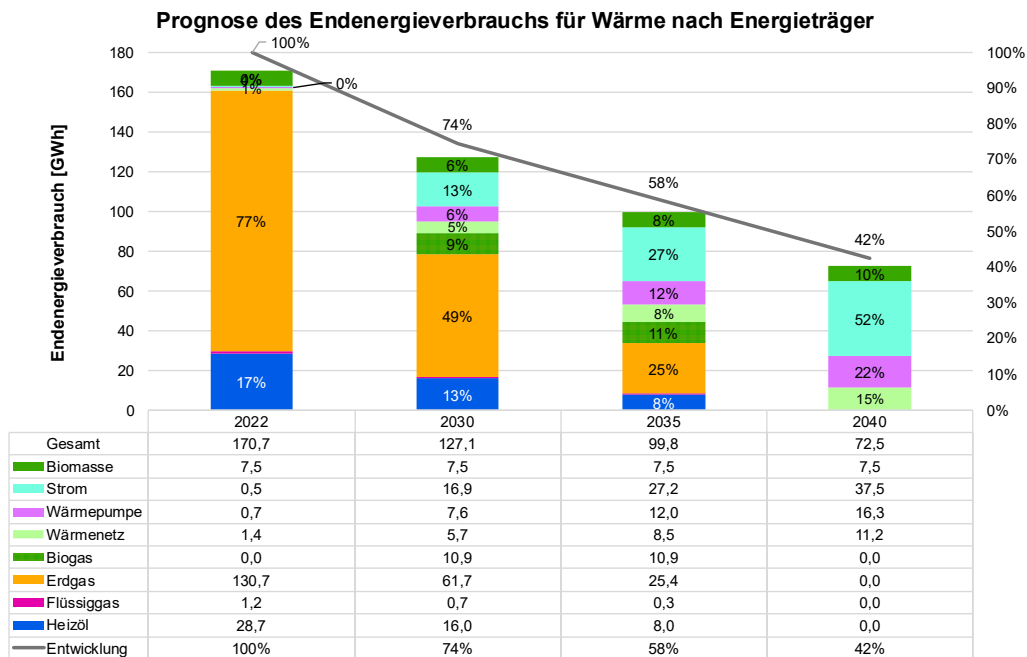


Abbildung 42: Entwicklung Endenergieverbrauch

5.5.4 Entwicklung Treibhausgasemissionen

Unter Verwendung der spezifischen Emissionsfaktoren aus Tabelle 5 ergibt sich mit der Entwicklung des Endenergieverbrauchs die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Abbildung 43.

In Summe können die Emissionen von derzeit 41.370 t/a um 96 % auf 1.656 t/a im Jahr 2040 reduziert werden. Hauptemissionsträger ist dann Strom mit 938 t/a, gefolgt von Wärmepumpen mit 407 t/a.

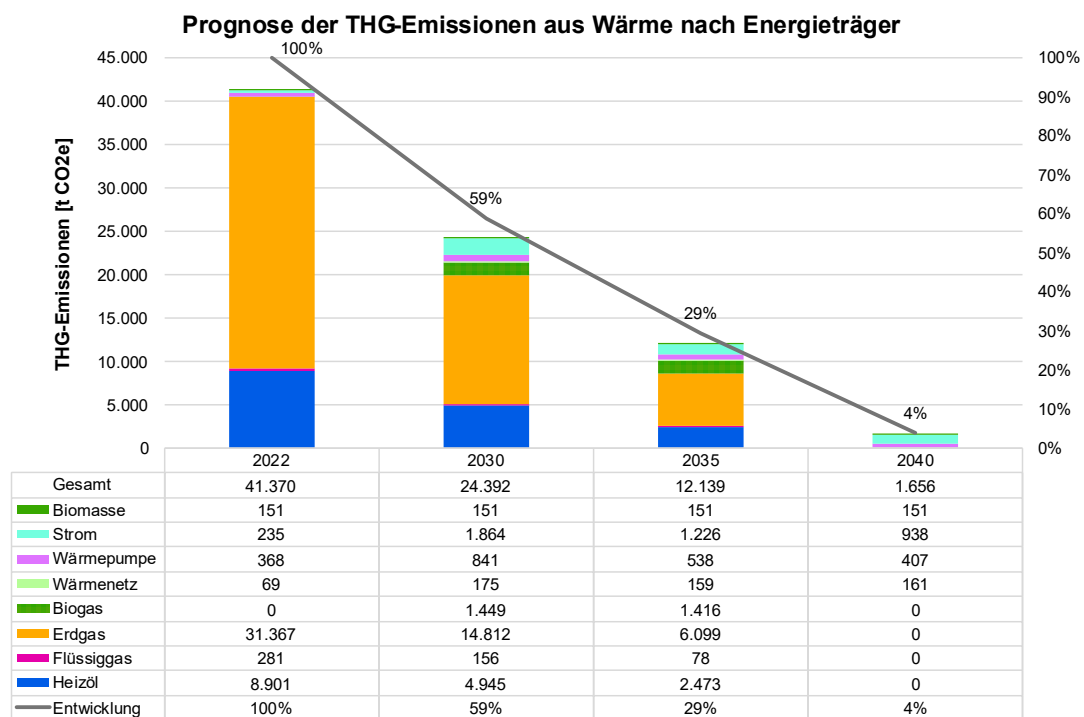


Abbildung 43: Entwicklung Treibhausgasemissionen

5.5.5 Indikatoren zur Erreichung des Zielszenarios

In Tabelle 9 sind die Indikatoren zur Erreichung des Zielszenarios gemäß Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

Tabelle 9: Indikatoren Erreichung Zielszenario

Indikator		Ist	2030	2035	2040
Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärmeversorgung [kWh/a]	Erdgas	130.694.312	61.716.758	25.412.783	0
	Biogas	0	10.891.193	10.891.193	0
	Holz	1.260.233	3.265.574	4.530.712	5.804.926
	Strom	0	2.405.096	3.890.582	5.362.453
	Insgesamt	131.956.567	78.280.651	44.727.304	11.169.419
Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung	Erdgas	99 %	79 %	57 %	0%
	Biogas	0 %	14 %	24 %	0%
	Holz	1 %	4 %	10 %	52 %
	Strom	0 %	3 %	9 %	48 %
	Insgesamt	77,3 %	61,6 %	44,8 %	15,4 %
Anschluss an Wärmenetz	Gebäude	3	49	77	106
	Anteil	0,1 %	2,0 %	3,1 %	4,3 %
Endenergieverbrauch Gasnetz	Erdgas	130.694.312	61.716.758	25.412.783	0
	Biogas	0	10.891.193	10.891.193	0
Anteil Gasnetz	Erdgas	100 %	85%	70%	Unb.
	Biogas	0 %	15 %	30 %	Unb.
Anschluss an Gasnetz	Gebäude	1.351	751	375	0
	Anteil	54,4 %	30,2 %	15,1 %	0,0%

5.5.6 Kritische Punkte zur Erreichung des Zielszenarios

Im Nachfolgenden werden die größten Hemmnisse bzw. Schwierigkeiten zur Erreichung des Zielszenarios aufgelistet.

1. Rechtliche Rahmenbedingungen:

- **Gebäudeenergiegesetz (GEG):** Das aktuell rechtskräftige Gebäudeenergiegesetz gibt einen sehr klaren und auch realistisch durchsetzbaren Rahmen in Bezug auf die Klimaneutralität im Gebäude bzw. Heizungsbereich. Das Wärmeplanungsgesetz und das Gebäudeenergiegesetz in ihrer heutigen Fassung sind eng aufeinander abgestimmt. Die kommende Bundesregierung hat angekündigt das „Heizgesetz“ abzuschaffen und die Vorgaben technologieoffener und

flexibler gestalten zu wollen. Damit einher geht zunächst eine rechtliche Unsicherheit bzw. fehlende Planungssicherheit für jeden Gebäudeeigentümer. Sollten die aktuellen Vorgaben aufgeweicht und mehr auf Freiwilligkeit und weniger auf rechtliche Verpflichtungen gesetzt werden, besteht die Gefahr, dass Gebäudeeigentümer weniger ambitioniert in Klimaneutralität investieren und damit nicht nur die Klimaziele allgemein, sondern auch das hier skizzierte Zielszenario verfehlt werden.

- **Klimaschutzgesetz:** Das aktuell rechtskräftige bayerische Klimaschutzgesetz sieht eine Klimaneutralität Bayerns bis zum Jahr 2040 vor. Ministerpräsident Markus Söder hat angekündigt, dieses Ziel auf das Ziel der Bundesrepublik anzupassen. Demnach wäre die Klimaneutralität Bayerns erst fünf Jahre später im Jahr 2045 zu erreichen. Die vorliegende Wärmeplanung und das darin entwickelte Zielszenario beziehen sich auf das aktuelle bayerische Klimaziel und damit auf 2040.
- **Überwachung und Sanktionen:** Es müssen Mechanismen zur Überwachung der Umsetzung und zur Sanktionierung von Verstößen oder Nichterreichung der Vorgaben aus Wärmeplanungsgesetz, Gebäudeenergiegesetz und Klimaschutzgesetz etabliert werden. Die angekündigten Änderungen und Aufweichungen insbesondere des Gebäudeenergiegesetzes bergen die Gefahr einer deutlich verzögerten bzw. weniger ambitionierten Herangehensweise sowohl auf staatlicher als auch auf privater Seite.

2. Ideologien:

Ideologien können einen kritischen Punkt zur Erreichung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung darstellen, da sie die Art und Weise beeinflussen, wie Entscheidungen getroffen und Maßnahmen umgesetzt werden. Hier sind einige Gründe, warum Ideologien eine bedeutende Rolle spielen:

- **Wertvorstellungen und Prioritäten:** Ideologien prägen die Wertvorstellungen und Prioritäten der Entscheidungsträger. Beispielsweise könnten umweltbewusste Ideologien den Fokus auf nachhaltige und erneuerbare Energiequellen legen, während wirtschaftlich orientierte Ideologien möglicherweise kostengünstigere, aber weniger umweltfreundliche Lösungen bevorzugen.
- **Akzeptanz und Unterstützung:** Die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung für bestimmte Maßnahmen hängen oft von den vorherrschenden Ideologien ab. Wenn die Bürger eine starke ökologische Ideologie vertreten, sind sie eher bereit, Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes zu unterstützen, auch wenn diese mit höheren Kosten verbunden sind. Ist dies nicht der Fall, wird eher in fossile Technik investiert.
- **Politische Rahmenbedingungen:** Ideologien beeinflussen die politischen Rahmenbedingungen und die Gesetzgebung. Eine Regierung mit einer grünen Ideologie wird wahrscheinlich strengere Umweltauflagen und Förderprogramme für erneuerbare Energien einführen, was die kommunale Wärmeplanung und die Erreichung der Ziele direkt beeinflusst.
- **Konflikte und Kompromisse:** Unterschiedliche Ideologien können zu Konflikten führen, die Kompromisse und Verhandlungen erfordern. Diese Konflikte können den Umsetzungsprozess verlangsamen und die Umsetzung von Maßnahmen erschweren.
- **Langfristige Visionen:** Ideologien bieten oft eine langfristige Vision, die die Richtung der kommunalen Wärmeplanung bestimmt. Eine ideologische Ausrichtung auf Nachhaltigkeit und

Klimaschutz kann langfristige Investitionen in grüne Technologien fördern, während eine kurzfristig orientierte Ideologie möglicherweise auf schnelle und kostengünstige Lösungen setzt.

Insgesamt sind Ideologien ein kritischer Punkt, da sie die Richtung, die Akzeptanz und die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung maßgeblich beeinflussen. Ein ausgewogener Ansatz, der verschiedene ideologische Perspektiven berücksichtigt, kann dazu beitragen, nachhaltige und breit akzeptierte Lösungen zu finden.

3. Finanzielle Förderung:

- **Investitionsbedarf und Finanzierung:** Die Modernisierung der Wärminfrastruktur und der Ausbau erneuerbarer Energien erfordern erhebliche Investitionen. Es ist wichtig, dass Gebäudeeigentümer Zugang zu staatlichen Förderprogrammen und finanziellen Anreizen haben, um diese Kosten zu decken. Es ist zu hoffen, dass sich die aktuelle Förderkulisse nicht verschlechtert.

4. Technologische Herausforderungen:

- **Integration erneuerbarer Energien:** Die Umstellung auf nachhaltige Wärmenetze, aber auch auf Technologien zur nachhaltigen Wärmeversorgung für einzelne Gebäude, erfordert die Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse. Dies erfordert wiederum innovative technische Lösungen und die Anpassung bestehender Infrastrukturen, die mitunter sehr aufwendig und komplex sein können. Die Entwicklung und Implementierung neuer Technologien sind notwendig, um die Effizienz und Nachhaltigkeit der Wärmeversorgung zu verbessern. Einen wesentlichen Anteil v.a. bei Einzellösungen spielen zukünftig Wärmepumpen. Damit verbunden sind Herausforderungen in Bezug auf das örtliche, aber auch überörtliche Stromnetz: Integration von erneuerbaren Energien in das Stromnetz, Anpassung von Strombedarf und -angebot, Integration von Speichermöglichkeiten, Netzausbau, Energie- und Lastmanagement, Smartmeter, um nur einige wenige Schlagwörter zu nennen.

5. Qualifiziertes Personal:

- **Fachkräftebedarf:** Es besteht ein hoher Bedarf an qualifizierten Fachkräften, die über das notwendige Wissen und die Fähigkeiten verfügen, um die komplexen Aufgaben der Wärmewende zu bewältigen. V.a. die Geschwindigkeit, mit der die notwendigen Maßnahmen umzusetzen sind, erfordert einen erheblichen Personaleinsatz seitens der Handwerksbetriebe. Es ist fraglich, ob die erforderlichen Kapazitäten im benötigten Umfang vorhanden sind.

6. Interessenabgleich:

- **Stakeholder-Management und Moderation:** Die verschiedenen Interessen der beteiligten Akteure, einschließlich kommunaler Vertreter, Energieversorger, Bürger und Unternehmen, müssen moderiert und ausgeglichen werden. Dies erfordert transparente Kommunikationsprozesse und die Einbindung aller relevanten Parteien.

- **Konsensbildung und Konfliktlösung:** Es ist wichtig, einen Konsens über die Ziele und Maßnahmen der Wärmeplanung zu erreichen und potenzielle Konflikte frühzeitig zu identifizieren und zu lösen.

7. Kommunikation und Partizipation:

- **Öffentlichkeitsarbeit und Transparenz:** Eine effektive Kommunikation mit der Öffentlichkeit ist entscheidend, um die Bürger über die Ziele und Maßnahmen der Wärmeplanung zu informieren und ihre Unterstützung zu gewinnen. Dies umfasst die Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle und die Bereitstellung verständlicher Informationen.
- **Bürgerbeteiligung und Mitgestaltung:** Die Einbindung der Bürger in den Planungsprozess durch Partizipationsformate wie Workshops, Informationsveranstaltungen und Online-Plattformen ist wichtig, um ihre Bedürfnisse und Anliegen zu berücksichtigen und ihre Akzeptanz zu fördern.

Diese detaillierten Punkte sind entscheidend, um die Ziele der kommunalen Wärmeplanung erfolgreich zu erreichen und eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

6 Umsetzungsstrategie

Auf Basis der Erkenntnisse aus den Zielszenarien werden nachfolgend die gemeinsam mit der Stadt Gundelfingen definierten Fokusgebiete betrachtet, die sich zum Aufbau eines Wärmenetzes unabhängig bestehender Wärmenetze eignen könnten bzw. auf ihre Eignung konkret geprüft werden sollen.

6.1 Fokusgebiete

In Absprache mit der Stadt wurden folgende zwei Fokusgebiete näher betrachtet:

- Altstadt
- Gewerbegebiet

6.1.1 Wirtschaftliche Grundannahmen

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gelten folgende grundsätzlichen Annahmen:

- Der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahre
- Alle Preise sind Nettopreise
- Kalkulatorischer Zinssatz 8,0 %
- Anschlussquote 60 %

Kapitalgebundene Kosten

Im jetzigen Stadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsvarianten nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die angenommenen Investitionskosten basieren auf den Richtwerten des Technikatlögs Kommunale Wärmeplanung [2] und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. Es werden die Kosten für die wesentlichen Hauptkomponenten ermittelt und getrennt dargestellt.

Die angesetzten Kosten wurden gemäß der Annuitätenmethode in Jahreskosten umgerechnet. Dabei wurde ein kalkulatorischer Zinssatz von 8,0 % p.a. angesetzt. Die Nutzungsdauern wurden gemäß Technikatalog Kommunale Wärmeplanung [2] bzw. in Anlehnung an VDI 2067 angesetzt.

Es werden auch die aktuellen Förderungen der beiden Programme KfW 458 [6] für Hausübergabestationen und die BEW-Förderung [7] für das Wärmenetz und die Heizzentrale angesetzt. Die Förderquote für die Übergabestation wird mit einer Grundförderung von 30 % plus 20 % Klimageschwindigkeitsbonus, also in Summe 50 % angenommen, für das Wärmenetz inkl. Heizzentrale wird eine Förderquote von 40 % berücksichtigt. Bei der Realisierung sind zwingend die genauen Förderkonditionen und Bedingungen zu berücksichtigen.

Bedarfsgebundene Kosten

Die bedarfsgebundenen Kosten beinhalten insbesondere die Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergie sowie CO₂-Kosten. Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die Angaben gemäß Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung [2] bzw. VDI 2067. Folgende Annahmen liegen der Berechnung zu Grunde:

- Hackschnitzelkosten: 3,30 Ct/kWh
- Stromkosten: 20,00 Ct/kWh
- CO₂-Kosten: 50 €/t mit einer Steigerung auf 300 €/t bis 2045 [8]

Für die Berechnung des jeweiligen Brennstoffbedarfs wurden entsprechende Heizwerte bzw. Jahresnutzungsgrade sowie Wärmeverluste angenommen. Preissteigerungen wurden nicht angesetzt.

Betriebsgebundene Kosten

Die Kosten für Wartung und Betrieb werden in Anlehnung an die Angaben gemäß Technikkatalog kommunale Wärmeplanung [2] bzw. VDI 2067 anhand von Prozentwerten bezogen auf die Investition ermittelt.

6.1.2 Fokusgebiet Altstadt

Im Folgenden wird eine mögliche Wärmeverbundlösung für Altstadt hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet. In Abbildung 44 ist der mögliche Trassenverlauf für das Wärmenetz dargestellt. Dieses Gebiet ist gekennzeichnet durch Häuser, die in den 50er bis 70er Jahren erbaut wurden und wurde in Abbildung 36 als Wärmenetzneubaugebiet ausgewiesen.

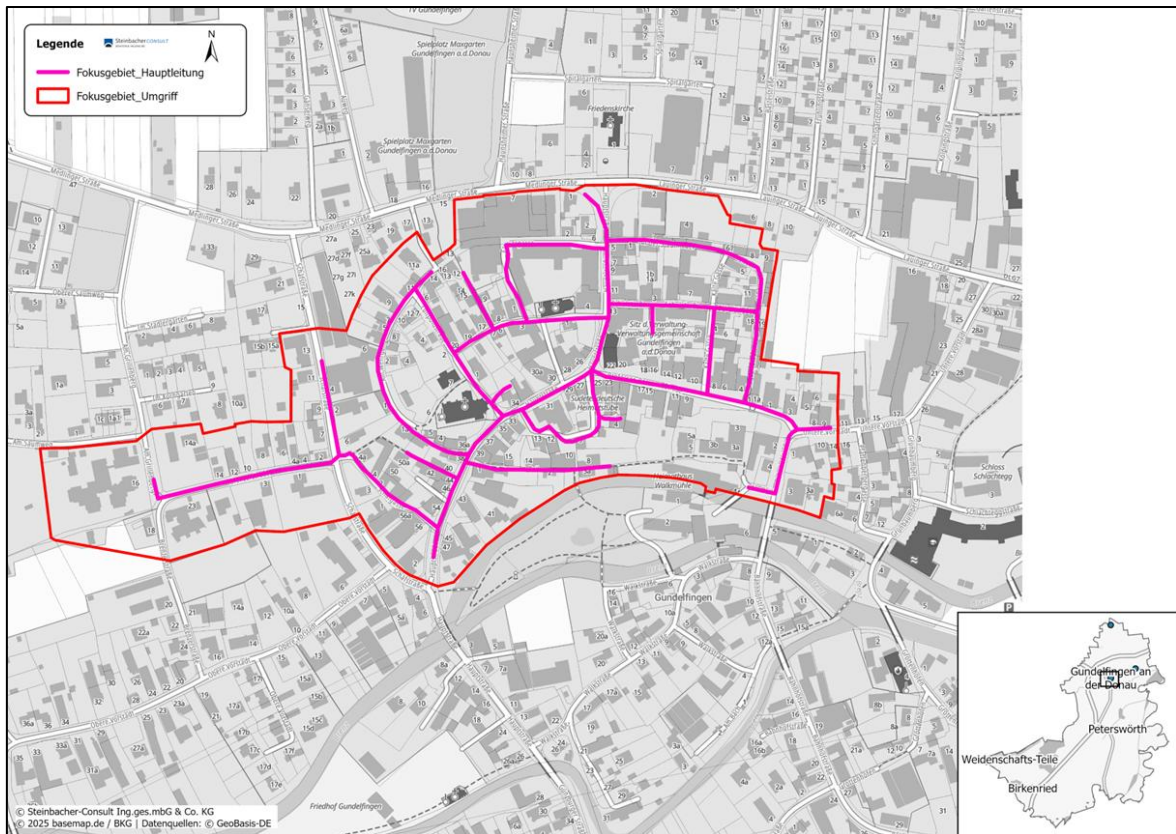


Abbildung 44: Fokusgebiet Altstadt

6.1.2.1 Technische Parameter

In Tabelle 10 ist die aktuelle Versorgungsstruktur im Fokusgebiet Altstadt dargestellt. Unter den Endenergieträgern dominiert mit 77 % bzw. 9.036 MWh/a Erdgas, gefolgt von Heizöl mit 17 % bzw. 1.939 MWh/a. In Summe werden 11.707 MWh/a Endenergie verbraucht.

Tabelle 10: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Altstadt im IST-Zustand

Energieträger	Erzeugte Wärmemenge [MWh/a]	Anteil
Biomasse	630	5%
Wärmenetz	0	0%
Gas	9.036	77%
Heizöl	1.939	17%
Flüssiggas	23	0%
Strom	68	1%
Wärmepumpe	11	0%
Summe	11.707	100%

Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, dass im Gebiet insgesamt 190 Gebäude beheizt werden, wobei 107 davon Einfamilienhäuser, 30 Mehrfamilienhäuser und 53 Gebäude dem Sektor GHD/Sonstiges zugeordnet sind.

Tabelle 11: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Altstadt im IST-Zustand

Energieträger	Gebäudeanzahl	Wärmebedarf [MWh/a]	Anteil
EFH	107	2.036	19 %
MFH	30	1.960	19 %
GHD / Sonstiges	53	6.544	62 %
Industrie	0	0	0 %
Summe	190	10.540	100 %

Das Wärmenetz lässt sich gemäß Tabelle 12 charakterisieren. Die Wärmelinien-dichte bei der angenommenen Anschlussquote von 60 % liegt bei 2.117 kWh/Trm, was unter allgemeinen Gesichtspunkten gemäß dem Leit-faden Wärmeplanung [4] auf eine hohe Eignung (vgl. Tabelle 8) für ein Wärmenetz hindeutet.

Tabelle 12: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Altstadt

Parameter	Wärmenetzentwurf
Trassenlänge [m]	2.987
Anzahl angeschlossener Wohngebäude	82
Anzahl gewerblicher Verbraucher	32
Wärmeabsatz [MWh]	6.324
Wärmelinien-dichte [kWh/Trm]	2.117
Netzverluste [MWh]	1.155
Netz- und Übergabe-verluste	18%

In Abbildung 45 ist der simulierte Lastgang und in Abbildung 46 die geordnete Jahresdauerlinie des Fokusgebiets Altstadt dargestellt. Diese basieren auf den Temperaturdaten der Wetterstation Herma-ringen-Allewind des Deutschen Wetterdienstes von 2023. Die zu deckende Spitzenlast liegt bei theo-retischen 3.711 kW. In der folgenden Berechnung wird von einer Maximallast von 2.100 kW ausgegan-gen. Diese Last ergibt sich durch die Berücksichtigung eines entsprechenden Gleichzeitigkeitsfaktors von 56,57 %, der einbezieht, dass nicht alle Gebäude gleichzeitig mit voller Leistung versorgt werden müssen.

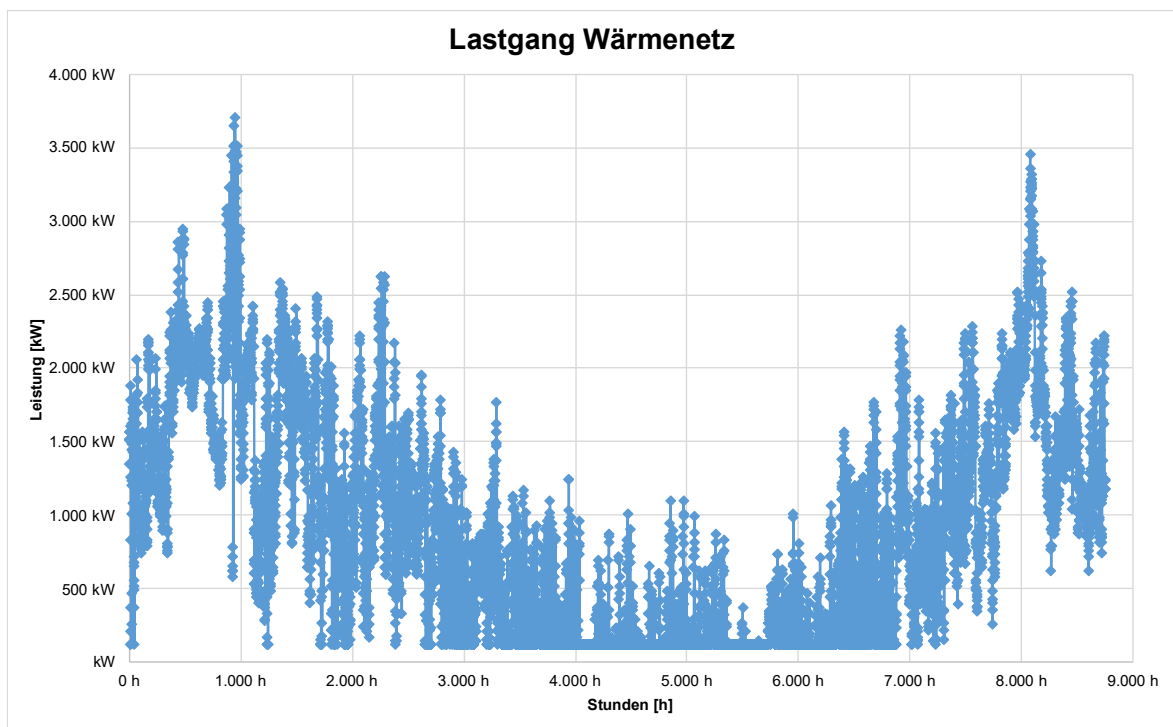


Abbildung 45: Lastgang Fokusgebiet Altstadt

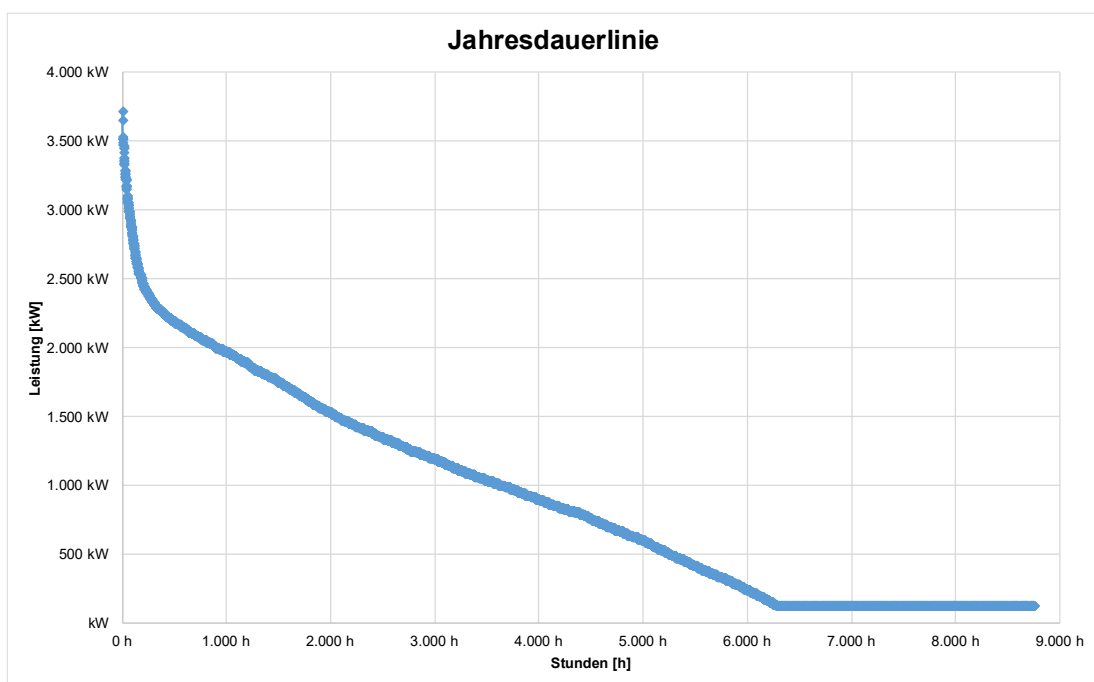


Abbildung 46: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Altstadt

Für das Fokusgebiet Altstadt werden folgende Versorgungsvarianten untersucht:

- Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel
- Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe
- Variante 3: Wärmenetz mit Hackschnitzel + Kompressions-Luft-Wärmepumpe

Für Variante 3: Wärmenetz mit Hackschnitzel + Kompressions-Luft-Wärmepumpe wurde die Luftwärmepumpe zur Grundlastabdeckung mit 700 kW ausgelegt. Der Hackschnitzelkessel dient zur Spitzenlastabdeckung. Die wichtigsten Parameter sind in Tabelle 13 dargestellt.

Aufgrund der Lage in unmittelbarer Nähe zu einer Wohnsiedlung sind die Versorgungsvarianten unter besonderer Berücksichtigung der Umweltauswirkungen und Anwohnerverträglichkeit zu bewerten. Die Hackschnitzelvariante erfordert eine regelmäßige Brennstoffanlieferung per Lkw, was zu zusätzlichem Verkehrsaufkommen sowie Lärm- und Staubemissionen im Wohnumfeld führen kann, wobei durch die direkte Nähe der Staatsstraße ST20268 von einer gewissen Grundbelastung ausgegangen werden kann. Zudem entstehen bei der Verbrennung Emissionen, die in dicht besiedelten Gebieten aus Immissionsschutzgründen kritisch zu betrachten sind. Die Luftwärmepumpe verursacht hingegen keine lokalen Schadstoffemissionen, benötigt jedoch große Luftmengen zur Wärmegewinnung, was zu relevanten Geräuschimmissionen für die Anwohnerschaft führen kann. Darüber hinaus ist ihre Effizienz stark von den Außentemperaturen abhängig, was in kalten Perioden zu einer erhöhten Stromnachfrage führen kann. Durch den kombinierten Einsatz beider Systeme können Synergieeffekte genutzt werden, um den Anlagenbetrieb unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit sowie Umwelt- und Lärmschutz zu optimieren.

Tabelle 13: Variantenvergleich Fokusgebiet Altstadt

Parameter	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Biomasse Leistung	2.100 kW		1.350 kW
Biomasse eingespeiste Wärme	7.889 MWh/a		3.432 MWh/a
Biomasse Endenergieverbrauch	8.766 MWh/a		3.814 MWh/a
Biomasse Anteil an Wärmeerzeugung	100 %		44 %
Wärmepumpe Leistung		2.100 kW	750 kW
Wärmepumpe eingespeiste Wärme		7.889 MWh/a	4.457 MWh/a
Wärmepumpe Endenergieverbrauch		2.818 MWh/a	1.592 MWh/a
Wärmepumpe Anteil an Wärmeerzeugung		100 %	56 %

6.1.2.2 Wirtschaftliche Bewertung

In Tabelle 14 sind die Investitionskosten für die untersuchten Varianten dargestellt. Die Investitionskosten werden sowohl mit als auch ohne Fördermittel dargestellt. Variante 1: Hackschnitzel ist in der Investition am günstigsten, am teuersten wäre Variante 2 Luftwärmepumpe

Tabelle 14: Investitionskosten Fokusgebiet Altstadt



	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Heizzentrale			
Heizung	1.452.854,82 €	2.721.900,25 €	1.906.334,42 €
Nutzungsdauer Heizung	28	25	28 bzw. 25
Wärmenetz			
Hauptleitungsstrang	3.826.347,00 €	3.826.347,00 €	3.826.347,00 €
Nutzungsdauer	40	40	40
Pumpstation	527.260,33 €	527.260,33 €	527.260,33 €
Nutzungsdauer Pumpstation	20	20	20
Hausstationen Fernwärme inkl. Hausan- schlussleitungen			
Hausanschlussleitungen	1.641.225,47 €	1.641.225,47 €	1.641.225,47 €
Nutzungsdauer Hausanschlussleitungen	40	40	40
Hausstationen Fernwärme	846.547,23 €	846.547,23 €	846.547,23 €
Nutzungsdauer	20	20	20
geringinvestive Maßnahmen*	355.763,01 €	355.763,01 €	355.763,01 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Summe vor Förderung	8.649.997,87 €	9.919.043,30 €	9.103.477,47 €
Bundesförderung Wärmenetze	-3.317.693,94 €	-3.825.312,11 €	-3.499.085,78 €
Bundesförderung KfW 458	-87.908,74 €	-87.908,74 €	-87.908,74 €
Summe nach Förderung	5.244.395,18 €	6.005.822,44 €	5.516.482,95 €

* Beinhalten Maßnahmen zur Optimierung des Heizungssystems (hydraulischen Abgleich, Dämmung der Verteilleitungen, Einstellung der Heizkurve, Absenkung der Systemtemperaturen)

In Tabelle 15 sind die Jahreskosten dargestellt. Hier ist Variante 1: Hackschnitzel am günstigsten. Die höchsten laufenden Kosten hätte Variante 2: Luft-WP.

Tabelle 15: Jahreskosten Fokusgebiet Altstadt

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Kapitalgebundene Kosten			
Annuität (Investition)	465.343 €	540.071 €	492.046 €
Bedarfsgebundene Kosten			
Wirkungsgrad	0,9	2,8	0,9 bzw. 2,8
Energiekosten	281.663 €	541.754 €	428.597 €
CO ₂ -Kosten	8.797 €	35.214 €	23.721 €
Annuität (Energie)	281.663 €	541.754 €	428.597 €
Annuität (CO₂)	18.067 €	25.087 €	22.033 €
Betriebsgebundene Kosten			
Jährliche Fixkosten O&M	102.208 €	123.913 €	109.967 €
Variable Kosten O&M	33.210 €	10.771 €	20.534 €
Annuität	135.419 €	134.684 €	130.501 €
Summe Annuitäten	900.492 €	1.241.596 €	1.073.177 €

* Jährliche Wartung Übergabestation

** Strombedarf Netzpumpen

In Abbildung 47 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Varianten für das Fokusgebiet Altstadt dargestellt. Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel ist mit Wärmegestehungskosten von

knapp 14,2 Ct/kWh am wirtschaftlichsten, Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe mit knapp 19,6 Ct/kWh am teuersten. Die Kombination aus Hackschnitzel und Luft-Wärmepumpe liegt mit 17,0 Ct/kWh dazwischen.

Es ist zu erkennen, dass insbesondere die bedarfsgebundenen Kosten, also die Energiekosten einen großen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen, demnach hätten Energiepreisänderungen einen entsprechenden Einfluss auf das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die anfänglichen Investitionskosten spielen ebenfalls fast eine genauso wichtige Rolle.

Ein höherer Anschlussgrad würde sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auswirken.

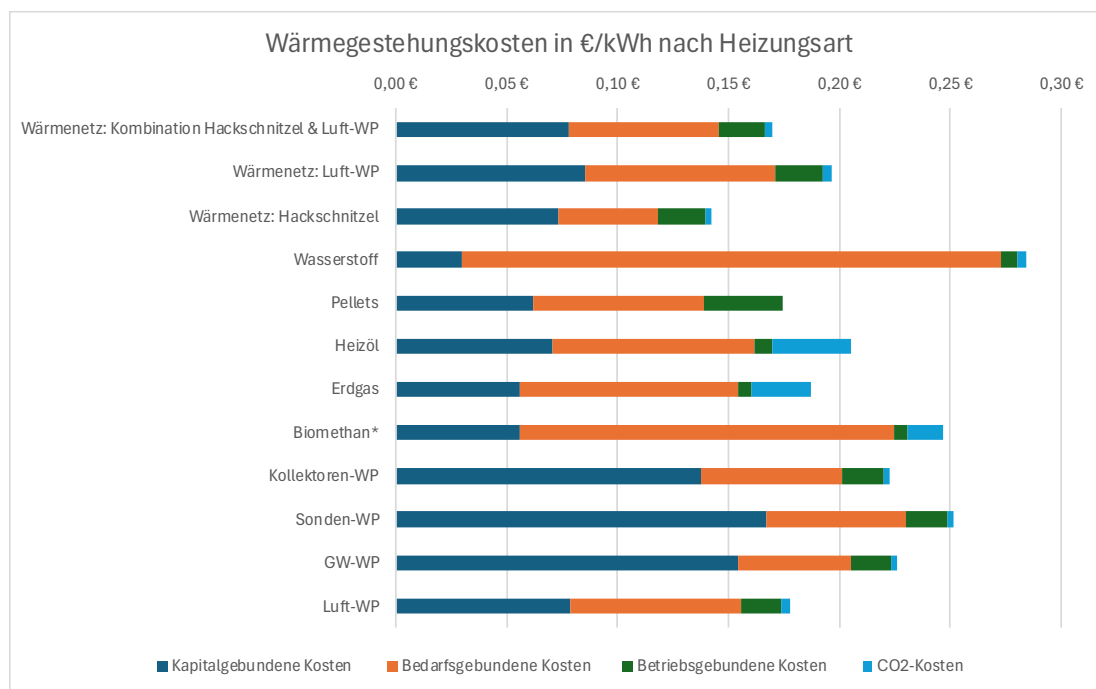


Abbildung 47: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Altstadt Vergleich für ein unsaniertes Einfamilienhaus mit 19 MWh/a Wärmebedarf

Insgesamt ist festzustellen, dass die Wärmegestehungskosten für das Fokusgebiet Altstadt konkurrenzfähig zu Einzellösung sein können (vgl. hierzu die Ergebnisse aus Kapitel 6.2).

Wichtig: Die dargestellten Berechnungen sind eine erste grobe Näherung, die sehr viele Annahmen beinhaltet. Es ist zwingend notwendig für das Fokusgebiet eine detaillierte Machbarkeitsstudie und Planung zu erstellen, um belastbare Zahlen zu erhalten.

6.1.3 Fokusgebiet Gewerbegebiet

Im Folgenden wird eine weitere mögliche Wärmeverbundlösung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet. In Abbildung 48 ist der mögliche Trassenverlauf für das Wärmenetz dargestellt.

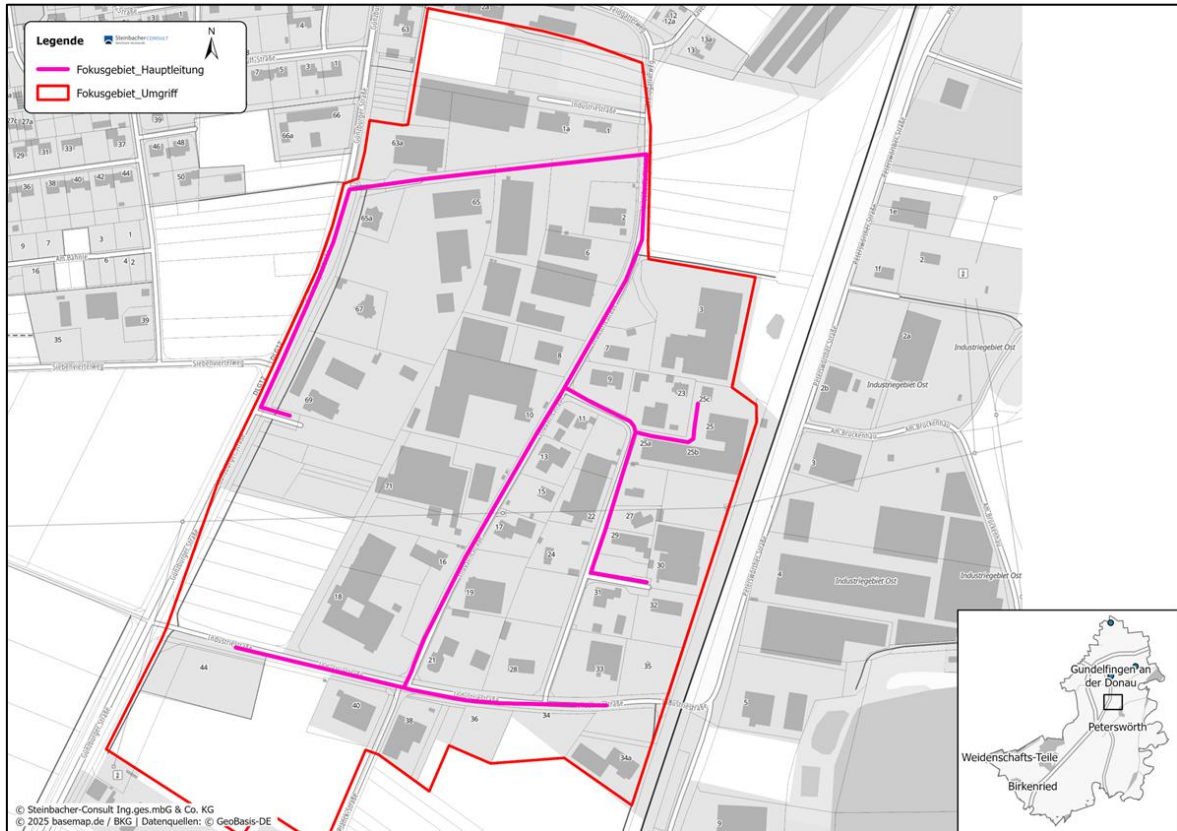


Abbildung 48: Fokusgebiet Gewerbegebiet

6.1.3.1 Technische Parameter

In Tabelle 16 ist die aktuelle Versorgungsstruktur im Fokusgebiet Gewerbegebiet dargestellt. Unter den Endenergieträgern dominiert deutlich mit 81 % bzw. 3.381 MWh/a Erdgas gefolgt von Heizöl mit 12 % bzw. 495 MWh/a. In Summe werden 4.176 MWh/a Endenergie verbraucht.

Tabelle 16: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Gewerbegebiet im IST-Zustand

Energieträger	Erzeugte Wärmemenge [MWh/a]	Anteil
Biomasse	194	5%
Wärmenetz	0	0%
Gas	3.381	81%
Heizöl	495	12%
Flüssiggas	0	0%
Strom	0	0%
Wärmepumpe	107	3%
Summe	4.176	100%

Aus Tabelle 17 ist ersichtlich, dass im Gebiet insgesamt 40 Gebäude beheizt werden, wobei 25 davon GHD zuzuordnen sind. Der Wärmebedarf aller Gebäude beläuft sich auf 4.026 MWh/a.

Tabelle 17: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Gewerbegebiet im IST-Zustand

Energieträger	Gebäudeanzahl	Wärmebedarf [MWh/a]	Anteil
EFH	11	717	18%
MFH	3	245	6%
GHD / Sonstiges	25	2.661	66%
Industrie	1	402	10%
Summe	40	4.026	100%

Das Wärmenetz lässt sich gemäß Tabelle 18 charakterisieren. Die Wärmelinienendichte bei der angenommenen Anschlussquote von 60 % liegt bei 1.267 kWh/Trm, was unter allgemeinen Gesichtspunkten gemäß Leitfaden Wärmeplanung [4] auf eine mittlere Eignung (vgl. Tabelle 8) für ein Wärmenetz hindeutet.

Tabelle 18: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Gewerbegebiet

Parameter	Wärmenetzentwurf
Trassenlänge [m]	1.907
Anzahl angeschlossener Wohngebäude	8
Anzahl gewerblicher Verbraucher	16
Wärmeabsatz [MWh]	2.415
Wärmelinienendichte [kWh/Trm]	1.267
Netzverluste [MWh]	431
Netz- und Übergabeverluste	18%

In Abbildung 49 ist der simulierte Lastgang und in Abbildung 50 die geordnete Jahresdauerlinie des Fokusgebiets Gewerbegebiet dargestellt. Diese basieren auf den Temperaturdaten der Wetterstation Hermaringen-Allewind des Deutschen Wetterdienstes von 2023. Die zu deckende Spitzenlast liegt bei

theoretisch 1.395 kW. In der folgenden Berechnung wird von einer Maximallast von 1.247 kW ausgegangen. Diese Last ergibt sich durch die Berücksichtigung eines entsprechenden Gleichzeitigkeitsfaktors von 89,40 %, der einbezieht, dass nicht alle Gebäude gleichzeitig mit voller Leistung versorgt werden müssen.

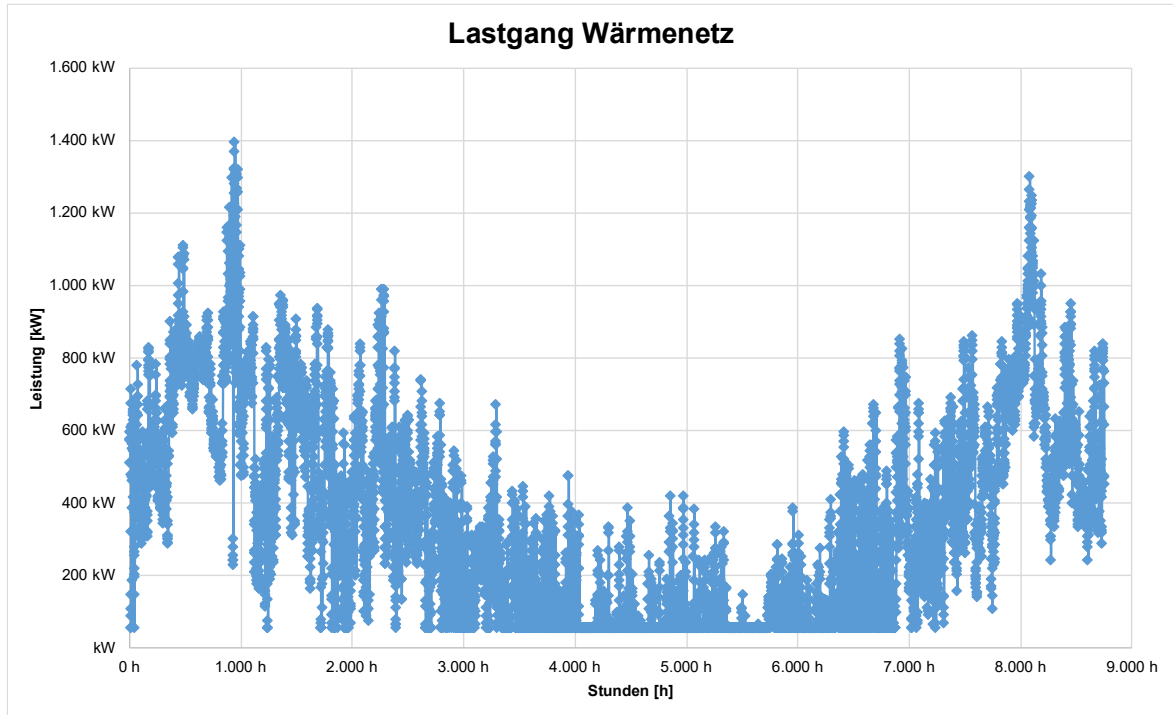


Abbildung 49: Lastgang Fokusgebiet Gewerbegebiet

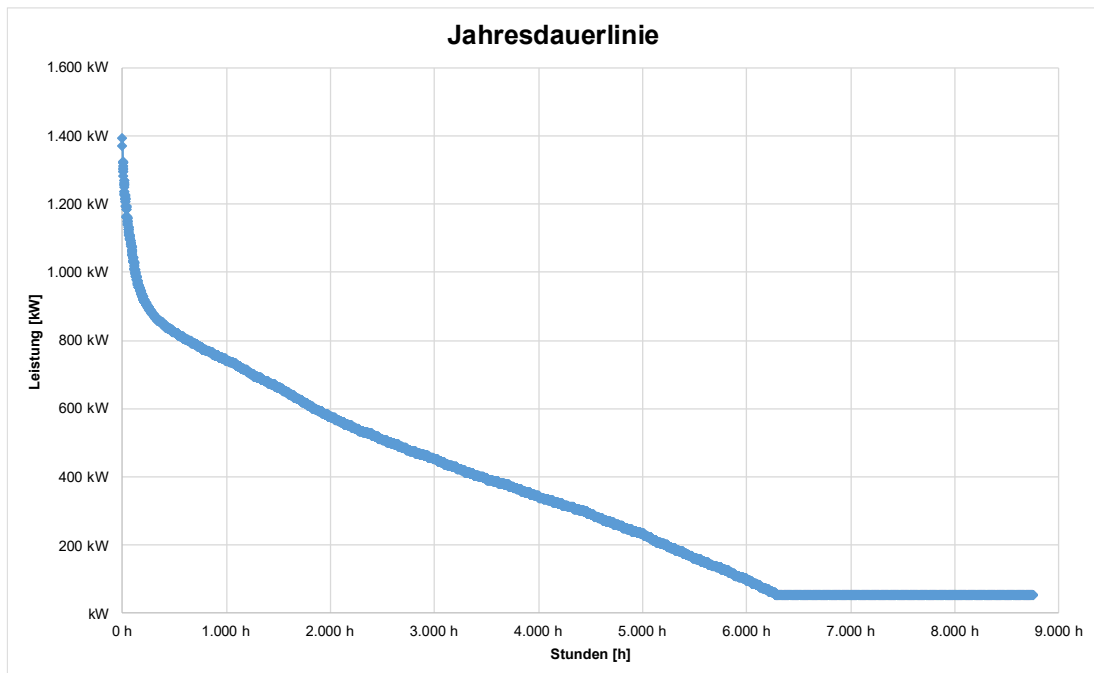


Abbildung 50: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Gewerbegebiet

Für das Fokusgebiet Gewerbegebiet werden folgende Versorgungsvarianten untersucht:

- Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel
- Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe
- Variante 3: Wärmenetz mit Hackschnitzel + Kompressions-Luft-Wärmepumpe

Für Variante 3: Wärmenetz mit Hackschnitzel + Kompressions-Luft-Wärmepumpe wurde die Luftwärmepumpe zur Grundlastabdeckung mit 300 kW ausgelegt. Der Hackschnitzelkessel dient zur Spitzenlastabdeckung. Die wichtigsten Parameter der untersuchten Versorgungsvarianten sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Variantenvergleich Fokusgebiet Gewerbegebiet

Parameter	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Biomasse Leistung	1.430 kW		947 kW
Biomasse eingespeiste Wärme	3.037 MWh/a		1.237 MWh/a
Biomasse Endenergieverbrauch	3.374 MWh/a		1.375 MWh/a
Biomasse Anteil an Wärmeerzeugung	100 %		41 %
Wärmepumpe Leistung		1.247 kW	300 kW
Wärmepumpe eingespeiste Wärme		3.037 MWh/a	1.799 MWh/a
Wärmepumpe Endenergieverbrauch		1.085 MWh/a	643 MWh/a
Wärmepumpe Anteil an Wärmeerzeugung		100 %	59 %

6.1.3.2 Wirtschaftliche Bewertung

In für die untersuchten Varianten dargestellt. Die Investitionskosten werden sowohl mit als auch ohne Fördermittel dargestellt. Variante 1: Hackschnitzel ist in der Investition am günstigsten, am teuersten wäre Variante 2: Luftwärmepumpe.

Tabelle 20 sind die Investitionskosten dargestellt für die untersuchten Varianten dargestellt. Die Investitionskosten werden sowohl mit als auch ohne Fördermittel dargestellt. Variante 1: Hackschnitzel ist in der Investition am günstigsten, am teuersten wäre Variante 2: Luftwärmepumpe.

Tabelle 20: Investitionskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Investitionskosten Heizzentrale			
Investitionskosten Heizung	862.769,86 €	1.836.517,75 €	1.092.003,83 €
Nutzungsdauer Heizung	28	25	28 bzw. 25
Investitionskosten Wärmenetz			
Investitionskosten Hauptleitungsstrang	2.442.867,00 €	2.442.867,00 €	2.442.867,00 €
Nutzungsdauer	40	40	40
Investitionskosten Pumpstation	313.110,65 €	313.110,65 €	313.110,65 €
Nutzungsdauer Pumpstation	20	20	20

Investitionskosten Hausstationen Fernwärme inkl. Hausanschlussleitungen			
Investitionskosten Hausanschlussleitungen	353.741,69 €	353.741,69 €	353.741,69 €
Nutzungsdauer Hausanschlussleitungen	40	40	40
Investitionskosten Hausstationen Fernwärme	234.397,72 €	234.397,72 €	234.397,72 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Investitionskosten geringinvestive Maßnahmen*	123.867,84 €	123.867,84 €	123.867,84 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Summe vor Förderung	4.330.754,77 €	5.304.502,65 €	4.559.988,73 €
Bundesförderung Wärmenetze	-1.682.754,77 €	-2.072.253,93 €	-1.774.448,36 €
Bundesförderung KfW 458	-17.476,36 €	-17.476,36 €	-17.476,36 €
Summe nach Förderung	2.630.523,63 €	3.214.772,36 €	2.768.064,01 €

* Beinhalten Maßnahmen zur Optimierung des Heizungssystems (hydraulischen Abgleich, Dämmung der Verteilleitungen, Einstellung der Heizkurve, Absenkung der Systemtemperaturen)

In Tabelle 21 sind die Jahreskosten für die untersuchten Varianten dargestellt. Auch hier ist Variante 1 Hackschnitzel am günstigsten. Die höchsten laufenden Kosten hätte Variante 2: Luft-WP.

Tabelle 21: Jahreskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Kapitalgebundene Kosten			
Annuität (Investition)	231.982 €	288.849 €	245.378 €
Bedarfsgebundene Kosten			
Wirkungsgrad	0,9	2,8	0,9 bzw. 2,8
Energiekosten	107.169 €	206.131 €	165.807 €
CO ₂ -Kosten	3.347 €	13.399 €	9.303 €
Annuität (Energie)	107.169 €	206.131 €	165.807 €
Annuität (CO₂)	6.874 €	9.545 €	8.457 €
Betriebsgebundene Kosten			
Jährliche Fixkosten O&M	55.819 €	77.514 €	60.836 €
Variable Kosten O&M	12.636 €	4.098 €	7.577 €
Annuität	68.455 €	81.612 €	68.414 €
Summe Annuitäten	414.481 €	586.137 €	488.055 €

* Jährliche Wartung Übergabestation

** Strombedarf Netzpumpen

In Abbildung 51 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Varianten für das Fokusgebiet Gewerbegebiet dargestellt. Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel ist mit Wärmegestehungskosten von knapp 17,2 Ct/kWh am wirtschaftlichsten, Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe mit knapp 24,3 Ct/kWh am teuersten. Die Kombination aus Hackschnitzel und Luft-Wärmepumpe liegt mit 20,2 Ct/kWh dazwischen.

Ein höherer Anschlussgrad würde sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auswirken.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Wärmegestehungskosten für das Fokusgebiet Gewerbegebiet eher weniger konkurrenzfähig zu Einzellösungen sind (vgl. hierzu die Ergebnisse aus Kapitel 6.2).

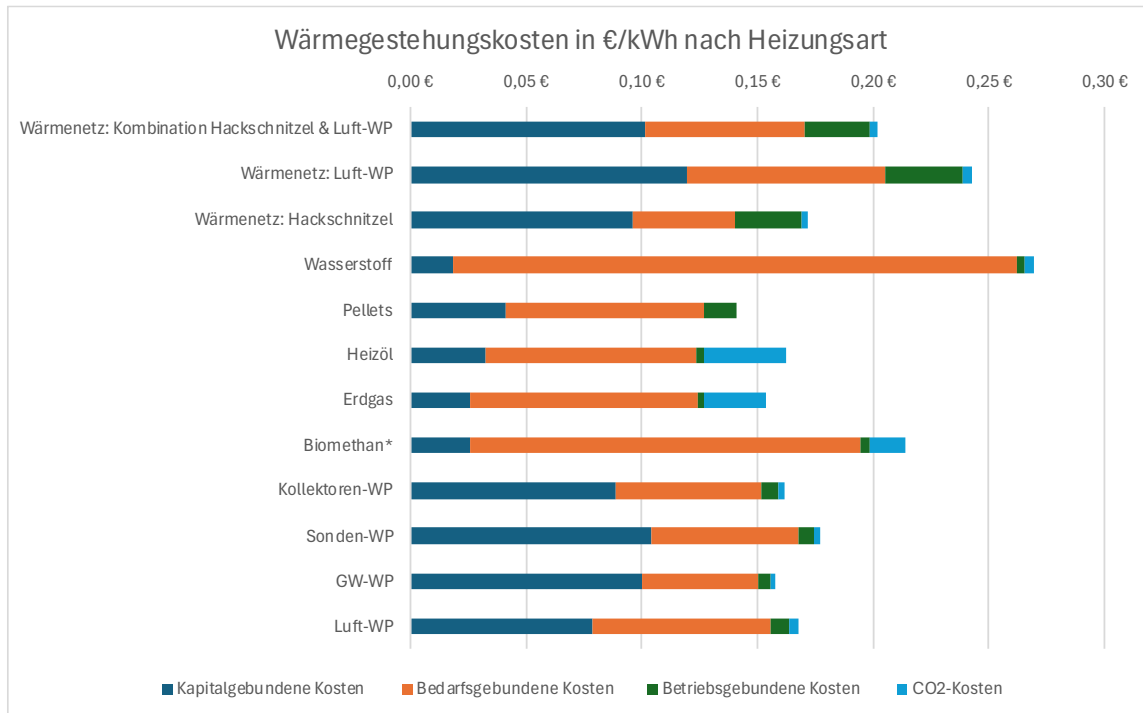


Abbildung 51: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Gewerbegebiet Vergleich für ein Gewerbegebäude mit 106 MWh/a Wärmebedarf

Wichtig: Die dargestellten Berechnungen sind eine erste grobe Näherung, die sehr viele Annahmen beinhaltet. Es ist zwingend notwendig für das Fokusgebiet eine detaillierte Machbarkeitsstudie und Planung zu erstellen, um belastbare Zahlen zu erhalten. Die Berechnungen zeigen dennoch, dass ein Wärmenetz weniger wirtschaftlich konkurrenzfähig mit entsprechenden Einzellösungen sein kann (vgl. hierzu die Ergebnisse aus Kapitel 6.2).

6.2 Dezentrale Wärmeversorgungsarten

Im Folgenden werden die prinzipiell verfügbaren dezentralen Wärmeversorgungsarten einer vergleichenden Wirtschaftlichkeitsberechnung unterzogen. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) schreibt bei einer Heizungserneuerung einen verpflichtenden Anteil an erneuerbaren Energien von mind. 65 % vor. Ab 2045 dürfen nur noch ausschließlich erneuerbare Energien eingesetzt werden (vgl. Abbildung 52). Es gibt zwar Übergangsfristen und ggf. auch Härtefallregelungen, im Nachfolgenden wird aber davon ausgegangen, dass bei einer Heizungserneuerung keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen. Untervarianten oder unterstützende Heizungsarten wie Solarthermie werden nicht betrachtet.

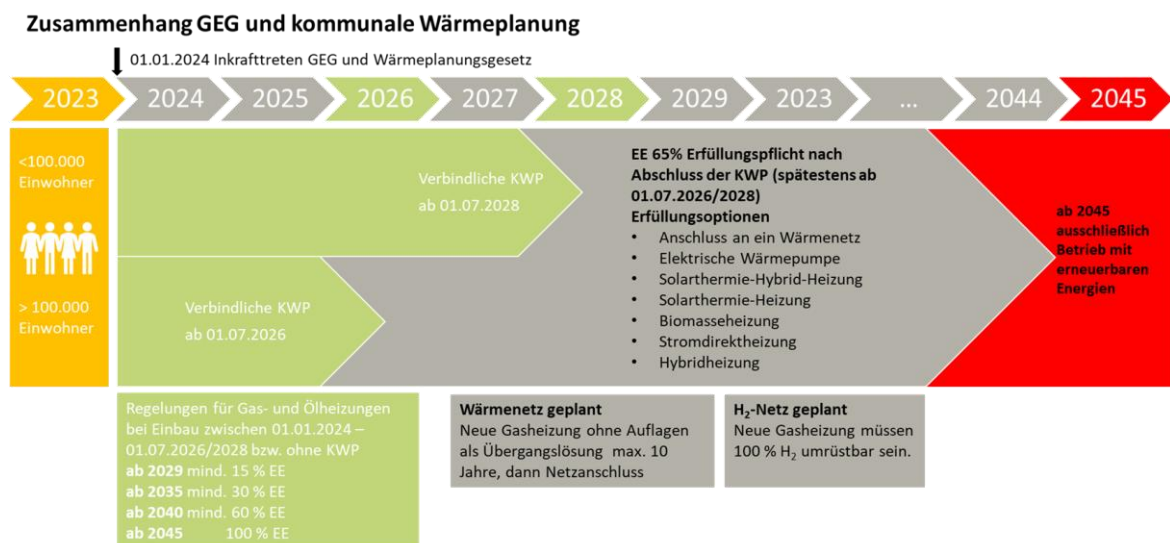


Abbildung 52: Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG

6.2.1 Wirtschaftliche Grundannahmen

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gelten folgende grundsätzlichen Annahmen:

- Der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahre
- Alle Preise sind Nettopreise
- Zinssatz 8,0 %

Kapitalgebundene Kosten

Im jetzigen Stadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsvarianten nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die angenommenen Investitionskosten basieren auf den Richtwerten des Technikcatalogs Kommunale Wärmeplanung [2] und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen.

Die angesetzten Kosten wurden gemäß der Annuitätenmethode in Jahreskosten umgerechnet. Dabei wurde ein Zinssatz von 8,0 % p.a. angesetzt. Die Nutzungsdauern wurden gemäß Technikcatalog Kommunale Wärmeplanung [2] bzw. in Anlehnung an VDI 2067 angesetzt.

In Tabelle 22 sind die im Rahmen der Berechnung berücksichtigten aktuellen Förderkonditionen des KfW-Programms 458 [6] dargestellt.

Tabelle 22: Berücksichtigte Förderungen [6]

Förderung KfW 458	Parameter
Förderfähige Kosten	30.000 €
Grundförderung	30%
Klimageschwindigkeitsbonus	20%
Einkommensbonus	0%
Gesamt:	50%

Bedarfsgebundene Kosten

Die bedarfsgebundenen Kosten beinhalten insbesondere die Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergie sowie CO₂-Kosten. Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die Angaben gemäß Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung [2] bzw. VDI 2067. Folgende Annahmen liegen der Berechnung zu Grunde:

Tabelle 23: Energiekosten für dezentrale Wärmeversorgungsarten nach [8], [9], [10], [11]

Energieträger	Preis	Preissteigerung
Strom	0,20 €/kWh	0 %
Erdgas	0,09 €/kWh	0 %
Biomethan*	0,16 €/kWh	0 %
Heizöl	0,08 €/kWh	0 %
Pellets	0,07 €/kWh	0 %
Wasserstoff	0,25 €/kWh	-1,1 %
CO ₂ -Preis	50,00 €/t	9,4 %

*Erdgas mit 65 % Biomethananteil [12]

Betriebsgebundene Kosten

Die Wartungskosten werden in Anlehnung an die Angaben gemäß Technikkatalog kommunale Wärmeplanung [2] bzw. VDI 2067 ermittelt.

6.2.2 Einfamilienhaus

Der Berechnung für ein typisches Einfamilienhaus werden die Rahmenparameter gemäß Tabelle 24 zugrunde gelegt.

Tabelle 24: Zugrundeliegende Rahmenparameter Einfamilienhaus

Parameter	Werte
Gebäudetyp	EFH
Anzahl Parteien	1
Sanierungstyp	Altbau unsaniert
Wärmebedarf	20.000 kWh
Heizlast	12 kW

In Tabelle 25 sind die Investitionskosten sowie die Nutzungsdauern der Komponenten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Die Sonden-Wärmepumpe weist die mit Abstand höchsten Investitionskosten auf. Dies ist durch den großen Aufwand für Tiefbau für die Erdsonde(n) begründet. Die Luft-Wärmepumpe sowie die Pellet-Heizung sind deutlich günstiger. Zum Vergleich ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn diese laut GEG nicht mehr eingebaut werden darf. Eine Wasserstoffheizung wäre nach Förderung in der Investition am günstigsten.

Tabelle 25: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus

	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Biome- than	Erdgas	Heizöl	Pellets	Wasser- stoff
Heizung [€]	22.084	22.162	24.646	25.050	6.838	6.838	6.922	15.635	7.516
Nutzungsdauer [a]	18	20	20	20	20	20	20	20	20
Heizflächentausch [€]	6.310	6.310	6.310	6.310	0				
Nutzungsdauer [a]	30	30	30	30	0				
Geringinv. Maßnah- men* [€]					1.870	1.870	1.870	1.870	1.870
Nutzungsdauer [a]					20	20	20	20	20
Erschließungskosten Wärmequelle [€]		19.620			0				
Nutzungsdauer [a]		40			0				
Fernwärme [€]			19.534	12.535	0				
Nutzungsdauer [a]			40	40	0				
Schornsteinertüchti- gung [€]					1.049	1.049	1.049	2.033	1.049
Nutzungsdauer [a]					50	50	50	50	50
Heizöltank [€]					0		3.058		
Nutzungsdauer [a]					0		30		
Pelletlager [€]					0			4.034	
Nutzungsdauer [a]					0			20	
Pufferspeicher [€]	1.165	1.165	1.165	1.165	1.165	1.165	1.165	1.165	1.165
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Summe vor Förderung [€]	29.559	49.257	51.654	45.060	10.922	10.922	14.063	24.737	11.599
Bundesförderung KfW458 [€]	-14.779	-15.000	-15.000	-15.000	0	0	0	-12.369	-5.800
Summe nach Förde- rung [€]	14.779	34.257	36.654	30.060	10.922	10.922	14.063	12.369	5.800

* beinhalten Maßnahmen zur Optimierung des Heizungssystems (hydraulischen Abgleich, Dämmung der Verteilungen, Einstellung der Heizkurve, Absenkung der Systemtemperaturen)

In Tabelle 26 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Pellets und Luft-Wärmepumpe aufgrund der geringen Investitionskosten und geringen Brennstoffkosten die mit Abstand geringsten Annuitäten aufweisen. Die höchsten Annuitäten hat Wasserstoff gefolgt von Sonden-Wärmepumpen.

Tabelle 26: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus

	Luft WP	G WP	EWS- WP	EWK- WP	Biome- than	Erdgas	Heizöl	Pellets	Was- ser- stoff
Kapitalgebundene Kosten									
Annuität (Investition) [€]	1.593	3.229	3.474	2.879	1.099	1.099	1.396	1.233	577
Wirkungsgrad	2,60	3,96	3,15	3,15	0,95	0,95	0,93	0,90	0,95
Bedarfsgebundene Kosten									
Energieaufwand kWh/a	7.692	5.051	6.349	6.349	21.053	21.053	21.505	22.222	21.053
Energiekosten [€]	1.538	1.010	1.270	1.270	3.368	1.960	1.820	1.541	5.263
CO ₂ -Kosten [€]	100	66	83	83	146	253	333	0	63
Annuität (Energie) [€]	1.538	1.010	1.270	1.270	3.368	1.960	1.820	1.541	4.875
Annuität (CO₂) [€]	71	47	59	59	312	539	711	0	85
Betriebsgebundene Kosten									
Jährliche Fixkosten Wartung und Betrieb [€]	350	350	350	350	132	132	168	732	144
Annuität [€]	350	350	350	350	132	132	168	732	144
Summe Annuitäten [€]	3.553	4.636	5.153	4.557	4.911	3.730	4.095	3.506	5.681

In Abbildung 53 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass über die gesamten Betrachtungszeitraum Pellets und Luft-Wärmepumpe die wirtschaftlichsten Versorgungsarten sind. Es ist zusätzlich auch dargestellt, welchen Einfluss eine Eigenstromversorgung durch selbsterzeugten PV-Strom hätte. Hier wird klar ersichtlich, dass eine Wärmepumpe mit eigenerzeugtem PV-Strom nochmals deutlich wirtschaftlicher wird. Sonden-Wärmepumpen sind aufgrund der hohen Investitionskosten am teuersten.

Mit Abstand am teuersten ist eine Beheizung mit Wasserstoff. Dies liegt v.a. an den hohen Wasserstoffkosten.

Zu berücksichtigen ist, dass keine Energiepreisänderungen berücksichtigt sind. In Abhängigkeit von deren Entwicklung können sich die Ergebnisse nochmals gänzlich anders darstellen.

Bei den Sonden-Wärmepumpen fallen besonders die hohen Investitionskosten ins Gewicht. Bei dieser Versorgungsart sind aber die Energiekosten am niedrigsten. Zur Information ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn laut GEG diese eigentlich nicht mehr neu eingebaut werden dürfte. Bei Heizöl und Erdgas werden zukünftig v.a. die CO₂-Kosten einen massiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben und zu einer deutlichen Kostensteigerung führen.

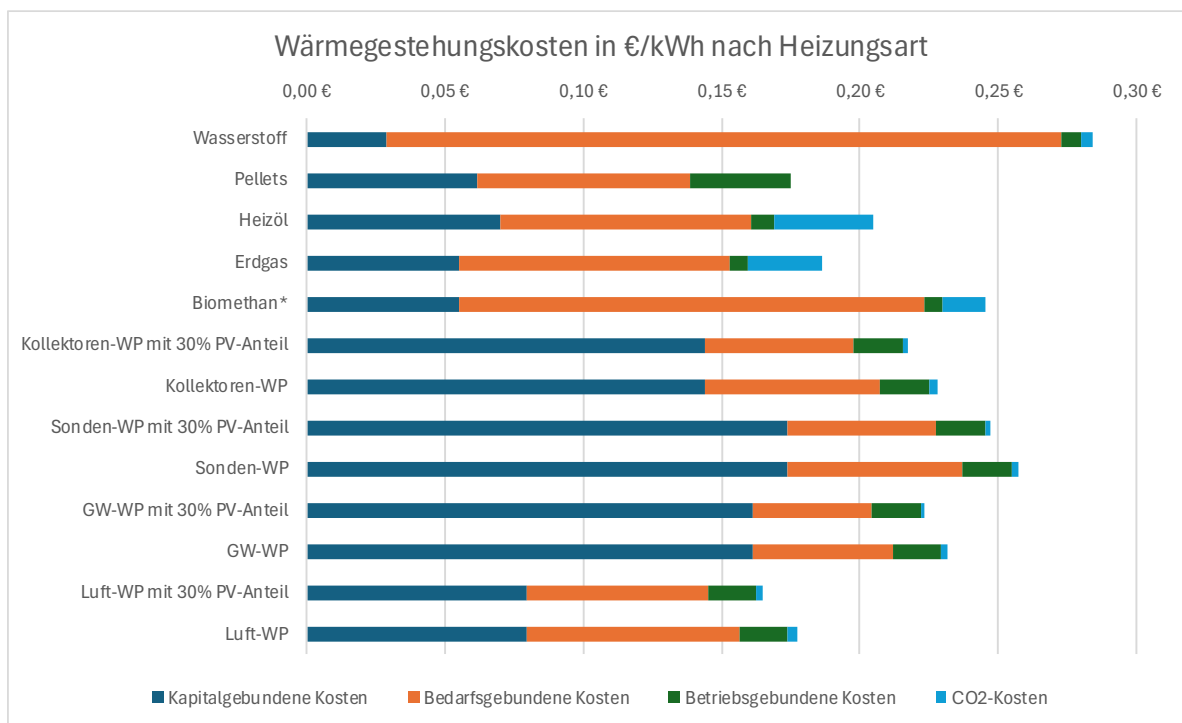


Abbildung 53: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Einfamilienhaus

6.2.3 Mehrfamilienhaus

Der Berechnung für ein typischen Mehrfamilienhaus werden die Rahmenparameter gemäß Tabelle 27 zugrunde gelegt.

Tabelle 27: Zugrundeliegende Rahmenparameter Mehrfamilienhaus

Parameter	Werte
Gebäudetyp	MFH
Anzahl Parteien	5
Sanierungstyp	Altbau unsaniert
Wärmebedarf	40.000 kWh
Heizlast	23 kW

In Tabelle 28 sind die Investitionskosten sowie die Nutzungsdauern der Komponenten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Die Sonden-Wärmepumpe weist die mit Abstand höchsten Investitionskosten auf. Dies ist durch den großen Aufwand für Tiefbau für die Erdsonde(n) begründet. Die Luft-Wärmepumpe sowie die Pellet-Heizung sind deutlich günstiger. Am günstigsten in der Investition ist die Fernwärme. Zum Vergleich ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn diese laut GEG nicht mehr eingebaut werden darf. Eine Wasserstoffheizung ist nach Förderung in der Investition am günstigsten.

Tabelle 28: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten unsaniertes Mehrfamilienhaus

	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Biome- than	Erdgas	Heizöl	Pellets	Wasser- stoff
Heizung [€]	34.936	29.707	33.974	35.529	7.693	7.693	8.817	21.325	8.455
Nutzungsdauer [a]	18	20	20	20	20	20	20	20	20
Heizflächentausch [€]	10.207	10.207	10.207	10.207	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer [a]	30	30	30	30	0	0	0	0	0
Geringinv. Maßnah- men* [€]	0	0	0	0	2.903	2.903	2.903	2.903	2.903
Nutzungsdauer [a]	0	0	0	0	20	20	20	20	20
Erschließungskosten Wärmequelle [€]	0	37.605	0	0	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer [a]	0	40	0	0	0	0	0	0	0
Fernwärme [€]	0	0	36.510	23.161	0	0	0	0	0
Nutzungsdauer [a]	0	0	40	40	0	0	0	0	0
Schornsteinertüchti- gung [€]	0	0	0	0	1.010	1.010	1.010	2.353	1.010
Nutzungsdauer [a]	0	0	0	0	50	50	50	50	50
Heizöltank [€]	0	0	0	0	0	0	2.962	0	0
Nutzungsdauer [a]	0	0	0	0	0	0	30	0	0
Pelletlager [€]	0	0	0	0	0	0	0	5.453	0
Nutzungsdauer [a]	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Pufferspeicher [€]	1.726	1.726	1.726	1.726	1.726	1.726	1.726	1.726	1.726
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Summe vor Förderung [€]	46.869	79.246	82.417	70.623	13.331	13.331	17.418	33.759	14.093
Bundesförderung KfW458 [€]	-23.435	-39.623	-41.209	-35.312	0	0	0	-16.880	-7.047
Summe nach Förde- rung [€]	23.435	39.623	41.209	35.312	13.331	13.331	17.418	16.880	7.047

* beinhalten Maßnahmen zur Optimierung des Heizungssystems (hydraulischen Abgleich, Dämmung der Verteilungen, Einstellung der Heizkurve, Absenkung der Systemtemperaturen)

In Tabelle 29 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Pellets und Wärmepumpen bei den Gesamtannuitäten relativ nahe beieinander liegen. Die höchsten Annuitäten hat Wasserstoff gefolgt von Heizöl und Erdgas, aber auch einer Erdsonden-WP.

Tabelle 29: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus

	Luft WP	GW WP	EWS- WP	EWK- WP	Biome- than	Erdgas	Heizöl	Pellets	Was- ser- stoff
Kapitalgebundene Kosten									
Annuität (Investition) [€]	2.524	3.550	3.724	3.269	1.345	1.345	1.739	1.688	704
Wirkungsgrad	2,60	3,96	3,15	3,15	0,95	0,95	0,93	0,81	0,95
Bedarfsgebundene Kosten									
Energieaufwand kWh/a	15.385	10.101	12.698	12.698	42.105	42.105	43.011	49.383	42.105
Energiekosten [€]	3.077	2.020	2.540	2.540	6.737	3.920	3.640	3.424	10.526
CO ₂ -Kosten [€]	200	131	165	165	293	505	667	0	126
Annuität (Energie) [€]	3.077	2.020	2.540	2.540	6.737	3.920	3.640	3.424	9.749
Annuität (CO₂) [€]	142	94	118	118	624	1.077	1.421	0	171
Betriebsgebundene Kosten									
Jährliche Fixkosten Wartung und Betrieb [€]	437	350	437	437	161	161	207	1.104	184
Annuität [€]	437	350	437	437	161	161	207	1.104	184
Summe Annuitäten [€]	6.181	6.014	6.818	6.363	8.866	6.503	7.007	6.217	10.809

* nur zu Vergleichszwecken, darf nach GEG nicht mehr eingebaut werden.

In Abbildung 54 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass über die gesamten Betrachtungszeitraum Grundwasser-Wärmepumpe, Luft-Wärmepumpe und Pellets die wirtschaftlichsten Versorgungsarten sind. Es ist zusätzlich auch dargestellt, welchen Einfluss eine Eigenstromversorgung durch selbsterzeugten PV-Strom hätte. Hier wird klar ersichtlich, dass eine Wärmepumpe mit eigenerzeugtem PV-Strom nochmals deutlich wirtschaftlicher wird. Sonden-Wärmepumpen sind aufgrund der hohen Investitionskosten vergleichsweise teuer.

Mit Abstand am teuersten ist eine Beheizung mit Wasserstoff. Dies liegt v.a. an den hohen Wasserstoffkosten.

Zu berücksichtigen ist, dass keine Energiepreisänderungen berücksichtigt sind. In Abhängigkeit von deren Entwicklung können sich die Ergebnisse nochmals gänzlich anders darstellen.

Bei den Sonden-Wärmepumpen fallen besonders die hohen Investitionskosten ins Gewicht. Bei dieser Versorgungsart sind aber die Energiekosten am niedrigsten. Zur Information ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn laut GEG diese eigentlich nicht mehr neu eingebaut werden dürfte. Bei Heizöl und Erdgas werden zukünftig v.a. die CO₂-Kosten einen massiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben und zu einer deutlichen Kostensteigerung führen.

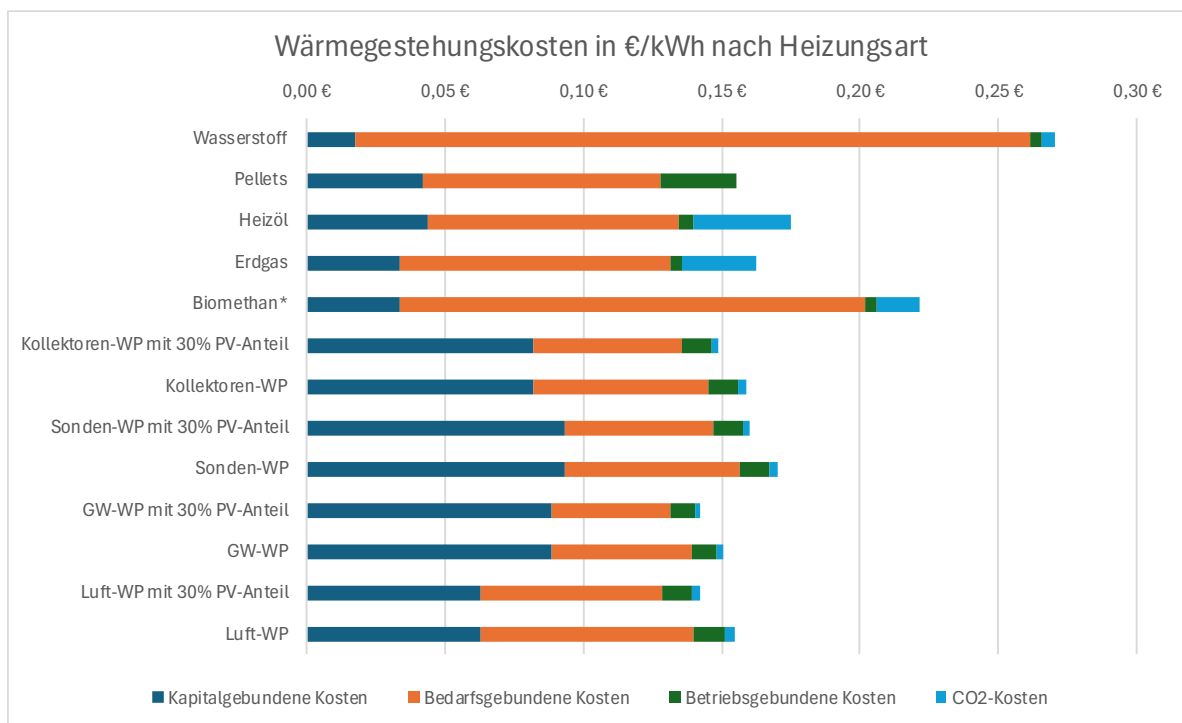


Abbildung 54: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten unsaniertes Mehrfamilienhaus

6.3 Umsetzungsmaßnahmen

Für die beiden Fokusgebiete wurde eine erste grobe Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt. Für beide Gebiete zeigt sich unter den getroffenen Annahmen, dass ein Wärmenetz ggf. wirtschaftlich zu betreiben wäre. Unabhängig davon wird empfohlen für beide Gebiete eine detailliertere Untersuchung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie durchzuführen. Im Folgenden werden die entsprechenden Schritte aufgeführt.

6.3.1 Sanierung privater Gebäude

Kurzbeschreibung:

Um private Gebäudeeigentümer verstärkt für energetische Sanierungen zu gewinnen, wird eine umfassende Strategie zur Information und Motivation entwickelt. Im Mittelpunkt steht eine klare und verständliche Aufklärung über Fördermöglichkeiten, rechtliche Vorgaben sowie die langfristigen ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile von Sanierungsmaßnahmen.

Vorgeschlagen wird eine breit angelegte Informationskampagne, die durch leicht zugängliches Material ergänzt wird, um Sanierungsmöglichkeiten praxisnah zu vermitteln. Gleichzeitig sollen Gebiete mit ähnlichen Gebäudestrukturen ermittelt werden, um gezielte Sanierungsprogramme für ganze Quartiere zu ermöglichen. Erste Untersuchungen zur Identifizierung solcher Schwerpunktgebiete sind bereits im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfolgt.

Ziele:

Reduzierung des Energieverbrauchs, Senkung der CO₂-Emissionen, Steigerung der Energieeffizienz, Unterstützung der Eigentümer bei der energetischen Sanierung.

Priorität

Mittel - niedrig

Zeitraum für die Umsetzung:

langfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Abhängig von individuellen Gegebenheiten und Umfang der Sanierungsmaßnahmen, Nutzung von staatlichen Förderprogrammen (aktuell z.B. BAFA Zuschüsse für Einzelmaßnahmen, KfW Komplett-sanierung und Ergänzungskredit, Steuerboni)

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Initiierung, Bewerben, Informationsmanagement.

Planer und externe Berater, ausführende Betriebe: Planungsbüros, Handwerksbetriebe o.ä. zur Beratung, Planung und Umsetzung, Energieberater

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Lokale Unternehmen zur Durchführung, Bürger als Empfänger der Öffentlichkeitsarbeit und v.a. Umsetzung.

Empfohlene Handlungsschritte:

Identifikation von Schwerpunktgebieten: Identifikation von Schwerpunktgebieten mit ähnlichen Gebäudetypologien, um kollektive Sanierungsmaßnahmen zu initiieren. Entsprechende Vorarbeiten und Gebiete mit erhöhtem Sanierungspotenzial wurden bereits im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erhoben und ausgewiesen.

Öffentlichkeitsarbeit: Organisation von Informationsveranstaltungen für die Eigentümer der privaten Gebäude, um über die Vorteile der Sanierung und die verfügbaren Fördermöglichkeiten zu informieren, Bereitstellung von Informationsmaterialien und Vermittlung von Kontakten zu Beratern und Beratungsangeboten.

Beratung und Unterstützung: Umfangreiche Beratung und Unterstützung der Eigentümer durch qualifizierte Berater und Handwerksbetriebe zu den Sanierungsmaßnahmen.

Sanierungsziele festlegen: Definition klarer Ziele für die Sanierung, wie z.B. Erreichung eines bestimmten Effizienzhausstandards

Maßnahmenpakete schnüren: Entwicklung konkreter Maßnahmenpakete, die die verschiedenen Sanierungsmaßnahmen umfassen.

Zeitplan erstellen: Erstellen eines detaillierten Zeitplans für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen.

Fördermittel beantragen: Beantragung staatlicher Fördermittel wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die Zuschüsse und zinsvergünstigte Kredite für Sanierungsmaßnahmen bietet

Umsetzung der Maßnahmen: Umsetzung der geplanten Sanierungsmaßnahmen durch qualifizierte Handwerksbetriebe

Monitoring und Controlling: Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Fortschritte und Erfolge der Sanierungsmaßnahmen. Dies umfasst die Erfassung der Energieeinsparungen und CO₂-Reduktionen, Einarbeitung in das Fortschrittsbericht

6.3.2 Sanierung kommunaler Gebäude

Kurzbeschreibung:

Eine nachhaltige Sanierungsstrategie für kommunale Gebäude spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung von Energieeinspar- und Klimaschutzzielen. Gerade öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Rathäuser, Sporthallen etc. bieten große Möglichkeiten, den Energieverbrauch signifikant zu senken und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Durch gezielte Modernisierungsmaßnahmen kann die Kommune nicht nur langfristig Betriebskosten einsparen, sondern auch als Vorbild für klimafreundliches Bauen und Sanieren agieren. Die Strategie beginnt mit einer detaillierten Analyse des Gebäudebestands, um Einsparpotenziale und bauliche Schwachstellen zu identifizieren. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird ein Maßnahmenkatalog entwickelt, der unter anderem den Austausch veralteter Heizsysteme, die Optimierung der Gebäudedämmung und die Integration energieeffizienter Technologien umfasst.

Ziele:

Reduzierung des Energieverbrauchs, Senkung der CO₂-Emissionen, Steigerung der Energieeffizienz, Senkung der Betriebskosten, Vorbildfunktion, Umsetzung der kommunalen Wärmewendestrategie.

Priorität

Mittel

Zeitraum für die Umsetzung:

langfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Abhängig von individuellen Gegebenheiten und Umfang der Sanierungsmaßnahmen, Nutzung von staatlichen Förderprogrammen (aktuell KfW-Zuschuss)

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Beauftragung und Betreuung, Planung, Fördermittel und Umsetzung, Koordination durch Gebäudemanagement, Bauamt.

Planer und externe Berater, ausführende Betriebe: Planungsbüros, Handwerksbetriebe o.ä. zur Planung, Beratung und Umsetzung

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Lokale Unternehmen zur Durchführung, Bürger als Empfänger der Öffentlichkeitsarbeit hinsichtlich Vorbildfunktion der Kommune.

Empfohlene Handlungsschritte:

Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse: Durchführung einer Bestandsaufnahme der kommunalen Gebäude und Erstellung einer Potenzialanalyse zur Identifikation geeigneter Sanierungsmaßnahmen.

Entwicklung der Sanierungsstrategie: Entwicklung einer umfassenden Sanierungsstrategie, die konkrete Maßnahmen zur energetischen Sanierung umfasst. Dies umfasst die Dämmung von Gebäudehüllen, den Austausch veralteter Heizungssysteme und die Integration erneuerbarer Energien.

Finanzierung und Förderung: Beantragung von Fördermitteln und Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen.

Planung: Erstellung Planungsunterlagen durch qualifizierten Planer und Energieberater.

Ausschreibung und Vergabe: Durchführung einer Ausschreibung zur Auswahl geeigneter Unternehmen für die Sanierungsmaßnahmen.

Umsetzung: Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen durch qualifizierte Handwerksbetriebe und Überwachung der Arbeiten.

Monitoring und Controlling: Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Fortschritte und Erfolge der Sanierungsmaßnahmen. Dies umfasst die Erfassung der Energieeinsparungen und CO₂-Reduktionen, Einarbeitung in das Fortschrittsbericht

6.3.3 Umstellung öffentlicher Gebäude auf erneuerbare Energien

Kurzbeschreibung:

Die öffentliche Hand kann als treibende Kraft eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung aktiv gestalten und dabei eine Vorreiterrolle übernehmen. Durch eine strategische Planung und konsequente Umsetzung zeigt sie, dass eine zukunftsfähige Wärmeversorgung nicht nur machbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Damit nimmt sie ihre Verantwortung wahr und setzt ein starkes Zeichen als Vorbild für andere. Gleichzeitig kann die öffentliche Hand Investitionen in erneuerbare Energien anstoßen, Kooperationen mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern stärken und durch innovative Pilotprojekte neue Impulse für die Wärmewende setzen. Neben der Vorbildfunktion muss die Kommune aber auch den gesetzlichen Vorgaben gerecht werden.

Ziele:

Vorbildfunktion, Erfüllung gesetzlicher Vorgaben, Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung in den kommunalen Liegenschaften.

Priorität

Hoch - mittel

Zeitraum für die Umsetzung:

mittelfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Abhängig von individuellen Gegebenheiten und Umfang der Sanierungsmaßnahmen, Nutzung von staatlichen Förderprogrammen (aktuell KfW-Zuschuss)

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Beauftragung und Betreuung, Planung, Fördermittel und Umsetzung, Koordination durch Gebäudemanagement, Bauamt

Planer und externe Berater, ausführende Betriebe: Planungsbüros, Handwerksbetriebe o.ä. zur Planung, Beratung und Umsetzung

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Energieversorger, lokale Unternehmen zur Durchführung, Bürger als Empfänger der Öffentlichkeitsarbeit hinsichtlich Vorbildfunktion der Kommune.

Empfohlene Handlungsschritte:

Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse: Durchführung einer Bestandsaufnahme der bestehenden Wärmeversorgung in den kommunalen Liegenschaften, Erstellung einer Potenzialanalyse zur Identifikation geeigneter erneuerbarer Energiequellen, Nutzung der Ergebnisse der KWP.

Planung: Erstellung Planunterlagen und Beantragung von Fördermitteln.

Ausschreibung und Vergabe: Durchführung einer Ausschreibung zur Auswahl geeigneter Unternehmen für die Umsetzung.

Umsetzung: Bau und Installation der erneuerbaren Energieanlagen.

Monitoring: und Controlling Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Fortschritte und Erfolge der Umstellungsmaßnahmen. Dies umfasst die Erfassung der Energiemengen und CO₂-Reduktionen, Einarbeitung in das Fortschrittsbericht.

6.3.4 Kommunikation der Ergebnisse an die entsprechenden Akteure

Kurzbeschreibung:

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere zur Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung und der Betrachtung der Fokusgebiete, sollen zielgruppengerecht aufbereitet und über geeignete Kanäle kommuniziert werden. Dies umfasst v.a. die für Wärmenetze geeigneten Gebiete. Die betrachteten Fokusgebiete machen v.a. die wirtschaftlichen Vorteile deutlich. Über geeignete Austauschformate (Runde Tische, Informationsveranstaltungen) sind die betroffenen Akteure einzubinden und zu informieren.

Ziele:

Sicherstellung, dass alle relevanten Akteure – insbesondere Bürger, Energieversorger, Verwaltung und weitere Stakeholder – über die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung informiert und aktiv eingebunden werden. Förderung der aktiven Mitwirkung und Verbesserung der Umsetzungsfähigkeit durch frühzeitige Kommunikation

Priorität:

Hoch

Zeitraum für die Umsetzung:

kurzfristig, fortlaufend

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Personalaufwand, abhängig vom geplanten Umfang, Kosten gering

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Unterstützung aus der Verwaltung, Zusammenarbeit mit dem Landkreis (Abteilung Klimaschutzmanagement)

Planer und externe Berater: Unterstützung, Informationsbereitstellung, Diskussionspartner, Erfahrungsaustausch.

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Unterstützung durch Handwerksbetriebe, lokale Unternehmen, Energieversorger; Einbindung der Bürger zur Sicherstellung der Akzeptanz und der Umsetzung, speziell die Gebäudebesitzer und Ankerkunden in den Fokusgebieten.

Empfohlene Handlungsschritte:

Zielgruppenanalyse:

Identifikation und Priorisierung relevanter Zielgruppen (z. B. Bevölkerung, Wohnungswirtschaft, Energieversorger, Verwaltung, Politik).

Ermittlung der jeweiligen Informationsbedarfe und Kommunikationskanäle.

Kommunikationsstrategie entwickeln:

Festlegung von Kommunikationszielen je Zielgruppe.

Auswahl geeigneter Formate und Kanäle (z. B. Veranstaltung, Flyer, Website).

Entwicklung eines Zeit- und Maßnahmenplans für die Kommunikation.

Inhalte zielgruppengerecht aufbereiten:

Erstellung verständlicher und visuell ansprechender Informationen (z. B. Infografiken, Steckbriefe, Präsentationen).

Übersetzung technischer Inhalte in eine allgemein verständliche Sprache.

Auswahl praxisnaher Beispiele und Nutzenargumente.

Kommunikationsmaterialien erstellen und bereitstellen:

Präsentation aus der KWP für die Vorstellung der Fokusgebiete nutzbar

Erstellung von Flyern, Broschüren, Präsentationen und Online-Content.

Fortführung und Aktualisierung der Website oder Unterseite.

Bereitstellung der Materialien als Download

Öffentlichkeitsarbeit & Dialogformate umsetzen:

Organisation und Durchführung von Infoveranstaltungen, Bürgerversammlungen und themenspezifischen Workshops.

Nutzung lokaler Medien (Presse, Stadtblatt) zur Bekanntmachung.

Ansprache von Schlüsselakteuren persönlich oder im Rahmen von Fachgesprächen.

Kommunikation fortlaufend pflegen und aktualisieren:

Regelmäßige Aktualisierung von Informationen bei Fortschritten oder neuen Maßnahmen.

Verstetigung der Kommunikation über bestehende Kanäle (z. B. Newsletter, Social Media, Infokästen)

Regelmäßige Austauschformate (Runder Tisch, Infoveranstaltungen, Infoschreiben etc.)

6.3.5 Niedrigschwelliges Informationsangebot für Bürger schaffen

Kurzbeschreibung:

Die Entwicklung eines barrierefreien Informationsangebots für die Bürger hat das Ziel, die Bevölkerung auf einfache und verständliche Weise über die Chancen und Vorteile der Wärmewende zu informieren. Dazu gehört die Bereitstellung von zugänglichen und leicht verständlichen Informationen zu Themen wie Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energien und verfügbaren Förderprogrammen. Das Hauptziel ist, das Bewusstsein und die Akzeptanz der Bürger für die Wärmewende zu steigern und sie zu ermutigen, aktiv an der Umsetzung mitzuwirken.

Ziele:

Erhöhung der Akzeptanz und Beteiligung der Bürger an der Wärmewende, Förderung des Bewusstseins für Energieeinsparung und erneuerbare Energien, Unterstützung der Bürger bei der Umsetzung von Maßnahmen.

Priorität

Niedrig

Zeitraum für die Umsetzung:

mittelfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

gering

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Initiierung, Bewerben, Informationsmanagement, Koordination durch verantwortliche Stellen Umweltamt, städt. Energieberatung.

Planer und externe Berater, ausführende Betriebe: Planungsbüros, Handwerksbetriebe, Energieberater o.ä. zur Beratung und Planung

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Lokale Unternehmen für die Beratung, Bürger als Empfänger des Informationsangebots.

Empfohlene Handlungsschritte:

Bedarfsanalyse und Zielsetzung: Durchführung einer Bedarfsanalyse zur Ermittlung der Informationsbedürfnisse der Bürger und Festlegung konkreter Ziele für das Informationsangebot.

Entwicklung des Informationsangebots: Erstellung von leicht verständlichen Informationsmaterialien zu Themen wie Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energien und Fördermöglichkeiten. Dies kann in Form von Broschüren, Flyern, Online-Ressourcen und interaktiven Tools erfolgen. Nutzung von Best-Practise-Beispielen und bereits bestehenden Informationsangeboten.

Einrichtung von Informationsstellen: Einrichtung von Informationsstellen in öffentlichen Gebäuden (z.B. Rathaus), wo Bürger sich persönlich beraten lassen können, Einrichten einer Informationsseite auf der Homepage, Nutzung von sozialen Medien, Flyern etc.

Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung: Durchführung von Informationsveranstaltungen, Workshops und Sensibilisierungskampagnen, um die Bevölkerung über die Wärmewende zu informieren und zu motivieren.



Online-Plattformen und digitale Tools: Entwicklung und Bereitstellung von Online-Plattformen und digitalen Tools, die den Bürgern helfen, Informationen zu finden und Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien umzusetzen.

6.3.6 Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts

Kurzbeschreibung:

Der jährliche Controlling-Bericht dient dazu, die Fortschritte und Erfolge der kommunalen Wärmeplanung kontinuierlich zu überwachen, zu evaluieren und transparent zu dokumentieren. Dieser Bericht ist ein wesentliches Instrument, um eine fundierte Entscheidungsbasis für die weitere Planung und Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen der Wärmewende zu schaffen. Dabei werden nicht nur der aktuelle Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen erfasst, sondern auch die konkreten Einsparungen, die durch bereits umgesetzte Maßnahmen erzielt wurden. Der Controlling-Bericht bietet somit eine umfassende Übersicht über den Stand der Umsetzung und hilft dabei, notwendige Anpassungen oder neue Ziele für die kommenden Jahre festzulegen.

Ziele:

Systematische Überwachung und Dokumentation der Fortschritte der Wärmewende, Bereitstellung einer fundierten Entscheidungsgrundlage, Identifikation von Optimierungspotenzialen.

Priorität

Niedrig

Zeitraum für die Umsetzung:

langfristig, fortlaufend

Geschätzte Kosten und Finanzierung

gering

Akteure:

Hauptakteure: Kommunale Verwaltung

Unterstützende Akteure: Energieversorger, Energieberater.

Einfluss Kommune: Die Kommune hat direkten Einfluss.

Empfohlene Handlungsschritte:

Einrichtung eines Controlling-Systems: Entwicklung und Implementierung eines Controlling-Systems zur systematischen Erfassung und Analyse der relevanten Daten.

Datenerhebung und -aufbereitung: Systematische Erhebung und Aufbereitung der relevanten Daten. Dies umfasst die Zusammenarbeit mit Energieversorgern, Schornsteinfegern und anderen relevanten Akteuren.

Erstellung des Controlling-Berichts: Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts, der die Fortschritte und Erfolge der Wärmewende dokumentiert. Der Bericht sollte eine Analyse der Daten, eine Bewertung der umgesetzten Maßnahmen und Empfehlungen für weitere Schritte enthalten.

Präsentation und Kommunikation: Präsentation des Controlling-Berichts an die kommunale Verwaltung und die Entscheidungsträger. Durchführung von Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit, um die Bevölkerung über die Fortschritte der Wärmewende zu informieren.

Monitoring und Evaluation: Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Wirksamkeit des Controlling-Systems und der erstellten Berichte. Dies umfasst die Anpassung und Optimierung des Systems basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen.

6.3.7 Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 für Wärmenetzgebiete

Kurzbeschreibung:

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden zwei Gebiete als Fokusgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ausgewählt. Insbesondere die Altstadt und das Gewerbegebiet zeigen Potenziale für den Aufbau eines Wärmenetzes. Um die Realisierbarkeit, Ausgestaltung und den Umfang potentieller Wärmenetze fundiert zu prüfen, sollte eine Machbarkeitsstudie gemäß den Vorgaben der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) durchgeführt werden. Diese Untersuchung umfasst eine detaillierte Analyse der bestehenden Infrastruktur sowie eine Bewertung des zukünftigen Potenzials für ein Wärmenetz. Dabei werden zentrale Rahmenbedingungen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit betrachtet sowie unterschiedliche Betreibermodelle oder Business-Cases untersucht. Auf Basis dieser Erkenntnisse sollen konkrete Erzeugungskonzepte entwickelt und optimiert werden. Die Stadt Gundelfingen sollte hier als Treiber fungieren.

Ziele:

Bewertung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines neuen Wärmenetzes, Untersuchung von potenziellen Betreibermodellen und Business-Cases, Erstellung einer fundierten Entscheidungsgrundlage

Zielgruppe:

Kommunale Verwaltung, Energieversorger, Planungsbüros, Projektentwickler

Priorität

Hoch

Zeitraum für die Umsetzung:

kurzfristig, 1-2 Jahre

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Bis ca. 100.000 €, abzgl. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Fördermöglichkeiten:

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), bis zu 50 %

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Beantragung Fördermittel, Unterstützung und Koordination bei der Durchführung, Kommunikation mit Industrie.

Planer und externe Berater: Durchführung der Untersuchungen und Studie

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

Lokale Akteure: Industriebetriebe als Informationslieferanten, als potentielle Abwärmelieferanten von zentraler Bedeutung.

Empfohlene Handlungsschritte:

Ist-Analyse: Durchführung einer Ist-Analyse des Wärmenetzgebiets. Hierzu können die auch die Erhebungen des Wärmeplans herangezogen werden.

Soll-Analyse: Erstellung einer Soll-Analyse zur Identifikation der Potenziale für Neubau eines zentralen, leitungsgebundenen Wärmenetzes, unter Berücksichtigung regenerativer Energiequellen und Abwärme und Festlegung des zu betrachtenden Umgriffs.

Bewertung der Wärmeversorgungskonzepte: Ökologisch-ökonomische Bewertung verschiedener Wärmeversorgungskonzepte, einschließlich der Nutzung von Solarthermie, Wärmepumpen, Biomasse und Abwärme.

Erstellung der Machbarkeitsstudie: Zusammenführung der Ergebnisse der Ist- und Soll-Analyse sowie der Bewertung der Wärmeversorgungskonzepte in einer umfassenden Machbarkeitsstudie.

Öffentlichkeitsarbeit: Durchführung von Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit, um die Bevölkerung über die geplanten Maßnahmen zu informieren und Akzeptanz zu schaffen.

Entscheidungsfindung: Präsentation der Machbarkeitsstudie und der empfohlenen Maßnahmen an die kommunale Verwaltung und Entscheidungsträger und Bevölkerung zur weiteren Umsetzung.

6.3.8 Ausbau und Neubau Fernwärme

Kurzbeschreibung:

Um mehr private Gebäudeeigentümer für den Anschluss an das Wärmenetz zu gewinnen, sollten weitere Werbekampagnen durchgeführt werden. Im Mittelpunkt steht eine klare und verständliche Aufklärung über Fördermöglichkeiten, rechtliche Vorgaben sowie die langfristigen ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile der Fernwärmeversorgung. Die Werbe- und Informationskampagne hat federführende durch das Kommunalunternehmen oder neue Wärmenetzbetreiber zu erfolgen und sollte durch die Stadt Gundelfingen begleitet werden.

Vorgeschlagen wird eine breit angelegte Informationskampagne, die durch leicht zugängliches Material ergänzt wird. Die Wärmenetzverdichtungs- und Ausbaugebiete sind im kommunalen Wärmeplan ausgewiesen.

Die Kommunalwerke bzw. neue Wärmenetzbetreiber sind dann verantwortlich für die Umsetzung und den Betrieb des Fernwärmenetzes.

Ziele:

Erhöhung Anschlussgrad an das Fernwärmenetz und damit der Effizienzsteigerung, Senkung der CO₂-Emissionen, Erreichung der Ziele der KWP.

Priorität

Hoch

Zeitraum für die Umsetzung:

langfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Siehe Machbarkeitsstudie für Zielszenario 1, siehe Kapitel 6.1 für Zielszenario 2

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Unterstützung der Informationskampagne, Koordination durch KSM.

Wärmenetzbetreiber: Beratung, Planung, Umsetzung, Betrieb

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Gebäudeeigentümer als Empfänger der Öffentlichkeitsarbeit und Anschluss an das Wärmenetz.

Empfohlene Handlungsschritte:

Öffentlichkeitsarbeit: Organisation von Informationsveranstaltungen für die Eigentümer der privaten Gebäude, um über die Vorteile der Fernwärmeversorgung zu informieren, Bereitstellung von Informationsmaterialien. Zentrale Anlaufstelle Wärmenetzbetreiber, Begleitung durch das Klimaschutzmanagement.

Beratung, Planung, Umsetzung und Betrieb: Umfangreiche Beratung und Unterstützung der Eigentümer durch die Wärmenetzbetreiber, Angebotslegung, Umsetzung und Betrieb, zentrale Anlaufstelle für Fragen.



Monitoring und Controlling: Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Fortschritte und Erfolge der Nachverdichtung. Dies umfasst die Erfassung der Energiemengen und CO₂-Reduktionen, Einarbeitung in das Fortschrittsbericht

7 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie der kommunalen Wärmeplanung gewährleistet die kontinuierliche Umsetzung sowie regelmäßige Evaluation von definierten Maßnahmen und die fortlaufende Weiterentwicklung und Aktualisierung des Wärmeplans. Eine strukturierte Vorgehensweise und langfristige Zielorientierung sind dabei notwendig, um den dynamischen Herausforderungen der Wärmewende gerecht zu werden und sicherzustellen, dass gesetzliche Anforderungen und die Bedürfnisse der beteiligten Akteure erfüllt sind.

Die Verstetigungsstrategie umfasst eine Reihe von Maßnahmen, die darauf abzielen, die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans in Verwaltung, Politik und Gesellschaft verbindlich und effizient zu verankern.

Kommunale Verwaltung

Für die Umsetzung der Aufgaben der kommunalen Wärmeplanung ist der Ausbau der kommunalen Verwaltungsstrukturen notwendig - hierzu müssen personelle Ressourcen vorgesehen, Verantwortlichkeiten klar zugeordnet und Prozesse definiert werden.

Die Projektleitung/-begleitung zur operativen Umsetzung, Koordination und Kommunikation umfasst dabei die nachfolgenden Aufgaben.

- Umsetzung der Kommunikationsstrategie (siehe Kapitel 8)
- Fortschreibung des Wärmeplans (§25 Wärmeplanungsgesetz) zusammen mit weiteren Akteuren wie Energieversorger etc.
- Sicherstellung einer nachhaltigen Finanzierung (Berücksichtigung von Ausgaben im Haushalt, Fördermittel) und effizienten Nutzung von verfügbaren Ressourcen
- Netzwerkmanagement zur Vernetzung beteiligter Akteure und Akteurinnen
- Initiieren und Begleiten von Maßnahmen bei Akteuren
- Koordination der Umsetzung kommunaler Maßnahmen
- Regelmäßige Berichterstattung über Fortschritte, Herausforderungen und Anpassungsbedarf beispielsweise in Lenkungskreisen (bestehend aus Amtsleitern etc.)
- Koordination von Kommunikation und Zusammenarbeit verschiedener Ämter (Stadtplanung, Tiefbau, ...)
-

Ein zentraler Bestandteil der Verstetigungsstrategie ist das regelmäßige Monitoring der Maßnahmen und der Zielerreichung. Um auf neue Entwicklungen und Herausforderungen reagieren zu können, sollten Intervalle für die regelmäßige Überprüfung, Aktualisierung und Konkretisierung der Wärmeplanung implementiert werden. Ein kontinuierliches Monitoring und eine regelmäßige Evaluation der Maßnahmen sind außerdem entscheidend, um den Fortschritt zu überwachen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Hierzu werden spezifische Indikatoren und Zielwerte festgelegt (vgl. Controlling-Konzept Kapitel 9).

Die Integration der kommunalen Wärmeplanung als langfristiger Prozess erfordert eine enge Verzahnung mit weiteren Planungsaufgaben und die Einbindung in zentrale Verwaltungsbereiche wie Stadtplanung/-entwicklung, Bauamt, Umwelt- oder Klimaschutzabteilungen (bspw. zur Abstimmung von

Straßenbaumaßnahmen mit einem Wärmenetzausbau oder der Berücksichtigung der Wärmeplanung bei der Erstellung von Bebauungsplänen für Neubaugebiete).

Maßnahmen und Aufgaben sollten bestimmten Personen, Abteilungen oder ämterübergreifenden Arbeitsgruppen zugewiesen werden, die für deren Umsetzung und Überwachung verantwortlich sind. Durch regelmäßige Fortbildungen kann sichergestellt werden, dass beteiligte Mitarbeitende über aktuelles Wissen und notwendige Fähigkeiten verfügen.

Politik

Mit der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung geht politisches Handeln einher, um die notwendige Grundlage für die verbindliche Umsetzung von Maßnahmen und deren Integration in kommunale Planungen zu schaffen (bspw. durch entsprechende Gremienbeschlüsse). Hierunter fallen die folgenden Aufgaben:

- Kommunalpolitische Beschlüsse:
 - Beschluss des Wärmeplans (§ 23 Wärmeplanungsgesetz)
 - Ggf. Grundsatzbeschluss Wärmewende
 - Ggf. Beschluss über Investitionen (bspw. in Fernwärmenetze oder kommunale Energieunternehmen)
 - Ggf. Kooperationsbeschlüsse (bspw. mit Energieversorgern, Wohnungswirtschaft oder Industrie)
- Erlass kommunaler Satzungen und Verordnungen (bspw. Fernwärmesatzung (Anschluss- und Benutzungszwang), Klimaschutzsatzung (bspw. Vorgaben für Neubauten), Fördersatzungen (bspw. finanzielle Anreize für Wärmepumpen), Satzung zur Abwärmenutzung)
- Städtebauliche und planungsrechtliche Maßnahmen:
 - Bebauungspläne mit Vorgaben zur klimafreundlichen Wärmeversorgung
 - Städtebauliche Verträge (bspw. Verpflichtung zur Nutzung klimaneutraler Heizsysteme)
 - Anpassung von Flächennutzungsplänen (bspw. Ausweisung von Vorranggebieten für Geothermie oder Wärmenetze)
 - Ausweisung von Sanierungsgebieten
- Wirtschaftliche und organisatorische Maßnahmen:
 - Gründung eines kommunalen Wärmeversorgers oder Beteiligung an bestehenden Unternehmen
 - Vergabe von Konzessionen für Wärmenetze
 - Berücksichtigung von Eigenmitteln in der Haushaltsplanung (bspw. für Infrastrukturmaßnahmen, Förderungen zur Umstellung auf klimafreundliche Wärme, Öffentlichkeitsarbeit oder externe Unterstützung zur Fortschreibung des Wärmeplans)

Gesellschaft

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der Verstetigungsstrategie ist die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren.

Ein „Kümmerer“ sollte relevante Akteure kontinuierlich einbinden und als Schnittstelle zwischen Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft dienen. Zu seinen/ihren Aufgaben gehört die Begleitung der kommunalen Wärmeplanung und die Unterstützung bei der Definition langfristiger Strategien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Er/sie fördert die Partizipation lokaler Akteure und schafft langfristige Kooperationen. Bei themenbezogenen Fragestellungen können externe Berater/Fachexperten hinzugezogen werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Verstetigungsstrategie ist die **regelmäßige Öffentlichkeitsbeteiligung**, um die Akzeptanz und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen zu erhöhen.

Zudem kann ein **Austausch von Wissen und Erfahrungen mit anderen Kommunen und Institutionen** dazu beitragen, die kommunale Wärmeplanung kontinuierlich zu verbessern und weiterzuentwickeln.

8 Kommunikationsstrategie

Aufgrund der Vielzahl an beteiligten Akteuren ist eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie unerlässlich, um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung zu bringen. Die Kommunikation soll dabei nicht nur informieren, sondern auch sensibilisieren, die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen erhöhen und die aktive Beteiligung der Bevölkerung fördern.

Deshalb verfolgt die Kommunikationsstrategie die folgenden **Ziele**:

- **Verständnis schaffen durch Information:** Die Kommunikation sollte über Notwendigkeit und Ziele der Wärmewende im Kontext von Klimaschutz und Versorgungssicherheit informieren. Dabei sollten ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte adressiert werden (u.a. Reduktion von CO₂-Emissionen, Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, langfristige Sicherung der Energieversorgung).
- **Vertrauen aufbauen durch Transparenz:** Planungsprozesse, politische Entscheidungen und Fortschritte der kommunalen Wärmeplanung sollten nachvollziehbar gestaltet und offengelegt werden. Regelmäßige Berichte und öffentlich zugängliche Informationen und Daten schaffen Vertrauen und ermöglichen eine kritische Begleitung der Entwicklungen durch die beteiligten Akteure.
- **Akzeptanz fördern durch direkte Ansprache:** Ziel einer entsprechenden Kommunikationsstrategie ist es, die Unterstützung von Bevölkerung, Unternehmen und weiteren lokalen Akteuren zu gewinnen. Dies kann durch eine zielgerichtete Ansprache der Akteure gefördert werden, welche den konkreten Nutzen der Maßnahmen herausstellt und Bedenken frühzeitig adressiert und abbaut.
- **Partizipation stärken durch aktive Einbindung:** Bürger und Unternehmen sollten aktiv in die Wärmewende eingebunden werden, indem ihnen ihre konkreten Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden (Wärmeerzeugung, Gebäudesanierung etc.). Ziel ist es, bei den Akteuren ein Verständnis für die eigene Rolle im Prozess zu schaffen, die Bereitschaft zur Mitgestaltung zu fördern und dazu zu motivieren, eigene Maßnahmen umzusetzen.
- **Langfristige Beteiligung sicherstellen durch Kontinuität:** Die Kommunikationsstrategie sollte langfristig angelegt sein. Kontinuierliche Informationen und Berichte über Fortschritte, Erfolge und Herausforderungen sind essenziell, um die Umsetzung der Maßnahmen dauerhaft zu sichern und die Motivation zur Beteiligung aufrechtzuerhalten.

Dabei ist es wichtig, alle relevanten Stakeholder frühzeitig in den Planungsprozess einzubeziehen. Dies umfasst insbesondere die folgenden **Zielgruppen**, welche differenziert angesprochen werden sollten, um deren unterschiedliche Interessen und Informationsbedarfe optimal zu berücksichtigen:

Tabelle 30: Zielgruppen der Kommunikation

Zielgruppen der Kommunikation		Beispielhafte Themenfelder
alle	alle	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen zu geplanten Maßnahmen im Kommunalgebiet • Fördermöglichkeiten
Gebäude	Bürger, Wohnungswirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • gesetzliche Verpflichtungen nach GEG • Möglichkeiten zur Umsetzung eigener Maßnahmen (klimaneutrale Wärmeerzeugung, Gebäudesanierung, Energieeffizientes Bauen etc.)
Industrie & Gewerbe	Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • gesetzliche Verpflichtungen nach GEG und EnEfG • industrielle Bedarfe und industrielle Abwärme
	Handwerker, Installateure	<ul style="list-style-type: none"> • Kundenberatung Heizungsumstellung und Energieeffizienzmaßnahmen • Fachwissen neue Technologien
Energie	Netzbetreiber (Strom, Gas, Wärme)	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung bezüglich Netzinfrastruktur und Integration erneuerbarer Energien zur Sicherstellung der technischen Machbarkeit der Maßnahmen • Zusätzliche Stromnetzkapazitäten (für Wärmepumpen) • Ausbau/ Aufbau von Wärmenetzen, Anschluss von neuen Abnehmern, Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung • Rückbau von Gasnetzinfrastruktur, Umstellung auf Wasserstoff
	Lieferanten	<ul style="list-style-type: none"> • Vertriebsmöglichkeiten Biomasse, Biogas

Die Wahl der **Kommunikationskanäle und -formate** spielt eine entscheidende Rolle, um die verschiedenen Zielgruppen effektiv zu erreichen und zu informieren.

Es wird empfohlen, im Sinne einer Multi-Kanal-Strategie mehrere Kommunikationskanäle und -formate gleichzeitig zu bespielen, um die Bedürfnisse und unterschiedlichen Interessen und Wissensstände der Akteure zu adressieren. Durch eine Kombination von digitalen und traditionellen Kanälen werden sowohl jüngere als auch ältere Zielgruppen angesprochen. Dabei ist auf eine Konsistenz bei der Vermittlung von Informationen über die verschiedenen Kanäle hinweg zu achten. Bereits während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde über Homepage, soziale Medien, Stadtblatt, Tagespresse und Flyer kommuniziert. Diese Kanäle sollten auch zukünftig entsprechend bespielt werden. Weitere Möglichkeit wären Bürgerversammlungen, Workshops oder Informationsveranstaltungen.

Persönliche Begegnungen unterstützen den Aufbau von Vertrauen und ermöglichen direkte Rückfragen. Themenspezifische Veranstaltungen bieten dabei die Möglichkeit, detaillierte Informationen vorzustellen und den Dialog mit Bürgern, Unternehmen und weiteren Akteuren zu fördern. In individuellen Beratungsgesprächen kann darüber hinaus gezielt auf persönliche Anliegen und Fragen eingegangen werden.

Um – möglicherweise begrenzte – personelle und finanzielle Ressourcen sparsam einzusetzen, sollte bei der Kommunikation, wo möglich und sinnvoll, auf bestehende Kanäle, Formate, Netzwerke und Ressourcen zurückgegriffen werden. Auch die Kooperation mit lokalen Multiplikatoren wie Vereinen kann zu einer effizienten Kommunikation beitragen. Die folgende Tabelle fasst beispielhafte Kommunikationskanäle und -formate zusammen.

Tabelle 31: Kanäle und Formate der Kommunikation

Kategorie	Kanäle	Formate
Digitale Kanäle	Kommunale Website als zentrale Informationsplattform (→ Unterseite Kommunale Wärmeplanung)	<ul style="list-style-type: none"> • Fortschritts- und Ergebnisberichte • FAQs • Erklärvideos • Interaktive Inhalte • Themenspezifische Newsletter (nach Anmeldung) • Veröffentlichung von Karten • Wärmeplan zum Download
	Social media (Facebook, Instagram, LinkedIn etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurze, prägnante Informationen bspw. zu realisierten Projekten (Best Practice Beispiele) • Vorrangig visuelle Inhalte (Bilder, Kurzvideos etc.) • Veranstaltungshinweise
	Bürgerportale	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Beteiligungsmöglichkeiten (z.B. Bürgerbefragungen, Stimmungsbild/ Feedback) • Veranstaltungshinweise • Verlinkung zu Berichterstattung
	Online-Magazine/-Zeitungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielte Pressemitteilungen • Redaktionelle Beiträge zur Vermittlung der geplanten Maßnahmen
Printmedien	Lokale Zeitungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielte Pressemitteilungen • Redaktionelle Beiträge zur Vermittlung der geplanten Maßnahmen
	Amtsblatt / Stadtanzeiger	<ul style="list-style-type: none"> • Bekanntmachungen (Wärmeplan, Maßnahmenbeschlüsse etc.) • Veranstaltungshinweise
	Flyer, Broschüren	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsbroschüren (Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung, Erneuerbare Wärmequellen, Heizungsumbau, Erfolgsgeschichten aus der Region, Checklisten zur Analyse des eigenen Wärmebedarfs etc.) • Veranstaltungsflyer
Persönlicher Kontakt	Veranstaltungen	Integration in bestehende Veranstaltungsformate oder Schaffung neuer Formate: <ul style="list-style-type: none"> • Informationsabende (aktueller Stand & nächste Schritte, beschlossene Maßnahmen)

		<ul style="list-style-type: none">• Fachvorträge mit spezifischen Zielgruppen zur Vermittlung von Fachwissen und zur Förderung der Beteiligung• Themenspezifische Bürgerforen / Workshops zur Diskussion und Beteiligung der Bürgerschaft
	Individuelle Gespräche	<ul style="list-style-type: none">• Individuelle Beratungsgespräche• Telefon-Service sowie Sprechstunden in Bürgerbüros

Die **Inhalte** der Kommunikation müssen zielgerichtet und verständlich aufbereitet werden, um die verschiedenen Zielgruppen zu informieren, zu motivieren und zur Mitwirkung zu bewegen.

Die Kommunikation sollte die Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung als zentralen Bestandteil der Energiewende hervorheben. Dabei ist es wichtig, nicht nur die globalen Vorteile zu betonen, sondern insbesondere die konkreten Auswirkungen auf die Bürger sowie die Region in den Vordergrund zu stellen. Dazu gehören Informationen zur Reduzierung der Energiekosten durch effizientere Heizsysteme, die Schaffung neuer Arbeitsplätze im Bereich der erneuerbaren Energien und die Förderung der regionalen Wertschöpfung. Beispiele für erfolgreich umgesetzte Maßnahmen aus der Region können diese Argumente unterstützen und greifbarer machen.

Die Inhalte sollten konkrete Möglichkeiten zur Mitgestaltung und Beteiligung aufzeigen. Bürger sollten dabei nicht nur als Empfänger von Informationen verstanden, sondern aktiv in die Umsetzung einbezogen werden. Dies umfasst die Einladung zu Veranstaltungen, die Vorstellung von Bürgerenergieprojekten sowie Informationen zu finanziellen Beteiligungsmodellen.

Die Wärmewende sollte als strategische Investition in die Zukunft vermittelt werden. Dazu gehört die Darstellung langfristiger Vorteile wie Versorgungssicherheit, stabile Energiekosten und eine nachhaltige Stadtentwicklung. Regelmäßige Erfolgsgeschichten und Berichte zum Fortschritt der Umsetzung können dazu beitragen, die kontinuierliche Unterstützung der Bevölkerung zu sichern.

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist mit einer Reihe an **Herausforderungen** verbunden, die in der Kommunikationsstrategie aktiv adressiert werden sollten.

Durch die Komplexität des Themas sind die technischen und rechtlichen Aspekte der Wärmeplanung für viele Bürger schwer verständlich. Um dieser Herausforderung zu begegnen und komplexe Inhalte zugänglich zu machen, sollten leicht verständliche Informationsmaterialien entwickelt werden (bspw. Erklärvideos, Infografiken).

Veränderungen, insbesondere auch im Kontext der Energiewende, stoßen häufig auf Skepsis und Widerstände. Um dem entgegenzuwirken, ist es wichtig, die persönlichen Vorteile der Maßnahmen wie Heizkosteneinsparungen und Versorgungssicherheit hervorzuheben, wissenschaftliche Fakten und Hintergründe zu vermitteln sowie Sorgen und Bedenken frühzeitig aufzunehmen und zu entkräften. Die Umsetzung der Maßnahmen setzt häufig voraus, dass Bürger ihr Verhalten ändern, etwa durch die Nutzung erneuerbarer Energien oder die Durchführung von Gebäudesanierungen. Dies kann durch die Bereitstellung von Informationen zu finanziellen Anreizen, Fördermöglichkeiten und Erfolgsbeispielen unterstützt werden.

Um den Erfolg der Kommunikationsstrategie sicherzustellen, ist eine **kontinuierliche Überprüfung und Anpassung** der Kommunikationsstrategie unerlässlich.

Dazu können regelmäßig Umfragen und Feedback-Runden mit Bürgern, Unternehmen und anderen Akteuren durchgeführt werden, um deren Meinungen und Anregungen systematisch zu erfassen. Außerdem sollten die gewählten Kanäle regelmäßig überwacht und deren Nutzung und Akzeptanz ausgewertet werden, um einen Überblick über die Wirksamkeit der Kommunikation zu erhalten. So kann ermittelt werden, welche Kanäle und Formate besonders effektiv sind. Dies kann beispielsweise die Analyse der Zugriffszahlen auf Webseiten, die Teilnahme an Veranstaltungen und die Rückmeldungen zu veröffentlichten Informationen umfassen.

Auf Basis der Auswertungen sollte die Kommunikationsstrategie kontinuierlich weiterentwickelt werden (Optimierung bestehender Formate, Einführung neuer Kanäle und Inhalte etc.). Auch die Ergebnisse der Evaluation (Erfolge sowie Herausforderungen) sollten im Sinne der Transparenzschaffung und Vertrauensstärkung ebenfalls öffentlich kommuniziert werden.

9 Controlling-Konzept

Die kommunale Wärmeplanung als komplexer und langfristiger Prozess erfordert ein systematisches und kontinuierliches Monitoring und Controlling. Dies gewährleistet die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Prozessfortschritts – sowohl bei der Umsetzung einzelner definierter Maßnahmen als auch bezüglich der Erreichung der festgelegten Zielwerte einer klimaneutralen Wärmeversorgung – und ermöglicht ein effizientes Gegensteuern bei auftretenden Abweichungen. Eine kontinuierliche Evaluierung und gegebenenfalls Anpassung getroffener Maßnahmen und definierter Prozesse ist unerlässlich, um den Erfolg der Wärmeplanung sicherzustellen und langfristige Ziele zu erreichen.

Controlling der Zielerreichung „Klimaneutrale Wärmeversorgung“

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Energie- und Treibhausgasbilanz für das Referenzjahr 2022 erstellt. Die Energie- und Treibhausgasbilanz basiert dabei auf den Indikatoren für die Zielerreichung einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung, welche in Anlage 2 (zu § 23), III. Zielszenario nach § 17 festgelegt werden. Gemäß Wärmeplanungsgesetz sind diese für das geplante Gebiet als Ganzes für die Jahre 2030, 2035, 2040 (und 2045) anzugeben:

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

Eine verpflichtende Überprüfung des Wärmeplans ist gemäß §25 Wärmeplanungsgesetz alle fünf Jahre durchzuführen. Im Zuge dessen müssen die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen überwacht, der Wärmeplan bei Bedarf überarbeitet und angepasst und die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden.

Neben den oben genannten Indikatoren sollte eine Reihe weiterer Indikatoren in das Controlling aufgenommen werden, um die Aussagefähigkeit durch eine verbesserte Datengrundlage zu verbessern sowie eine Einordnung in sich möglicherweise verändernde Rahmenbedingungen vorzunehmen. Die Indikatoren sollten dabei aussagekräftig sein und mit geringem Aufwand von wenigen Akteuren ermittelt werden können. Eine Reihe der Kennzahlen sind bereits im Wärmeplan festgelegt worden und müssen für das Controlling entsprechend in regelmäßigem Zyklus fortgeschrieben werden. Konkret

werden die Indikatoren gemäß Tabelle 32 in Ergänzung zu Tabelle 9 zur Zielüberwachung vorgeschlagen:

Tabelle 32: Indikatoren für die Zielerreichung

Kategorie	Indikator	Einheit	Ist 2022	2030	2035	Ziel 2040
Rahmenbedingungen	Einwohnerzahl	EW	7.783	-	-	-
	m² Wohnfläche	m²	400.788	-	-	-
	m² Wohnfläche pro Einwohner	m²/EW	51,5	-	-	-
Energieverbrauch	*Gesamten Wärmeversorgung	GWh/a	170,72	127,06	99,78	72,50
	*Wohngebäude	GWh/a	57,91	39,70	28,32	16,94
	*Öffentliche Liegenschaften	GWh/a	7,98	6,26	5,18	4,10
	*Wärme GHD & Sonstiges	GWh/a	19,42	14,24	11,00	7,76
	*Wärme Industrie	GWh/a	85,40	66,87	55,29	43,71
	Wärme Haushalte und öffentlichen Bauten pro Einwohner	kWh/EW	8.466	5.905	4.304	2.703
	Stromverbrauch für Wärmeerzeugung	GWh/a	1,21	24,58	39,19	53,80
THG-Emissionen	*Gesamten Wärmeversorgung	t/a	41.370	24.392	12.139	1.656
	Wärme - Wohngebäude	t/a	14.575	8.149	4.047	376
	Öffentliche Liegenschaften	t/a	1.563	890	459	73
	Wärme GHD & Sonstiges	t/a	4.726	2.693	1.358	147
	Wärme Industrie	t/a	20.506	12.660	6.276	1.060
	Wärme Haushalte und öffentlichen Bauten pro Einwohner	t/a/EW	2,1	1,2	0,6	0,1
Verdichtung & Dekarbonisierung Wärmenetze	*Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung	%	77,29%	61,61%	44,82%	15,40%
	*Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	Anzahl	3	49	77	106
	*Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet	%	0,1%	2,0%	3,1%	4,3%
Einsatz erneuerbarer Energien (in Gebieten mit Einzellösungen)	Anzahl Wärmepumpen in Gebieten mit Einzellösungen (bzw. Anzahl Wärmepumpenstromverträge)	Anzahl	114	1010	1570	2.130
	Anzahl & installierte Leistung Wärmepumpen in Wärmenetzgebieten (bzw. Anzahl Wärmepumpenstromverträge)	Anzahl	6	28	41	55
Transformation fossiler zentraler & dezentraler Infrastruktur (Verteilnetze und Einzellösungen)	Anzahl Gas- und Ölheizungen	Anzahl	2.225	1.236	618	0
	Alter Gas- und Ölheizungen	Jahre	26,5	Unb.	Unb.	Unb.

*Anforderung aus WPG - Zielszenario

Es wird empfohlen, diese Indikatoren mindestens alle 5 Jahre zu ermitteln, um den Fortschritt kontinuierlich überwachen und gegebenenfalls Maßnahmen frühzeitig ableiten zu können. Auch die umfassende Endenergie- und Treibhausgasbilanz, sollte regelmäßig überprüft, aktualisiert und den Zielwerten des Zielszenarios (siehe Kapitel 5) gegenübergestellt werden, um den Fortschritt zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu evaluieren und notwendige Maßnahmen zur Sicherstellung der Zielerreichung zu definieren. Dies muss gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes mindestens alle fünf Jahre im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans erfolgen.

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt gemäß §25 WPG eine Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung spätestens alle fünf Jahre vor. Hierfür ist die Erhebung der Daten gemäß Tabelle 33 notwendig. Die Fortschreibung ist mit einem vergleichsweise geringen Aufwand möglich. Hierzu sind die genannten Informationen in die bestehende Datenbank zu übernehmen und anhand des verwendeten Analysetools die Berechnungen und Auswertungen erneut durchzuführen. Für ein jährliches Controlling empfiehlt sich der Erhebung der Fernwärmenetz- und Kkehrbuchdaten.

Tabelle 33: Zu erhebende Daten für Fortschreibung und Controlling

Daten	Erhebungstiefe	Datenquelle	Turnus
Strommengen Speicherheizungen	Gesamtes Stadtgebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl abgerechnete Speicherheizungen	Gesamtes Stadtgebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Strommengen Wärmepumpen	Gesamtes Stadtgebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl abgerechnete Wärmepumpen	Gesamtes Stadtgebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Erdgasverbräuche	Cluster bezogen	Gasnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl Erdgashausanschlüsse	Cluster bezogen	Gasnetzbetreiber	5 Jahre
Fernwärmemengen	Cluster bezogen	Fernwärmenetzbetreiber	1 Jahr
Anzahl Fernwärmehausanschlüsse	Cluster bezogen	Fernwärmenetzbetreiber	1 Jahr
Energiebilanz Fernwärmenetz	Gesamtfernwärmenetz	Fernwärmenetzbetreiber	1 Jahr
Kkehrbuchdaten	Straßenzugsweise	Landesamt für Statistik	1 Jahr

Das Controlling-Konzept umfasst sowohl Top-down- (Abgleich mit Zielvorgaben, Indikatoren gemäß WPG, etc.) als auch Bottom-up-Ansätze (Beteiligung Förderprogramme, Sanierungsaktivitäten, etc.) und stellt so eine effiziente, transparente Überprüfung der Zielerreichung sicher.

Evaluation des Gesamtprozesses der Umsetzung des Wärmeplans

Zur Bewertung des Gesamtfortschritts bei der Umsetzung des Wärmeplans sollten neben der Auswertung der definierten Indikatoren verschiedene qualitative Aspekte berücksichtigt werden. Hierbei können die folgenden Fragen unterstützen:

- Entspricht der Fortschritt zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung der Zielsetzung? Wo ist Nachhol-/Anpassungsbedarf?
- Gibt es veränderte Rahmenbedingungen, die eine Anpassung des Wärmeplans erfordern?
- Sind die Strukturen und Prozesse zur Verstetigung effizient und transparent?
- Sind die Strukturen und Prozesse der Kommunikation effizient und transparent?
- Sind die Strukturen und Prozesse des Monitorings und Controllings effizient und transparent?
- ...

Schnittstelle zur Verstetigungsstrategie (vgl. Kapitel 7)

Für das Monitoring und Controlling muss eine verantwortliche Stelle benannt werden. Diese ist unter anderem verantwortlich für die Einholung der notwendigen Daten bei verschiedenen Stellen, die Datenhaltung, die Plausibilitätsprüfung von Daten und Auswertungen, die Einhaltung von Datenschutzanforderungen sowie die Koordination zur Erstellung und Verteilung von Berichten.

Im Rahmen des laufenden Monitorings und Controllings sollten Fortschritte, Abweichungen und Herausforderungen bei regelmäßigen Treffen der zuständigen Arbeitsgruppen oder eines Lenkungskreises besprochen werden. So kann durch geeignete Maßnahmen schnell auf Veränderungen reagiert werden – beispielsweise durch Anpassungen des weiteren Vorgehens oder der Zeit- und Finanzpläne. Die Ergebnisse des Monitorings und Controllings können den zuständigen politischen Gremien vorgestellt werden, damit definierte Änderungen an der Strategie oder an Maßnahmen unterstützt durch politische Entscheidungen umgesetzt werden können.

Schnittstelle zur Kommunikationsstrategie (vgl. Kapitel 8)

Es wird empfohlen, jährlich einen Fortschrittsbericht zur Umsetzung des Wärmeplans und der festgelegten Maßnahmen zu erstellen. Dieser Bericht sollte den aktuellen Stand der Umsetzung dokumentieren sowie Empfehlungen zum weiteren Vorgehen enthalten. Die wesentlichen Informationen des Berichts sollten so aufbereitet werden, dass sie leicht verständlich und übersichtlich für verschiedene Kommunikationszwecke genutzt werden können. Dies erleichtert die Weitergabe der Informationen an relevante Akteure und fördert eine transparente, nachvollziehbare und effiziente Kommunikation.

10 Anlagen

10.1 Quellenverzeichnis

- [1] „Statistik kommunal für Bayern“. Zugegriffen: 3. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.statistik.bayern.de/produkte/statistik_kommunal/index.html
- [2] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch, und S. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Version_1.1_August24.xlsx
- [3] „Energie-Atlas Bayern – der Kartenviewer des Freistaats Bayern zur Energiewende“. Zugegriffen: 5. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/>
- [4] S. Ortner u. a., „Leitfaden Wärmeplanung“, *Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*, 2024, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.html>
- [5] Rechtsanwälte Günther Partnerschaft, Hrsg., „Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen Wasserstoffnetzausbauplanung“. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf
- [6] „Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude (458) | KfW“. Zugegriffen: 29. April 2025. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsforderung-fur-Privatpersonen-Wohngebäude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsforderung-fur-Privatpersonen-Wohngebäude-(458)/)
- [7] „BAFA - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“. Zugegriffen: 29. April 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
- [8] C. Thelen u. a., „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“, *Fraunhofer ISE*, Bd. 19, 2024, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>
- [9] „Statistischer Bericht - Daten zur Energiepreisentwicklung“, Statistisches Bundesamt. Zugegriffen: 2. Dezember 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Publikationen/Energiepreise/statistischer-bericht-energiepreisentwicklung-5619001.html>
- [10] „Marktpreisvergleich“, C.A.R.M.E.N. e.V. Zugegriffen: 2. Dezember 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick-erneuerbare-energien/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>
- [11] M. Wietschel u. a., *Preiselastische Wasserstoffnachfrage in Deutschland: Methodik und Ergebnisse*. Fraunhofer ISI, 2023.
- [12] „Gaspreise: Biogas-Tarife meist deutlich teurer als Erdgas“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zfk.de/energie/gas/gaspreise-biogas-tarife-meist-deutlich-teurerer-als-erdgas>