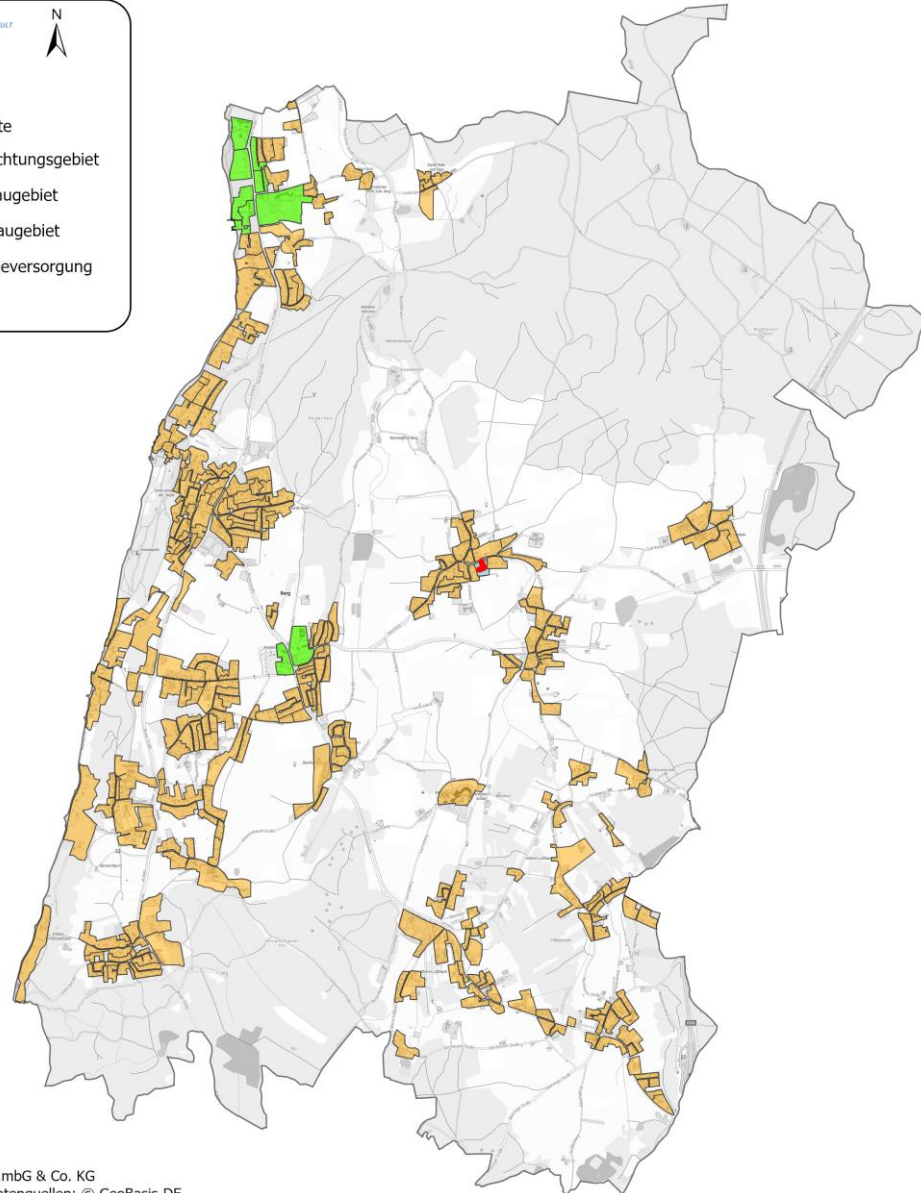
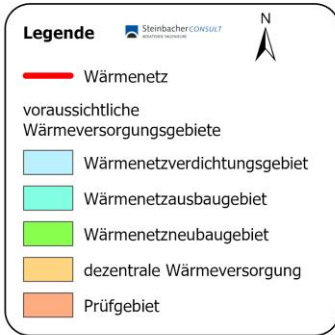


Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Berg

Abschlussbericht





aufgestellt:

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

Neusäß, März 2026
Projekt-Nr. 125018
MVEH/SIMA

Planungsverantwortliche Stelle:

Gemeinde Berg
Huberfeld 10
82335 Berg

Förderung

KSI: Erstellung einer Kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Berg
FKZ: 67K28665
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	9
2	AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	12
3	BESTANDSANALYSE	12
3.1	Gemeindestruktur.....	12
3.2	Bearbeitungsraster.....	14
3.3	Gebäudestruktur	14
3.4	Energieinfrastruktur	17
3.4.1	Erdgasnetz.....	18
3.4.2	Wärmenetz	20
3.4.3	Dezentrale Wärmeerzeuger.....	21
3.5	Wärmebedarf	24
3.6	Energie- und Treibhausgasbilanz	27
3.6.1	Endenergieverbrauch.....	27
3.6.2	Treibhausgasemissionen	29
3.7	Kennwerte und Zwischenfazit Bestandsanalyse	30
4	POTENZIALANALYSE	32
4.1	Allgemeines	32
4.2	Einsparpotentiale.....	33
4.3	Solarenergie.....	36
4.3.1	Dachflächen	36
4.3.2	Freiflächen.....	37
4.4	Geothermie	39
4.4.1	Allgemeines.....	39
4.4.2	Erdwärmekollektoren	40
4.4.3	Erdwärmesonden	42
4.4.4	Grundwasserbrunnen.....	44
4.4.5	Tiefengeothermie.....	47
4.5	Biomasse (Holz)	48
4.6	Biomasse (Biogas)	48



4.7	Luftwärme.....	49
4.8	Seethermie.....	50
4.9	Windkraft.....	51
4.10	Wasserkraft	53
4.11	Zwischenfazit Potenzialanalyse	54
5	ZIELSZENARIO UND WÄRMEVERSORGUNGSGBIETE	55
5.1	Allgemeines	55
5.2	Gebietseinteilung in der Wärmeplanung.....	55
5.2.1	Wärmenetzgebiete.....	55
5.2.2	Wasserstoffnetzgebiete.....	56
5.2.3	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	56
5.2.4	Prüfgebiete	56
5.2.5	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	56
5.3	Vorgehensweise	56
5.4	Gebietseinteilung für die Gemeinde Berg	58
5.4.1	Wärmenetzgebiete.....	58
5.4.2	Wasserstoffnetzgebiete.....	59
5.4.3	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	59
5.4.4	Prüfgebiete	60
5.4.5	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	60
5.5	Zielszenario 2045	62
5.5.1	Entwicklung Wärmebedarf	62
5.5.2	Entwicklung Wärmeerzeuger	63
5.5.3	Entwicklung Wärmebedarf / Endenergieverbrauch.....	65
5.5.4	Entwicklung Treibhausgasemissionen	67
5.5.5	Indikatoren zur Erreichung des Zielszenarios.....	68
5.5.6	Kritische Punkte zur Erreichung des Zielszenarios	69
6	UMSETZUNGSSTRATEGIE	71
6.1	Fokusgebiete.....	71
6.1.1	Wirtschaftliche Grundannahmen	71
6.1.2	Fokusgebiet Kempfenhausen.....	73
6.1.3	Fokusgebiet Aufkirchen	80
6.2	Dezentrale Wärmeversorgungsarten.....	86
6.2.1	Wirtschaftliche Grundannahmen	86
6.2.2	Einfamilienhaus	88
6.2.3	Mehrfamilienhaus	91



6.3	Umsetzungsmaßnahmen	93
6.3.1	Sanierung privater Gebäude.....	94
6.3.2	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude	96
6.3.3	Ausbau und Neubau Fernwärme	98
6.3.4	Kommunikation der Ergebnisse an die Öffentlichkeit.....	100
6.3.5	Koordinationsstelle zur Wärmewende	102
6.3.6	Niedrigschwelliges Informationsangebot für Bürger schaffen	104
6.3.7	Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts.....	106
7	VERSTETIGUNGSSTRATEGIE	107
8	CONTROLLING-KONZEPT	110
9	ANLAGEN	114
9.1	Quellenverzeichnis	114

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ablaufplan kommunale Wärmeplanung	9
Abbildung 2: Nutzungstypen im Gemeindegebiet	13
Abbildung 3: Verteilung Gebäudetypen	15
Abbildung 4: Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen	15
Abbildung 5: Verteilung Baualtersklassen	16
Abbildung 6: Überwiegende Baualtersklassen	17
Abbildung 7: Mit Erdgas erschlossene Gebiete	19
Abbildung 8: Bestands-Wärmenetz	20
Abbildung 9: Verteilung Energieträger	21
Abbildung 10: Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp	22
Abbildung 11: Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch	23
Abbildung 12: Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren	25
Abbildung 13: Wärmebedarfsdichte	26
Abbildung 14: Wärmelinien-dichte	27
Abbildung 15: Endenergieverbrauch nach Energieträgern	28
Abbildung 16: Endenergieverbrauch nach Sektoren	28
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	29
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren	30
Abbildung 19: Potenzialbegriffe	32
Abbildung 20: Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen	34
Abbildung 21: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“	35
Abbildung 22: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“	36
Abbildung 23: Dachflächenpotenzial	37
Abbildung 24: Auszug aus dem Standortkonzept für Freiflächenphotovoltaik [4]	38
Abbildung 25: Entzugsenergie Erdkollektoren	41
Abbildung 26: Potenzial Erdkollektoren	42
Abbildung 27: Entzugsleistung Erdsonden	43
Abbildung 28: Potenzial Erdsonden	44
Abbildung 29: Entzugsenergie Grundwasserbrunnen	45
Abbildung 30: Potenzial Grundwasserbrunnen	46
Abbildung 31: Temperatur in 2.000 m Tiefe nach [5]	47
Abbildung 32: Potenzial Biomasse (Holz)	48
Abbildung 33: Potenzial Biomasse (Biogas)	49
Abbildung 34: Potenzial aus Seethermie	51
Abbildung 35: Windenergie Vorrangflächen [6]	52
Abbildung 36: Potenzial Windkraft	52



Abbildung 37: Bestehende Wasserkraftanlagen nach [5].....	53
Abbildung 38: Potenzial Wasserkraft	53
Abbildung 39: Zusammenfassung Potenziale.....	54
Abbildung 40: Wärmeversorgungsgebiete	58
Abbildung 41: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	61
Abbildung 42: Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren	62
Abbildung 43: Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung	63
Abbildung 44: Entwicklung Wärmeerzeuger nach Heizungstyp	64
Abbildung 45: Entwicklung Wärmebedarf nach Heizungstyp	65
Abbildung 46: Entwicklung Endenergieverbrauch.....	66
Abbildung 47: Entwicklung Treibhausgasemissionen	67
Abbildung 48: Fokusgebiet Kempfenhausen	73
Abbildung 49: Lastgang Fokusgebiet Kempfenhausen.....	75
Abbildung 50: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Kempfenhausen.....	75
Abbildung 51: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Kempfenhausen Vergleich für ein durchschnittliches, unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 19.000 kWh/a	79
Abbildung 52: Fokusgebiet Aufkirchen	80
Abbildung 53: Lastgang Fokusgebiet Aufkirchen	82
Abbildung 54: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Aufkirchen	82
Abbildung 55: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Aufkirchen Vergleich für ein durchschnittliches, unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 34.000 kWh/a	85
Abbildung 56: Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG.....	86
Abbildung 57: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus.....	90
Abbildung 58: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	93



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Allgemeine Daten nach [1]	12
Tabelle 2: Flächen nach [1]	13
Tabelle 3: Eckpunkte Gasnetz.....	18
Tabelle 4: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in tCO ₂ e/MWh nach [2].....	29
Tabelle 5: Kennzahlen	30
Tabelle 6: Ertrag Standortkonzept Freiflächenphotovoltaik.....	37
Tabelle 7: Kennzahlen Biogasproduktion	49
Tabelle 8: Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [7]	57
Tabelle 9: Indikatoren Erreichung Zielszenario.....	68
Tabelle 10: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Kempfenhausen im IST-Zustand.....	74
Tabelle 11: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Kempfenhausen im IST-Zustand.....	74
Tabelle 12: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Kempfenhausen.....	74
Tabelle 13: Variantenvergleich Fokusgebiet Kempfenhausen	76
Tabelle 14: Investitionskosten Fokusgebiet Kempfenhausen.....	77
Tabelle 15: Jahreskosten Fokusgebiet Kempfenhausen	78
Tabelle 16: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Aufkirchen im IST-Zustand	81
Tabelle 17: Aufteilung Wärmebedarf im Fokusgebiet Aufkirchen im IST-Zustand	81
Tabelle 18: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Markplatz	81
Tabelle 19: Variantenvergleich Fokusgebiet Aufkirchen.....	83
Tabelle 20: Investitionskosten Fokusgebiet Aufkirchen	84
Tabelle 21: Jahreskosten Fokusgebiet Aufkirchen.....	84
Tabelle 22: Berücksichtigte Förderungen Förderung KfW 458 [10].....	87
Tabelle 23: Energiekosten für dezentrale Wärmeversorgungsarten nach [11], [12], [13], [14]	87
Tabelle 24: Zugrundeliegende Rahmenparameter Einfamilienhaus	88
Tabelle 25: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus	88
Tabelle 26: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus.....	89
Tabelle 27: Zugrundeliegende Rahmenparameter Mehrfamilienhaus	91
Tabelle 28: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus ...	91
Tabelle 29: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	92
Tabelle 30: Indikatoren für die Zielerreichung Zielszenario	111
Tabelle 31: 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 Gemeinde Berg 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 dem Energieversorger (Energienetze Bayern) intensiv diskutiert, bevor es im Rahmen einer öffentlichen Sitzung im Oktober 2025 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.

3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die kommunale Wärmeplanung und ermöglicht ein umfassendes Verständnis der aktuellen Wärmeversorgungssituation in der Gemeinde Berg. 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

Berg ist eine Gemeinde im Landkreis Starnberg in Oberbayern. In Tabelle 1 sind die allgemeinen Daten der Kommune dargestellt [1]. Berg hat 15 Gemeindeteile.

Tabelle 1: Allgemeine Daten nach [1]

Kennwert	Wert
Fläche	36,63 km ²
Einwohner	8.441
Bevölkerungsdichte	219 EW/km ²
Wohnfläche	536.384 m ²
Wohneinheiten	3.902
Wohnfläche je WE	137,5 m ²
Wohnfläche je EW	67,0 m 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	426	11,6 %
dar. Wohnbau	281	7,7 %
Industrie + Gewerbe	19	0,5 %
Verkehr	142	3,9 %
Vegetation	3.075	83,9 %
dar. Landwirtschaft	1.304	35,6 %
Wald	1.597	43,6 %
Gewässer	19	0,5 %
Gesamt	3.663	100 %

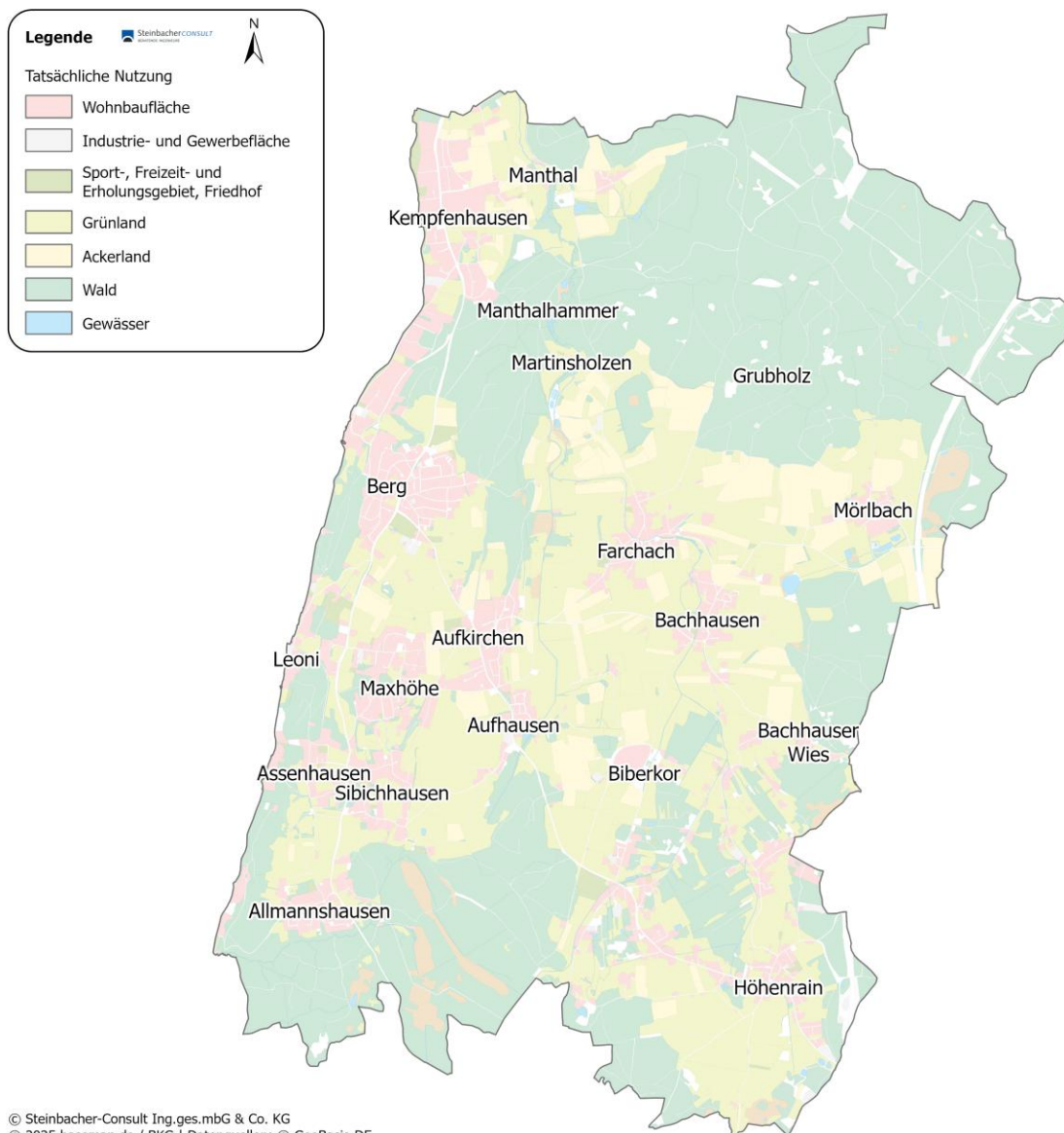


Abbildung 2: Nutzungstypen im Gemeindegebiet

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 Kommunengrenze 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, Bebauungspläne sowie das Kurzgutachten Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung Berg vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Gebäudetypen dargestellt. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden in Berg 2.548 Gebäude berücksichtigt, wobei Einfamilienhäuser mit einem Anteil von 80 % klar dominieren. Auf den Sektor private Haushalte fallen in Summe mehr als 95 % aller Gebäude. Die Aufteilung der Gebäude der Sektoren GHD, Industrie und öffentliche Liegenschaften kann Abbildung 3 entnommen werden.

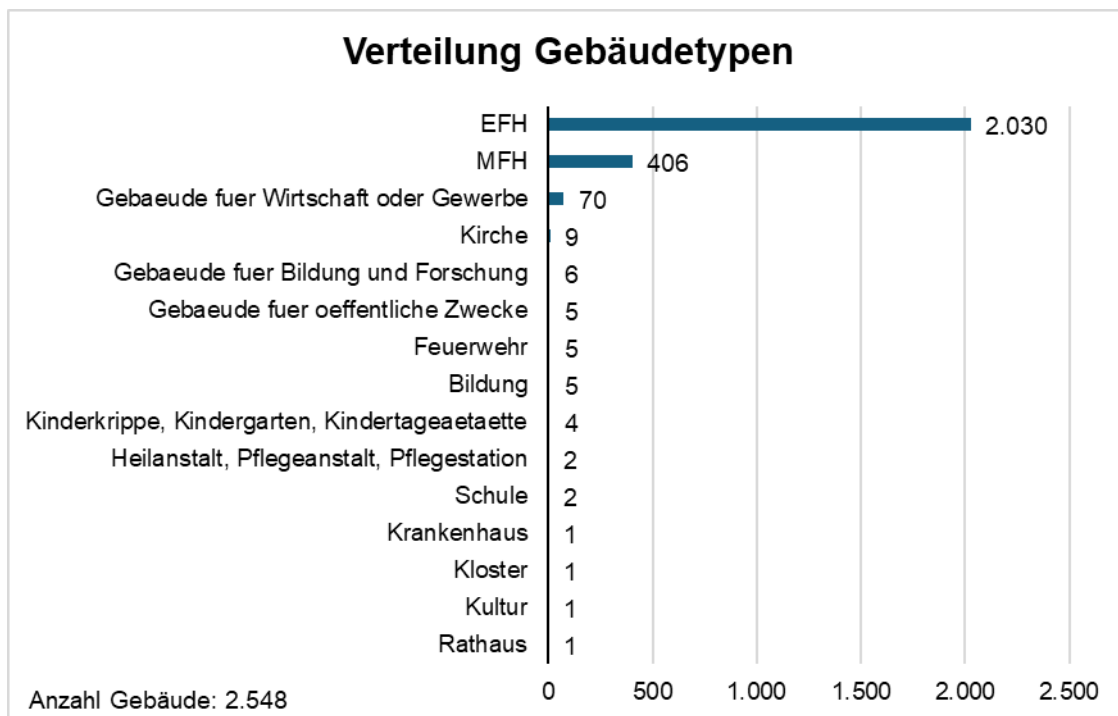


Abbildung 3: Verteilung Gebäudetypen

Abbildung 4 und Abbildung 5 veranschaulichen die Verteilung nach Baualtersklassen. Der Großteil (ca. 73 %) der Gebäude stammt aus der Zeit vor 1978 – also aus einer Phase, in der es noch keine verbindlichen Wärmeschutzvorgaben gab. Besonders viele Bauten (68 %) entstanden zwischen 1949 und 1978, wodurch gerade in diesem Segment erhebliche Potenziale für energetische Sanierungen bestehen.

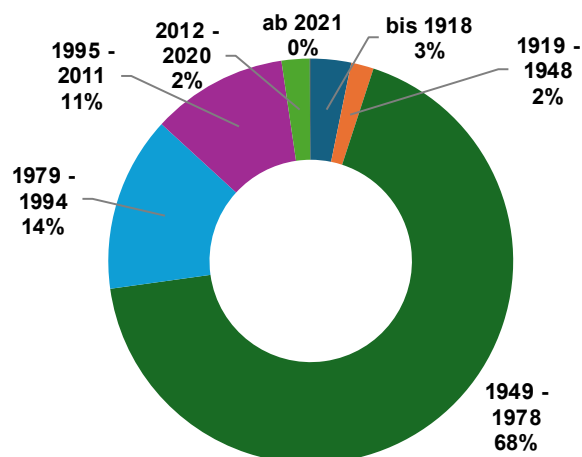


Abbildung 4: Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen

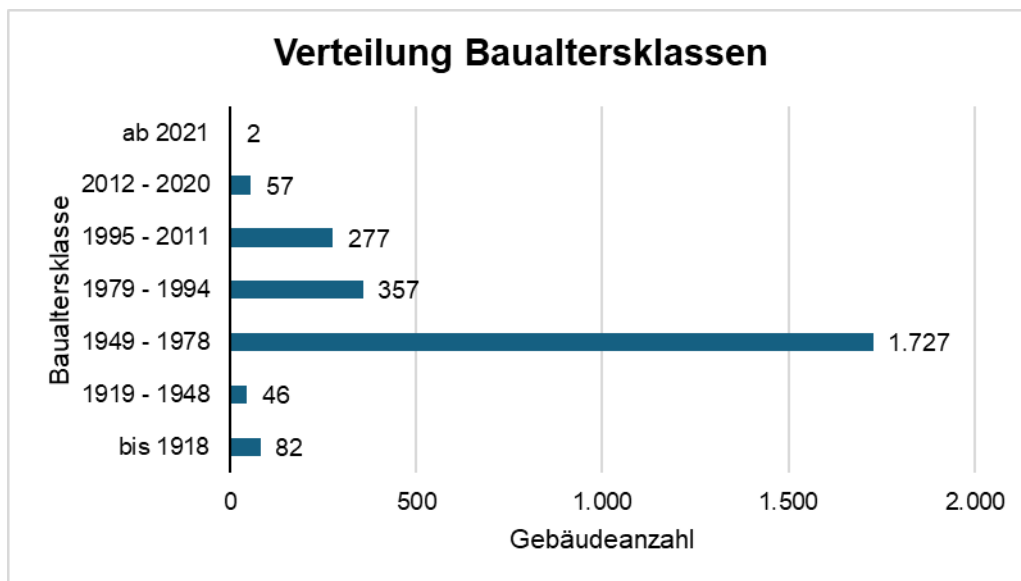


Abbildung 5: Verteilung Baualtersklassen

Abbildung 6 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden Baualtersklassen.

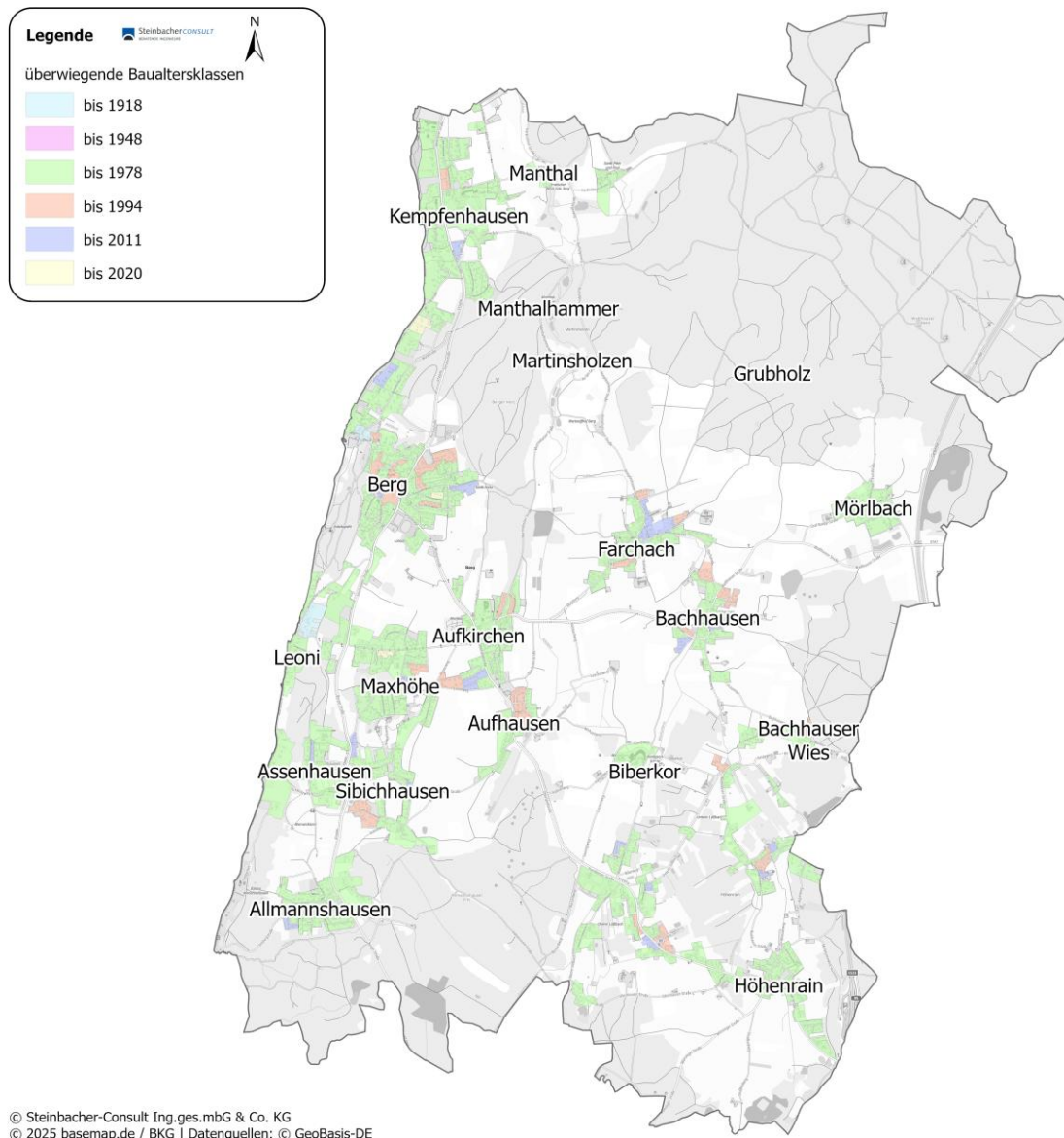


Abbildung 6: Überwiegende Baualtersklassen

3.4 Energieinfrastruktur

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

- Kkehrbuchdaten 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 7 zeigt die Gebiete, die an das Erdgasnetz angeschlossen sind. In Berg sowie in einigen Außenbereichen ist die Gasinfrastruktur stark ausgebaut, in anderen Außenbereichen außerhalb von Berg ist kein Gasnetz vorhanden. Die wichtigsten Informationen zum Erdgasnetz sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Eckpunkte Gasnetz

Information	Berg
Art	Erdgas
Jahr der Erstinbetriebnahmen	1981
Trassenlänge ohne Netzan- schlüsse	35,4 km
dar. Druckstufe A (bis 1 bar)	35,4 km
Gesamtanzahl der Anschlüsse	895
dar. Druckstufe A (bis 1 bar)	895

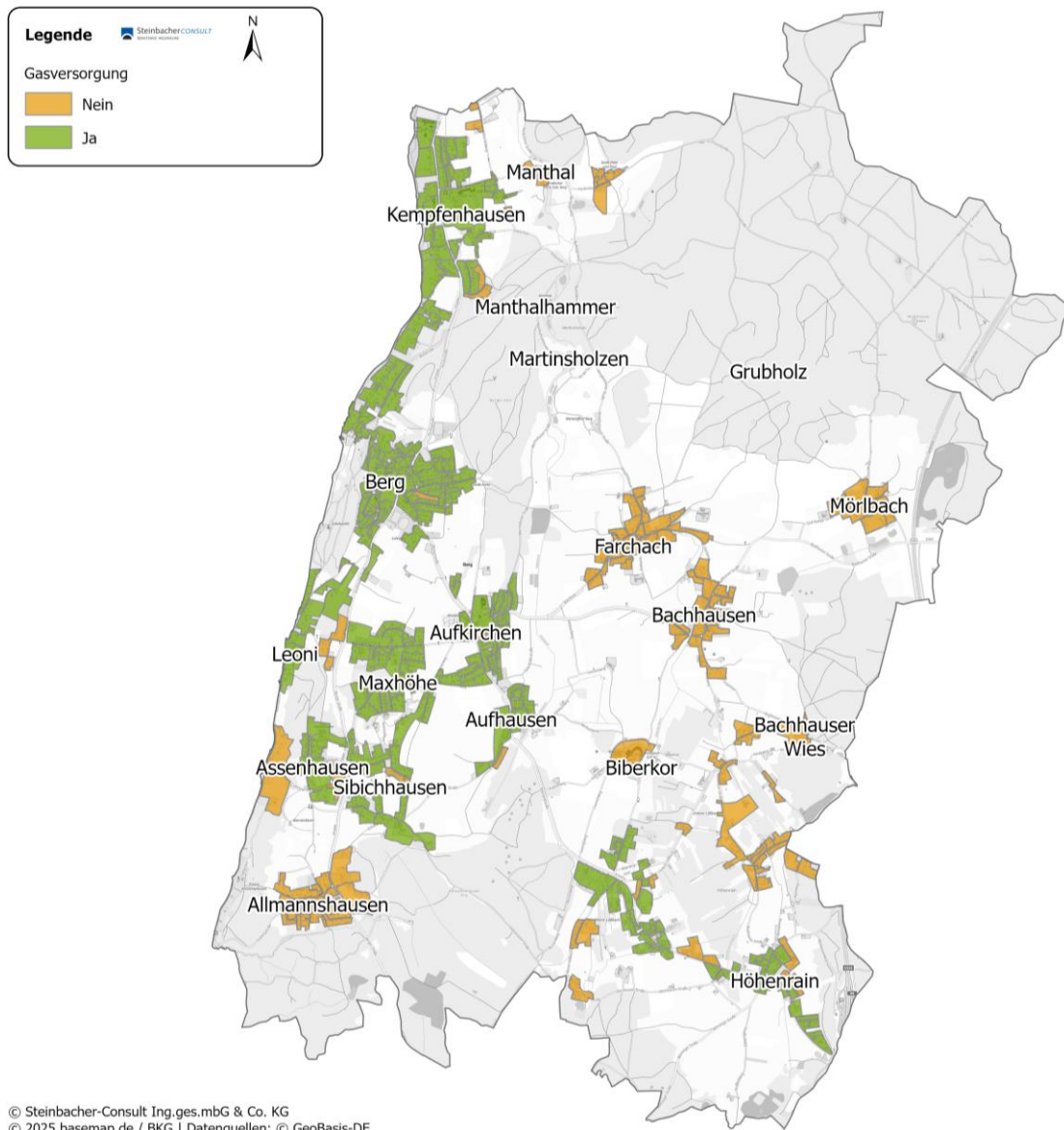


Abbildung 7: Mit Erdgas erschlossene Gebiete

3.4.2 Wärmenetz

Im Ortsteil Farchach gibt es ein kleineres Gebäudenetz (vgl. Abbildung 8). Ausgehend von einer Schreinerie werden einige Gebäude mit Nahwärme versorgt. Als Energieträger wird Holz eingesetzt.

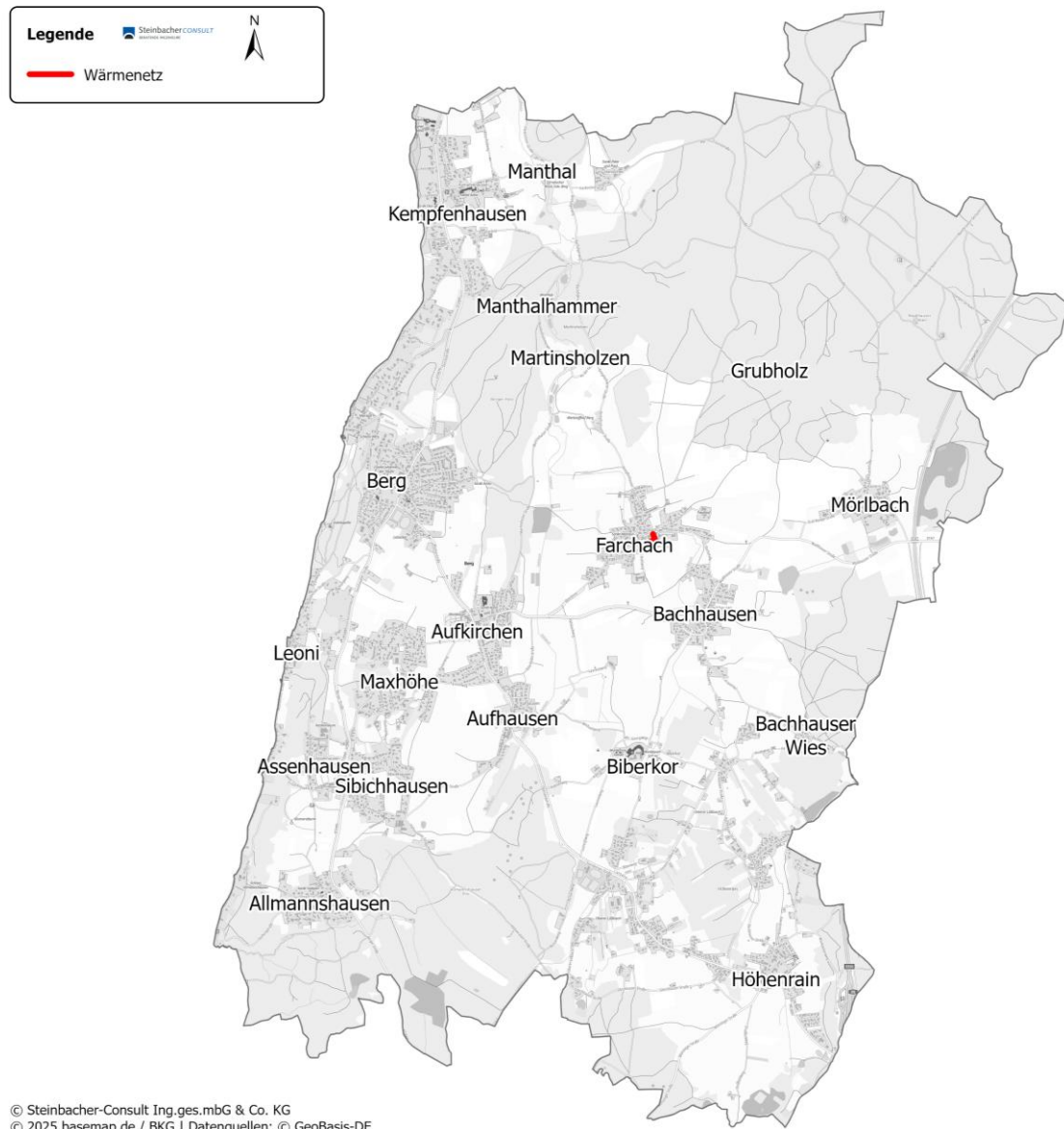


Abbildung 8: Bestands-Wärmenetz

3.4.3 Dezentrale Wärmeerzeuger

Aus Abbildung 9 ist zu erkennen, dass ca. 43 % der Gebäude mit Heizöl beheizt werden, gefolgt von Erdgas (31 %). Durch Wärmepumpen werden 11 % und durch Biomasse 8 % der Gebäude versorgt. Strom, Flüssiggas und Fernwärme spielen kaum eine Rolle.

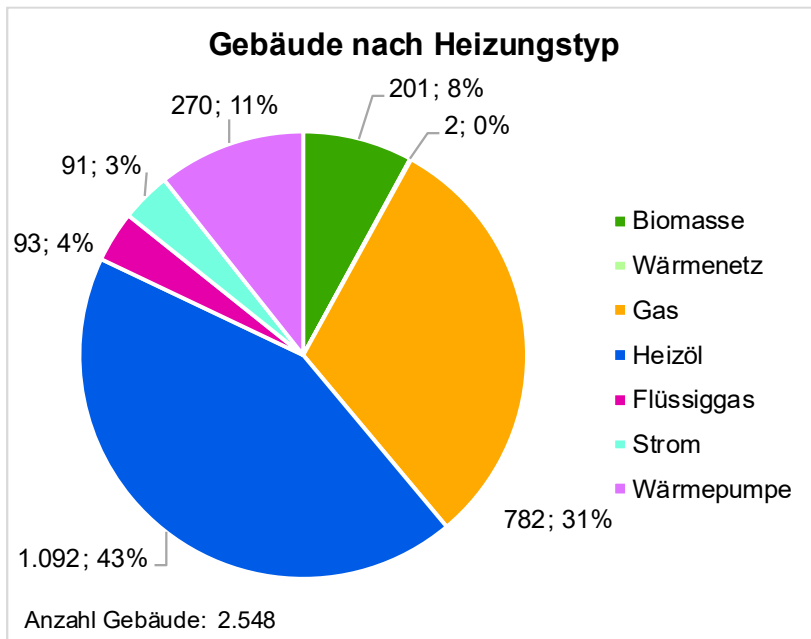


Abbildung 9: Verteilung Energieträger

Abbildung 10 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden eingesetzten Heizungstypen sowie die Aufteilung der Energieträger je Baublock. Es ist zu erkennen, dass in den größeren Zentren Erdgas und in den äußeren Bereichen Heizöl klar dominieren und nur vereinzelt eine Versorgung durch andere Heizungstypen zu finden ist.

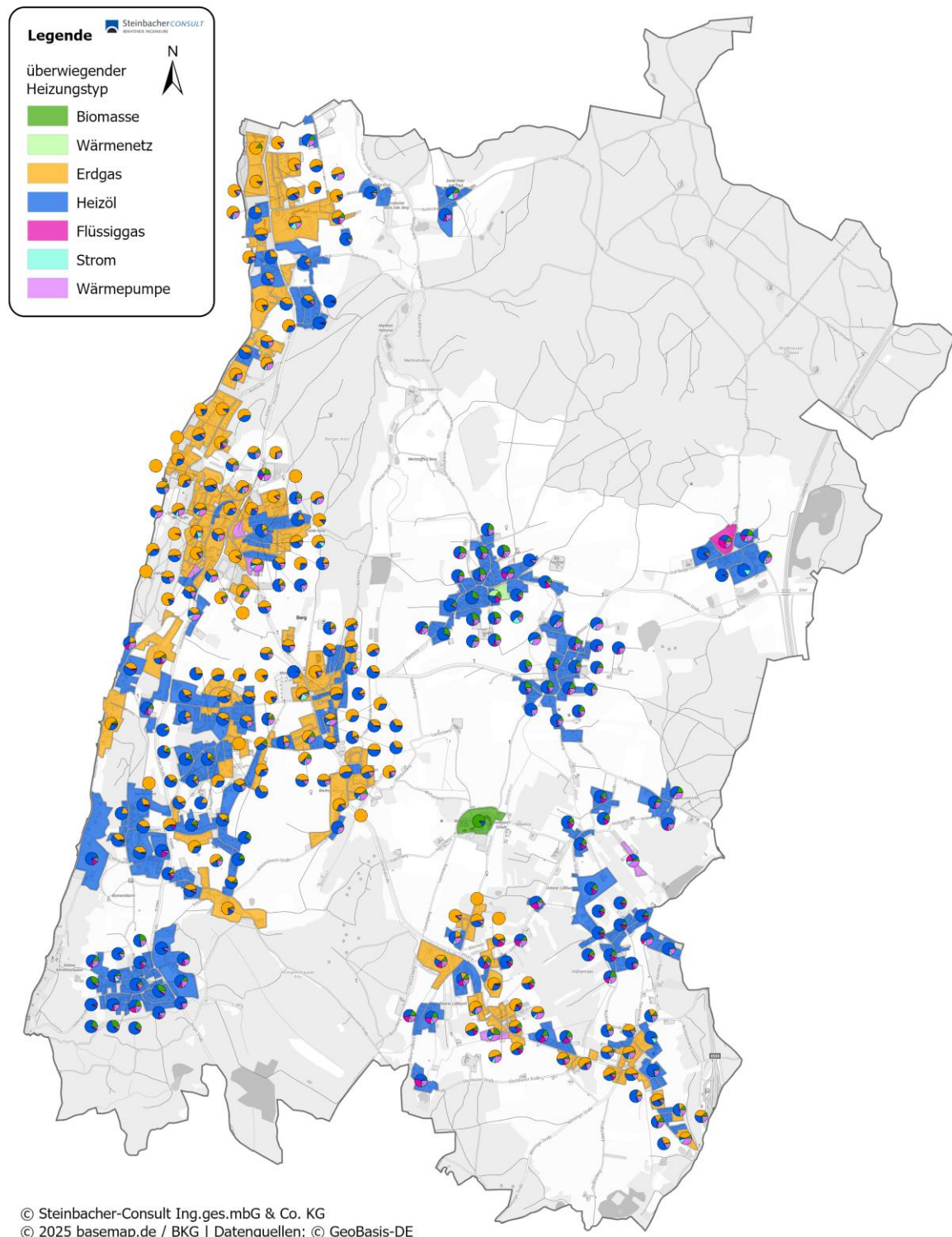


Abbildung 10: Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp

Abbildung 11 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.

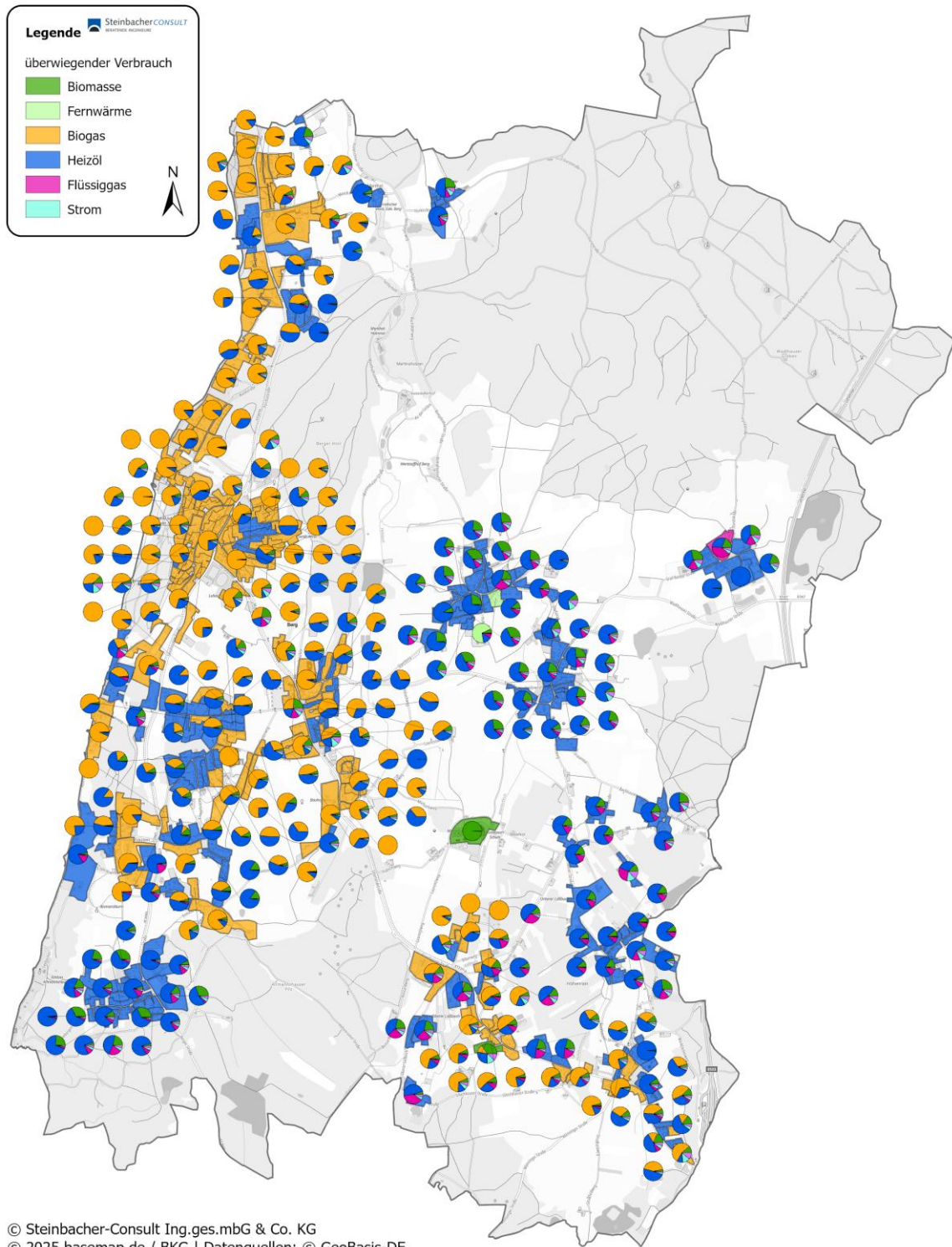


Abbildung 11: Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch

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 Berg beläuft sich derzeit auf 79,97 GWh pro Jahr.

Die Aufteilung des Gesamtwärmebedarfs auf die Sektoren Private Haushalte (inklusive Mischnutzung), GHD/Sonstiges, Industrie und öffentliche Liegenschaften ist in Abbildung 12 dargestellt. Demnach wird mit 66,45 GWh/a (= 83,1 %) der Großteil der Wärme von privaten Haushalten verbraucht, gefolgt von öffentlichen Liegenschaften mit 7,72 GWh/a (= 9,6 %) und GHD / Sonstiges mit 5,81 GWh/a (= 7,3 %). Industrie ist in der Gemeinde Berg nicht vorhanden.

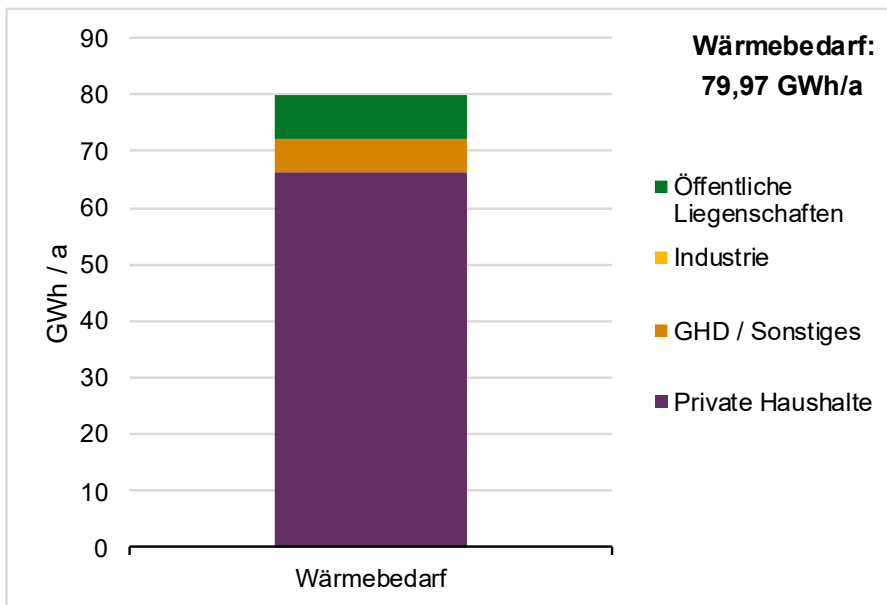


Abbildung 12: Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren

In Abbildung 13 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.

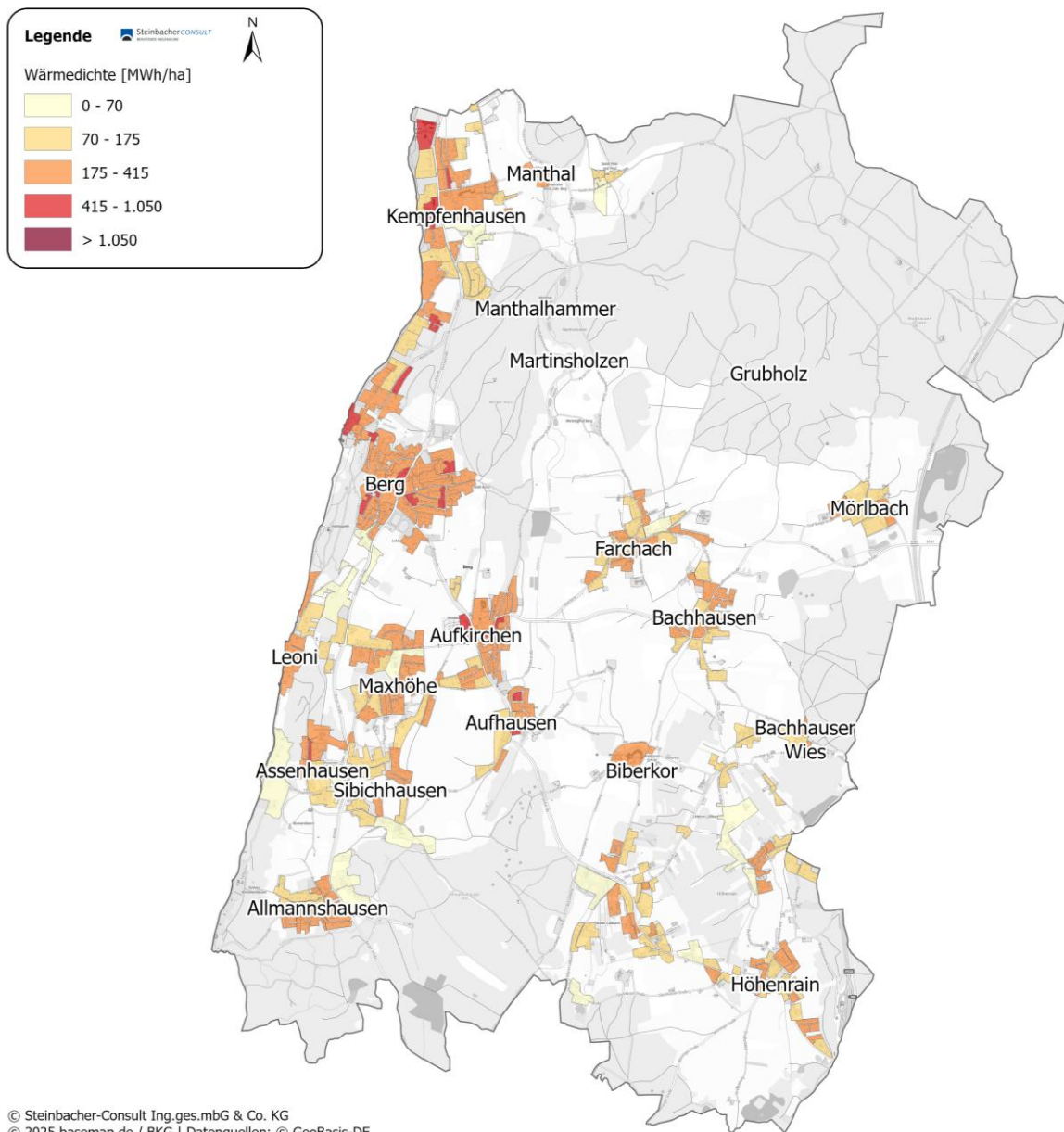


Abbildung 13: Wärmebedarfsdichte

Eine ähnliche Darstellungsform ist die sogenannte Wärmelinien-dichte, welche in Abbildung 14 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.

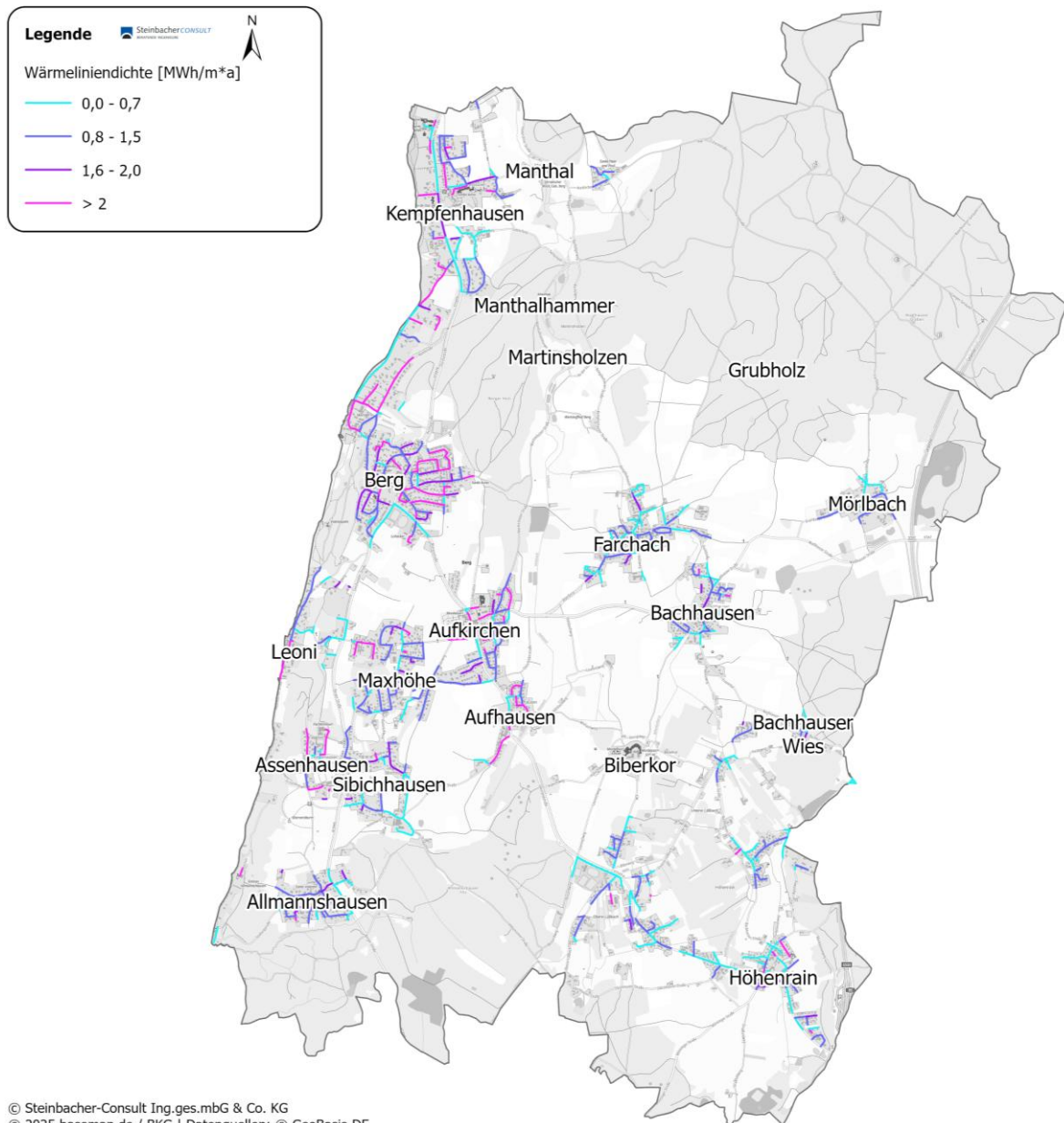


Abbildung 14: Wärmelinendichte

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 83,50 GWh/a.

In Abbildung 15 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit 41,11 GWh/a (= 49 %) Erdgas den mit Abstand größten Anteil einnimmt, gefolgt von Heizöl mit 29,24 GWh/a (= 35 %) und Biomasse mit 6,51 GWh/a (= 8 %). Fernwärme, Flüssiggas,

Stromdirektheizungen und Wärmepumpen dagegen spielen nur eine eher untergeordnete Rolle. Die fossilen Energieträger (Erdgas, Heizöl und Flüssiggas) nehmen zusammen 87 % ein.

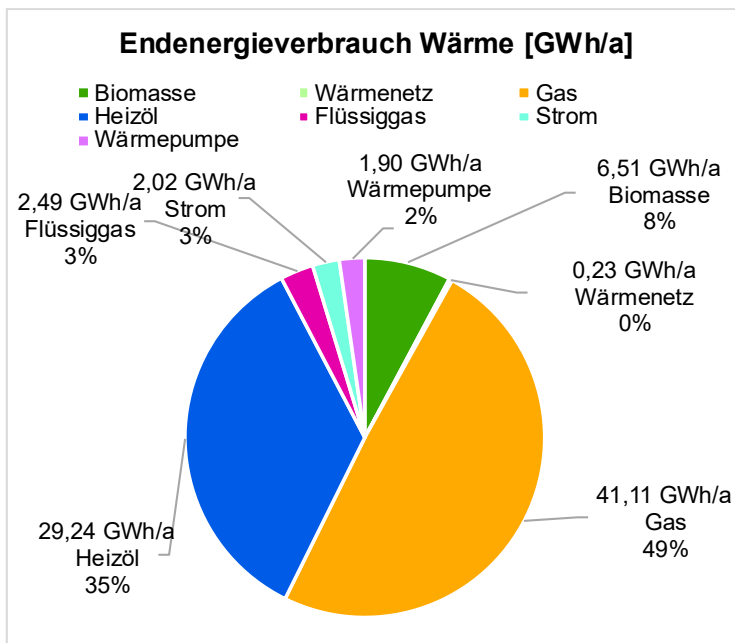


Abbildung 15: Endenergieverbrauch nach Art der Wärmeerzeugung

In Abbildung 16 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die privaten Haushalte mit 69,06 GWh/a (= 83 %) den größten Teil einnehmen, gefolgt von öffentlichen Liegenschaften mit 8,29 GWh/a (= 10 %) und GHD / Sonstiges mit 6,16 GWh/a (= 7 %). Zudem ist zu erkennen, dass in allen Sektoren Erdgas der dominierende Endenergieträger ist.

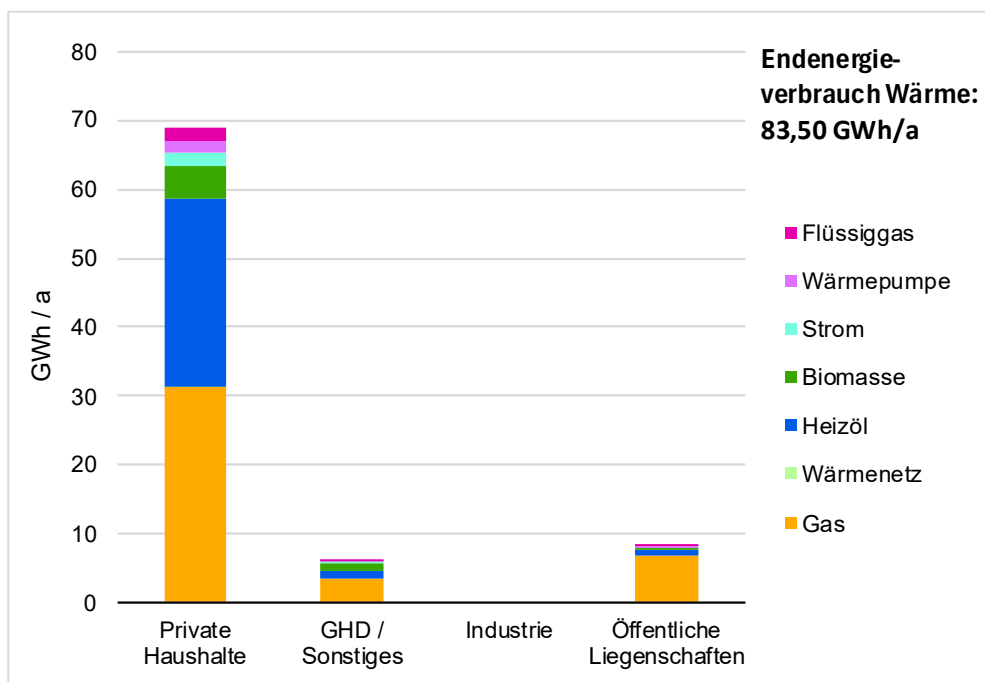


Abbildung 16: Endenergieverbrauch nach Sektoren

3.6.2 Treibhausgasemissionen

Die Dominanz der fossilen Energieträger spiegelt sich auch in den Treibhausgasemissionen wider. In Summe werden 21.619 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 4). 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 4: 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

In Abbildung 17 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Erdgas mit 46 % (= 9.867 t/a) den größten Teil einnimmt, gefolgt von Heizöl mit 42 % (= 9.064 t/a). Biomasse, Fernwärme, Flüssiggas, Strom und Wärmepumpen nehmen lediglich einen sehr geringen Teil ein.

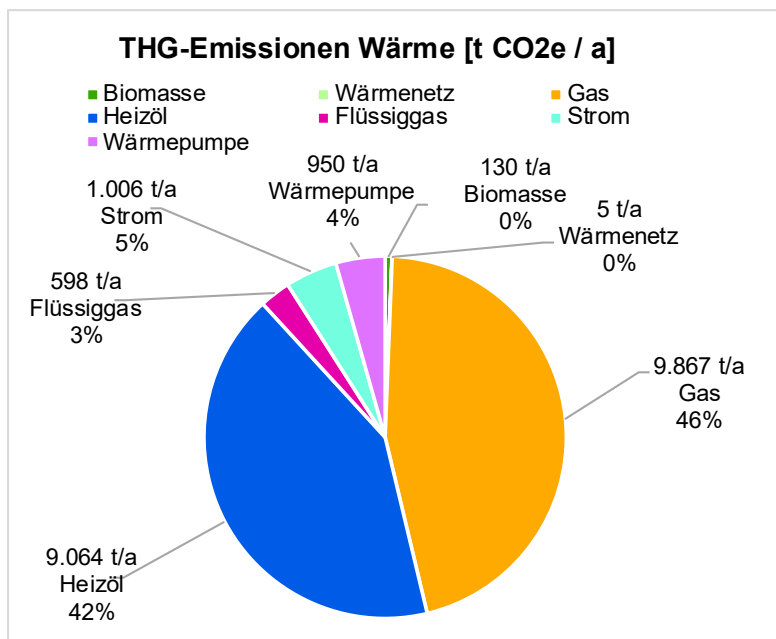


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Art der Wärmeerzeugung

In Abbildung 18 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die privaten Haushalte mit 84,5 % (= 18.270 t/a) den größten Teil der Emissionen einnehmen, gefolgt von öffentlichen Liegenschaften mit 9,3 % (= 2.010 t/a). GHD / Sonstiges nehmen einen Anteil von 6,2 % (= 1.339 t/a) ein.

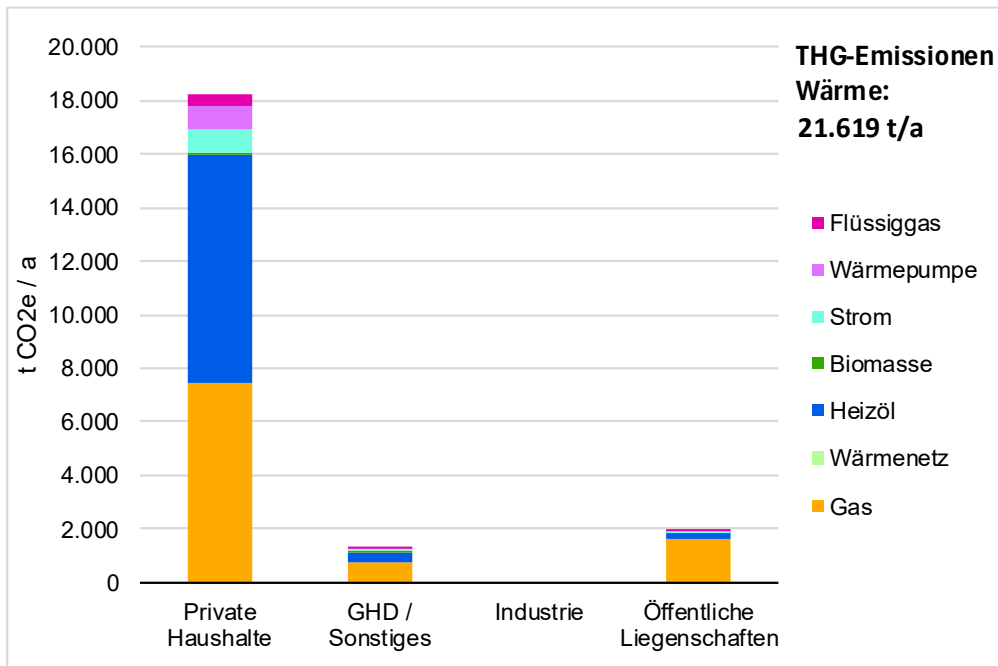


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

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 5.

Tabelle 5: Kennzahlen

Kennzahl	Gemeinde Berg	Andere KWP (Quelle SC)	Bayern (2023) *
Endenergieverbrauch Wärme pro Kopf [kWh/EW*a]	10.426	11.586 – 20.270	14.185
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [kWh/EW*a]	9.658	9.108 – 11.798	-
- GHD [kWh/AN*a]	3.431	2.880 – 36.574	-
Treibhausgasemissionen Wärme pro Kopf [t/EW*a]	2,7	2,1 – 5,2	-
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [t/EW*a]	2,5	1,8 – 2,6	-
- GHD [t/AN*a]	0,7	0,5 – 9,9	-
Anteil EE am Endenergieverbrauch Wärme [%]	12,77	17,86 - 41,22	28,70

Der bilanzierte Gesamtwärmeverbrauch liegt bei 83,50 GWh/a und liegt mit 10.345 kWh/EW knapp unter dem Durchschnittsverbrauch (Quelle SC). Die Verbräuche von ausschließlich Haushalten und öffentlichen Liegenschaften liegen dagegen im Durchschnitt. Die Treibhausgasemissionen pro Kopf liegen ebenfalls in den Durchschnittswerten.



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

Zusammenfassend sind nach der Bestandsanalyse folgende Punkte festzuhalten:

- Private Haushalte dominiert den Wärmeverbrauch und die THG-Emissionen.
- Erdgas nimmt einen sehr großen Anteil am Endenergieverbrauch ein, gefolgt von Heizöl.
- Fossile Energieträger dominieren mit 87 % den Wärmeverbrauch

Bis zum Jahr 2045 soll die Wärmeversorgung klimaneutral sein. Die Bestandsanalyse verdeutlicht die Herausforderung, die damit verbunden ist. Aktuell werden erst 12,77 % der Wärmeversorgung auf Basis klimaneutraler Energieträger bereitgestellt. Dies ist im Vergleich (Quelle SC) ein eher unterdurchschnittlicher Anteil.

4 Potenzialanalyse

4.1 Allgemeines

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

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

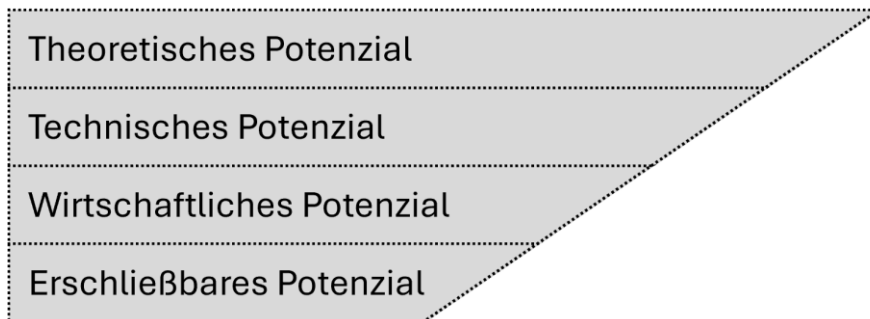


Abbildung 19: Potenzialbegriffe

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 Baualterklasse 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 20 dargestellt. Bei vollständiger Nutzung der Sanierungspotenziale kann in Abhängigkeit von der Sanierungstiefe bzw. vom erzielten Effizienzstandard der Wärmebedarf bis 2045 auf 44,46 bzw. 55,39 GWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 31 - 44 %. Gemäß dem Technikkatalog [2] entsprach die mittlere Reduktion von 2016 bis 2024 bei Einfamilienhäusern ca. 0,8%/a und bei Mehrfamilienhäusern sowie Nichtwohngebäuden ca. 1,0%/a. So liegt das realistische Einsparpotential bei ca. 16 % auf 66,96 GWh/a bis 2045.

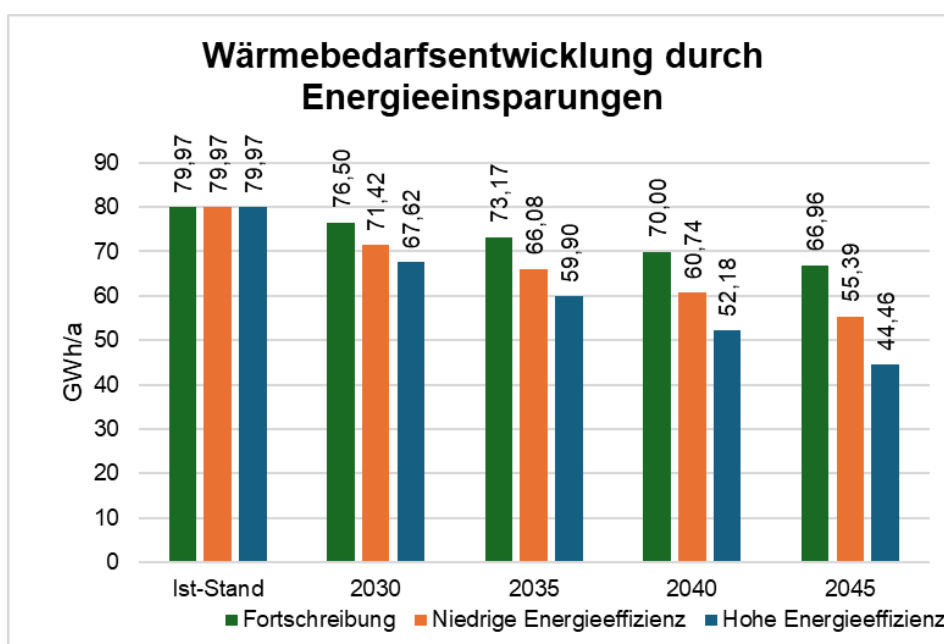


Abbildung 20: Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen

In Abbildung 21 und Abbildung 22 sind die Einsparpotenziale kartografisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Einsparpotenziale dort am höchsten sind, wo vorwiegend Gebäude älteren Baujahres sind (vgl. Abbildung 6).

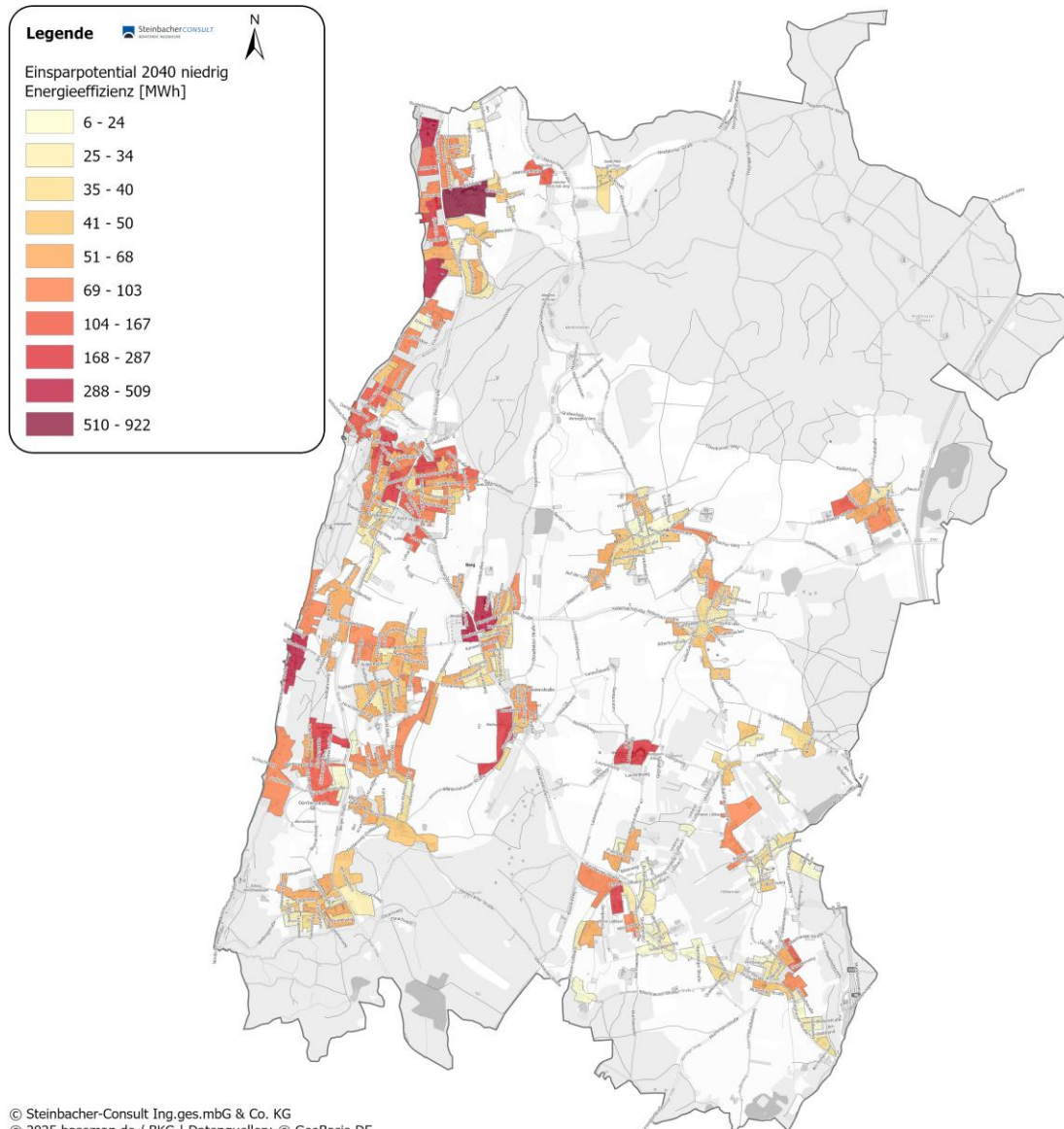


Abbildung 21: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“

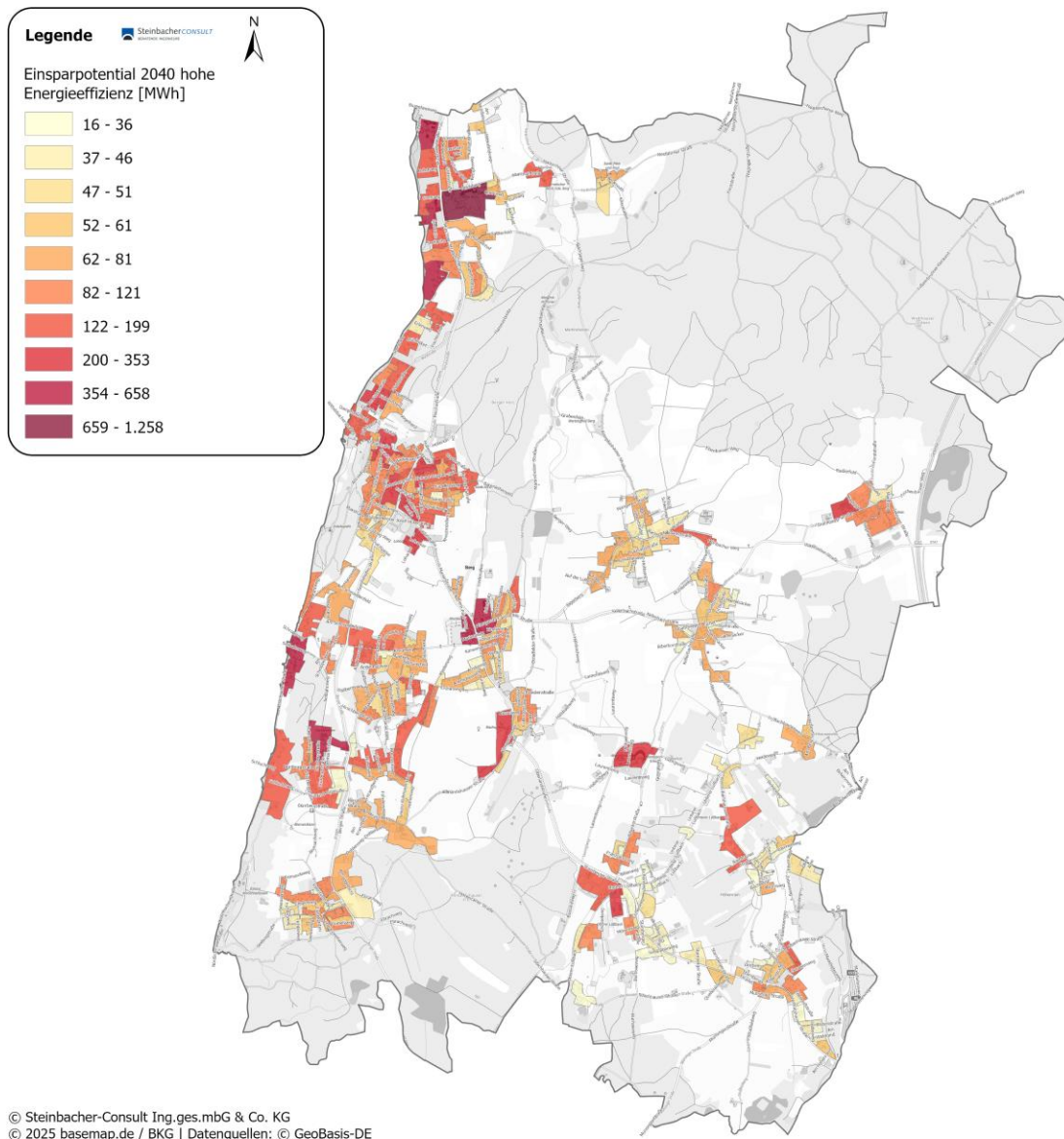


Abbildung 22: Einsparpotenzial durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“

4.3 Solarenergie

4.3.1 Dachflächen

Für den Landkreis Starnberg wurde ein Solardachkataster [3] erstellt. Das Solarpotenzial wurde auf Basis eines hochauflösenden digitalen Oberflächenmodells ermittelt, das Dachformen und Umgebung abbildet. Die Dächer wurden dafür in einheitliche Teilflächen zerlegt und deren Einstrahlung sowie Verschattung berechnet. Unter Einbezug der jährlichen Einstrahlungswerte wurde so das nutzbare Solarpotenzial je Dachfläche bestimmt, während stark verschattete Bereiche ausgeschlossen wurden.

Die technischen Potenziale sind in Abbildung 23 dargestellt. So könnten maximal 47,05 GWh/a durch Photovoltaik oder 10,14 GWh/a durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Aktuell werden ca. 8 % 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 der Wärmebedarf entsprechend gering ist. Es besteht folglich eine große Diskrepanz zwischen Angebot und Bedarf. Zudem stehen beide Potenzialarten in Konkurrenz zueinander, d.h. ein m² Fläche kann entweder nur für Photovoltaik oder Solarthermie genutzt werden. Der PV-Strom hat insbesondere für die Nutzung bei Wärmepumpen eine Relevanz.

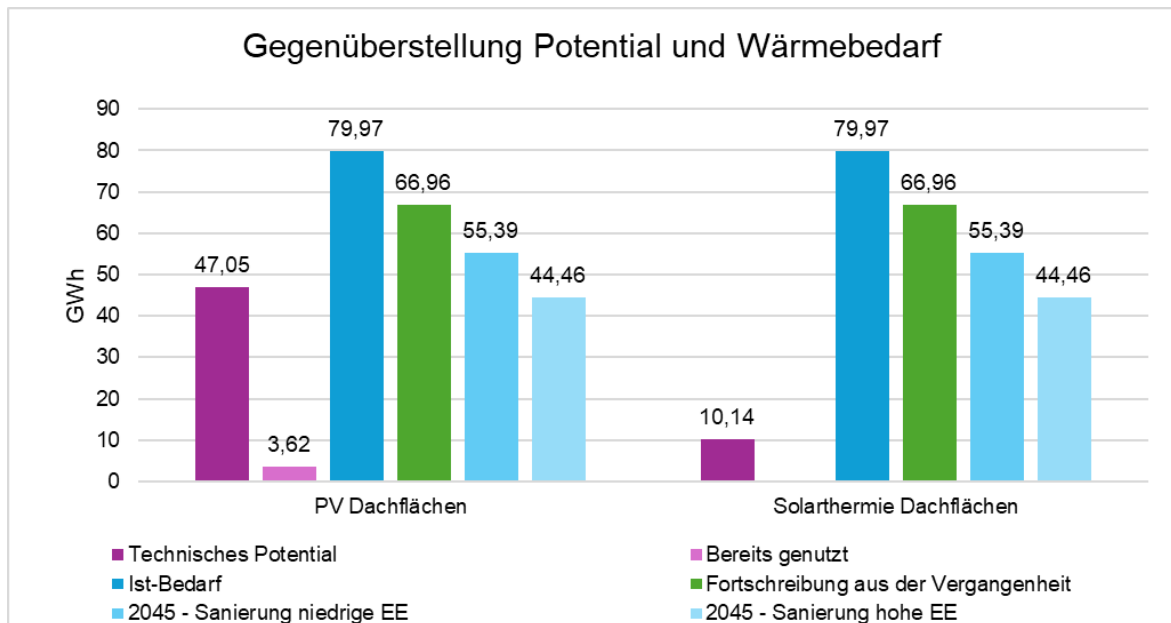


Abbildung 23: Dachflächenpotenzial

4.3.2 Freiflächen

Für die Gemeinde Berg wurde ein Standortkonzept für Freiflächenphotovoltaik erarbeitet [4] (vgl. Abbildung 24). Insgesamt ergeben sich somit ca. 358 ha Potentialflächen für PV-Freiflächenanlagen. Gemäß den Annahmen eines Flächenbedarfs von 1.000 kWp/ha, Südausrichtung mit 20° Aufständigung einer jährlichen Globalstrahlungssumme von 1.390 kWh/m² ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 393,93 GWh_{el}/a mit Freiflächen-Photovoltaik bzw. 984,83 GWh_{th}/a mit Freiflächen-Solarthermie. Die genaue Aufschlüsselung ist in Tabelle 6 dargestellt. Auch gilt zu berücksichtigen, dass es sich um das technische Potenzial handelt. Das wirtschaftliche und tatsächliche erschließbare Potenzial ist in der Realität voraussichtlich deutlich kleiner.

Tabelle 6: Ertrag Standortkonzept Freiflächenphotovoltaik

Standort	Fläche	Ertrag PV	Ertrag Solarthermie
Geeignete Standorte (gelb)	311 ha	342,2 GWh	855,5 GWh
Randstreifen Autobahn 500m (orange)	29 ha	31,9 GWh	79,8 GWh
Randstreifen Autobahn 200m (rot)	18 ha	19,8 GWh	49,5 GWh

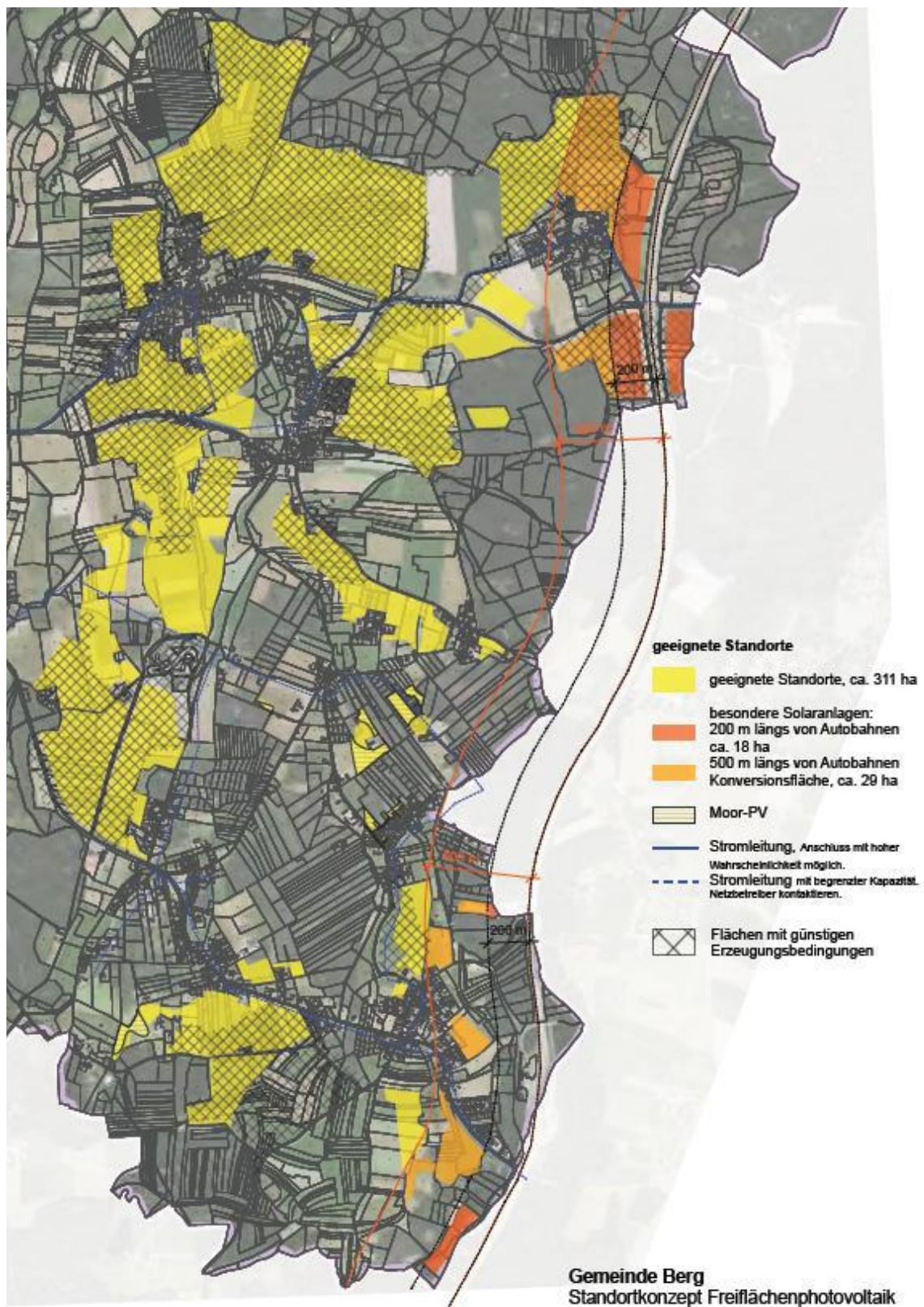


Abbildung 24: Auszug aus dem Standortkonzept für Freiflächenphotovoltaik [4]

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 Grundwasser 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 eingestrahlten 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 [5] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 25). 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)

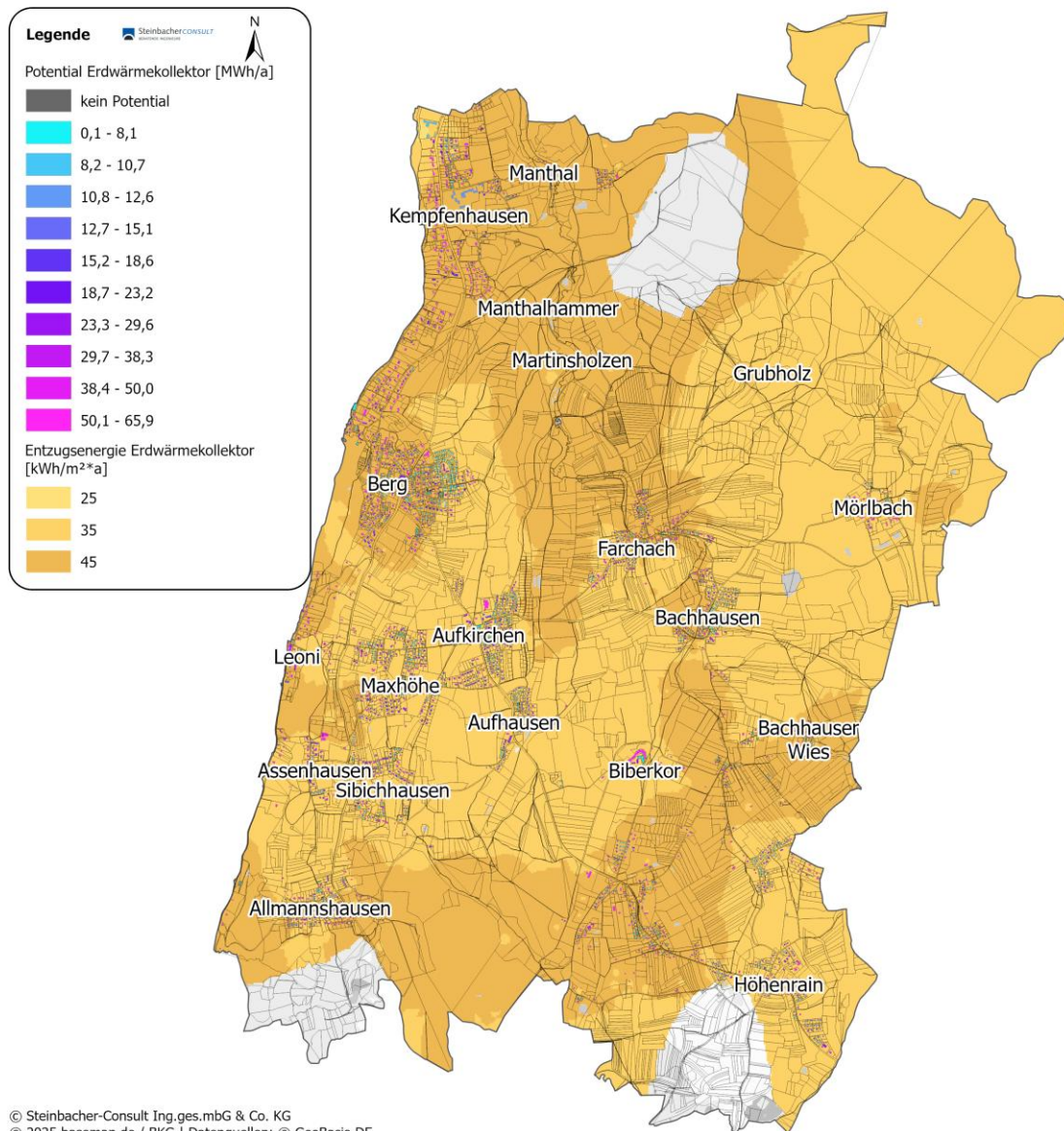


Abbildung 25: Entzugsenergie Erdkolektoren

Für die Berechnung des technischen Potenzials wird für die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl JAZ = 3,15 gemäß Technikatalog angenommen (JAZ: Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie zu verbrauchtem Strom über ein Jahr, vergleiche Nutzungsgrad).

In Abbildung 26 ist das Potenzial für Erdwärmekollektoren dargestellt. In Summe könnten 59,92 GWh_{th}/a durch Erdwärmekollektoren generiert werden, was etwa 75 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

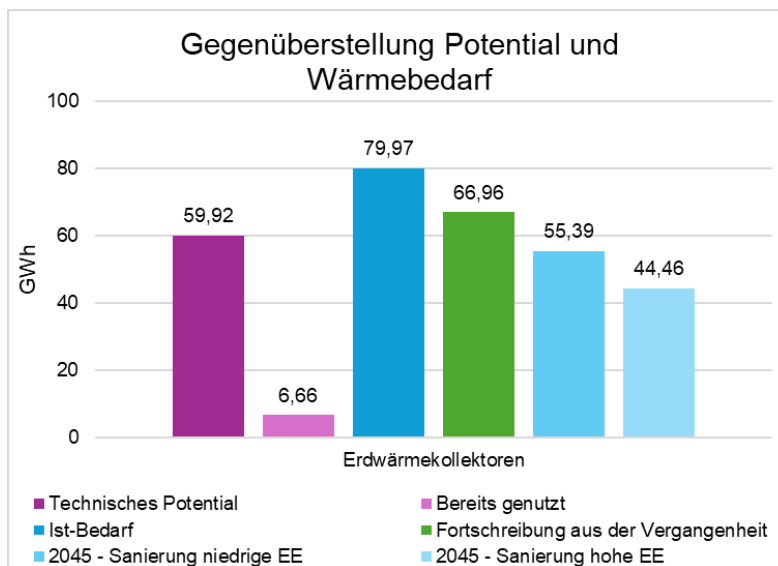


Abbildung 26: Potenzial Erdkollektoren

4.4.3 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden nutzen den geothermischen Wärmefluss und arbeiten mit weitgehend konstanten Temperaturbedingungen. Erdwärmesonden benötigen stets eine Bohr- und Nutzungsanzeige bei der Kreisverwaltungsbehörde. Sind sie ins Grundwasser eingebracht, benötigen sie zusätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis. In Wasserschutzgebieten ist ihr Einsatz unzulässig. Der Einsatz von Erdwärmesonden ist in großen Teilen Bayerns prinzipiell möglich. Allerdings ist die nutzbare Wärmemenge stark vom Untergrund abhängig. So weisen beispielsweise trockene Sande und Kiese eine äußerst schlechte Wärmeleitfähigkeit auf. Neben der Bodenbeschaffenheit sind insbesondere der Schichtenaufbau und die Grundwasserverhältnisse von entscheidender Bedeutung.

Zur Potenzialermittlung wurde die thermische Entzugsleistung aus dem Energieatlas Bayern [5] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 27). Die Anzahl an möglichen Sonden pro Grundstück wurden wie folgt ermittelt:

- Mindestabstand zu Gebäude 1 m
- Abstand zu Grundstücksgrenze 3 m.
- Abstand zwischen den Sonden 6 m.

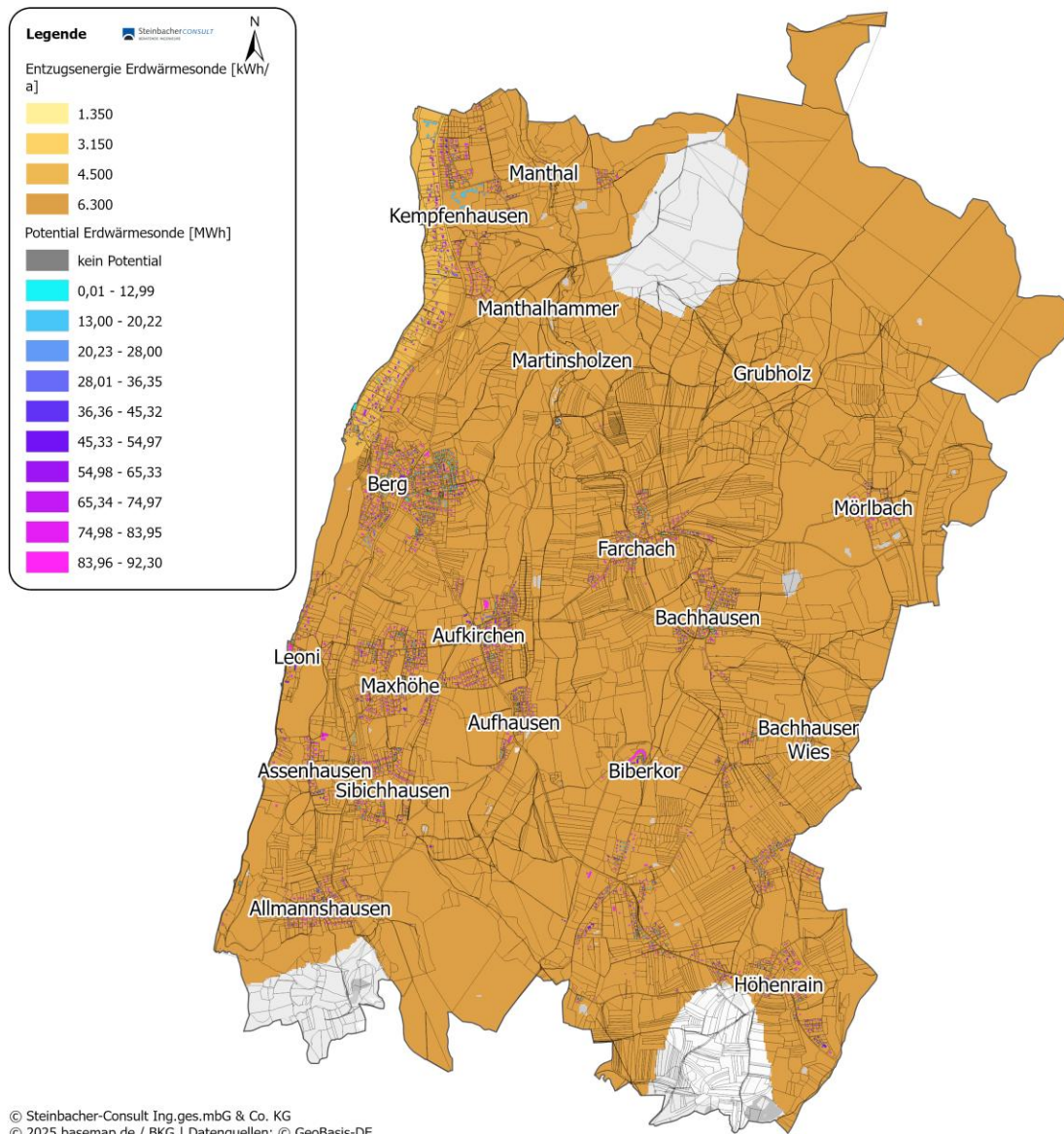


Abbildung 27: Entzugsleistung Erdsonden

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

In Abbildung 28 ist das Potenzial für Erdwärmesonden dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ca. 156,12 GWh_{th}/a durch Erdwärmesonden generiert werden könnten, womit ca. 194 % des aktuellen Bedarfs gedeckt werden könnte.

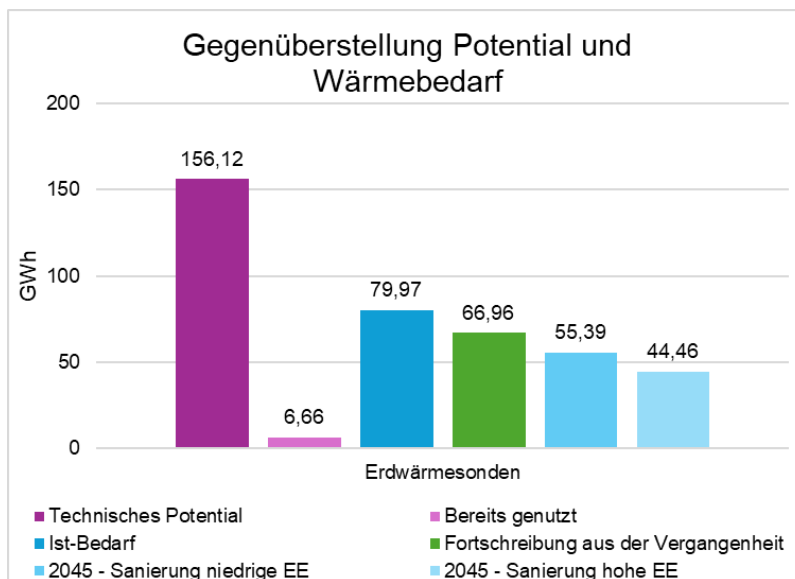


Abbildung 28: Potenzial Erdsonden

4.4.4 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 [5] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 29). Die Analyse pro Grundstück wurden wie folgt durchgeführt:

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

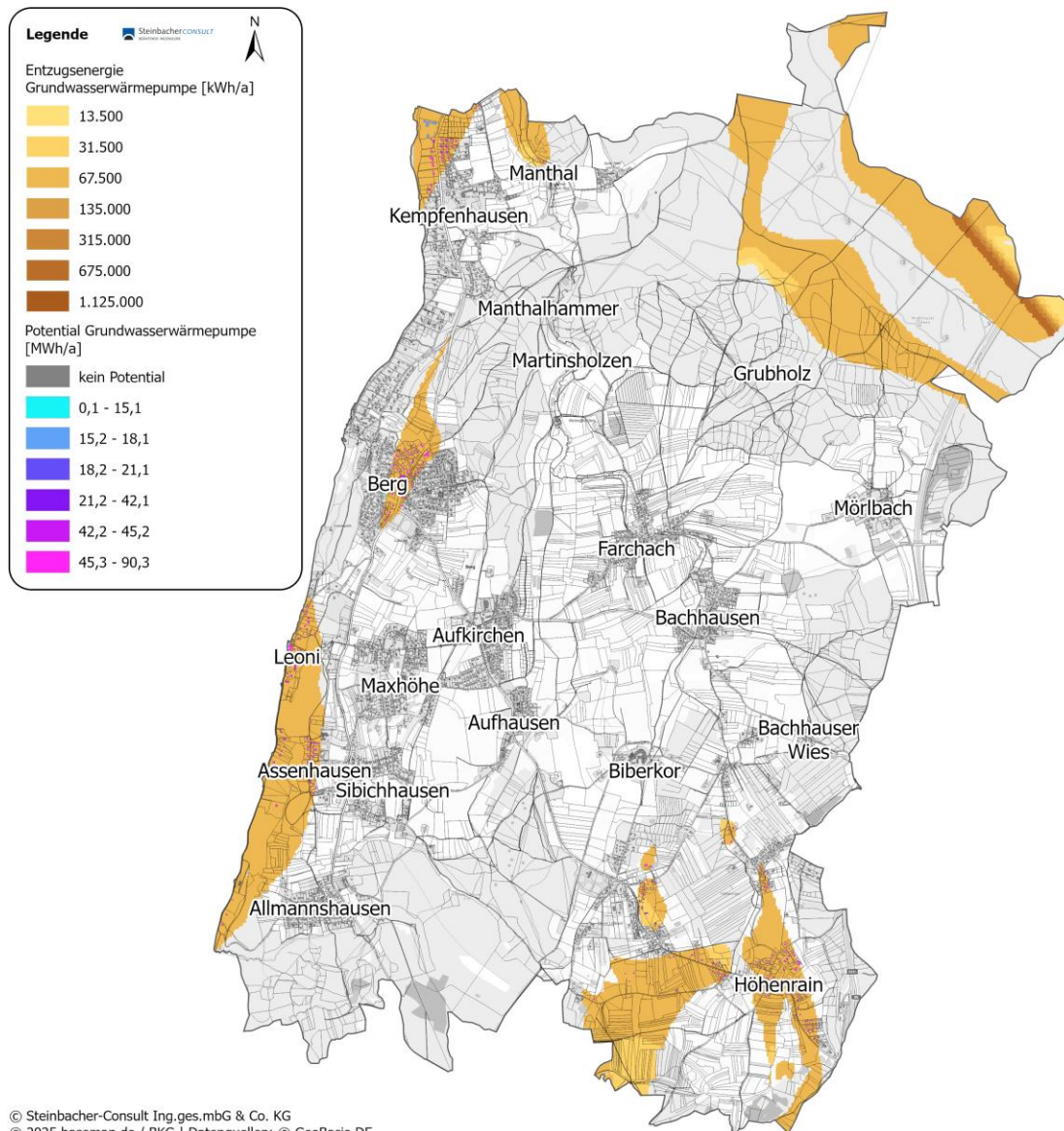


Abbildung 29: Entzugsenergie Grundwasserbrunnen

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

In Abbildung 30 ist das Potenzial für Grundwasserwärmepumpen dargestellt. In Summe könnten ca. 26,92 GWh_{th}/a durch Grundwasser generiert werden, was ca. 34 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

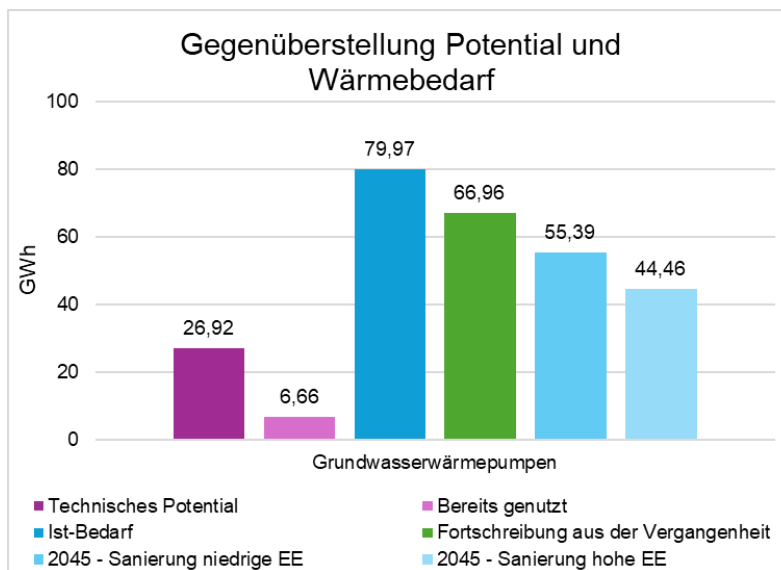


Abbildung 30: Potenzial Grundwasserbrunnen

4.4.5 Tiefengeothermie

Die Nutzung von Tiefengeothermie hängt im Wesentlichen davon ab, ob ein Grundwasserleiter mit ausreichend hohen Temperaturen von ca. 80 °C bis 150 °C und einer entsprechenden Ergiebigkeit vorliegt. Die bei der Tiefengeothermie anfallende Wärme kann wegen des ausreichend hohen Temperaturniveaus direkt über Wärmetauscher an den Heizkreislauf abgegeben werden.

Laut Energieatlas Bayern [5] liegt die Temperatur in 2.000 m Tiefe bei ca. 95°C (vgl. Abbildung 31). Für eine genauere Abschätzung wären aufwendige geologische Untersuchungen notwendig. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird aufgrund der hohen Investitionskosten und der geringen Abnahmestruktur in Berg nicht weiter vertieft untersucht.

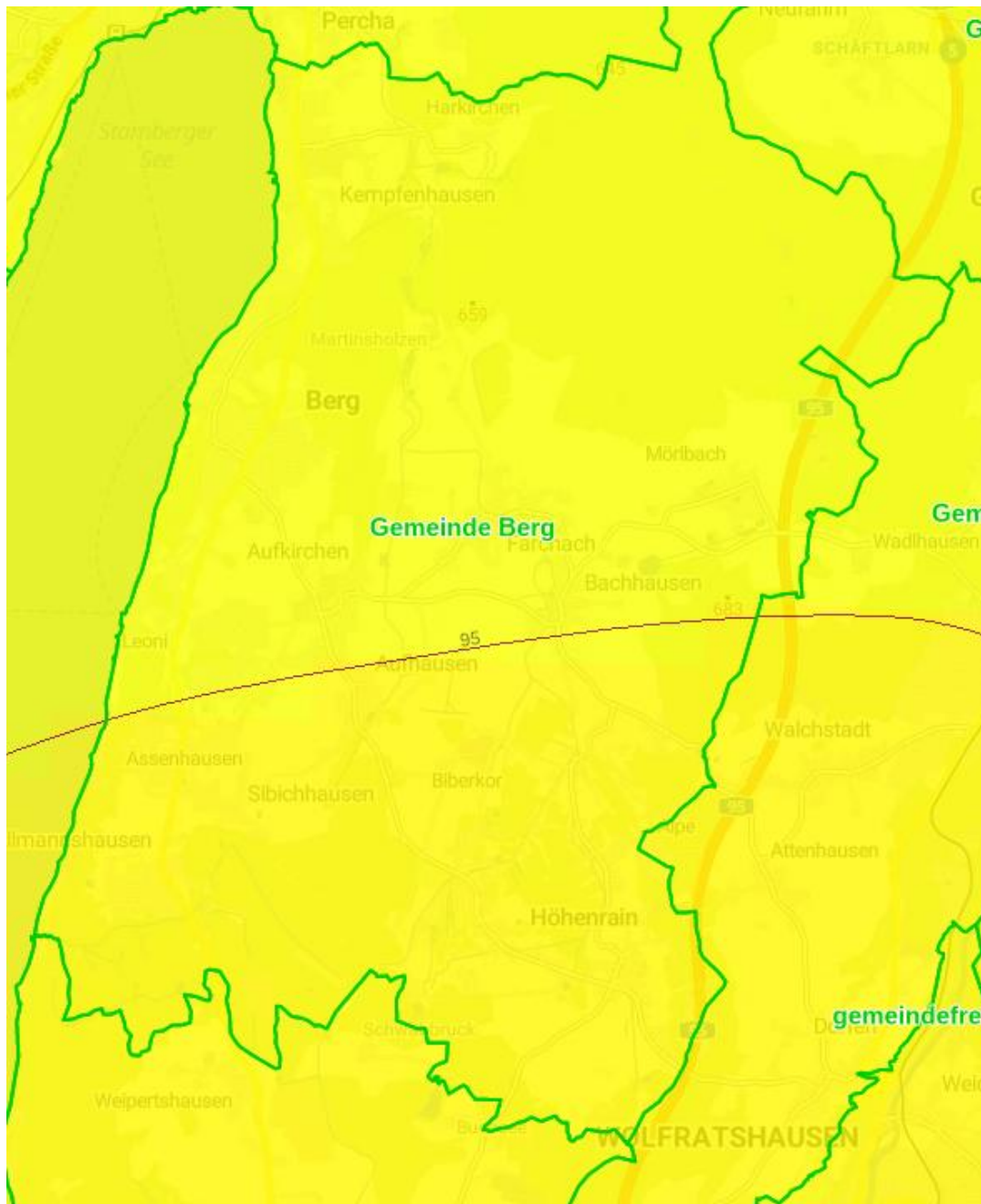


Abbildung 31: Temperatur in 2.000 m Tiefe nach [5]

4.5 Biomasse (Holz)

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

Die Waldfläche innerhalb des Gemeindegebietes beträgt 1.597 ha. Unter der Annahme eines jährlichen Zuwachs von 10,4 Efm/ha und einer energetischen Nutzung von 30 % des Zuwachses ergibt sich ein jährlich nutzbares Potenzial aus den Wäldern von 10.641 MWh/a.

Für Kurzumtriebsplantagen gibt der Energieatlas Bayern [5] ein Potenzial von 4,7 ha (= 0,5 % der landwirtschaftlichen Fläche) bzw. 400 MWh/a für Berg an.

Für Flur- und Siedlungsholz gibt der Energieatlas Bayern [5] ein Potenzial von 3.611 MWh/a für Berg an.

In Summe liegt das Potenzial an holziger Biomasse dann bei 12,09 GWh_{th}/a. Dies entspricht etwa 15 % des aktuellen Bedarfs (vgl. Abbildung 32).

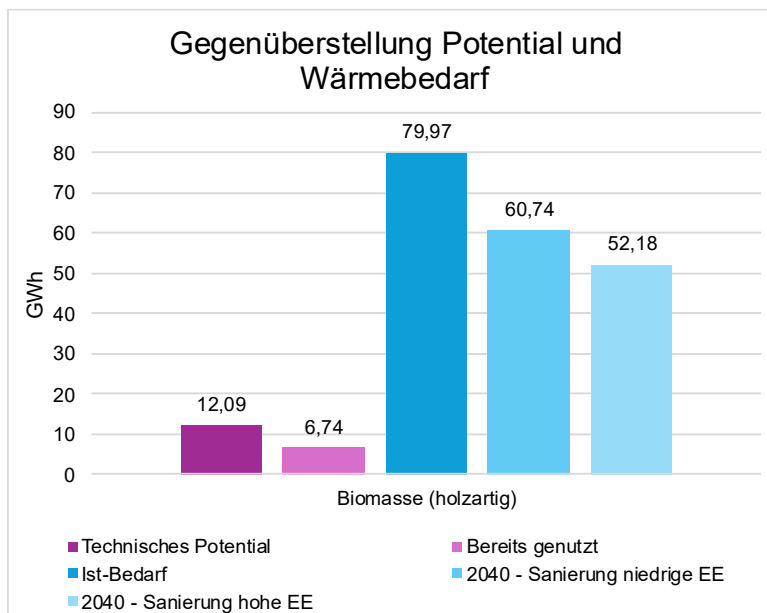


Abbildung 32: Potenzial Biomasse (Holz)

4.6 Biomasse (Biogas)

Die Gemeinde Berg verfügt laut Angaben von Statistik kommunal [1] über etwa 1.033 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche. Davon sind ca. 176 ha Ackerland. Der landwirtschaftliche Tierbestand liegt bei ca. 797 Rindern, 92 Schafen, 889 Hühnern und 194 sonstigen Tieren.

Tabelle 7: Kennzahlen Biogasproduktion

Kennzahl	Ertrag [t _{FM} /ha]	Methanertrag [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 % der Flächen zur Biogasproduktion verwendet werden würden, besteht Biogaspotenzial von etwa 7,30 MWh/a. Unter der Annahme eines BHKW-Moduls mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % und einem nutzbaren thermischen Wirkungsgrad von 32 % könnten etwa 2,77 GWh Strom und ca. 2,34 GWh Wärme pro Jahr produziert werden. Mit der Wärme könnten etwa 3 % des aktuellen Bedarfs gedeckt werden (vgl. Abbildung 33).

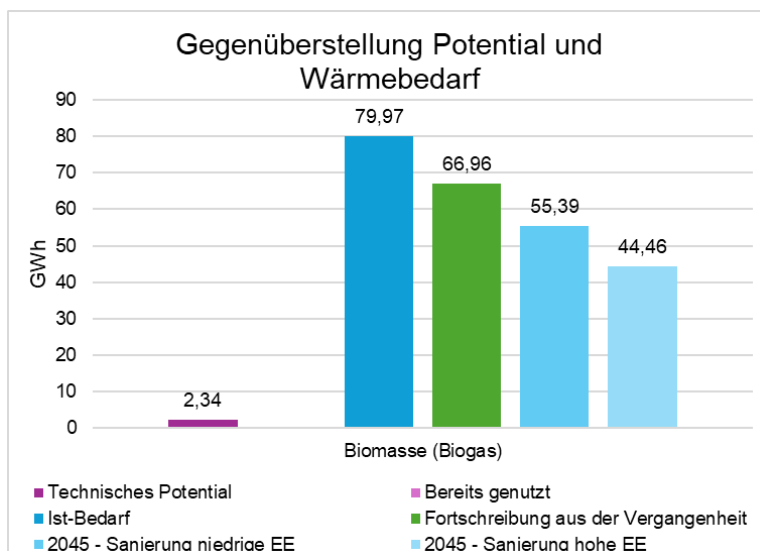


Abbildung 33: Potenzial Biomasse (Biogas)

4.7 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 Warmwasserszwecke 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.

4.8 Seethermie

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

Seen weisen aufgrund ihrer hohen spezifischen Wärmekapazität sowie ihrer im Vergleich zur Außenluft deutlich geringeren Temperaturfluktuationen im Jahresverlauf sehr stabile Quelltemperaturen auf. Insbesondere in größeren und tieferen Seen liegen die Temperaturen in den unteren Wasserschichten selbst im Winter meist zwischen 4 und 7 °C. Dies ermöglicht eine effiziente und relativ konstante Wärmeerzeugung über das gesamte Jahr hinweg. Zudem erlauben die günstigen Wärmeübertragungseigenschaften des Wassers kompaktere Wärmetauscher und vermeiden Geräuschemissionen, wie sie bei luftbasierten Systemen durch Ventilatoren auftreten. Im Gegensatz zu Fließgewässern spielt in Seen das natürliche Schichtungsverhalten eine zentrale Rolle. Die Auswahl der Entnahme- und Rückgabtiefe muss an die Gegebenheiten des Sees sowie an jahreszeitlichen, hydrologischen und ökologischen Bedingungen angepasst werden.

In Bayern gibt es bisher noch keine konkreten rechtlichen und fachlichen Vorgaben zu Wärme- bzw. Kälteeinleitung in stehende Gewässer. Die thermische Nutzung von Seen erfordert stets eine sorgfältige Einzelfallprüfung, da Eingriffe in den Wärmehaushalt, die Schichtung und das ökologische Gleichgewicht komplexe Auswirkungen haben können. Grundsätzlich gilt: Eine gewässerträgliche Nutzung ist in tiefen Seen meist besser möglich als in flachen. Wärmeeinleitungen (Kühlbetrieb im Sommer) sind deutlich kritischer zu bewerten als Kälteeinleitungen (Wärmenutzung im Winter). Ebenso werden Kleinanlagen unter 200 kW als grundsätzlich problematisch angesehen und sollten möglichst vermieden werden, insbesondere wenn mehrere Eingriffe lokal zusammentreffen. Vor jeder Maßnahme ist ein gewässerökologisches Gutachten erforderlich. Entnommenes Wasser darf nur physikalisch verändert werden und der Betrieb erfolgt über geschlossene Zwischenkreisläufe. Gemäß dem Wasserwirtschaftsamt Weilheim gilt ein flächenbezogener Wärmefluss aller Anlagen von < 2 W/m² als voraussichtlich gewässerträglich. Aufgrund der Begehrlichkeiten der Seeanrainer kann eine Verteilung von Wärmekontingenten bspw. an einen Einwohnerschlüssel gekoppelt werden.

Gemäß dieser Annahmen, einem Einwohneranteil von ca. 13% für Berg und einem mittleren COP von 3 ergibt sich eine thermische Wärmeleistung von ca. 22 MW. Dies ergibt bei 3.500 Vollbenutzungsstunden eine erzeugte Wärmemenge von 76,11 GWh, womit ca. 95 % des Wärmebedarfs in Berg gedeckt werden kann (vgl. Abbildung 34).

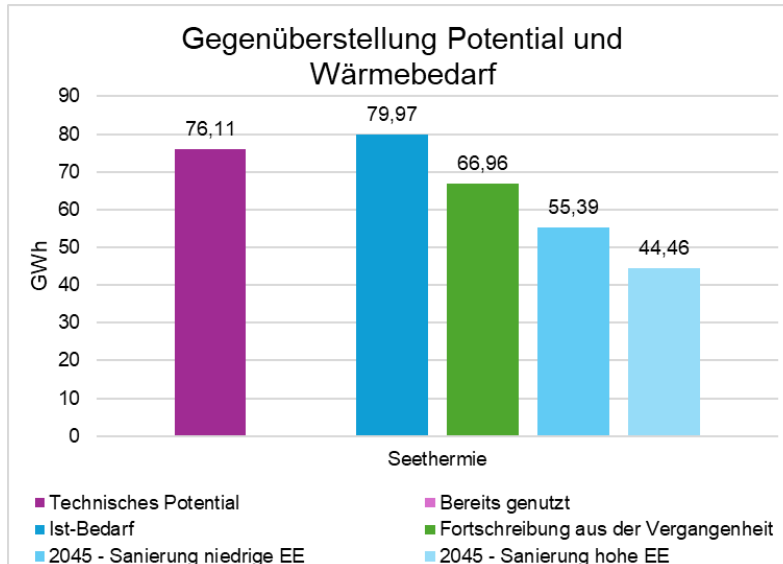


Abbildung 34: Potenzial aus Seethermie

4.9 Windkraft

Im Rahmen des zweiten Beteiligungsverfahrens zur 26. Änderung des Regionalplans München zum Kapitel B IV 7 Energieerzeugung vom 02.12.2025 [6] wird in Berg ein Windenergie Vorranggebiet ausgewiesen (vgl. Abbildung 35). Das Gebiet ist bereits mit Windenergieanlagen bebaut. Es ist aktuell jedoch unbekannt ob weitere Windkraftanlagen gebaut werden oder Repowering durchgeführt wird. Entsprechend wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung von keinem weiteren Potential ausgegangen.

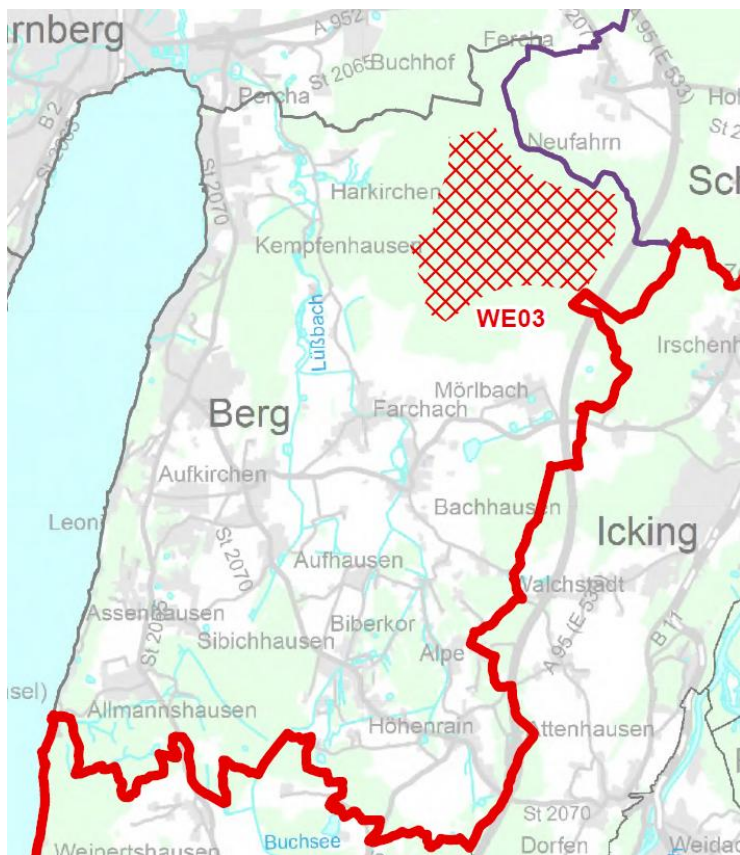


Abbildung 35: Windenergie Vorrangflächen [6]

Die 5 Bestands-Windkraftanlagen konnten 2024 ca. 23,23 GWh_{el}/a erzeugen (vgl. Abbildung 36).

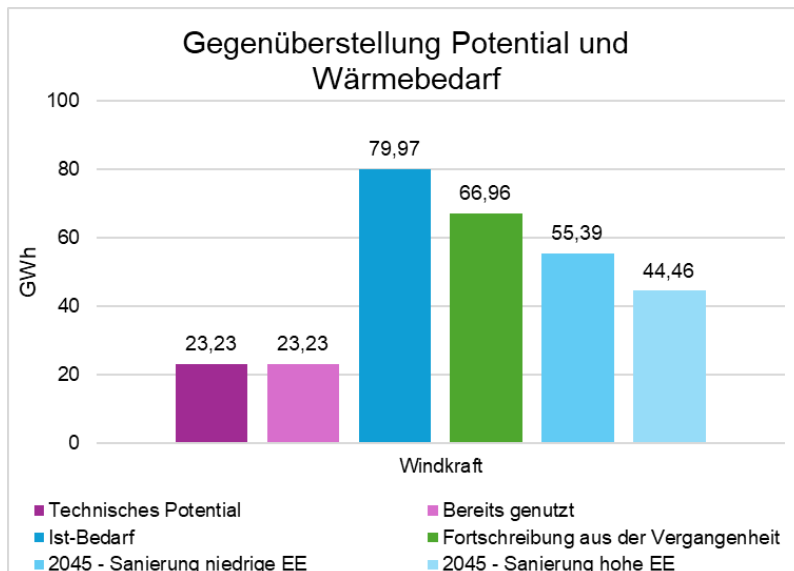


Abbildung 36: Potenzial Windkraft

4.10 Wasserkraft

In Berg gibt es 2 Wasserkraftanlagen (vgl. Abbildung 37). Der Energieatlas weist kein Potenzial für Modernisierungs- und Nachrüstung oder für Neubau an bestehenden Querbauwerken auf. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass es kein Ausbaupotenzial über die aktuell erzeugten 67,9 MWh/a im Bereich Wasserkraft gibt (vgl. Abbildung 38).



Abbildung 37: Bestehende Wasserkraftanlagen nach [5]

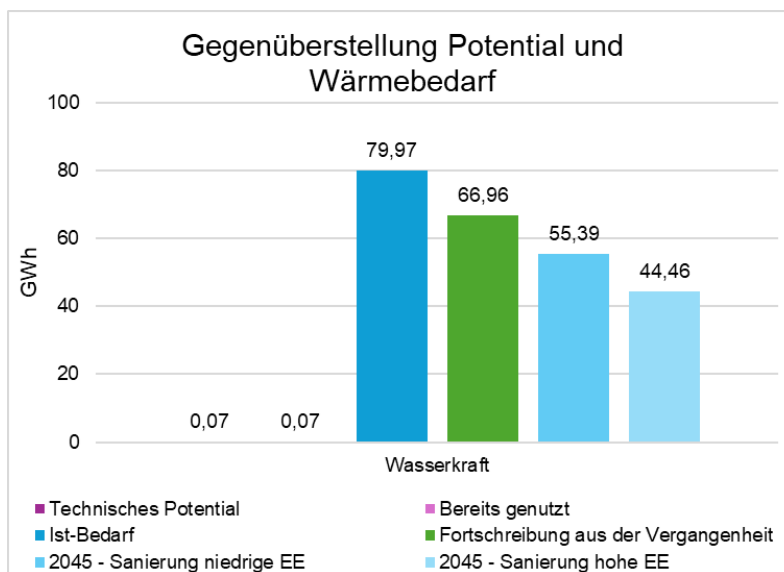


Abbildung 38: Potenzial Wasserkraft

4.11 Zwischenfazit Potenzialanalyse

In Abbildung 39 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 erschlossen 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, Seethermie, Biomasse und Solarpotential sind von großem Interesse für die Versorgung der Wohngebäude und des Gewerbes

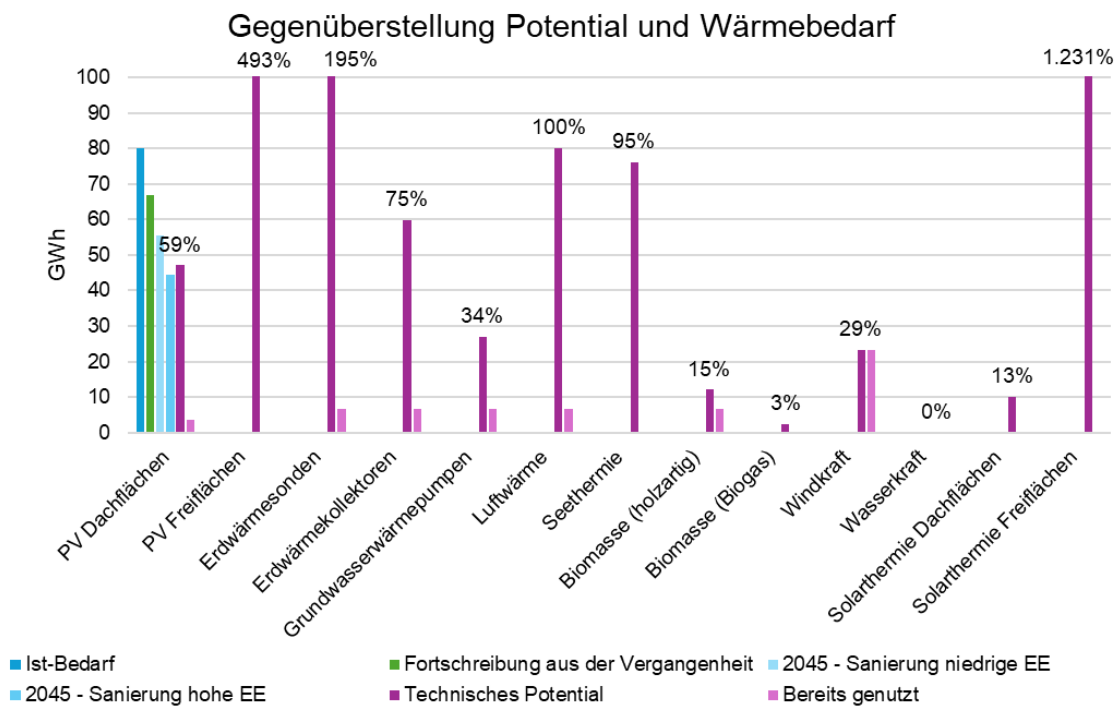


Abbildung 39: Zusammenfassung Potenziale

5 Zielszenario und Wärmeversorgungsgebiete

5.1 Allgemeines

Aus den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wird im Folgenden ein Zielszenario für das Gebiet der Gemeinde Berg 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 Klimaschutzziele 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.

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 [7] schlägt die Bewertungsindikatoren gemäß Tabelle 8 vor.

Tabelle 8: Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [7]

Bewertung der Eignung	Wärmeliniendichte [MWh/(m*a)]	Erwarteter Anschlussgrad 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 Gasnetzversorgern und potentiellen Wärmenetzbetreibern und im Steuerungskreis diskutiert und fortgeschrieben. Der zweite Entwurf wurde dann im Gemeinderat 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 Gemeinde Berg

In Abbildung 40 ist die Gebietseinteilung für die Gemeinde Berg dargestellt.

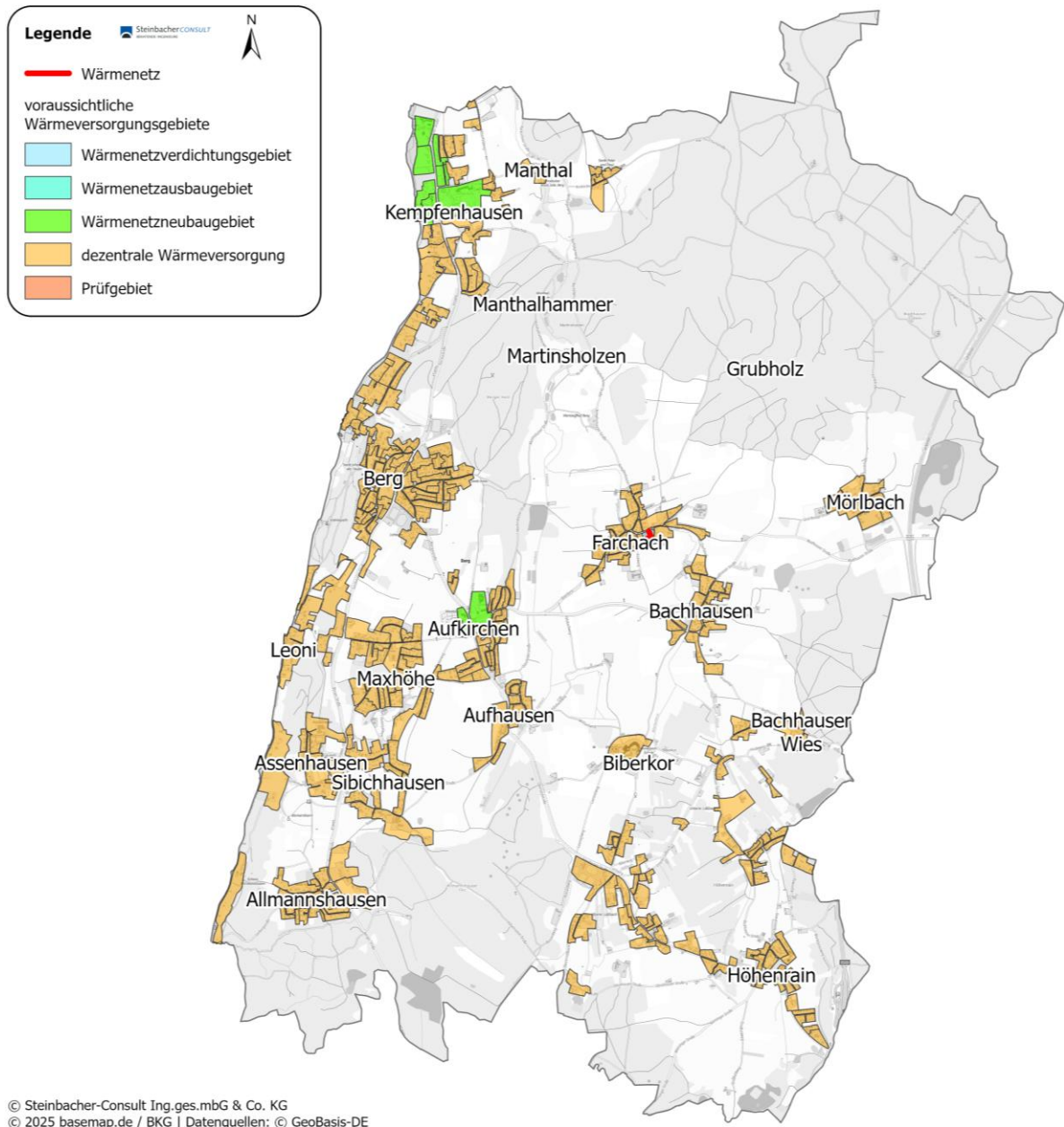


Abbildung 40: Wärmeversorgungsgebiete

5.4.1 Wärmenetzgebiete

Es liegt bereits ein kleineres Wärmenetz vor. Dieses Gebiet wird als Wärmenetzverdichtungsgebiete ausgewiesen. Aus den Ergebnissen der Wärmeplanung ergeben sich Ausbaupotentiale/Neubaupotentiale für Wärmenetze. Diese sind in Kempfenhausen – Milchberg, Münchner Straße und im Nordwestlichen Bereich von Aufkirchen.

5.4.2 Wasserstoffnetzgebiete

Im kommunalen Wärmeplan sind keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Die Gemeinde Berg geht auf Basis des Rechtsgutachtens „Rechtsanwälte Günther Partnerschaft: Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen Wasserstoffnetzausbauplanung, Hamburg Juni 2024 [8] 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.

Die Energienetze Bayern GmbH & Co. KG treiben derzeit dennoch die Planung für die vollständige Umstellung Ihres Gasnetzes auf Wasserstoff voran. Im ersten Schritt sollen die Gebiete mit direkter Anbindung an das Kernnetz umgestellt werden. In einem nächsten Schritt sollen die Bereiche umgestellt werden, die nicht unmittelbar am Kernnetz liegen. Die Gemeinde Berg fällt nach Angabe der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG in diese Kategorie und wird deshalb wahrscheinlich erst ab 2045 umgestellt. Daher ist die physische Verfügbarkeit von Wasserstoff aus dem Kernnetz vor 2045 realistischerweise nicht zu erwarten. Die Reihenfolge kann sich durch politische und Marktentwicklungen (insbes. Wasserstoffverfügbarkeit) noch ändern.

Aber bis dahin gilt:

- Die Energienetze Bayern werden bis dahin Ihre Versorgungspflicht im vollen Umfang erfüllen.
- Das bestehende Erdgasnetz wird weiterhin regelwerkskonform betrieben. Stilllegungen und partielle Abtrennungen sind nicht vorgesehen.
- Nach den derzeitigen technischen Erkenntnissen ist das „Berger Erdgasnetz“ für den zukünftigen Wasserstoffbetrieb geeignet.
- Nach GEG ist derzeit eine Wärmeversorgung über Erdgas möglich. Ab 01.01.2029 ist ein steigender Anteil Biogas vorgeschrieben (auch als „Biomethantreppe“ bezeichnet): 15 % ab 2029, 30 % ab 2035, 60 % ab 2040. Diese Lieferung kann bilanziell über das bestehende Erdgasnetz erfolgen. Verschiedene Gaslieferanten bieten derzeit schon passende Gasprodukte an bzw. haben diese entsprechend den gesetzlich vorgegebenen Fristen und Anteilen von Biomethan angekündigt.

Rechtzeitig, nach derzeitigem Planungsstand 01/2028, bevor die Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes im Zusammenhang mit der Kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Berg 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, die keine Wärmenetzgebiete sind, im Plan „Wärmeversorgungsgebiete“ als dezentrale Versorgungsgebiete dargestellt. Sollten sich bis Ende 2028 verbindliche Erkenntnisse zum Thema Wasserstoff ergeben, werden die dezentralen Versorgungsgebiete erneut geprüft und eventuell als Prüfgebiete ausgewiesen. Nicht erdgasversorgte Gemeindeteile werden bis Ende 2028 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 Wärmeliniendichte 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 Prüfgebiete

Prüfgebiete werden nicht ausgewiesen.

5.4.5 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Die Ausweisung der Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial erfolgte anhand der ermittelten Sanierungspotenziale (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 41 dargestellt.

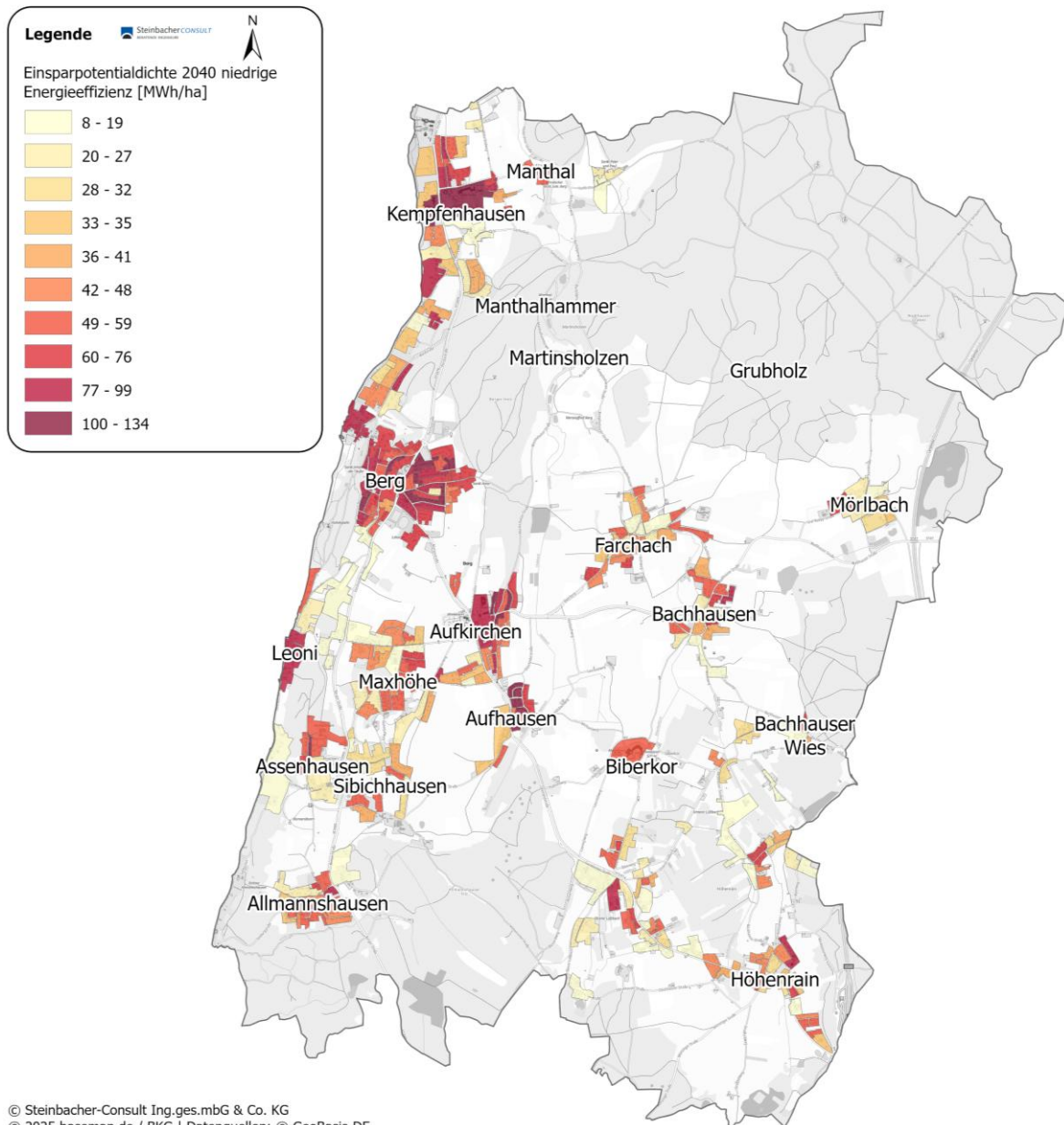


Abbildung 41: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

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 2045

Das aktuelle bayerische Klimaschutzgesetz schreibt eine vorzeitige Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 vor. Jedoch wurde bereits angekündigt, dass das bayerische Ziel auf das bundesweite Ziel mit 2045 anzugleichen. Entsprechend wird hierbei davon ausgegangen, dass die Wärmeversorgung bis 2045 klimaneutral erfolgen muss. Es dürfen keine fossilen Energieträger wie Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas mehr eingesetzt werden. Für das Zieljahr 2045 werden aus den bisherigen Ergebnissen zwei Zielszenarien entwickelt, wie dieses Ziel erreicht werden kann.

5.5.1 Entwicklung Wärmebedarf

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde dargelegt, wie der Wärmebedarf durch Gebäudesanierung signifikant reduziert werden kann. Im Rahmen der Zielszenarien werden gemäß des Technikkatalogs von 2025 die Einsparungen aus der Vergangenheit fortgeschrieben mit einer pauschalen Wärmebedarfsreduktion von 0,8% p.a. für Einfamilienhäuser und 1,0% p.a. für die restlichen Gebäude. Die Entwicklung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 42 dargestellt. Bis 2045 sollen 16 % des aktuellen Wärmebedarfs eingespart werden.

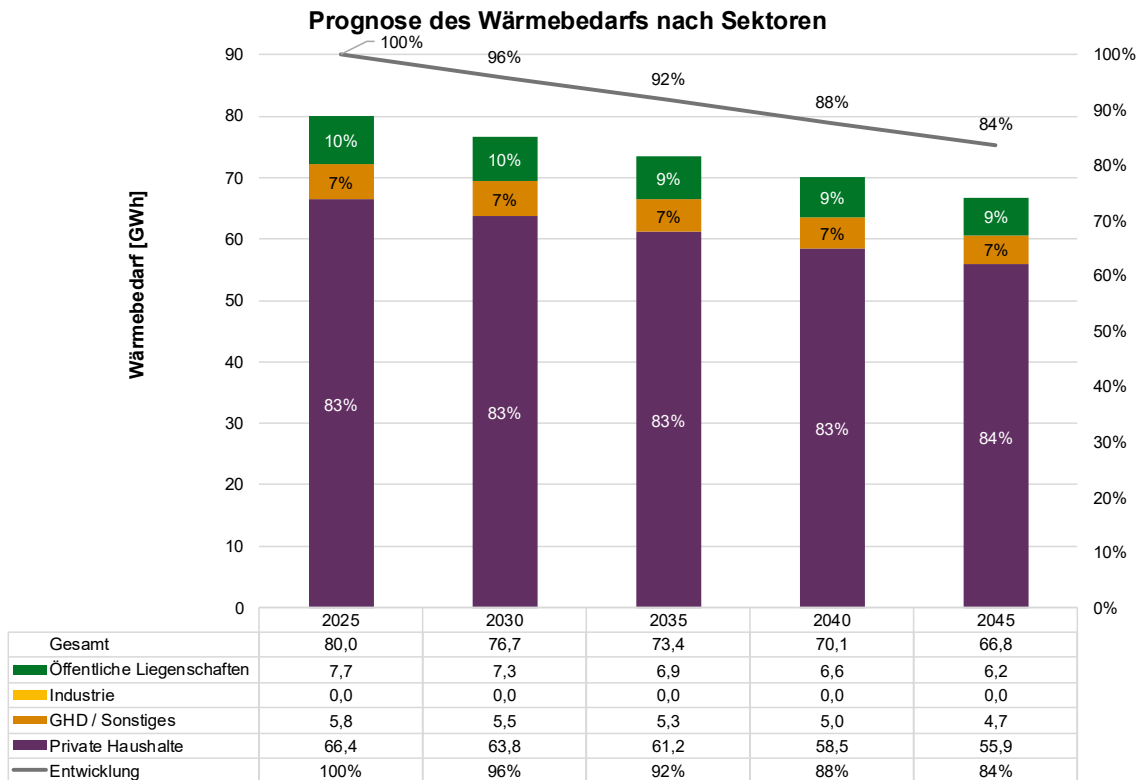


Abbildung 42: Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren

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 43 dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass bis 2045 alle fossilen Energieträger ausgetauscht werden. Es wird angenommen, dass Stromheizungen und Wärmeerzeugungsanlagen basierend auf erneuerbaren Energien den Energieträger nicht wechseln. In Abstimmung mit dem Wärmenetzbetreiber wird in den Wärmenetzgebieten eine Anschlussquote von 60 % an das Wärmenetz angenommen. Alle anderen Heizungen, die getauscht werden müssen, werden auf Wärmepumpen bzw. Biomasse aufgeteilt. Dabei wird angenommen, dass der Gesamt-Biomasse-Verbrauch konstant bleibt.

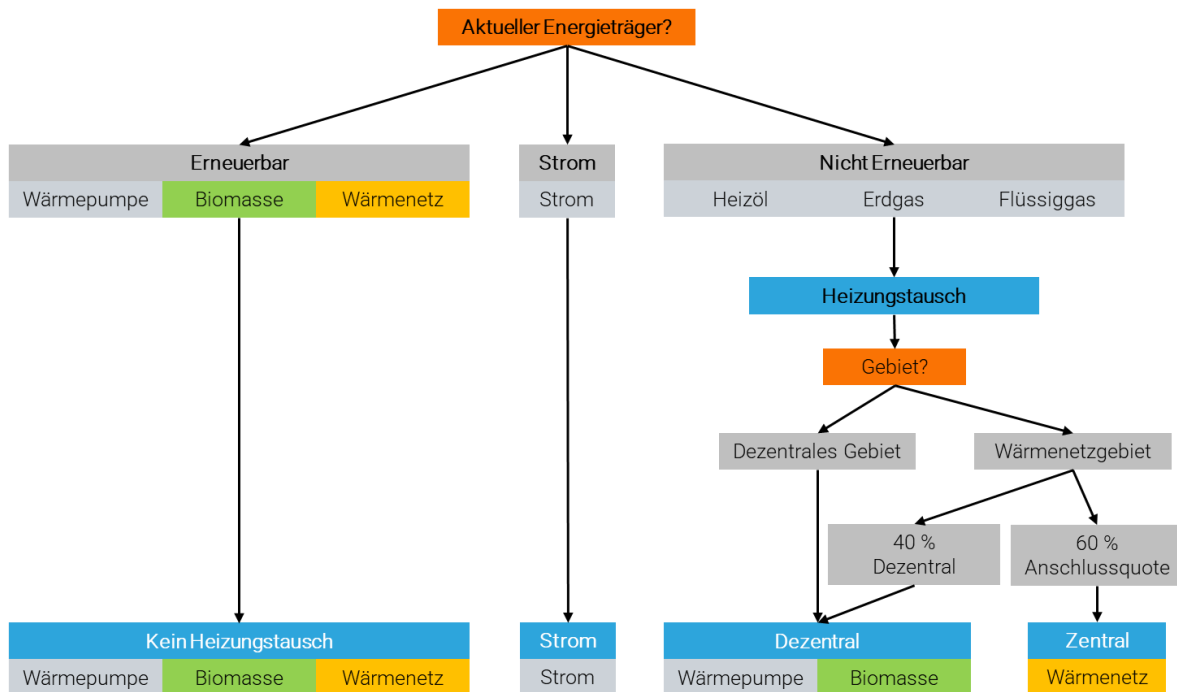


Abbildung 43: Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung

In Abbildung 44 ist die Entwicklung der Wärmeerzeuger dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Zieljahr 2045 die Hauptheizungsart, die 90 % der Gebäude versorgt, die Wärmepumpe sein wird. Durch Biomasse könnten 4 %, durch Strom 4 % und durch Wärmenetze 2 % der Gebäude versorgt werden.

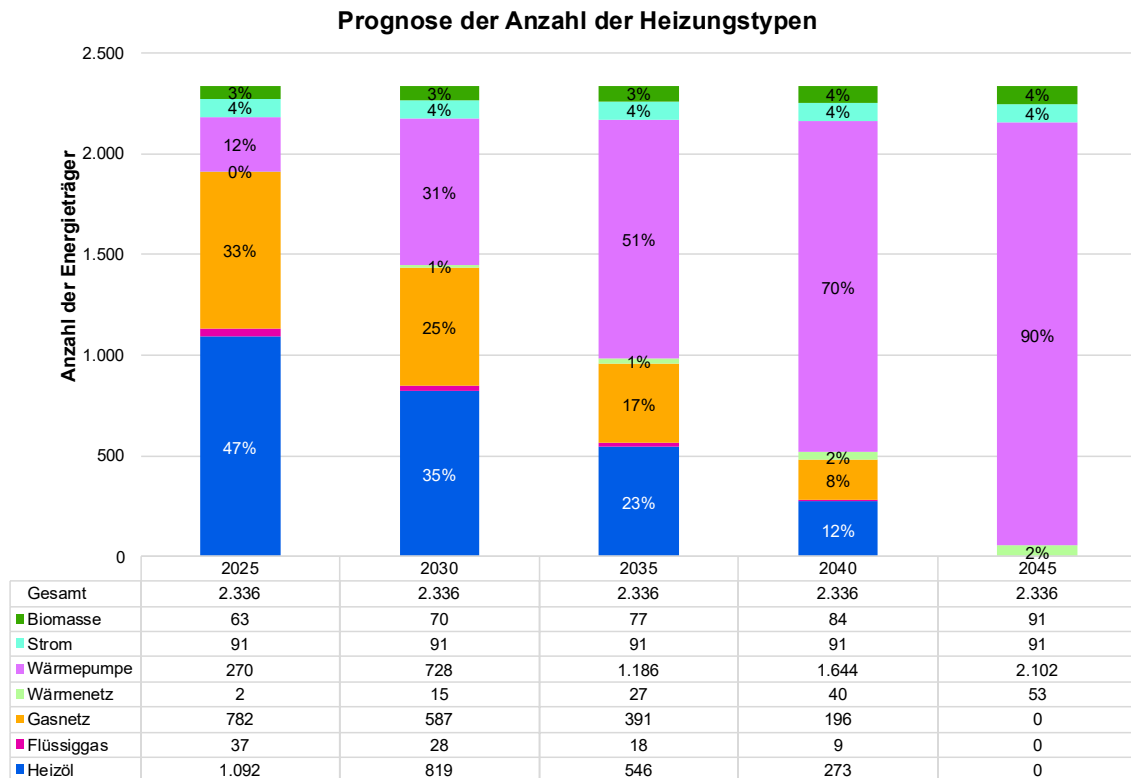


Abbildung 44: Entwicklung Wärmeerzeuger nach Heizungstyp

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 45 ist die Entwicklung des Wärmebedarfs getrennt nach Heizungstyp dargestellt. Während im Bestand Erdgas mit 46 % dominiert, verschwinden die fossilen Energieträger bis 2045. Der Wärmebedarf kann dann mit 81 % durch Wärmepumpen, mit 8 % durch Biomasse, mit 8 % durch Wärmenetze und mit 3 % durch Strom gedeckt werden.

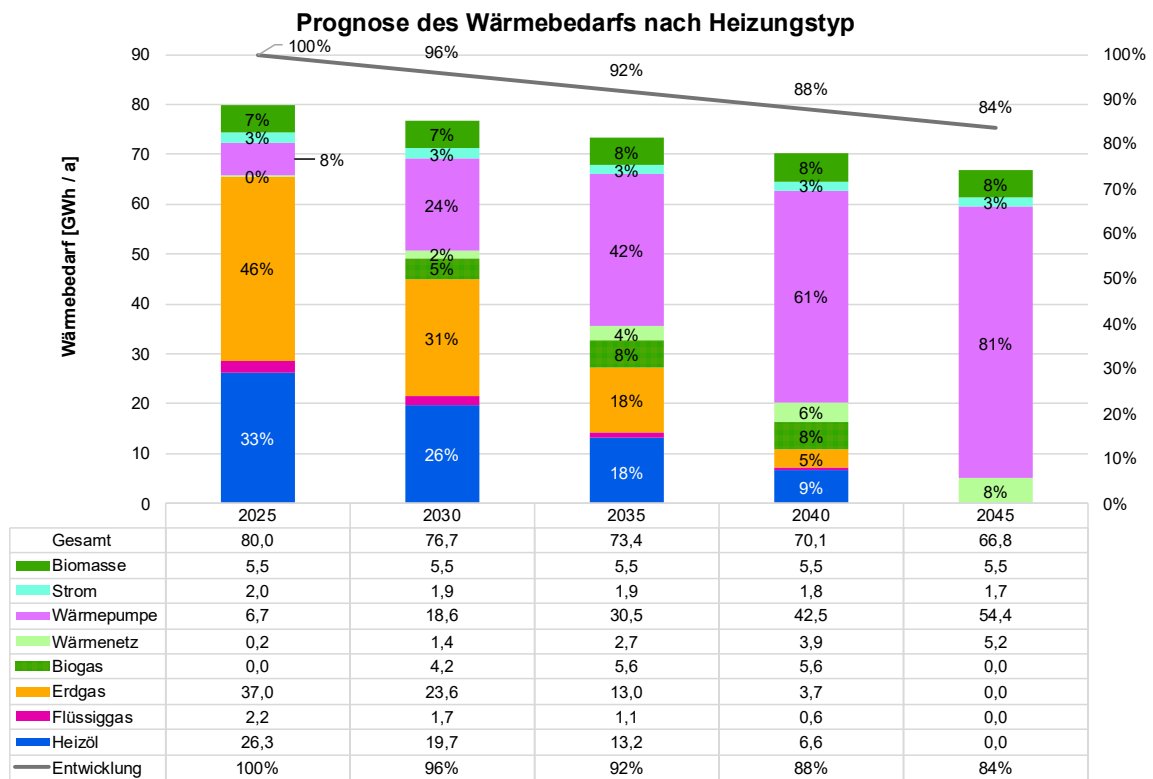


Abbildung 45: Entwicklung Wärmebedarf nach Heizungstyp

Der Endenergieverbrauch sinkt deutlich stärker als der Wärmebedarf (vgl. Abbildung 46). 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-fache an Nutzenergie (Wärme). In Summe können 65 % an Endenergie eingespart werden.

Erdgas, das sukzessive gemäß der Biomethantreppe substituiert wird, und Heizöl verschwinden komplett. Hauptenergieträger sind mit 54 % Wärmepumpen, dicht gefolgt von Biomasse mit 22 % und Wärmenetze mit 18 %.

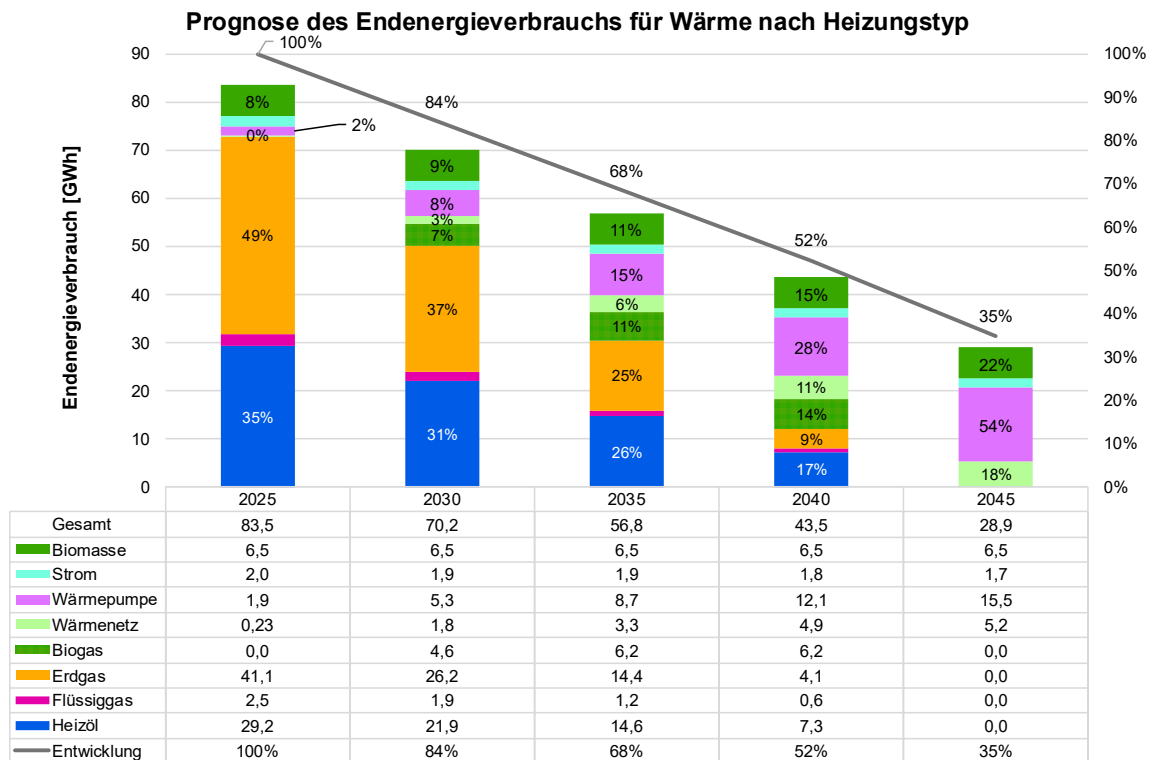


Abbildung 46: Entwicklung Endenergieverbrauch

5.5.4 Entwicklung Treibhausgasemissionen

Unter Verwendung der spezifischen Emissionsfaktoren aus Tabelle 4 ergibt sich mit der Entwicklung des Endenergieverbrauchs die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Abbildung 47.

In Summe können die Emissionen von derzeit 20.683 t/a um 98 % auf 471 t/a im Jahr 2045 reduziert werden. Hauptemissionsträger sind dann Wärmepumpe mit 233 t/a, gefolgt von Biomasse mit 130 t/a, Wärmenetze mit 82 t/a und Strom mit 25 t/a.

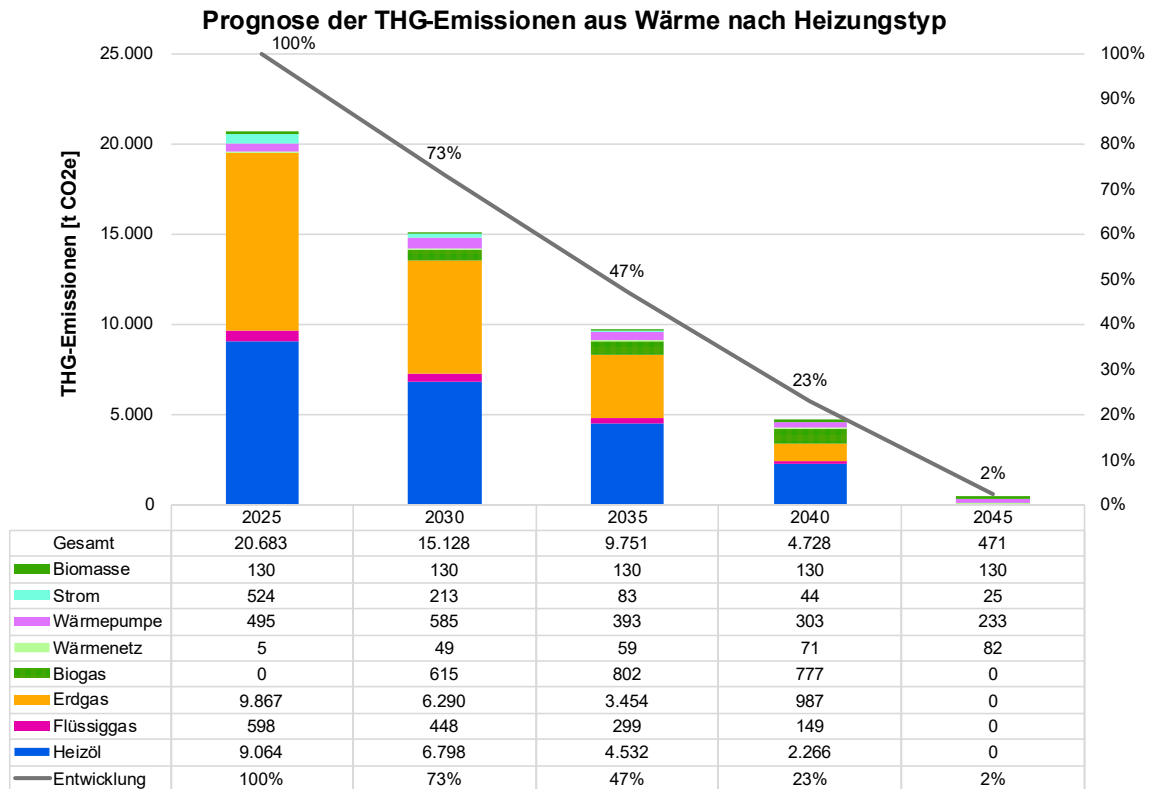


Abbildung 47: Entwicklung Treibhausgasemissionen

5.5.5 Indikatoren zur Erreichung des Zielszenarios

In Tabelle 9 sind die Indikatoren zur Erreichung der beiden Zielszenarien gemäß Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

Tabelle 9: Indikatoren Erreichung Zielszenario

Indikator		Ist	2030	2035	2040	2045
Endenergieverbrauch leitungsgebunder Wärmeversorgung [kWh/a]	Erdgas	41.114.280	26.210.354	14.389.998	4.111.428	0
	Biogas	0	4.625.357	6.167.142	6.167.142	0
	Holz	229.903	1.004.701	1.779.499	2.554.297	3.329.095
	Strom	0	778.236	1.556.471	2.334.707	3.112.942
	Insgesamt	41.344.183	32.618.647	23.893.110	15.167.574	6.442.038
Anteil leitungsgebunder Wärmeversorgung	Erdgas	99%	80%	60%	27%	0%
	Biogas	0%	14%	26%	41%	0%
	Holz	1%	3%	7%	17%	52%
	Strom	0%	2%	7%	15%	48%
	Insgesamt	49,5%	46,5%	42,0%	34,9%	22,3%
Anschluss an Wärmenetz	Gebäude	2	15	27	40	53
	Anteil	0,1%	0,6%	1,2%	1,7%	2,3%
Endenergieverbrauch Gasnetz [kWh/a]	Erdgas	41.114.280	26.210.354	14.389.998	4.111.428	0
	Biogas	0	4.625.357	6.167.142	6.167.142	0
Anteil Gasnetz	Erdgas	100%	85%	70%	40%	Unb.
	Biogas	0%	15%	30%	60%	Unb.
Anschluss an Gasnetz	Gebäude	782	587	391	196	0
	Anteil	33,5%	25,1%	16,7%	8,4%	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 (Stand Oktober 2025) 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. Der Umweltminister Glauber hat bestätigt, dass dieses Ziel auf das Ziel der Bundesrepublik angepasst werden soll. Demnach wäre die Klimaneutralität Bayerns erst fünf Jahre später im Jahr 2045 zu erreichen. Die vorliegende Wärmeplanung und die darin entwickelten Zielszenarien berücksichtigen bereits diese angekündigte Entwicklung.
- **Überwachung und Sanktionen:** Es müssen Mechanismen zur Überwachung der Umsetzung und zur Sanktionierung von Verstößen oder Nichterreicherung 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. Dies ist ein kritischer Punkt, da sie die Richtung, die Akzeptanz und die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung maßgeblich beeinflussen. Ein ausgewogener Ansatz 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.

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 und Baudienstleister. 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 die Akzeptanz von erneuerbaren Energien Anlagen zu fördern.

Diese 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 Gemeinde Berg 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 Gemeinde wurden folgende zwei Fokusgebiete näher betrachtet:

- Kempfenhausen
- Aufkirchen

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 Technikkatalogs 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 Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung [2] bzw. in Anlehnung an VDI 2067 angesetzt.

Es werden auch die aktuellen Förderungen der BEW-Förderung [9] für das Wärmenetz, Hausübergabestationen und die Heizzentrale sowie des KfW -Programms 458 [10] für geringinvestive Maßnahmen (Grundförderung von 30 % plus 20 % Klimageschwindigkeitsbonus, also in Summe 50 %) angesetzt. Für das Wärmenetz inkl. Heizzentrale und Hausübergabestationen 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 Ct/kWh
- CO₂-Kosten: 50 €/t mit einer Steigerung auf 300 €/t bis 2045 [11]

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 Kempfenhausen

Im Folgenden wird eine mögliche Wärmeverbundlösung für das Kempfenhausen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet. In Abbildung 48 ist der mögliche Trassenverlauf für das Wärmenetz dargestellt. Das Gebiet wurde in Abbildung 40 als Wärmenetzneubaugebiet eingeteilt.

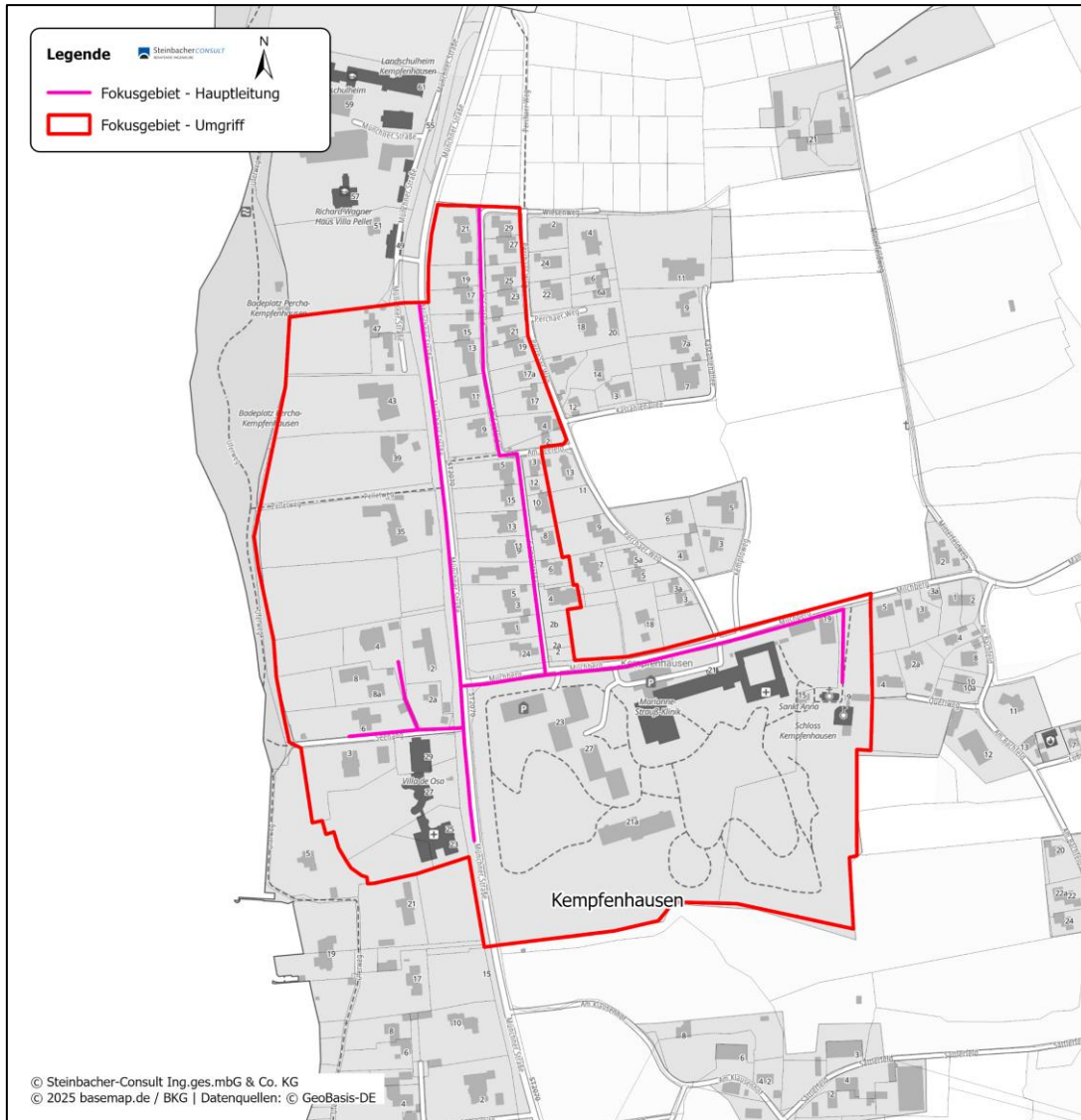


Abbildung 48: Fokusgebiet Kempfenhausen

6.1.2.1 Technische Parameter

In Tabelle 10 ist die aktuelle Versorgungsstruktur im Fokusgebiet Kempfenhausen dargestellt. Unter den Endenergieträgern dominiert mit 74 % bzw. 4.553 MWh/a Erdgas, gefolgt von Heizöl mit 19 % bzw. 1.195 MWh/a. In Summe werden 6.139 MWh/a Endenergie verbraucht.

Tabelle 10: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Kempfenhausen im IST-Zustand

Energieträger	Erzeugte Wärmemenge [MWh/a]	Anteil
Biomasse	125	2%
Wärmenetz	0	0%
Gas	4.553	74%
Heizöl	1.195	19%
Flüssiggas	9	0%
Strom	132	2%
Wärmepumpe	125	2%
Summe	6.139	100%

Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, dass im Gebiet insgesamt 54 Gebäude beheizt werden, wobei 33 davon Einfamilienhäuser, 17 Mehrfamilienhäuser und 4 Gebäude dem Sektor GHD/Sonstiges zugeordnet sind.

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

Energieträger	Gebäudeanzahl	Wärmebedarf [MWh/a]	Anteil
EFH	33	1.122	19%
MFH	17	1.744	30%
GHD / Sonstiges	4	2.992	51%
Industrie	0	0	0%
Summe	54	5.857	100%

Das Wärmenetz lässt sich gemäß Tabelle 12 charakterisieren. Die Wärmelinien-dichte bei der angenommenen Anschlussquote von 60 % liegt bei 2.309 kWh/Trm, was unter allgemeinen Gesichtspunkten gemäß dem Leitfaden Wärmeplanung [7] auf eine hohe Eignung (vgl. Tabelle 8) für ein Wärmenetz hindeutet.

Tabelle 12: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Kempfenhausen

Parameter	Wärmenetzentwurf
Trassenlänge [m]	1.522
Anzahl angeschlossener Wohngebäude	30
Anzahl gewerblicher Verbraucher	2
Wärmeabsatz [MWh]	3.514
Wärmelinien-dichte [kWh/Trm]	2.309
Netzverluste [MWh]	631
Netz- und Übergabe-verluste	18%

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

theoretischen 1.752 kW. In der folgenden Berechnung wird von einer Maximallast von 1.473 kW ausgegangen. Diese Last ergibt sich durch die Berücksichtigung eines entsprechenden Gleichzeitigkeitsfaktors von 84,10 %, der einbezieht, dass nicht alle Gebäude gleichzeitig mit voller Leistung versorgt werden müssen.

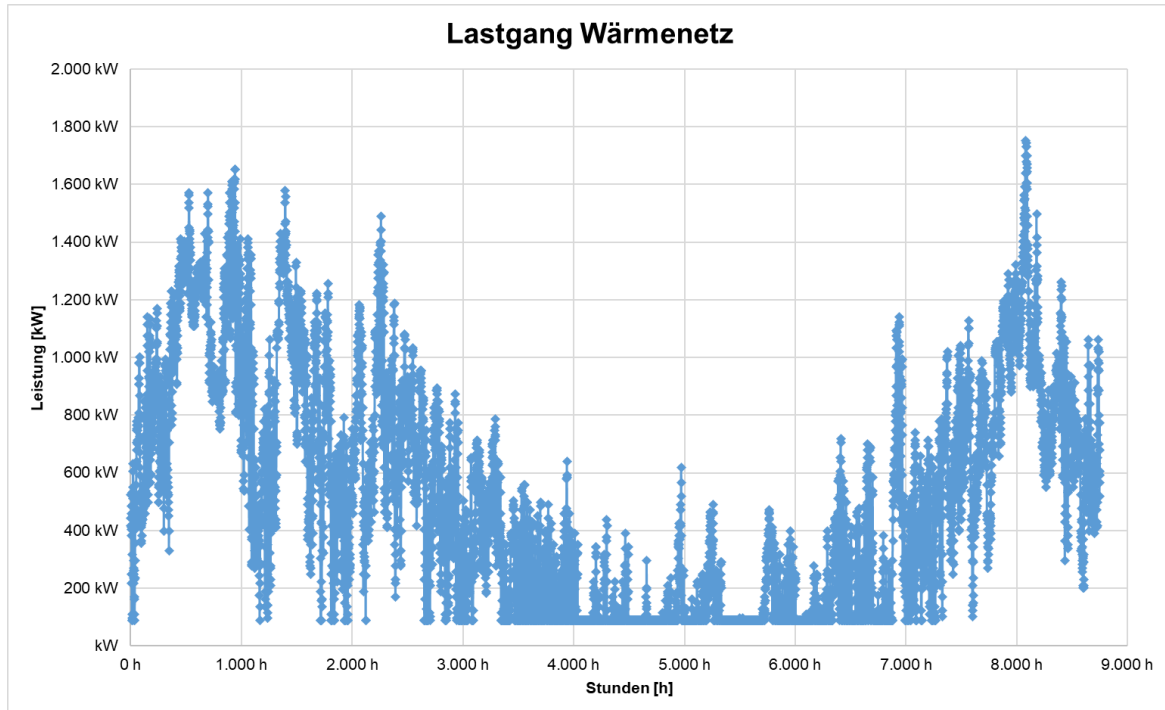


Abbildung 49: Lastgang Fokusgebiet Kempfenhausen

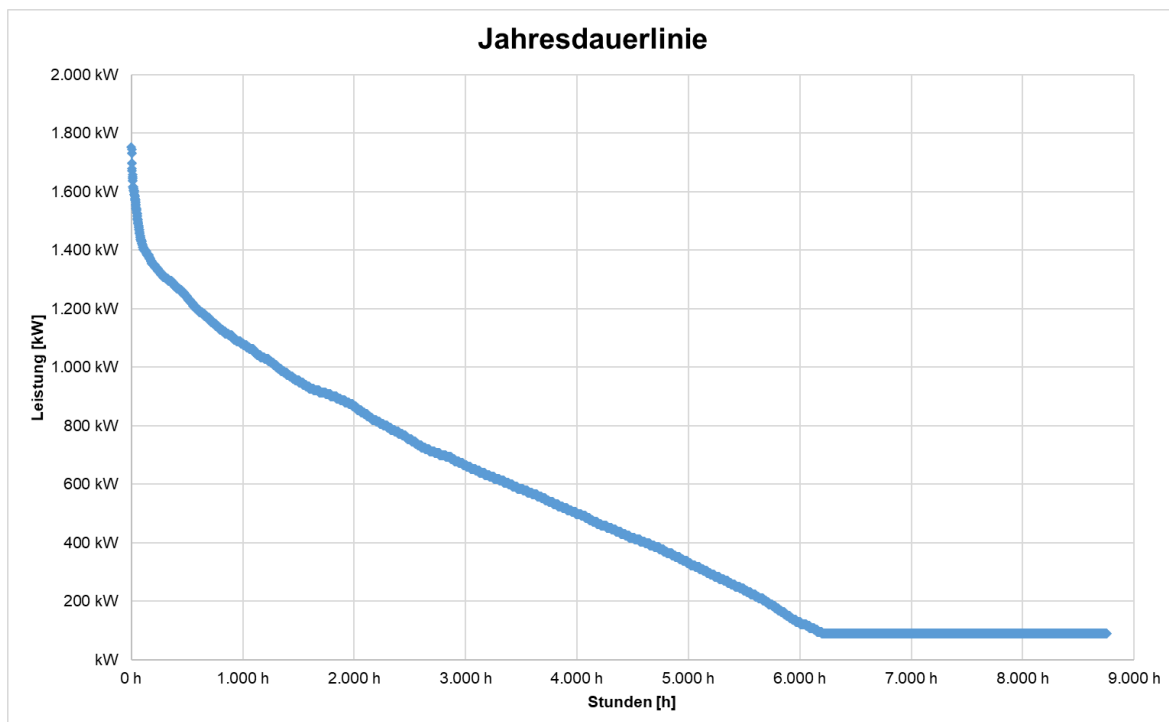


Abbildung 50: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Kempfenhausen

Für das Fokusgebiet Kempfenhausen 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 400 kW ausgelegt. Der Hackschnitzelkessel dient zur Spitzenlastabdeckung. Die wichtigsten Parameter sind in Tabelle 13 dargestellt.

Aufgrund der Lage der geplanten Heizzentrale in der Nachbarschaft 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. 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 Geräuschemissionen 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 Kempfenhausen

Parameter	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Biomasse Leistung	1.473 kW		1.073 kW
Biomasse eingespeiste Wärme	4.457 MWh/a		1.986 MWh/a
Biomasse Endenergieverbrauch	4.952 MWh/a		2.206 MWh/a
Biomasse Anteil an Wärmeerzeugung	100%		45%
Wärmepumpe Leistung		1.473 kW	400 kW
Wärmepumpe eingespeiste Wärme		4.457 MWh/a	2.471 MWh/a
Wärmepumpe Endenergieverbrauch		1.592 MWh/a	882 MWh/a
Wärmepumpe Anteil an Wärmeerzeugung		100%	55%

6.1.2.2 Wirtschaftliche Bewertung

In Tabelle 14 sind die Investitionskosten für die untersuchten Varianten aufgelistet. 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 Kempfenhausen

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Heizzentrale			
Heizung	1.019.615,39 €	1.811.615,63 €	1.419.727,04 €
Nutzungsdauer Heizung	28	25	28 bzw. 25
Wärmenetz			
Hauptleitungsstrang	1.949.682,00 €	1.949.682,00 €	1.949.682,00 €
Nutzungsdauer	40	40	40
Pumpstation	138.761,99 €	138.761,99 €	138.761,99 €
Nutzungsdauer Pumpstation	20	20	20
Hausstationen Fernwärme inkl. Hausanschlussleitungen			
Hausanschlussleitungen	479.457,86 €	479.457,86 €	479.457,86 €
Nutzungsdauer Hausanschlussleitungen	40	40	40
Hausstationen Fernwärme	295.603,74 €	295.603,74 €	295.603,74 €
Nutzungsdauer	20	20	20
geringinvestive Maßnahmen*	161.658,17 €	161.658,17 €	161.658,17 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Summe vor Förderung	4.044.779,16 €	4.836.779,40 €	4.444.890,80 €
Bundesförderung Wärmenetze	-1.553.248,39 €	-1.870.048,49 €	-1.713.293,05 €
Bundesförderung KfW 458	-55.241,79 €	-55.241,79 €	-55.241,79 €
Summe nach Förderung	2.436.288,97 €	2.911.489,12 €	2.676.355,96 €

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

In Tabelle 15 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 15: Jahreskosten Fokusgebiet Kempfenhausen

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Kapitalgebundene Kosten			
Annuität (Investition)	215.234 €	262.083 €	238.456 €
Bedarfsgebundene Kosten			
Wirkungsgrad	0,9	2,8	0,9 bzw. 2,8
Energiekosten	156.101 €	300.247 €	236.022 €
CO ₂ -Kosten	4.875 €	19.516 €	12.993 €
Annuität (Energie)	156.101 €	300.247 €	236.022 €
Annuität (CO₂)	10.013 €	13.904 €	12.170 €
Betriebsgebundene Kosten			
Jährliche Fixkosten O&M	67.285 €	78.573 €	77.754 €
Variable Kosten O&M	18.406 €	5.969 €	11.510 €
Annuität	85.691 €	84.542 €	89.264 €
Summe Annuitäten	467.039 €	660.776 €	575.912 €
Wärmegestehungskosten	13,3 Ct/kWh	16,4 Ct/kWh	18,8 Ct/kWh

In Abbildung 51 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Varianten für das Fokusgebiet Kempfenhausen dargestellt. Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel ist mit Wärmegestehungskosten von 13,3 Ct/kWh am wirtschaftlichsten, Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe mit 18,8 Ct/kWh am teuersten. Die Kombination aus Hackschnitzel und Luft-Wärmepumpe liegt mit 16,4 Ct/kWh dazwischen.

Es ist zu erkennen, dass insbesondere die bedarfsgebundenen Kosten, also die Energiekosten den größten 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.

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

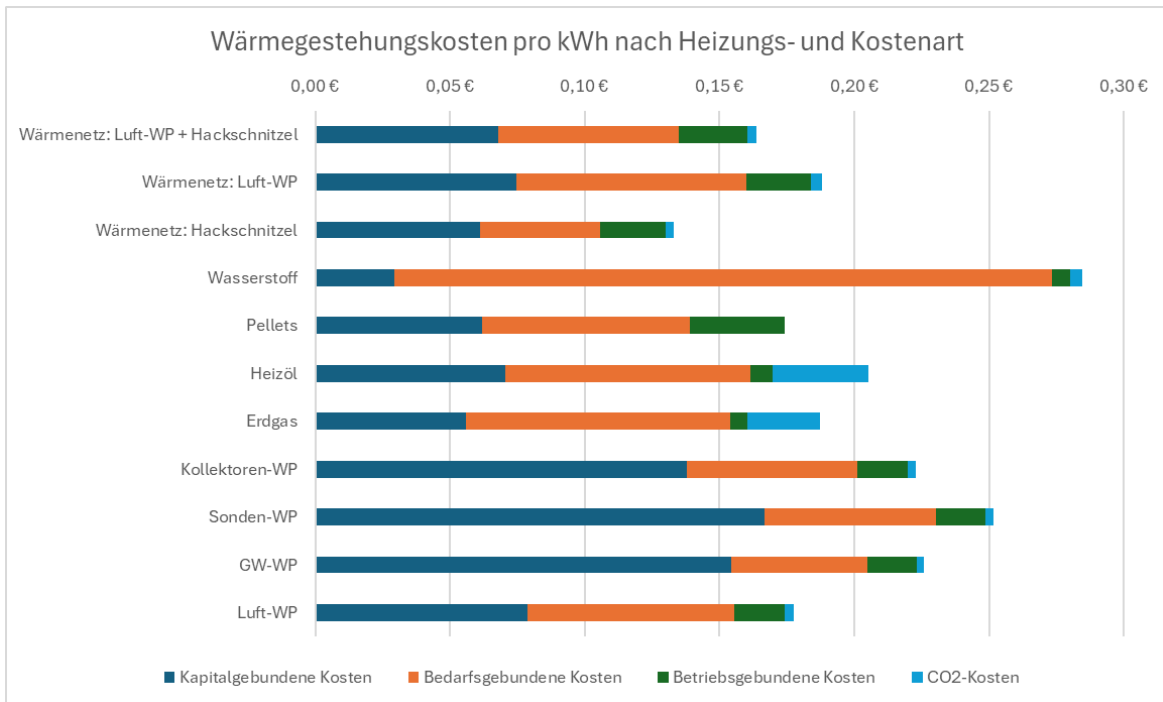


Abbildung 51: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Kempfenhausen Vergleich für ein durchschnittliches, unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 19.000 kWh/a

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 Aufkirchen

Im Folgenden wird eine weitere mögliche Wärmeverbundlösung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit betrachtet. In Abbildung 52 ist der mögliche Trassenverlauf für das Wärmenetz dargestellt.

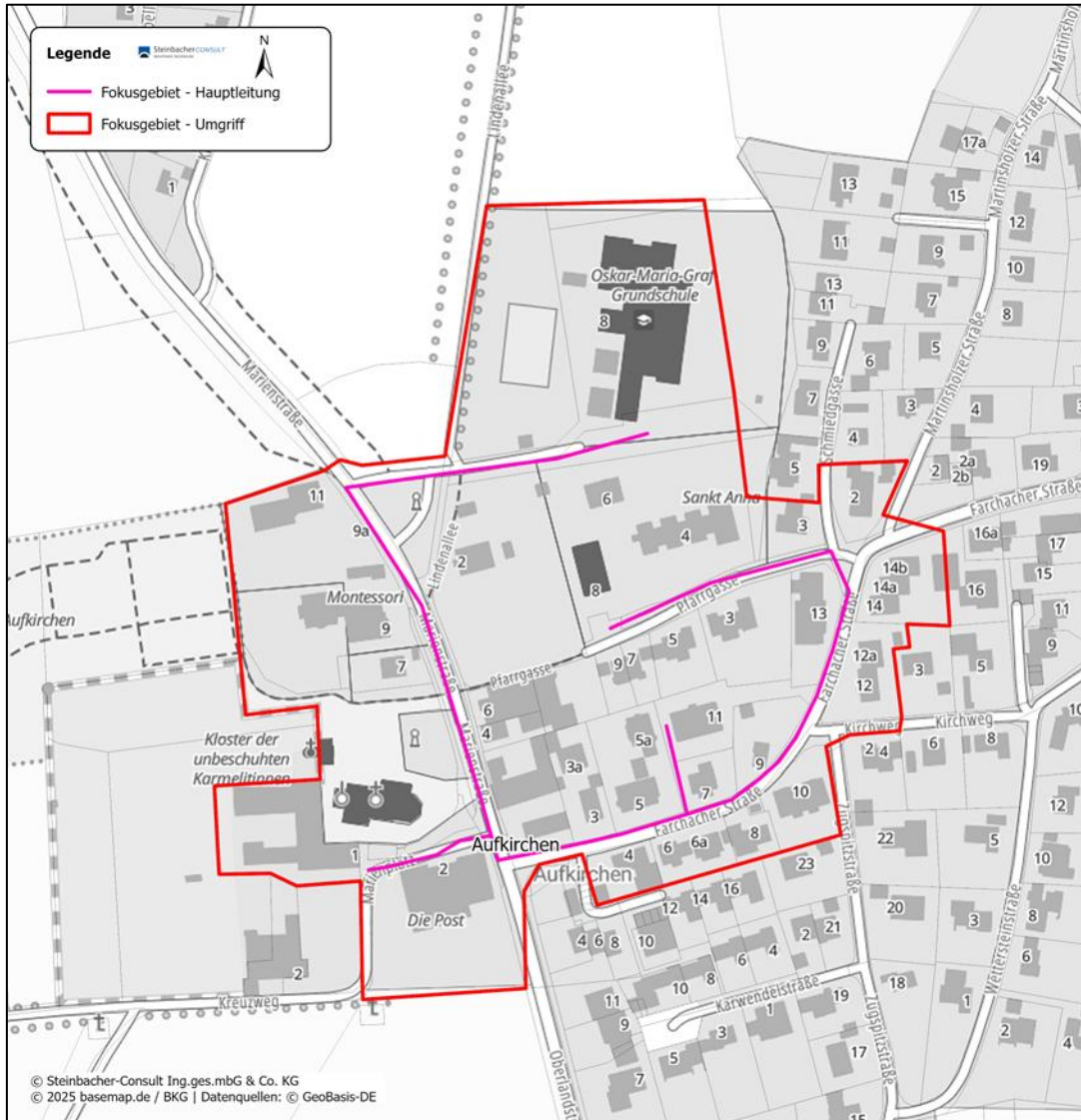


Abbildung 52: Fokusgebiet Aufkirchen

6.1.3.1 Technische Parameter

In Tabelle 16 ist die aktuelle Versorgungsstruktur im Fokusgebiet Aufkirchen dargestellt. Unter den Endenergieträgern dominiert deutlich mit 62 % bzw. 1.907 MWh/a Erdgas gefolgt von Heizöl mit 12 % bzw. 374 MWh/a bzw. Biomasse mit 358 MWh/a. In Summe werden 3.068 MWh/a Endenergie verbraucht.

Tabelle 16: Endenergieverbrauch im Fokusgebiet Aufkirchen im IST-Zustand

Energieträger	Erzeugte Wärmemenge [MWh/a]	Anteil
Biomasse	358	12%
Wärmenetz	0	0%
Gas	1.907	62%
Heizöl	374	12%
Flüssiggas	195	6%
Strom	121	4%
Wärmepumpe	114	4%
Summe	3.068	100%

Aus Tabelle 17 ist ersichtlich, dass im Gebiet insgesamt 32 Gebäude beheizt werden, wobei 16 davon Einfamilienhäuser und 9 Mehrfamilienhäuser sind. Dem Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung sind 7 Gebäude zuzuordnen (u.a. Grundschule, Montessorischule). Der Wärmebedarf aller Gebäude beläuft sich auf 3.051 MWh/a.

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

Energieträger	Gebäudeanzahl	Wärmebedarf [MWh/a]	Anteil
EFH	16	519	17%
MFH	9	676	22%
GHD / Sonstiges	7	1.857	61%
Industrie	0	0	0%
Summe	32	3.051	100%

Das Wärmenetz lässt sich gemäß Tabelle 18 charakterisieren. Die Wärmelinien-dichte bei der angenommenen Anschlussquote von 60 % liegt bei 2.323 kWh/Trm, was unter allgemeinen Gesichtspunkten gemäß Leitfaden Wärmeplanung [7] auf eine hohe Eignung (vgl. Tabelle 8) für ein Wärmenetz hindeutet.

Tabelle 18: Kennzahlen Wärmenetz Fokusgebiet Markplatz

Parameter	Wärmenetzentwurf
Trassenlänge [m]	788
Anzahl angeschlossener Wohngebäude	15
Anzahl gewerblicher Verbraucher	4
Wärmeabsatz [MWh]	1.831
Wärmelinien-dichte [kWh/Trm]	2.323
Netzverluste [MWh]	328
Netz- und Übergabe-verluste	18%

In Abbildung 53 ist der simulierte Lastgang und in Abbildung 54 die geordnete Jahresdauerlinie des Fokusgebiets Aufkirchen dargestellt. Diese basieren auf den Temperaturdaten der Wetterstation Attenkam des Deutschen Wetterdienstes von 2023. Die zu deckende Spitzenlast liegt bei theoretisch

940 kW. In der folgenden Berechnung wird von einer Maximallast von 868 kW ausgegangen. Diese Last ergibt sich durch die Berücksichtigung eines entsprechenden Gleichzeitigkeitsfaktors von 92,4 %, der einbezieht, dass nicht alle Gebäude gleichzeitig mit voller Leistung versorgt werden müssen.

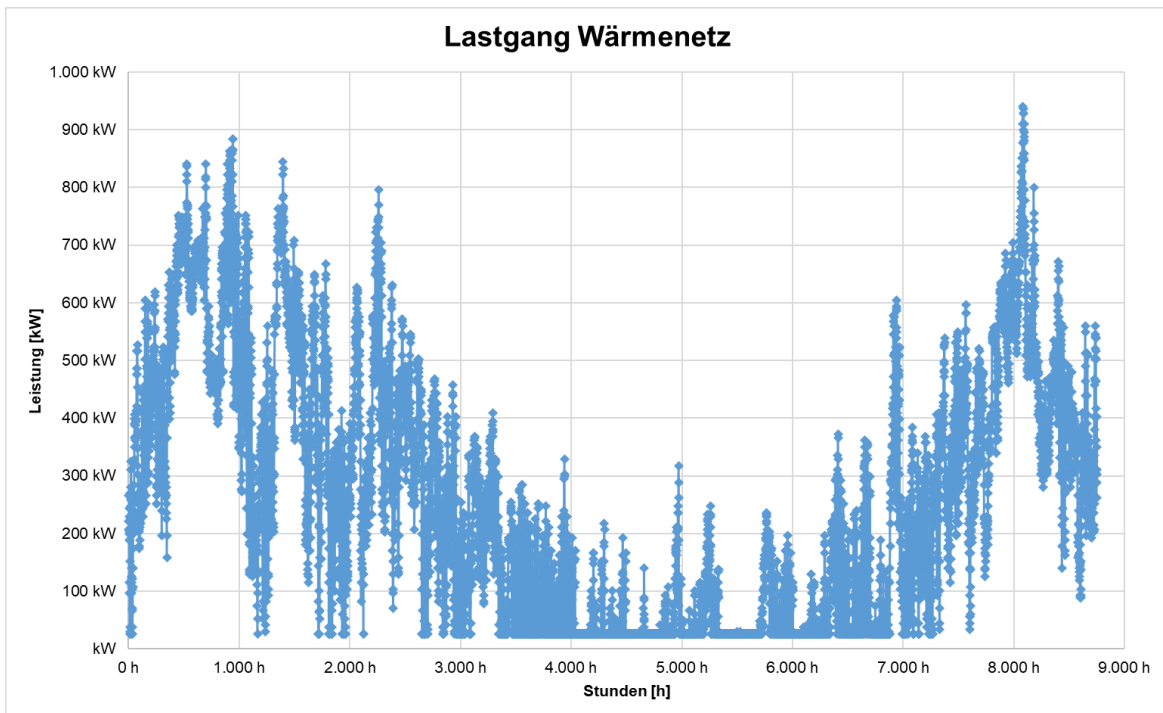


Abbildung 53: Lastgang Fokusgebiet Aufkirchen

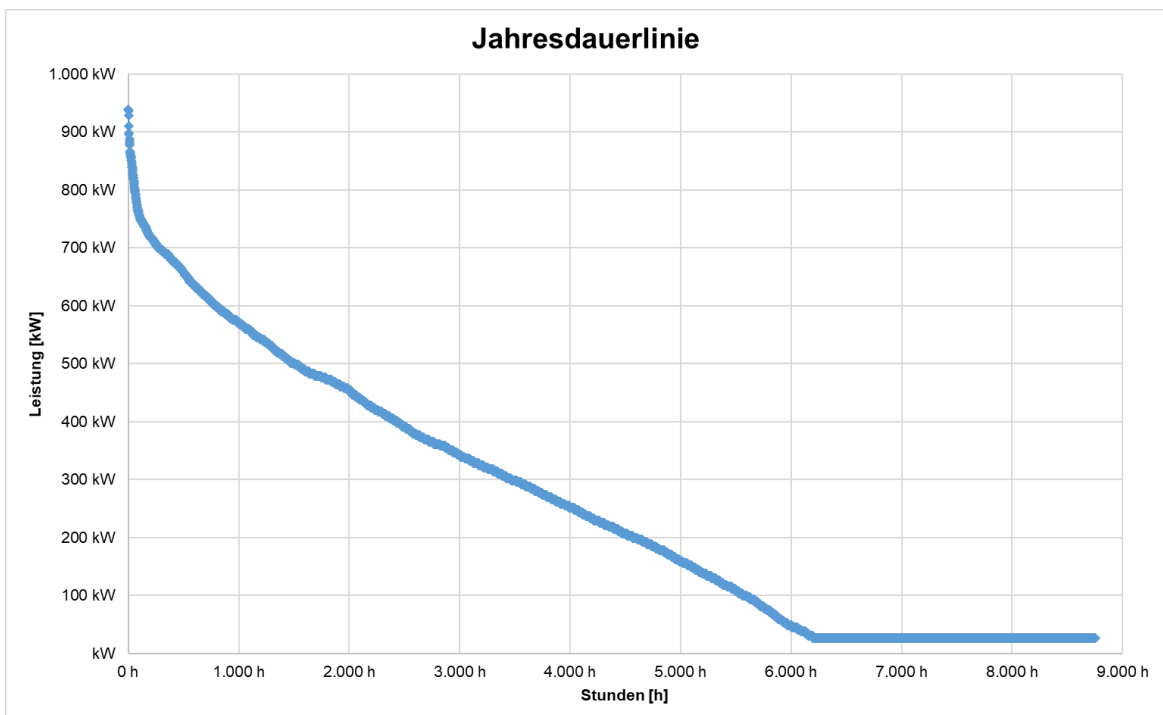


Abbildung 54: Jahresdauerlinie Fokusgebiet Aufkirchen

Für das Fokusgebiet Aufkirchen 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 200 kW ausgelegt. Der Hackschnitzelkessel dient zur Spitzenlastabdeckung. Die wichtigsten Parameter der untersuchten Versorgungsvarianten sind in Tabelle 19 dargestellt.

Aufgrund der Lage der geplanten Heizzentrale 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. 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 Geräuschemissionen 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 19: Variantenvergleich Fokusgebiet Aufkirchen

Parameter	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Biomasse Leistung	868 kW		668 kW
Biomasse eingespeiste Wärme	2.253 MWh/a		1.078 MWh/a
Biomasse Endenergieverbrauch	2.503 MWh/a		1.198 MWh/a
Biomasse Anteil an Wärmeerzeugung	100%		48%
Wärmepumpe Leistung		868 kW	200 kW
Wärmepumpe eingespeiste Wärme		2.253 MWh/a	1.174 MWh/a
Wärmepumpe Endenergieverbrauch		805 MWh/a	419 MWh/a
Wärmepumpe Anteil an Wärmeerzeugung		100%	52%

6.1.3.2 Wirtschaftliche Bewertung

In Tabelle 20 sind die Investitionskosten 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 Aufkirchen

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Heizzentrale			
Heizung	600.718,08 €	1.215.046,71 €	863.419,63 €
Nutzungsdauer Heizung	28	25	28 bzw. 25
Wärmenetz			
Hauptleitungsstrang	1.009.428,00 €	1.009.428,00 €	1.009.428,00 €
Nutzungsdauer	40	40	40
Pumpstation	81.753,22 €	81.753,22 €	81.753,22 €
Nutzungsdauer Pumpstation	20	20	20
Hausstationen Fernwärme inkl. Hausanschlussleitungen			
Hausanschlussleitungen	282.215,19 €	282.215,19 €	282.215,19 €
Nutzungsdauer Hausanschlussleitungen	40	40	40
Hausstationen Fernwärme	175.274,87 €	175.274,87 €	175.274,87 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Geringinvestive Maßnahmen*	88.640,28 €	88.640,28 €	88.640,28 €
Nutzungsdauer	20	20	20
Summe vor Förderung	2.238.029,64 €	2.852.358,27 €	2.500.731,19 €
Bundesförderung Wärmenetze	-859.755,74 €	-1.105.487,19 €	-964.836,36 €
Bundesförderung KfW 458	-24.628,25 €	-24.628,25 €	-24.628,25 €
Summe nach Förderung	1.353.645,65 €	1.722.242,83 €	1.511.266,58 €

* Beinhalten Maßnahmen zur Optimierung des Heizungssystems (hydraulischen Abgleich, Dämmung der Verteilungen, 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 Aufkirchen

	V1 Hackschnitzel	V2 Luft-WP	V3 Hackschnitzel + Luft-WP
Kapitalgebundene Kosten			
Annuität (Investition)	120.009 €	155.991 €	135.174 €
Bedarfsgebundene Kosten			
Wirkungsgrad	0,9	2,8	0,9 bzw. 2,8
Energiekosten	81.315 €	156.402 €	120.458 €
CO ₂ -Kosten	2.540 €	10.166 €	6.515 €
Annuität (Energie)	81.315 €	156.402 €	120.458 €
Annuität (CO₂)	5.216 €	7.243 €	6.272 €
Betriebsgebundene Kosten			
Jährliche Fixkosten O&M	39.358 €	51.917 €	47.098 €
Variable Kosten O&M	9.588 €	3.110 €	6.211 €
Annuität	48.946 €	55.027 €	53.309 €
Summe Annuitäten	255.485 €	374.663 €	315.213 €
Wärmegestehungskosten	14,0 Ct/kWh	17,2 Ct/kWh	20,5 Ct/kWh

In Abbildung 55 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Varianten für das Fokusgebiet Aufkirchen dargestellt. Variante 1: Wärmenetz mit Hackschnitzel ist mit Wärmegestehungskosten von knapp 14 Ct/kWh am wirtschaftlichsten, Variante 2: Wärmenetz mit Kompressions-Luft-Wärmepumpe mit knapp 20,5 Ct/kWh am teuersten. Die Kombination aus Hackschnitzel und Luft-Wärmepumpe liegt mit 17,2 Ct/kWh dazwischen.

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

Insgesamt ist festzustellen, dass die Wärmegestehungskosten für das Fokusgebiet Aufkirchen konkurrenzfähig zu den Wärmegestehungskosten von Einzellösungen sind (vgl. hierzu auch die Ergebnisse aus Kapitel 6.2).

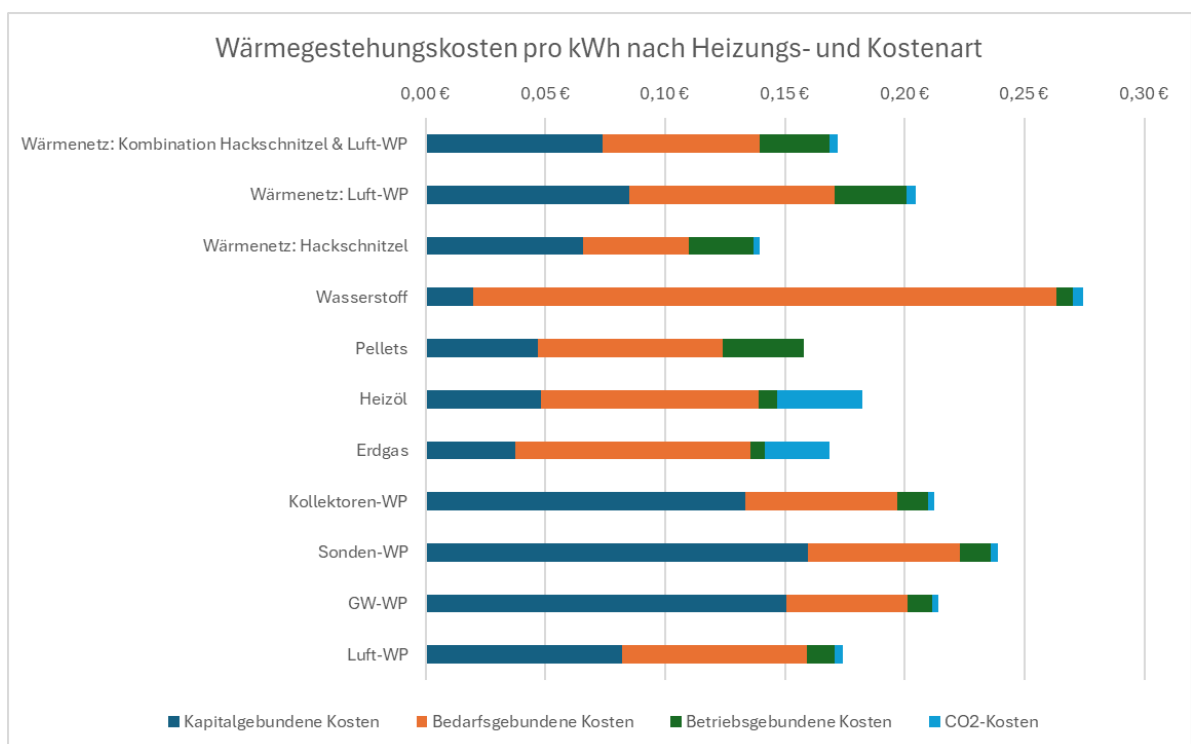


Abbildung 55: Wärmegestehungskosten Fokusgebiet Aufkirchen Vergleich für ein durchschnittliches, unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 34.000 kWh/a

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.

6.2 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 56). 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.

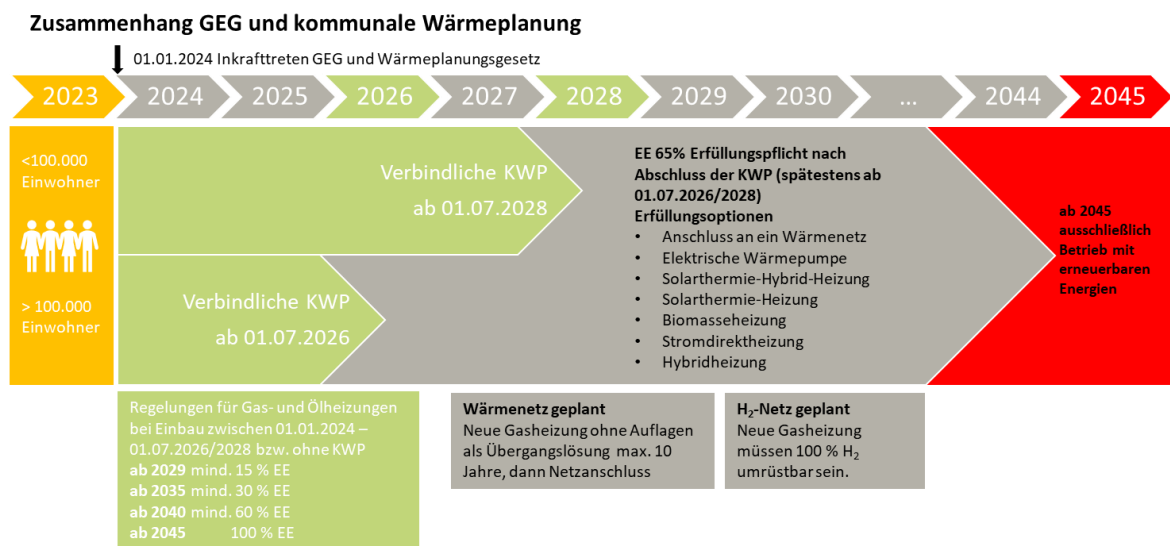


Abbildung 56: Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG

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 Technikkatalogs 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 Technikkatalog 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 [10] dargestellt.

Tabelle 22: Berücksichtigte Förderungen Förderung KfW 458 [10]

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 [11], [12], [13], [14]

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 [15]

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. Eine Wasserstoffheizung wäre nach Förderung in der Investition am günstigsten.

Tabelle 25: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten 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					
Nutzungsdauer [a]	30	30	30	30					
Geringinv. Maßnah- men* [€]					1.870	1.870	1.870	1.870	1.870
Nutzungsdauer [a]					20	20	20	20	20
Erschließungskosten Wärmequelle [€]		19.620	19.534	12.535					
Nutzungsdauer [a]		40	40	40					
Schornsteinertüchti- gung [€]					1.049	1.049	1.049	2.033	1.049
Nutzungsdauer [a]					50	50	50	50	50
Heizöltank [€]							3.058		
Nutzungsdauer [a]							30		
Pelletlager [€]								4.034	
Nutzungsdauer [a]								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 Förde- rung [€]	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 Verteilleitungen, Einstellung der Heizkurve, Absenkung der Systemtemperaturen)

In Tabelle 26 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Pellets und Luft-Wärmepumpen 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 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 57 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass über den 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.

Es sind keine Energiepreisänderungen berücksichtigt. 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. Bei Heizöl und Erdgas werden zukünftig v.a. die CO₂-Kosten einen massiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben und zu einer deutlichen Kostensteigerung führen.

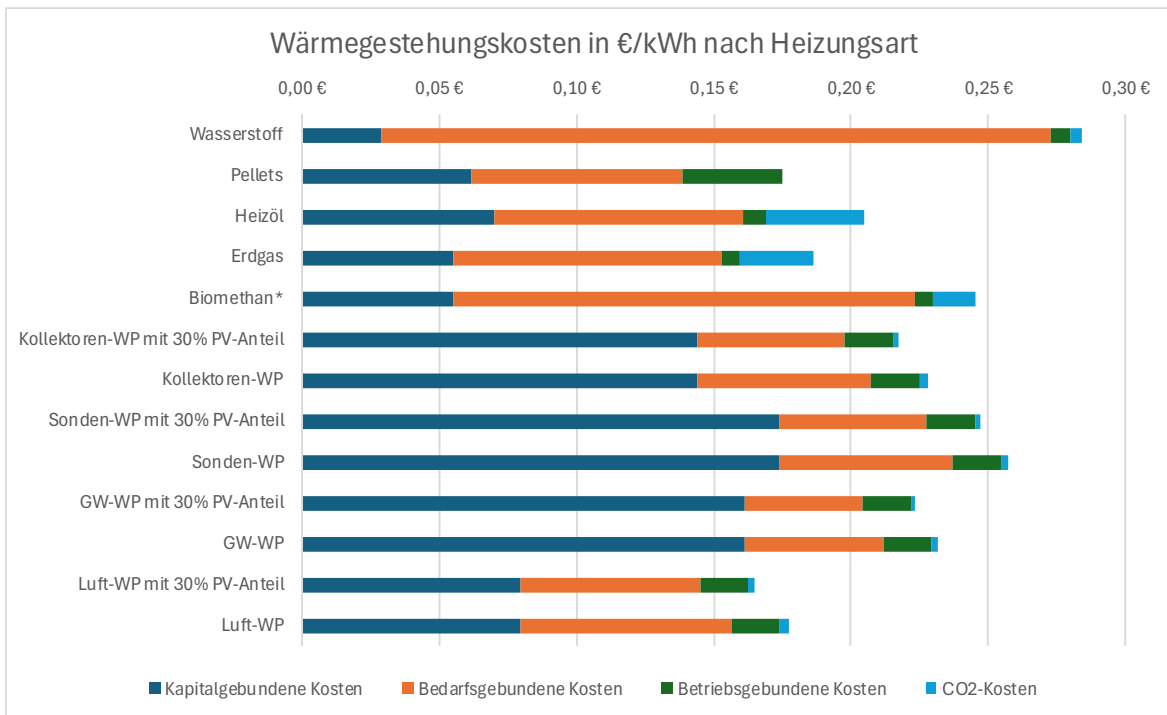


Abbildung 57: Wärmegestellungskosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus

6.2.3 Mehrfamilienhaus

Der Berechnung für ein typisches 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. Eine Wasserstoffheizung ist nach Förderung in der Investition am günstigsten.

Tabelle 28: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten 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					
Nutzungsdauer [a]	30	30	30	30					
Geringinv. Maßnahmen* [€]					2.903	2.903	2.903	2.903	2.903
Nutzungsdauer [a]					20	20	20	20	20
Erschließungskosten Wärmequelle [€]		37.605	36.510	23.161					
Nutzungsdauer [a]		40	40	40					
Schornsteinertüchti- gung [€]					1.010	1.010	1.010	2.353	1.010
Nutzungsdauer [a]					50	50	50	50	50
Heizöltank [€]							2.962		
Nutzungsdauer [a]							30		
Pelletlager [€]								5.453	
Nutzungsdauer [a]								20	
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 58 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass über den 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.

Es sind keine Energiepreisänderungen berücksichtigt. 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. Bei Heizöl und Erdgas werden zukünftig v.a. die CO₂-Kosten einen massiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben und zu einer deutlichen Kostensteigerung führen.

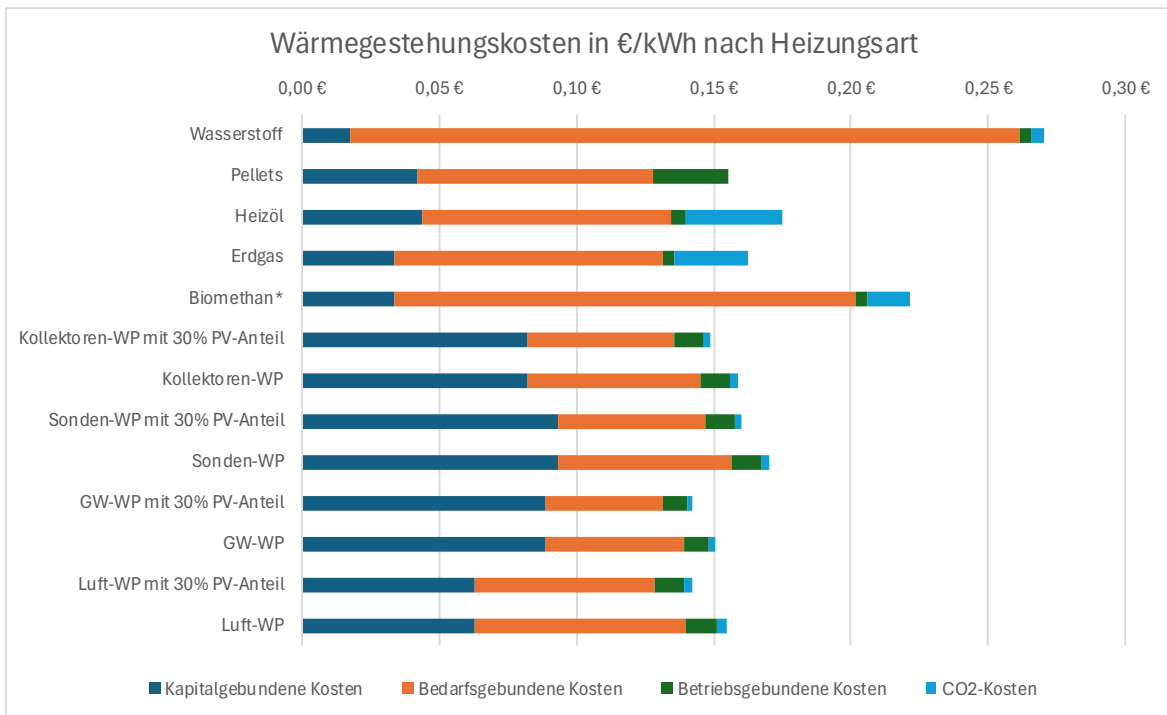


Abbildung 58: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus

6.3 Umsetzungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die Maßnahmen aufgeführt, die zur Zielerreichung notwendig sind.

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 Komplettanierung und Ergänzungskredit, Steuerboni)

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Initiierung, Bewerben, Informationsmanagement, Koordination

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, Initiativen, Vereine

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, Aufzeigen von best-practice-Beispielen.



Beratung und Unterstützung: Umfangreiche Beratung und Unterstützung der Eigentümer durch qualifizierte Berater und Handwerksbetriebe zu den Sanierungsmaßnahmen individuell für jedes Gebäude.

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

Maßnahmenpakete schnüren: Entwicklung konkreter Maßnahmenpakete individuell für jedes Gebäude, die die verschiedenen Sanierungsmaßnahmen umfassen.

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

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

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 den Fortschrittsbericht.

6.3.2 Sanierungsstrategie 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 den Fortschrittsbericht.

6.3.3 Ausbau und Neubau Fernwärme

Kurzbeschreibung:

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden zwei Gebiete als Fokusgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ausgewählt. Um die Realisierbarkeit dieser Vorhaben 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.

Um möglichst viele Gebäudeeigentümer für den Anschluss an ein Wärmenetz zu gewinnen, sollten Informationskampagnen durchgeführt werden, die durch leicht zugängliches Material ergänzt werden.

Ziele:

Bewertung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines neuen Wärmenetzes, Untersuchung von potenziellen Betreibermodellen und Business-Cases, Erstellung einer fundierten Entscheidungsgrundlage, Senkung der CO₂-Emissionen, Erreichung der Ziele der KWP.

Priorität

Hoch

Zeitraum für die Umsetzung:

Mittelfristig

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Siehe Berechnung Fokusgebiete

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Unterstützung der Informationskampagne, Koordination durch KSM, ggf. Auftraggeber der Machbarkeitsstudie

Wärmenetzbetreiber: Beratung, Planung, Fördermittelantrag, Umsetzung, Betrieb

Fördermittelgeber: Antrag, Betreuung, Auszahlung der Fördermittel

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

Empfohlene Handlungsschritte:

Klärung Wärmelieferant und Wärmenetzbetreiber: es bestehen unterschiedliche Optionen für einen Wärmelieferanten und Wärmenetzbetreiber. Die genaue Konstellation sowie die jeweiligen Konditionen sind zügig zu klären.

Öffentlichkeitsarbeit: Organisation von Informationsveranstaltungen für die Gebäudeeigentümer, um über die Vorteile der Fernwärmeversorgung zu informieren, Bereitstellung von



Informationsmaterialien, Wärmegestehungskosten etc. Zentrale Anlaufstelle Wärmenetzbetreiber, Begleitung durch Kommune.

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 den Fortschrittsbericht.

6.3.4 Kommunikation der Ergebnisse an die Öffentlichkeit

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, Gemeindeblatt) 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 Koordinationsstelle zur Wärmewende

Kurzbeschreibung:

Damit die Ziele der kommunalen Wärmeplanung bis 2040 bzw. 2045 erreicht werden, sind Maßnahmen konsequent umzusetzen und aktiv voranzutreiben. Ein erheblicher Teil der damit verbundenen Aufgaben – darunter die Bereitstellung von Informationen, die Anlaufstelle für Anfragen von Bürgern und Unternehmen sowie das Monitoring und die Fortschreibung der Planung – liegt in der Verantwortung der kommunalen Verwaltung.

Um diese Aufgaben effizient zu bündeln, wäre eine zentrale Koordinationsstelle erforderlich. Diese Stelle fungiert als zentrale Anlaufstelle für alle Beteiligten und sorgt für eine effiziente Planung, Umsetzung und Überwachung der Wärmewendeprojekte. Sie unterstützt die kommunale Verwaltung, Bürger und Unternehmen bei der Umsetzung von Maßnahmen im Zusammenhang mit der Wärmewendestrategie.

Ziele:

Effiziente Koordination und Umsetzung der Wärmewende, zentrale Anlaufstelle, Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien, Erreichung der Klimaziele der Kommune, Controlling und Fortschreibung des Wärmeplans.

Priorität

Hoch

Zeitraum für die Umsetzung:

langfristig, fortlaufend

Geschätzte Kosten und Finanzierung

Personalaufwand, abhängig vom geplanten Umfang

Akteure:

Kommunale Verwaltung: Koordinationsstelle als zentrale Stelle, Unterstützung aus der Verwaltung

Planer und externe Berater: Unterstützung, Ausarbeitung von Maßnahmen.

Öffentlichkeit und lokale Akteure: Unterstützung durch Handwerksbetriebe, lokale Unternehmen, Umweltorganisationen, Energieversorger; Einbindung der Bürger zur Sicherstellung der Akzeptanz und der Umsetzung.

Empfohlene Handlungsschritte:

Netzwerkaufbau und Zusammenarbeit: Die Stelleninhaber/-in muss ein Netzwerk mit relevanten Akteuren aufbauen und die Zusammenarbeit mit der kommunalen Verwaltung, Bürgern und Unternehmen fördern. Dies umfasst regelmäßige Treffen, Workshops und Informationsveranstaltungen. Hierzu wird auch die Weiterführung des Steuerkreises empfohlen, der sich beispielsweise halbjährlich treffen könnte, um über geplante und durchgeführte Maßnahmen zu diskutieren und Ziele zu definieren und zu evaluieren.

Umsetzung und Überwachung: Die Stelleninhaber /-in beginnt mit der Umsetzung der geplanten Maßnahmen zur Wärmewende und überwacht deren Fortschritt. Dies umfasst die Koordination von



Projekten, die Beratung von Bürgern und Unternehmen sowie die Berichterstattung wie z.B. gegenüber dem Gemeinderat.

Öffentlichkeitsarbeit: Durchführung von Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit, um die Bevölkerung über die geplanten Maßnahmen, Fördermöglichkeiten, Ergebnisse des Monitorings/Controllings etc. zu informieren und Akzeptanz zu schaffen. Veröffentlichung der Ergebnisse über verschiedene Kanäle wie Homepage, soziale Medien, Gemeindeblatt, Tagespresse und Flyer, Bürgerversammlungen, Workshops oder Informationsveranstaltungen.

Monitoring und Controlling: Kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Fortschritte und Erfolge der Wärmewendeprojekte sowie der Wärmeplanung; Jährlicher Controlling Bericht.

6.3.6 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 in der Verwaltung.

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.

6.3.7 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.

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.

- 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
-

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 8).

Die Integration der kommunalen Wärmeplanung als langfristigen Prozess erfordert eine enge Verzahnung mit weiteren Planungsaufgaben und die Einbindung in zentrale Verwaltungsbereiche wie Gemeindeplanung/-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),
- 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.

Dies sollte durch die Arbeit der Koordinierungsstelle erfolgen. Der/die Stelleninhaber/in 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 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 optimieren 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 30 und in Ergänzung zu Tabelle 9 zur Zielüberwachung vorgeschlagen:

Tabelle 30: Indikatoren für die Zielerreichung Zielszenario

Kategorie	Indikator	Einheit	Ist	2030	2035	2040	2045
Rahmenbedingungen	Einwohnerzahl	EW	8.009				
	m ² Wohnfläche	m ²	536.384				
	m ² Wohnfläche pro Einwohner	m ² /EW	66,97				
Energieverbrauch	*Gesamten Wärmeversorgung	GWh/a	83,50	70,18	56,85	43,52	28,95
	*Wohngebäude	GWh/a	69,06	57,43	45,80	34,18	22,55
	*Öffentliche Liegenschaften	GWh/a	8,29	7,43	6,56	5,70	4,83
	*Wärme GHD & Sonstiges	GWh/a	6,16	5,32	4,48	3,65	2,81
	*Wärme Industrie	GWh/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Wärme Haushalte und öffentlichen Bauten pro Einwohner	kWh/EW	9.658	8.098	6.539	4.979	3.419
	Stromverbrauch für Wärmeerzeugung	GWh/a	3,92	7,25	10,58	13,91	17,24
THG-Emissionen	*Gesamten Wärmeversorgung	t/a	20.683	15.128	9.751	4.728	471
	Wärme - Wohngebäude	t/a	17.444	12.780	8.250	4.011	358
	Öffentliche Liegenschaften	t/a	1.961	1.419	903	424	66
	Wärme GHD & Sonstiges	t/a	1.279	929	599	293	47
	Wärme Industrie	t/a	0	0	0	0	0
	Wärme Haushalte und öffentlichen Bauten pro Einwohner	t/a/EW	2,4	1,8	1,1	0,6	0,1
Verdichtung & Dekarbonisierung Wärmenetze	*Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung	%	49,51%	46,48%	42,03%	34,85%	22,25%
	*Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	Anzahl	2	15	27	40	53
	*Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet	%	0,1%	0,6%	1,2%	1,7%	2,3%
Einsatz erneuerbarer Energien (in Gebieten mit Einzellösungen)	Anzahl Wärmepumpen in Gebieten mit Einzellösungen (bzw. Anzahl Wärmepumpenstromverträge)	Anzahl	262	715	1168	1.621	2.074
	Anzahl & installierte Leistung Wärmepumpen in Wärmenetzgebieten (bzw. Anzahl Wärmepumpenstromverträge)	Anzahl	8	13	18	23	29
Transformation fossiler zentraler &	Anzahl Gas- und Ölheizungen	Anzahl	1.874	1.406	937	469	0
	Alter Gas- und Ölheizungen	Jahre	22,3	Unb.	Unb.	Unb.	Unb.

dezentra- ler Infra- struktur (Verteil- netze und Ein- zellösun- gen)							
--	--	--	--	--	--	--	--

*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 31 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 Kehrbuschdaten.

Tabelle 31: Zu erhebende Daten für Fortschreibung und Controlling

Daten	Erhebungstiefe	Datenquelle	Turnus
Strommengen Speicherheizungen	Gesamtes Gemeindegebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl abgerechnete Speicherheizungen	Gesamtes Gemeindegebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Strommengen Wärmepumpen	Gesamtes Gemeindegebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl abgerechnete Wärmepumpen	Gesamtes Gemeindegebiet	Stromnetzbetreiber	5 Jahre
Erdgasverbräuche	Cluster bezogen	Gasnetzbetreiber	5 Jahre
Anzahl Erdgashausesanschlüsse	Cluster bezogen	Gasnetzbetreiber	5 Jahre
Energiebilanz Wärmenetze	Wärmenetzgebiet	Wärmenetzbetreiber	5 Jahr
Kehrbuschdaten	Baublockbezogen	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.

9 Anlagen

9.1 Quellenverzeichnis

- [1] „Statistik kommunal für Bayern“. Zugegriffen: 8. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.statistik.bayern.de/produkte/statistik_kommunal/index.html
- [2] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wunsch, 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] „Solarkataster / Landratsamt Starnberg Online“. Zugegriffen: 3. Februar 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.lk-starnberg.de/B%C3%BCrgerservice/Umwelt-Natur-Klimaschutz/Energie-und-Klimaschutz/Solarenergie/Solarpotentialkataster/>
- [4] AKFU Architekten und Stadtplaner, „Gemeinde Berg - Standortkonzept Freiflächenphotovoltaik“. 28. März 2023.
- [5] „Energie-Atlas Bayern – der Kartenviewer des Freistaats Bayern zur Energiewende“. Zugegriffen: 5. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/>
- [6] „Verfahrensunterlagen“. Zugegriffen: 3. Februar 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.region-muenchen.com/verfahren/zweites-beteiligungsverfahren-zum-fortschreibungs-entwurf/verfahrensunterlagen>
- [7] 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>
- [8] 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
- [9] „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
- [10] „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)/)
- [11] 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>
- [12] „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>
- [13] „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/>



[14] M. Wietschel u. a., *Preiselastische Wasserstoffnachfrage in Deutschland: Methodik und Ergebnisse*. Fraunhofer ISI, 2023.

[15] „Gaspreise: Biogas-Tarife meist deutlich teurer als Erdgas“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zfk.de/energie/gas/gaspreise-biogas-tarife-meist-deutlich-teurer-als-erdgas>