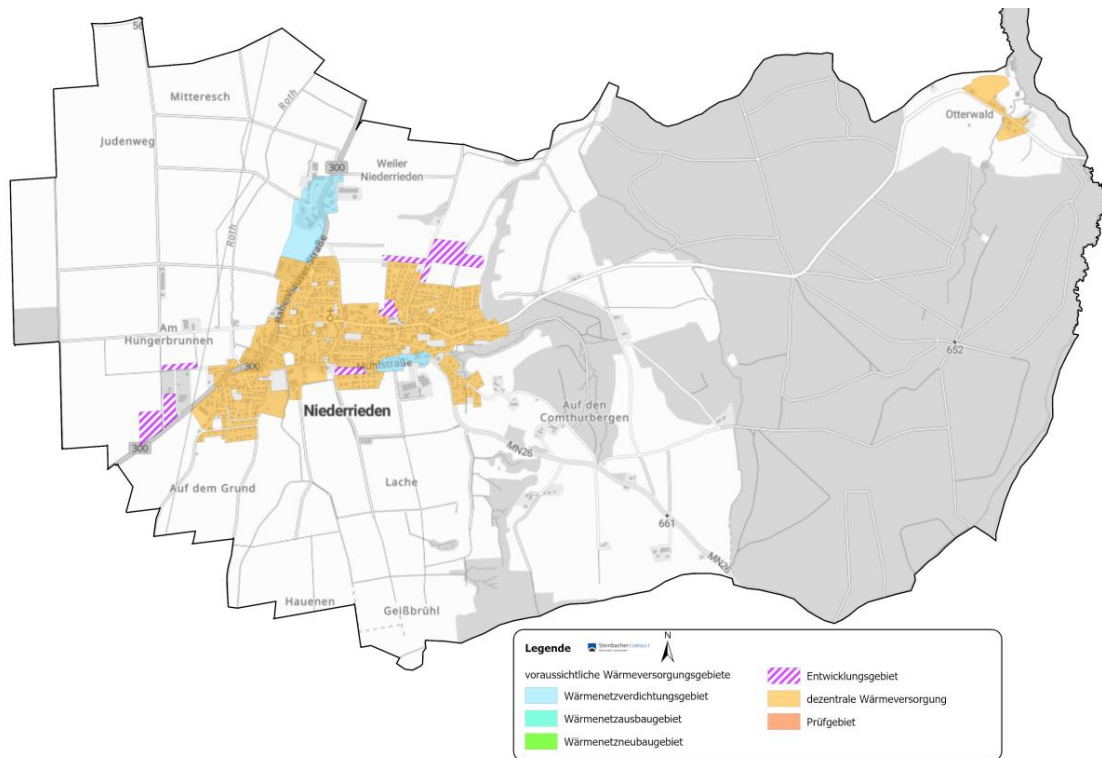


Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Niederrieden

Abschlussbericht



© Steinbacher-Consult Ing. ges. mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert



aufgestellt:

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

Neusäß, 16.07.2026
Projekt-Nr. 125306
MVEH/SIMA

Planungsverantwortliche Stelle:

Gemeinde Niederrieden
Hauptstraße 17
87767 Niederrieden

Finanzierung

Die Gemeinde nimmt für dieses Projekt die Pauschale gemäß der Konnexitätszahlung des Freistaats Bayern für die kommunale Wärmeplanung in Anspruch.



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	8
2	AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	11
3	BESTANDSANALYSE	11
3.1	Gemeindestruktur	11
3.2	Bearbeitungsraster	13
3.3	Gebäudestruktur.....	13
3.4	Energieinfrastruktur	15
3.4.1	Gasnetz und Wärmenetze.....	15
3.4.2	Dezentrale Wärmeerzeuger	16
3.5	Wärmebedarf	18
3.6	Eignungsprüfung	21
3.7	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	22
3.7.1	Endenergieverbrauch	22
3.7.2	Treibhausgasemissionen	24
3.8	Kennwerte und Zwischenfazit Bestandsanalyse	26
4	POTENTIALANALYSE	27
4.1	Allgemeines	27
4.2	Einsparpotentiale	28
4.3	Solarenergie	31
4.4	Geothermie.....	32
4.4.1	Allgemeines.....	32
4.4.2	Erdwärmekollektoren	33
4.4.3	Erdwärmesonden.....	35
4.4.4	Grundwasserbrunnen	36
4.5	Biomasse (Holz)	38
4.6	Biomasse (Biogas).....	38
4.7	Luftwärme	39
4.8	Zwischenfazit Potentialanalyse.....	40



5	ZIELSZENARIO UND WÄRMEVERSORGUNGSGBIETE	41
5.1	Allgemeines	41
5.2	Gebietseinteilung in der Wärmeplanung	41
5.2.1	Grundlegendes	41
5.2.2	Wärmenetzgebiete	42
5.2.3	Wasserstoffnetzgebiete	42
5.2.4	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	42
5.2.5	Prüfgebiete	43
5.2.6	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotential	43
5.3	Vorgehensweise zur Gebietseinteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	43
5.3.1	Bewertung der Wärmegestehungskosten	44
5.3.2	Bewertung des Realisierungsrisikos	45
5.3.3	Bewertung der Versorgungssicherheit	47
5.3.4	Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen bis in das Zieljahr	48
5.3.5	Abschließende Bewertung zur Gebietseinteilung	50
5.4	Gebietseinteilung	51
5.4.1	Wärmenetzgebiete	51
5.4.2	Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete	52
5.4.3	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	53
5.5	Zielszenario 2045	53
5.5.1	Entwicklung Wärmebedarf	53
5.5.2	Entwicklung Wärmeerzeuger	54
5.5.3	Entwicklung Wärmebedarf / Endenergieverbrauch	57
5.5.4	Entwicklung Treibhausgasemissionen	58
5.5.5	Kritische Punkte zur Erreichung des Zielszenarios	60
6	UMSETZUNGSSTRATEGIE	62
6.1	Dezentrale Wärmeversorgungsarten	62
6.1.1	Wirtschaftliche Grundannahmen	62
6.1.2	Einfamilienhaus	64
6.1.3	Mehrfamilienhaus	67
6.1.4	Gewerbe, Dienstleistung und Handel	70
7	ANLAGEN	73
7.1	Quellenverzeichnis	73

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Ablaufplan kommunale Wärmeplanung (normales Verfahren).....	8
Abbildung 2:	Nutzungstypen im Gemeindegebiet	13
Abbildung 3:	Verteilung Gebäudetypen.....	14
Abbildung 4:	Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen	14
Abbildung 5:	Überwiegende Baualtersklassen	15
Abbildung 6:	Zentrale Wärmeversorgung.....	16
Abbildung 7:	Verteilung nach Heizungstyp	16
Abbildung 8:	Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp	17
Abbildung 9:	Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch.....	18
Abbildung 10:	Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren.....	19
Abbildung 11:	Wärmebedarfsdichte	20
Abbildung 12:	Wärmelinien-dichte.....	21
Abbildung 13:	Eignungsprüfung	22
Abbildung 14:	Endenergieverbrauch nach Energieträgern	23
Abbildung 15:	Endenergieverbrauch nach Sektoren.....	23
Abbildung 16:	Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	25
Abbildung 17:	Treibhausgasemissionen nach Sektoren	25
Abbildung 18:	Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen.....	29
Abbildung 19:	Einsparpotential durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“	30
Abbildung 20:	Einsparpotential durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“	31
Abbildung 21:	Dachflächenpotential.....	32
Abbildung 22:	Entzugsenergie Erdkollektoren	34
Abbildung 23:	Potential Erdkollektoren	34
Abbildung 24:	Entzugsleistung Erdsonden.....	35
Abbildung 25:	Potenzial Erdsonden	36
Abbildung 26:	Entzugsenergie Grundwasserbrunnen	37
Abbildung 27:	Potential Grundwasserbrunnen	37
Abbildung 28:	Potential Biomasse (Holz)	38
Abbildung 29:	Potential Biomasse (Biogas)	39
Abbildung 30:	Zusammenfassung Potentiale.....	40
Abbildung 31:	Kumulierte THG-Emissionen bis zum Jahr 2045 für die Bewertungen zur Gebietseinteilung	49
Abbildung 32:	Eignung Wärmenetzgebiete	51
Abbildung 33:	Eignung dezentraler Wärmeversorgungsgebiete	52
Abbildung 34:	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	53
Abbildung 35:	Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren	54
Abbildung 36:	Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung.....	55



Abbildung 37:	Entwicklung Wärmeerzeuger	56
Abbildung 38:	Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger	57
Abbildung 39:	Entwicklung Endenergieverbrauch inklusive Industrie	58
Abbildung 40:	Entwicklung Treibhausgasemissionen inklusive Industrie	59
Abbildung 41:	Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG	62
Abbildung 42:	Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus	66
Abbildung 43:	Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	69
Abbildung 44:	Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude	72



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Gegenüberstellung Vereinfachtes und Verkürztes Verfahren.....	10
Tabelle 2:	Allgemeine Daten nach [1]	12
Tabelle 3:	Flächen nach [1].....	12
Tabelle 4:	Baujahre der Feuerstätten im Median [2].....	17
Tabelle 5:	Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in g CO ₂ e/kWh nach [3]	24
Tabelle 6:	Kennzahlen	26
Tabelle 7:	Gewichtung der Kriterien zur Gebietseinteilung	43
Tabelle 8:	Bepunktung der Einordnung der Geeignetheit einer Wärmeversorgungsart (§ 19 WPG)	44
Tabelle 9:	Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [8]	44
Tabelle 10:	Wesentliche Parameter der Standardfälle	45
Tabelle 11:	Bewertung der Wärmegestehungskosten im Rahmen der Gebietseinteilung.....	45
Tabelle 12:	Emissionsfaktoren der Energieträger der Bewertungen zur Gebietseinteilung nach [3]	48
Tabelle 13:	Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen im Rahmen der Gebietseinteilung	49
Tabelle 14:	Gewichtete Bewertungsmatrix.....	50
Tabelle 15:	Resultierende, gebietsspezifische Einordnung	50
Tabelle 16:	Berücksichtigte Förderungen Wohngebäude [9]	63
Tabelle 17:	Berücksichtigte Förderungen Nichtwohngebäude [10]	63
Tabelle 18:	Energiekosten für dezentrale Wärmeversorgungsarten nach [11], [12], [13], [14], [15], [16].....	63
Tabelle 19:	Zugrundeliegende Rahmenparameter Einfamilienhaus	64
Tabelle 20:	Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus	64
Tabelle 21:	Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus	65
Tabelle 22:	Zugrundeliegende Rahmenparameter Mehrfamilienhaus	67
Tabelle 23:	Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	67
Tabelle 24:	Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus	68
Tabelle 25:	Zugrundeliegende Rahmenparameter GHD-Gebäude	70
Tabelle 26:	Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude.....	70
Tabelle 27:	Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude	71

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.

Grundsätzlich folgt die kommunale Wärmeplanung einem strukturierten Prozess basierend auf den §§ 13-20 WPG, der in mehreren Schritten umgesetzt wird:



Abbildung 1: Ablaufplan kommunale Wärmeplanung (normales Verfahren)

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. Potentialanalyse

Aufbauend auf der Bestandsanalyse werden Optionen zur zukünftigen Wärmeversorgung untersucht. Dabei werden die vorhandenen Potentiale in der Kommune zur Erzeugung von Wärme aus erneuerba-

ren 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 Potentialanalyse 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.

Nach § 9 Abs. 1 AVEn können kleinere Gemeinde mit weniger als 10.000 Einwohnern auf ein vereinfachtes Verfahren zurückgreifen, um die Anforderungen des WPG zu erfüllen. Eine Kombination mit dem verkürzten Verfahren ist dabei zulässig. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Merkmale der Vereinfachungen der Verfahren dargestellt. Aufgrund der Ergebnisse aus Kapitel 3.6 Eignungsprüfung wird für Niederrieden das Verkürzte Verfahren angewendet.

Tabelle 1: Gegenüberstellung Vereinfachtes und Verkürztes Verfahren

Merkmal	Vereinfachtes Verfahren	Verkürztes Verfahren
Zielgruppe	Gemeinden < 10.000 Einwohner	Alle Gemeinden: Für Gebiete die sich voraussichtlich nicht für eine zentrale Wärmeversorgung eignen
Anwendungsbe- reich	Gesamte Gemeinde	Teilgebiete, ggf. gesamte Gemeinde
Bestandsanalyse	Reduzierte Anforderungen	Grundlage für Zielszenario und Teilgebiete mit erhöhtem Energiesparpotential
Potentialanalyse	Eingeschränkt	Nur auf dezentrale Quellen beschränkt
Zielszenario	Erforderlich	Erforderlich, jedoch reduziert
Umsetzungsstra- tegie	Erforderlich	Optional
Öffentlichkeitsbe- teiligung	Reduzierter Beteiligungsprozess	Grundlegend und auch reduziert möglich
Vorteile	Vollständige KWP mit geringerem Aufwand	Minimaleaufwand für strukturell ungeeignete Gebiete

Die kommunale Wärmeplanung ist ein wichtiger Baustein für die Wärmewende und die langfristige Klimaneutralität. Durch die Initiierung des Prozesses 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 separat 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 Potentialanalyse wurden bei den örtlichen Energieversorgern Informationen zur aktuellen Versorgungssituation eingeholt. Informationen zu öffentlichen Liegenschaften wurden über die Verwaltung zur Verfügung gestellt.

Die vorläufigen Ergebnisse wurden zunächst der Verwaltung vorgestellt und anschließend im Rahmen einer öffentlichen Sitzung präsentiert und diskutiert. Dieser Stand wurde anschließend für einen Zeitraum von einem Monat öffentlich ausgelegt, um der Öffentlichkeit und Trägern öffentlicher Belange 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 Niederrieden. 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 Potentiale 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

Die Gemeinde Niederrieden liegt im schwäbischen Landkreis Unterallgäu. In Tabelle 2 sind die allgemeinen Daten der Kommune dargestellt [1]. Niederrieden hat 3 Gemeindeteile.



Tabelle 2: Allgemeine Daten nach [1]

Kennwert	Wert
Fläche	13,89 km ²
Einwohner	1.513
Bevölkerungsdichte	109 EW/km ²
Wohnfläche	93.832 m ²
Wohneinheiten	653
Wohnfläche je WE	143,7 m ²
Wohnfläche je EW	62,0 m ²

Die Kommune ist ländlich geprägt. Rund 90 % der Fläche werden für Land- oder Forstwirtschaft genutzt. Die Flächen sind in Tabelle 3 bzw. Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 3: Flächen nach [1]

Nutzung	ha	Anteil
Siedlung	81	5,8 %
dar. Wohnbau	46	3,3 %
Industrie + Gewerbe	7	0,5 %
Verkehr	54	3,9 %
Vegetation	1.251	90,1 %
dar. Landwirtschaft	685	49,3 %
Wald	552	39,7 %
Gewässer	3	0,2 %
Gesamt	1.389	100 %

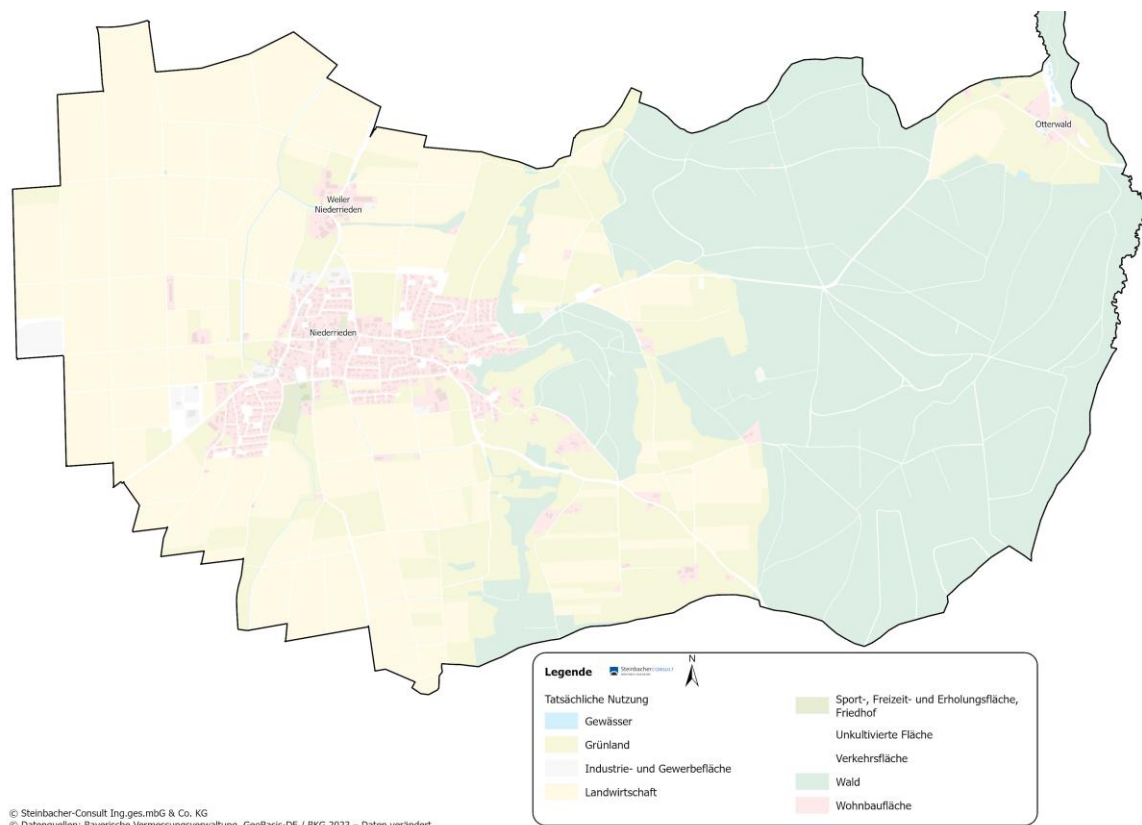


Abbildung 2: Nutzungstypen im Gemeindegebiet

3.2 Bearbeitungsraster

In einem ersten Schritt wurde das Bearbeitungsgebiet in ein sinnvolles Bearbeitungsraster unterteilt. Hierzu wurden Baublöcke anhand von Flächennutzung, Siedlungstypen, Nutzungsarten, Baualtersklassen, 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 Potentialanalyse 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 den folgenden Gesichtspunkten:

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

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

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Gebäudetypen dargestellt. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden in Niederrieden 562 Gebäude berücksichtigt, wobei Einfamilienhäuser mit einem Anteil von 93,6 % klar dominieren. Auf den Sektor private Haushalte fallen in Summe mehr als 96,4 % aller Gebäude. Die Aufteilung der Gebäude der Sektoren GHD, Industrie und öffentliche Liegenschaften kann Abbildung 3 entnommen werden.

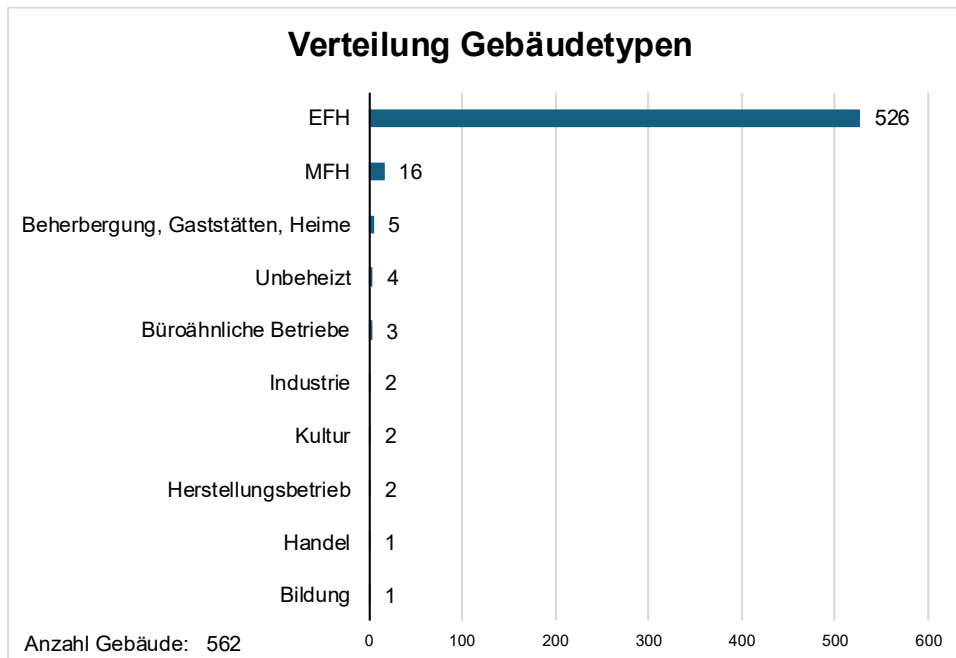


Abbildung 3: Verteilung Gebäudetypen

Abbildung 4 veranschaulicht die Verteilung nach Baualtersklassen. Der Großteil (ca. 52 %) der Gebäude stammt aus der Zeit vor 1978 – also aus einer Phase, in der es noch keine verbindlichen Wärmeschutzvorgaben gab. Besonders viele Bauten (40 %) entstanden zwischen 1949 und 1978, wodurch gerade in diesem Segment erhebliche Potentiale für energetische Sanierungen bestehen.

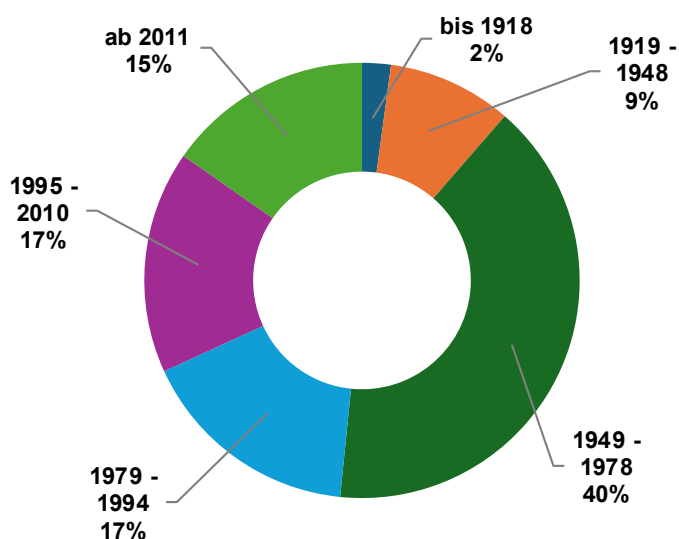
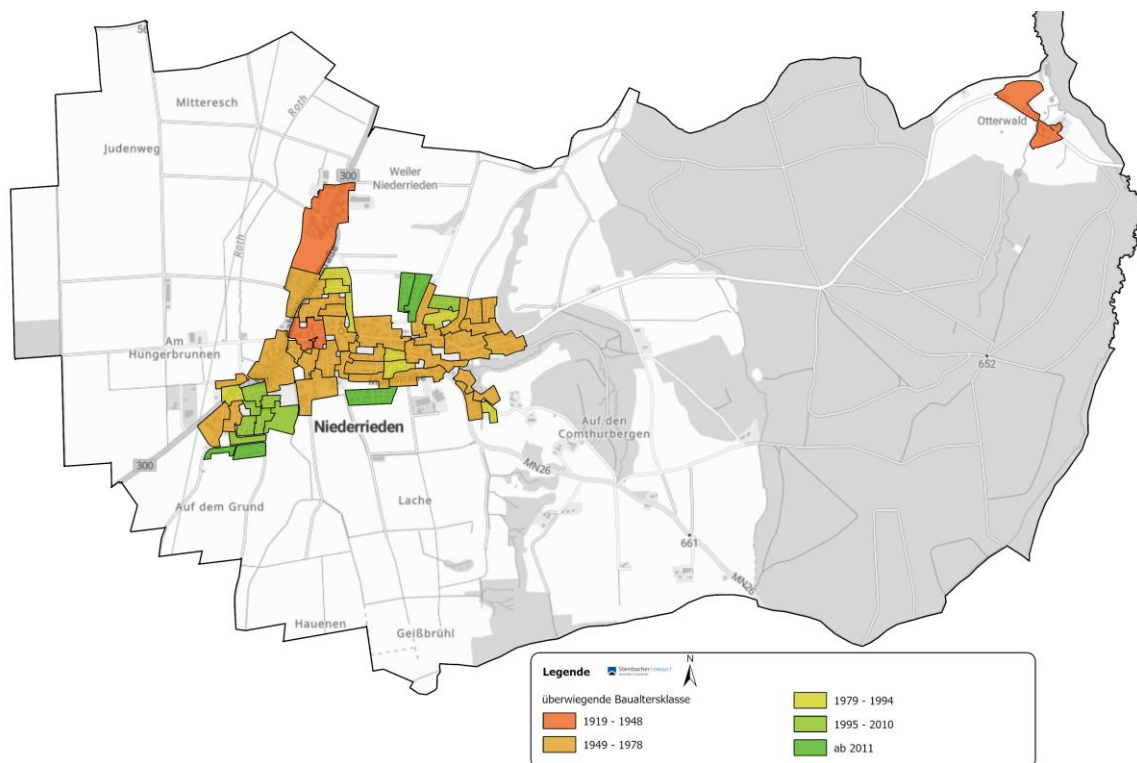


Abbildung 4: Prozentuale Aufteilung Baualtersklassen

Abbildung 5 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden Baualtersklassen.



© Steinbacher-Consult Ing. ges.mBG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 5: Überwiegende Baualtersklassen

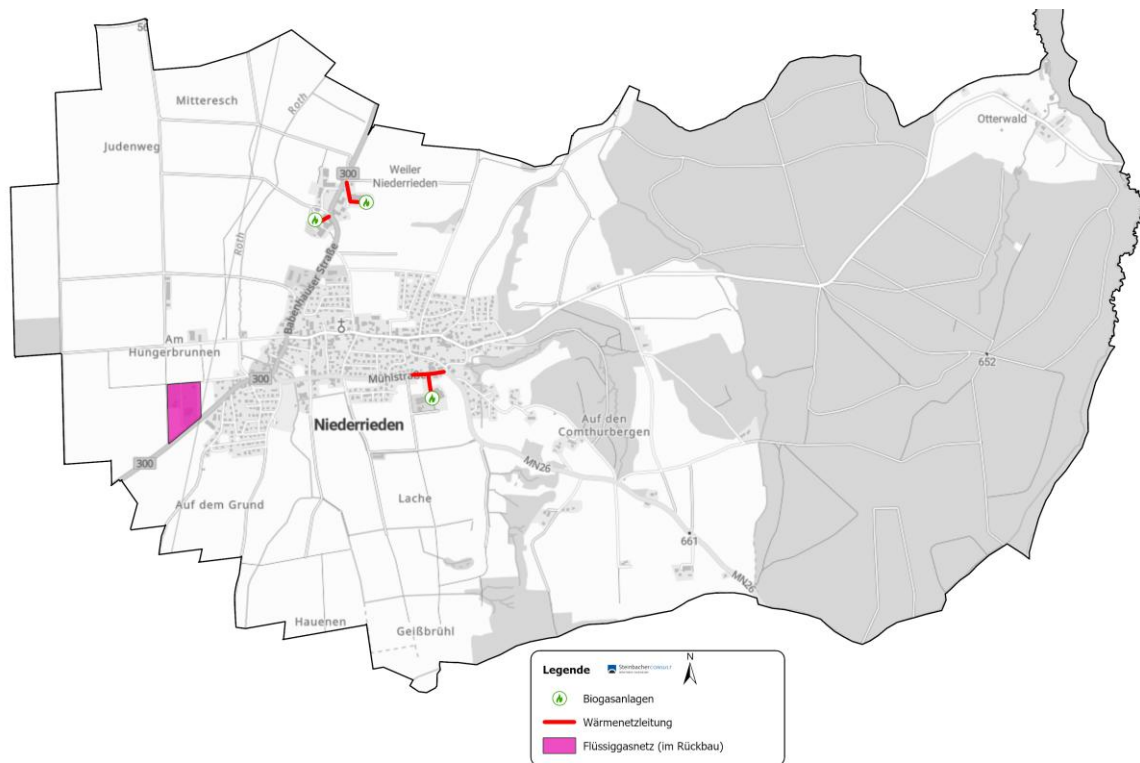
3.4 Energieinfrastruktur

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

- Kkehrbuchdaten vom Landesamt für Statistik
- Datenabfrage Stromnetzbetreiber
- Datenabfrage Gasnetzbetreiber
- Datenabfrage öffentliche Liegenschaften
- Zensusdaten 2022 zu Energieträger

3.4.1 Gasnetz und Wärmenetze

Abbildung 6 zeigt die Gebiete, die zentral mit Wärme versorgt werden. Im Gewerbegebiet liegt ein Flüssiggasnetz, jedoch befindet sich das Netz gerade im Rückbau. Darüber hinaus gibt es in der Gemeinde Niederrieden keine größeren Wärmenetze. Jedoch gibt es drei private Gebäudenetze, die aktuell insgesamt 7 Gebäude über versorgen. Die benötigte Wärme wird aus den bestehenden Biogasanlagen bereitgestellt.



© Steinbacher-Consult Ing. ges. mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 6: Zentrale Wärmeversorgung

3.4.2 Dezentrale Wärmeerzeuger

Aus Abbildung 7 ist zu erkennen, dass ca. 42 % der Gebäude mit Heizöl beheizt werden, gefolgt von Biomasse (19 %). Durch Flüssiggas werden 16 %, durch Wärmepumpen 18 % der Gebäude versorgt.

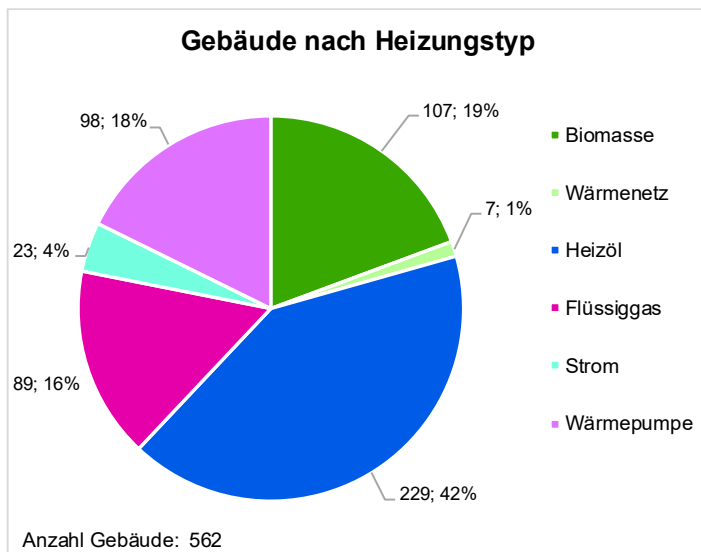


Abbildung 7: Verteilung nach Heizungstyp

In Tabelle 4 sind die Feuerstätten nach dem Baujahr im Median aus den Kehrbuchdaten von 2023 dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass vor allem Heizöl-Heizungen mit einem Medianwert von 26 Jahren tendenziell auch ältere Baujahre aufweisen, während Flüssiggas-Heizung mit einem Medianwert von 18 Jahren tendenziell weniger alt sein dürften.

Tabelle 4: Baujahre der Feuerstätten im Median [2]

Heizung	Baujahr Median
Heizöl	1997
Flüssiggas	2005
Feste Biomasse	2000

Abbildung 8 zeigt die kartografische Verteilung der überwiegenden eingesetzten Heizungstypen sowie Aufteilung der Energieträger je Baublock. Es ist zu erkennen, dass Heizöl klar dominiert.

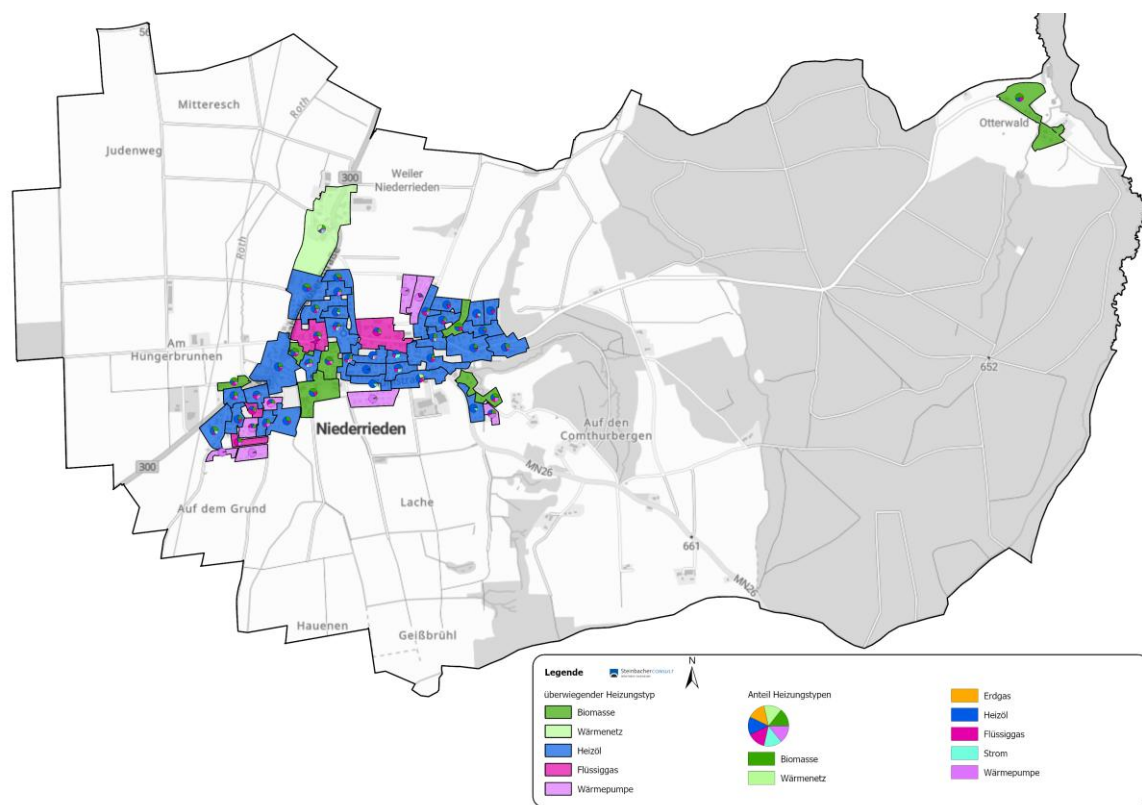


Abbildung 8: Anzahlmäßig überwiegender Heizungstyp

Abbildung 9 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 klar dominiert.

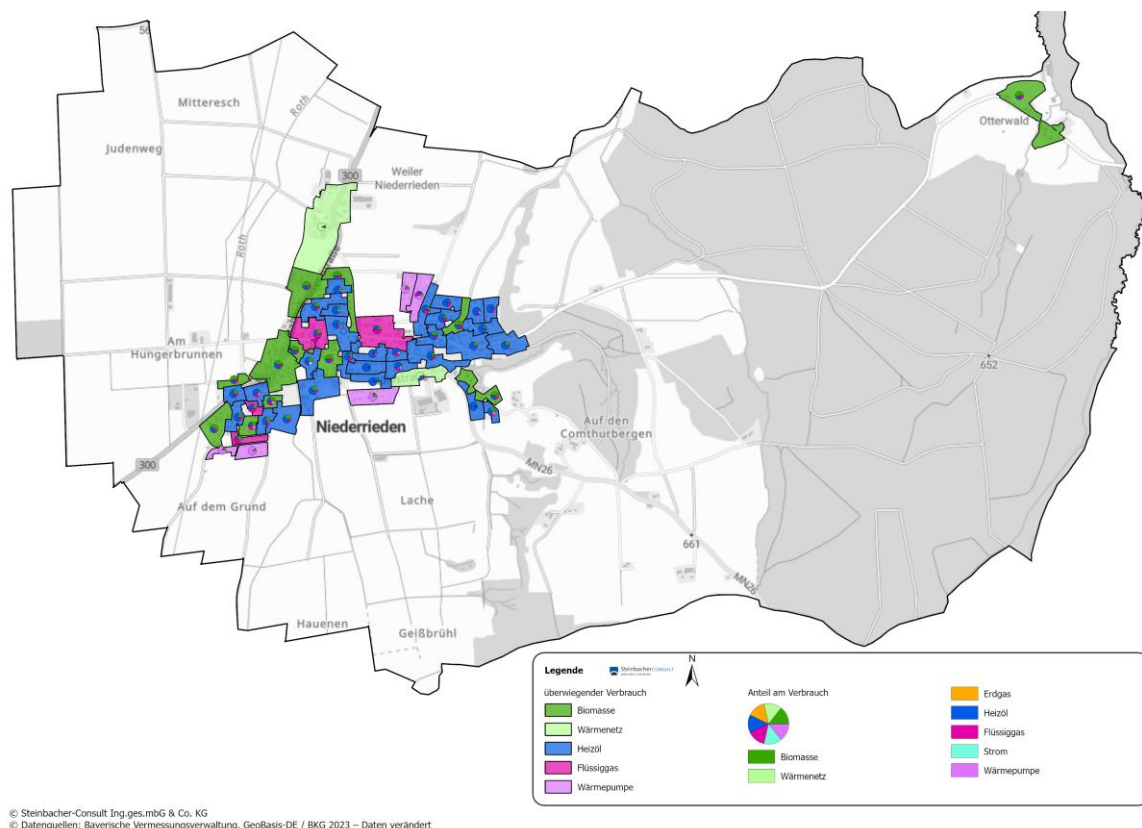


Abbildung 9: Anteil der Heizungstypen am Endenergieverbrauch

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 [3] wird für jedes Gebäude ein statistischer Wärmebedarf ermittelt.

Anschließend werden die ermittelten Werte durch tatsächliche Verbrauchswerte präzisiert. Bei Gebäuden oder Baublocken, für die tatsächliche Verbrauchswerte aus Informationen der Versorger und Datenabfragen vorliegen, 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 Niederrieden beläuft sich derzeit auf 13,63 GWh pro Jahr.

Die Aufteilung des Gesamtwärmebedarfs auf die Sektoren Private Haushalte (inklusive Mischnutzung), GHD/Sonstiges, Industrie und öffentliche Liegenschaften ist in Abbildung 10 dargestellt. Demnach wird mit 11,44 GWh/a (= 84,0 %) der Großteil der Wärme von den privaten Haushalten verbraucht. GHD / Sonstiges haben anschließend den höchsten Bedarf mit 1,14 GWh/a (= 8,4 %), gefolgt von öffentlichen Liegenschaften mit 1,04 GWh/a (= 7,6 %).

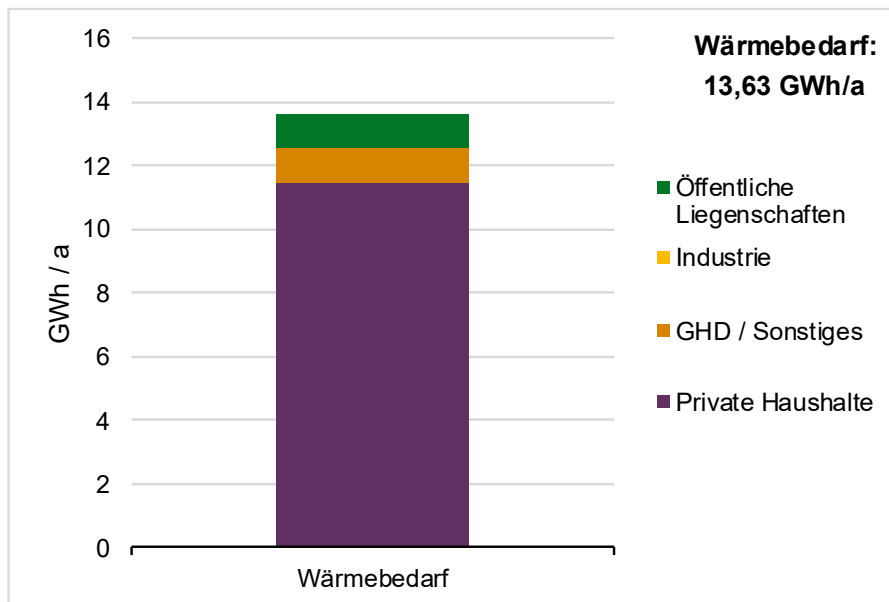
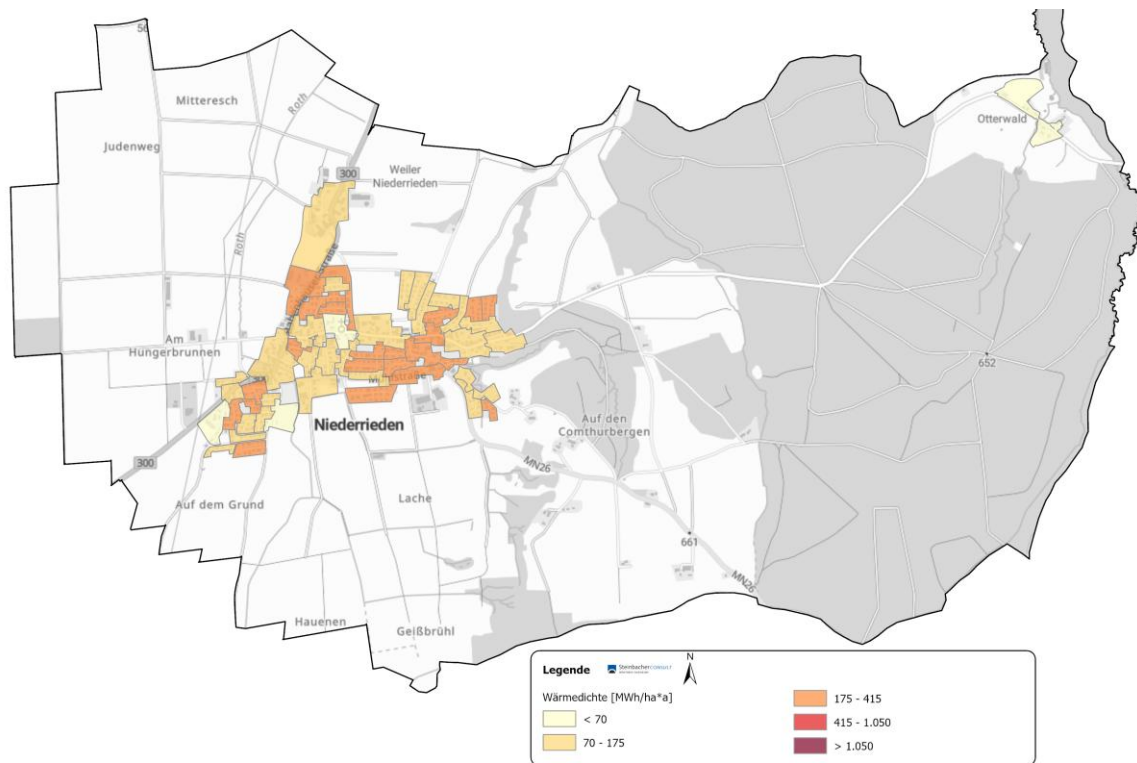


Abbildung 10: Aufteilung Wärmebedarf nach Sektoren

In Abbildung 11 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.



© Steinbacher-Consult Ing. ges. mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 11: Wärmebedarfsdichte

Eine ähnliche Darstellungsform ist die sogenannte Wärmelinien-dichte, welche in Abbildung 12 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 einem hohen Anteil an neuen Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. einer eher lockeren Bebauung haben eine geringe Wärmebelegungs-dichte.

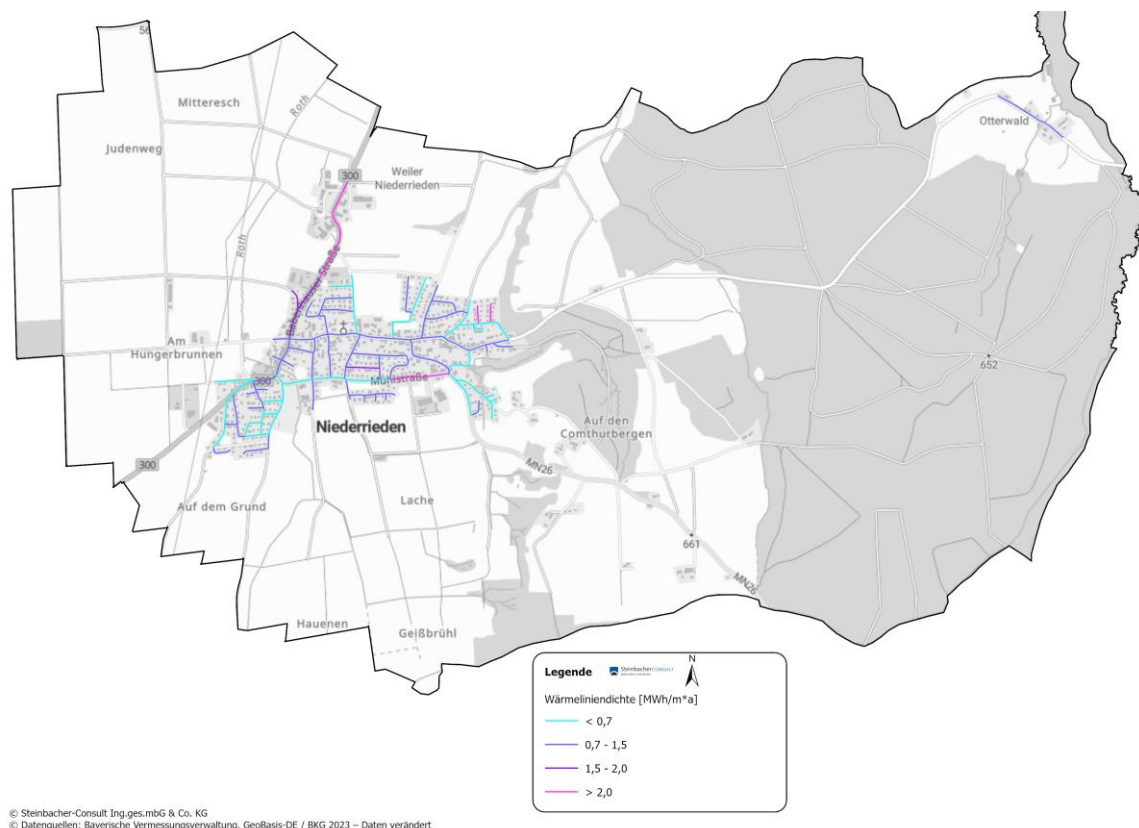
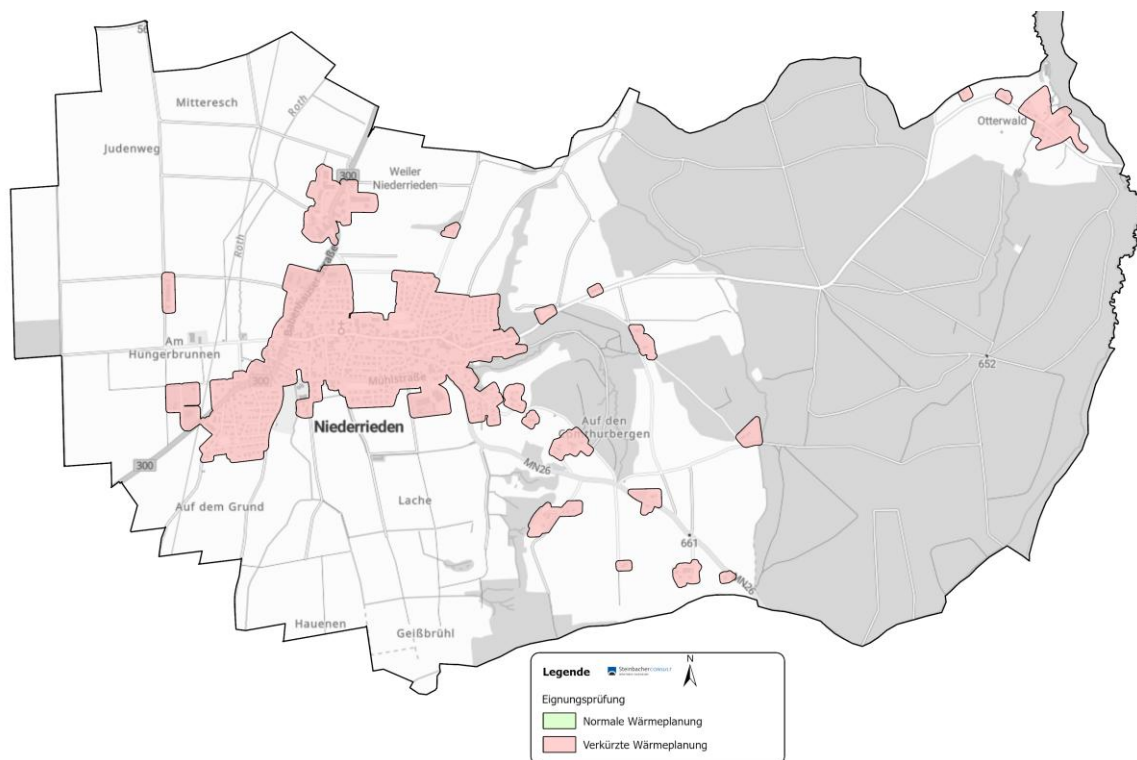


Abbildung 12: Wärmelinien-dichte

3.6 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung nach § 14 WPG dient dazu, das gesamte Gemeinde in Teilgebiete zu unterteilen und diese hinsichtlich ihrer voraussichtlichen Eignung für unterschiedliche Wärmeversorgungsoptionen zu bewerten. Basis hierfür ist die bereits weiter oben beschriebene Bestandsanalyse. In Abbildung 13 ist die Einteilung dargestellt. Gebäudeeigentümer werden mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Wärmenetze oder Wasserstoffnetze zur Wärmeversorgung nutzen können, weshalb diese im weiteren Planungsprozess nicht weiter detailliert betrachtet werden. Dennoch fließen die Ergebnisse dieser Gebiete in die Energiebilanz und das Zielszenario ein, um das Gemeindegebiet vollständig abzubilden. Diese rot eingefärbten Ortsteile werden als voraussichtliches Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung eingestuft. Dies bedeutet, dass im Falle eines notwendigen Heizungstauschs die Eigentümer sich eigenständig um die Einhaltung der Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) kümmern müssen.



© Steinbacher-Consult Ing. ges. mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 13: Eignungsprüfung

3.7 Energie- und Treibhausgasbilanz

3.7.1 Endenergieverbrauch

Die Energie- und Treibhausgasbilanz zeigt den aktuellen Endenergieverbrauch für Wärme und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Insgesamt liegt der Endenergieverbrauch im erfassten Zustand bei 14,30 GWh/a.

In Abbildung 14 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit 5,69 GWh/a (= 40 %) Heizöl den mit Abstand größten Anteil einnimmt, gefolgt von Biomasse mit 3,62 GWh/a (= 25 %) und Flüssiggas mit 2,37 GWh/a (= 17 %). Die fossilen Energieträger (Heizöl und Flüssiggas) nehmen zusammen 56,75 % ein. Der Anteil erneuerbare Wärme liegt bei 43,25 %.

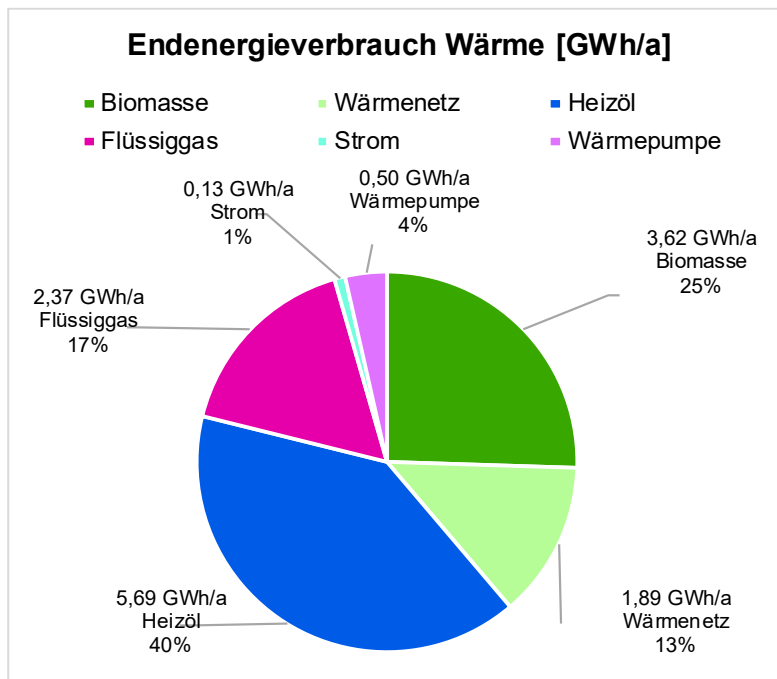


Abbildung 14: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

In Abbildung 15 ist eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die privaten Haushalte mit 11,76 GWh/a (= 82,9 %) den größten Teil einnimmt, gefolgt von GHD / Sonstiges mit 1,28 GWh/a (= 9,0 %) und öffentliche Liegenschaften mit 1,15 GWh/a (= 8,1 %).

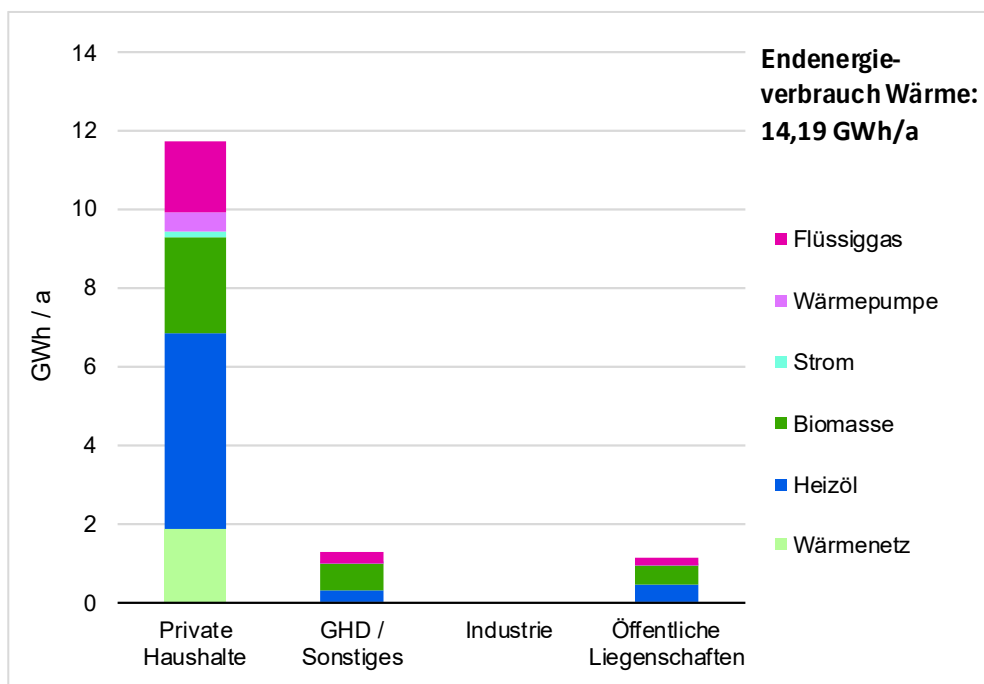


Abbildung 15: Endenergieverbrauch nach Sektoren

3.7.2 Treibhausgasemissionen

Die Dominanz der fossilen Energieträger spiegelt sich auch in den Treibhausgasemissionen wider. In Summe werden 2.946 t CO₂e/a im Bereich Wärme emittiert.

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

Tabelle 5: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in g CO₂e/kWh nach [4]

Energieträger	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	310	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240	240
Flüssiggas	270	270	270	270	270
Biomasse	20	20	20	20	20
Biogas	140	140	140	140	140
Grüner Wasserstoff (Kombination aus Import- & Inländisch)	40	32	65	43	20
Abwärme aus Prozessen	40	40	40	40	40
Strom-Mix-D	328	103	49	27	25
Geothermie	0	0	0	0	0
Wärmenetze – Erneuerbar (nach GEG)	60	60	60	60	60

In Abbildung 16 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Energieträgern dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit 59,9 % (= 1.763 t/a) Heizöl den größten Teil einnimmt, gefolgt von Flüssiggas mit 21,7 % (= 639 t/a).

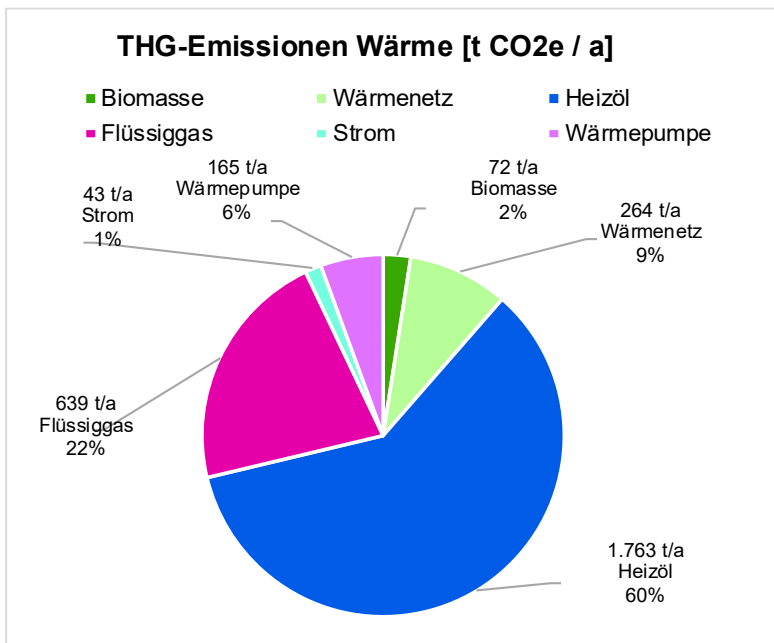


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

In Abbildung 17 ist eine Aufteilung der Emissionen nach Sektoren dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die privaten Haushalte mit 86,4 % den größten Teil der Emissionen einnehmen, gefolgt von öffentlichen Liegenschaften mit 7,3 %. GHD / Sonstiges nimmt einen Anteil von 6,3 % ein.

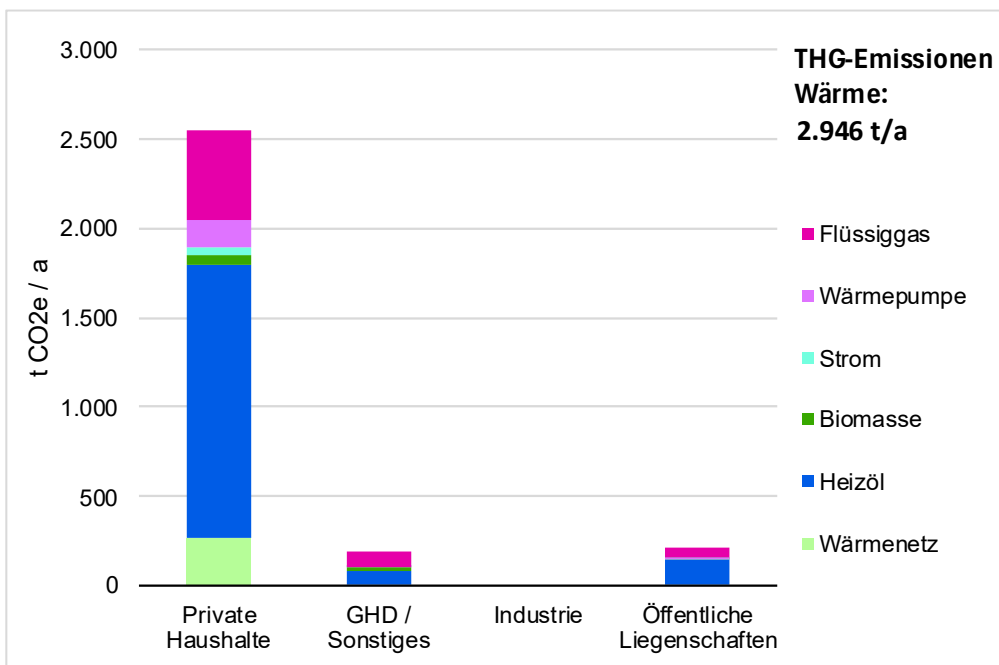


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

3.8 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 abgeschlossenen kommunalen Wärmeplanungen von Steinbacher-Consult (SC) verglichen, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6: Kennzahlen

Kennzahl	Gemeinde Niederrieden	Andere KWP (Quelle SC)	Bayern (2023) [5]
Endenergieverbrauch Wärme pro Kopf [kWh/EW*a]	9.378	7.882 – 48.784	14.185
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [kWh/EW*a]	8.531	6.011 – 11.798	-
- GDH und Industrie [kWh/AN*a]	11.750	2.254 – 46.429	-
Treibhausgasemissionen Wärme pro Kopf [t/EW*a]	1,9	1,8 – 11,7	-
- Haushalte und öffentliche Liegenschaften [t/EW*a]	1,8	1,5 – 2,6	-
- GHD und Industrie [t/AN*a]	1,7	0,5 – 11,3	-
Endenergieverbrauch Wärme Wohngebäude pro Wohnfläche [kWh/m²*a]	125	114 - 191	-
Anteil EE am Endenergieverbrauch Wärme [%]	43,25 %	2,70% - 41,22%	28,70%

* Schätzbilanz

Der bilanzierte Gesamtwärmeverbrauch liegt bei 14,2 GWh/a und liegt mit 9.378 kWh/EW am unteren Bereich der Durchschnittsverbräuche (Quelle SC). Die Treibhausgasemissionen pro Kopf liegen ebenfalls im unteren Bereich der Durchschnittswerte.

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

Zusammenfassend sind nach der Bestandsanalyse folgende Punkte festzuhalten:

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

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die Herausforderung, die damit verbunden ist, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen. Aktuell werden bereits 43,25 % der Wärmeversorgung auf Basis klimaneutraler Energieträger bereitgestellt.

4 Potentialanalyse

4.1 Allgemeines

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

- Theoretisches Potential
- Technisches Potential
- Wirtschaftliches/Ökonomisches Potential
- Erschließbares Potential

Theoretisches Potential

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

Technisches Potential

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

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

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

Erschließbares Potential

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

Im Folgenden wird nur das technische Potential betrachtet. Bei der Ermittlung des wirtschaftlichen und des erschließbaren Potentials ist eine exakte Betrachtung der Vorort bestehenden Randbedingungen nötig. Daher sind zur Ermittlung der wirtschaftlichen und erschließbaren Potentiale konkrete Machbarkeitsstudien im Rahmen der Projektumsetzung nötig. Bei der Ermittlung des technischen Potentials, welches im Mittelpunkt der nachfolgenden Betrachtungen stehen soll, wird grundsätzlich von Anlagenkonzepten bzw. Systemen ausgegangen, welche derzeit Stand der Technik sind. Bei der Potentialabschätzung müssen vielfach Annahmen getroffen werden, welche einen großen Einfluss auf die Höhe des jeweiligen Energieträgerpotentials 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 Solarpotential, 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 Energiepotentiale je nach getroffener Annahme, in die eine oder andere Richtung verschieben.

Die im Folgenden ausgeführten Potenziale werden aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit mit dem Ist-Bedarf verglichen.

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 [6] entnommen.

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

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

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

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird jedem Gebäude ausgehend von seiner Baualtersklasse und Gebäudenutzung separat sein Sanierungspotential zugewiesen. Hierzu wurden die jährlichen Reduktionswerte des Technikkatalogs [6] verwendet. Es werden zwei Szenarien **Energieeffizienz hoch und niedrig** [6] unterschieden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 18 dargestellt. Bei vollständiger Nutzung der Sanierungspotentiale kann in Abhängigkeit von der Sanierungstiefe bzw. vom erzielten Effizienzstandard der Wärmebedarf bis 2045 auf 10,51 bzw. 9,37 GWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 23 – 31 %. Gemäß dem Technikkatalog [4] 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. 17 % auf 11,33 GWh/a bis 2045.

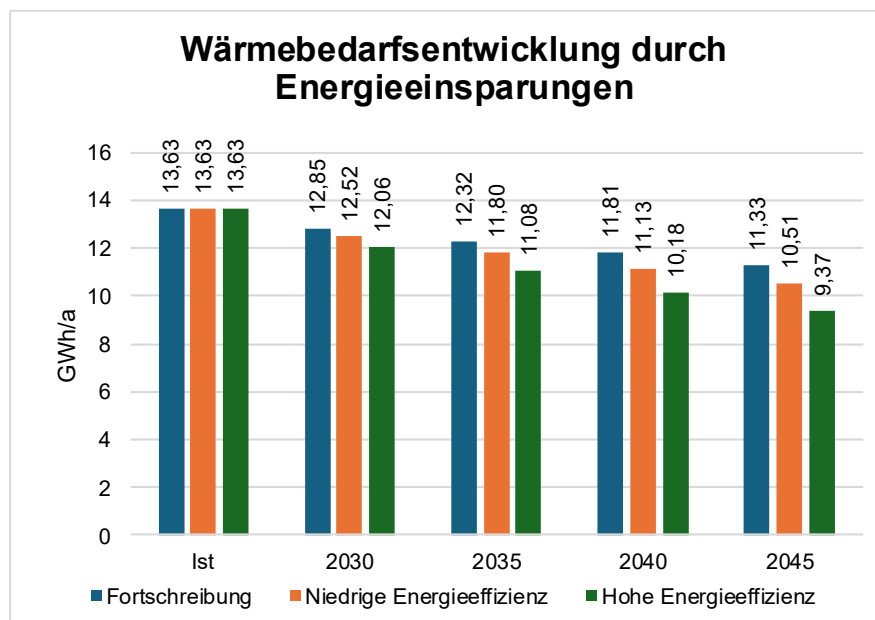


Abbildung 18: Wärmebedarfsentwicklung durch Energieeinsparungen

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

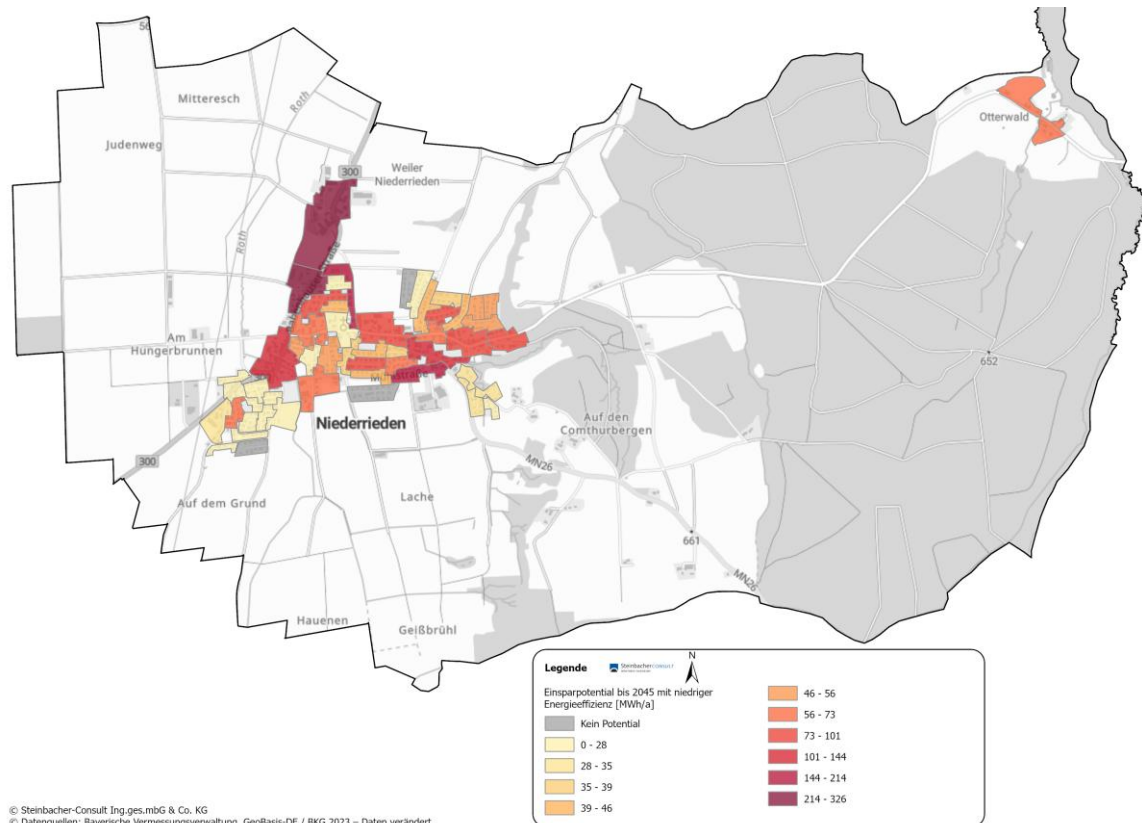


Abbildung 19: Einsparpotential durch Bedarfsreduktion „niedrige Energieeffizienz“

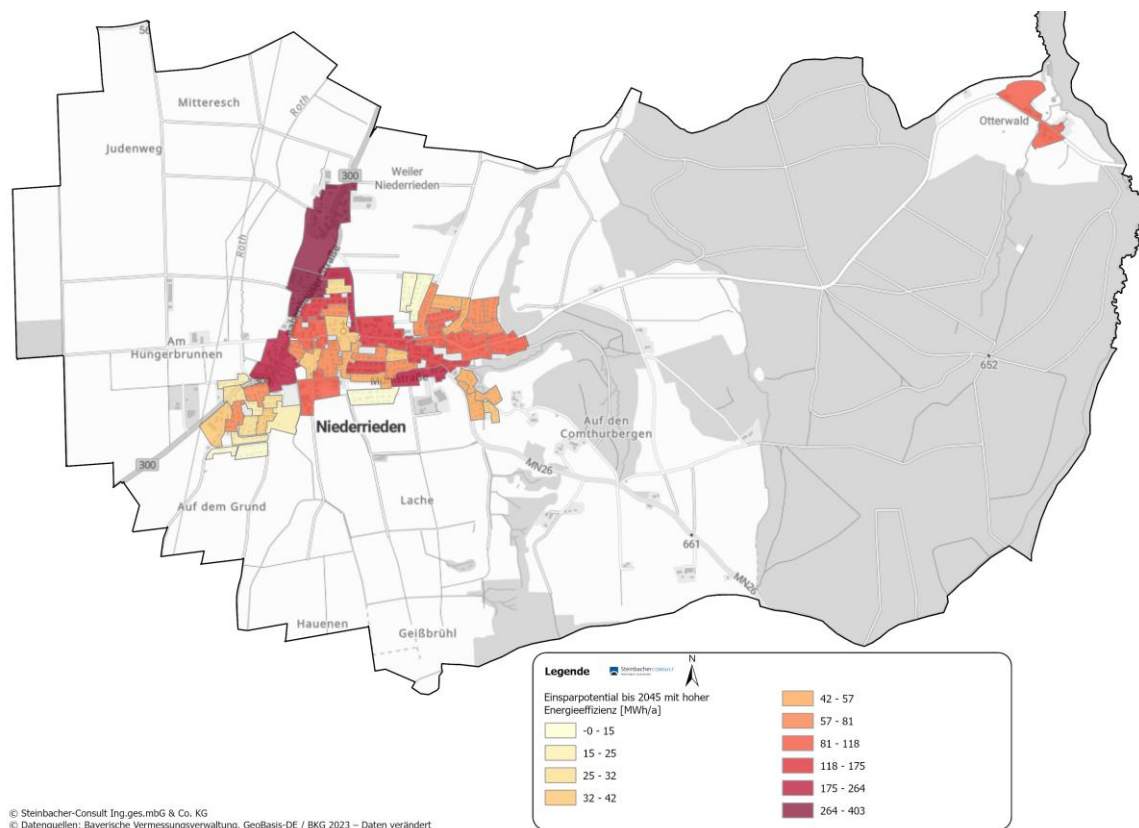


Abbildung 20: Einsparpotential durch Bedarfsreduktion „hohe Energieeffizienz“

4.3 Solarenergie

Für den Landkreis Unterallgäu wurde im Jahr 2020 ein Solardachkataster von der Firma tetraeder.solar GmbH erstellt [7]. Auf Basis von Laserscandaten wurden die verschiedenen Dachausrichtungen und Dachseiten abgefragt. Mit der einfallenden Sonneneinstrahlung, Ausrichtung, Neigung und Verschattung von Dachseiten lässt sich der Ertrag für Photovoltaik berechnen. Aufgrund der geringen solaren Einstrahlung im Winter wird Solarthermie häufig vorrangig zur Unterstützung der Warmwasserbereitung eingesetzt. Entsprechend wird das Solarthermie-Potential auf das Deckungsziel von 60 % des Warmwasserbedarfs für private Haushalte begrenzt.

Die technischen Potentiale sind in Abbildung 21 dargestellt. So könnten maximal 20,75 GWh/a durch Photovoltaik oder 0,78 GWh/a durch Solarthermieanlagen erzeugt werden.

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

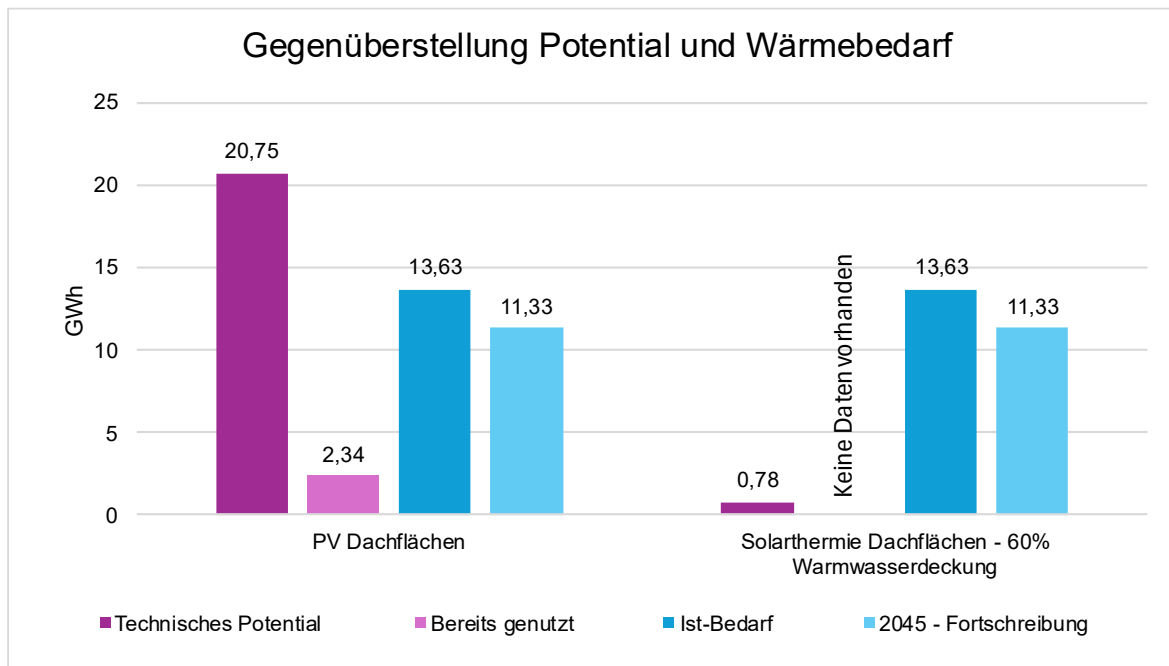


Abbildung 21: Dachflächenpotential

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 eingestrahlt 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 Potentialermittlung wurde die thermische Entzugsenergie aus dem Energieatlas Bayern [8] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potential zugewiesen (vgl. Abbildung 22). 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)

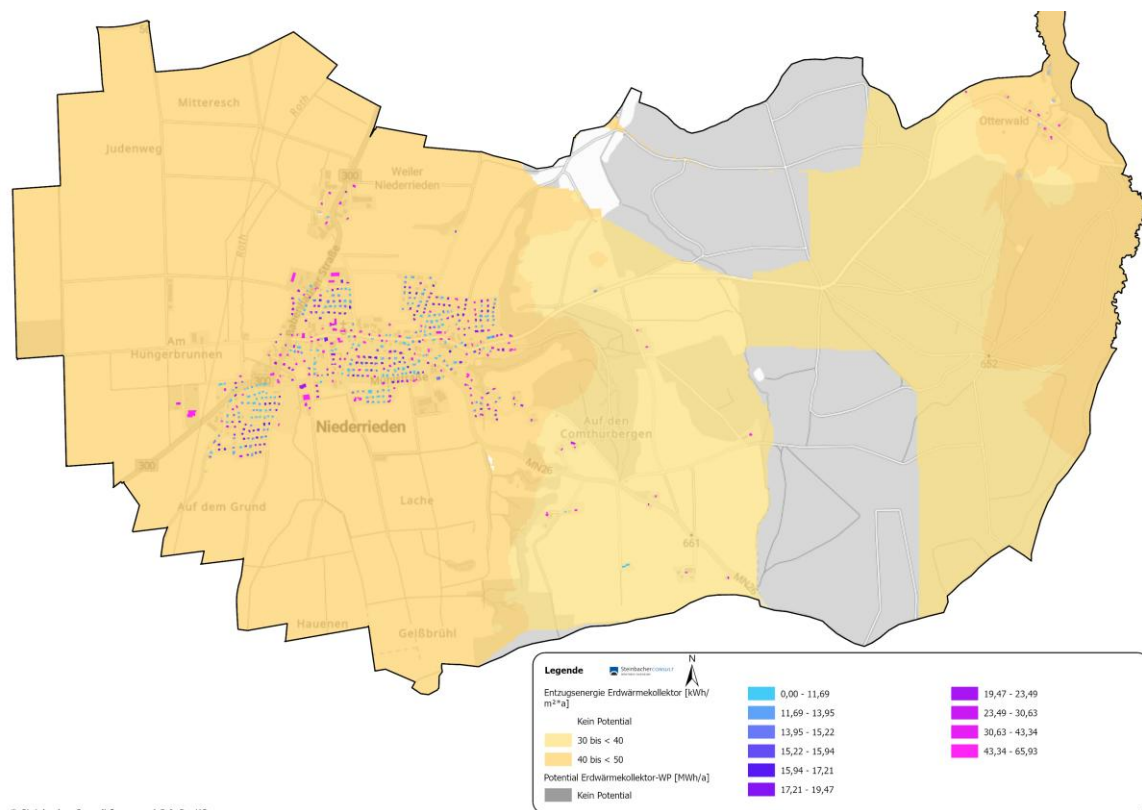


Abbildung 22: Entzugsenergie Erdkollektoren

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

In Abbildung 23 ist das Potential für Erdwärmekollektoren dargestellt. In Summe könnten 11,82 GWh_{th}/a durch Erdwärmekollektoren generiert werden, was etwa 87 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

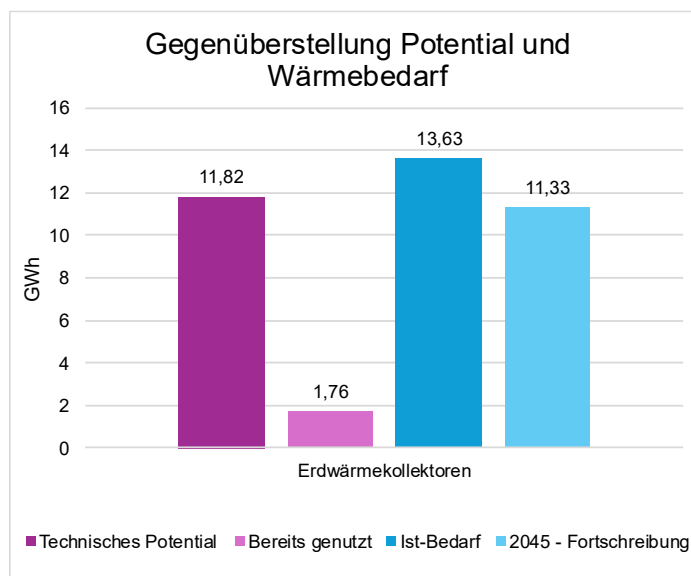


Abbildung 23: Potential Erdkollektoren

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 [8] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potenzial zugewiesen (vgl. Abbildung 24). 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.

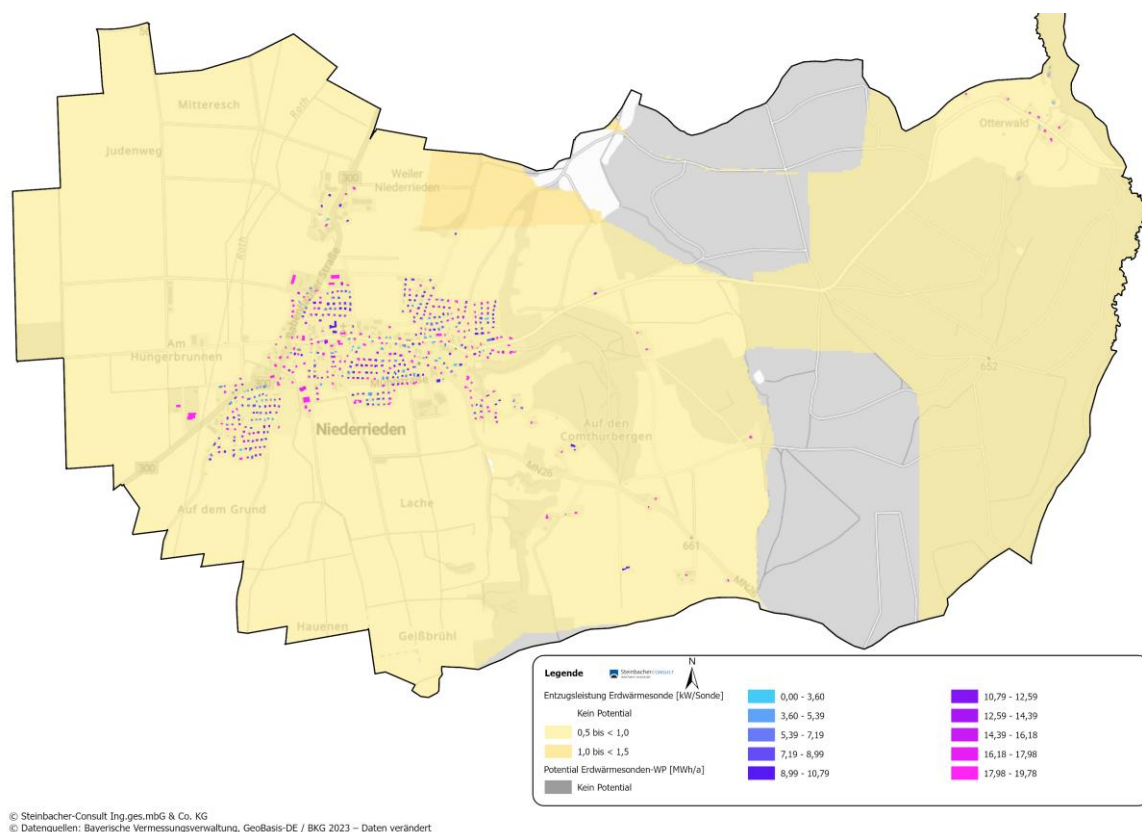


Abbildung 24: Entzugsleistung Erdsonden

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

In Abbildung 25 ist das Potenzial für Erdwärmesonden dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ca. 6,81 GWh_{th}/a durch Erdwärmesonden generiert werden könnten, womit ca. 50 % des aktuellen Bedarfs gedeckt werden könnte.

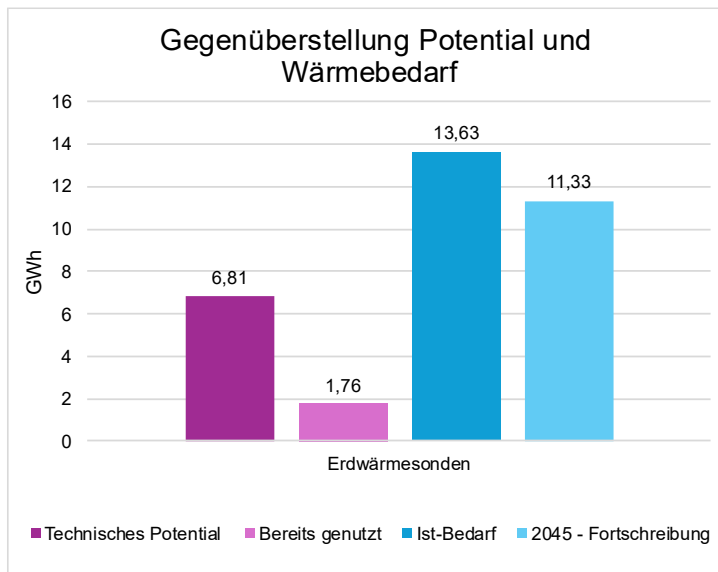


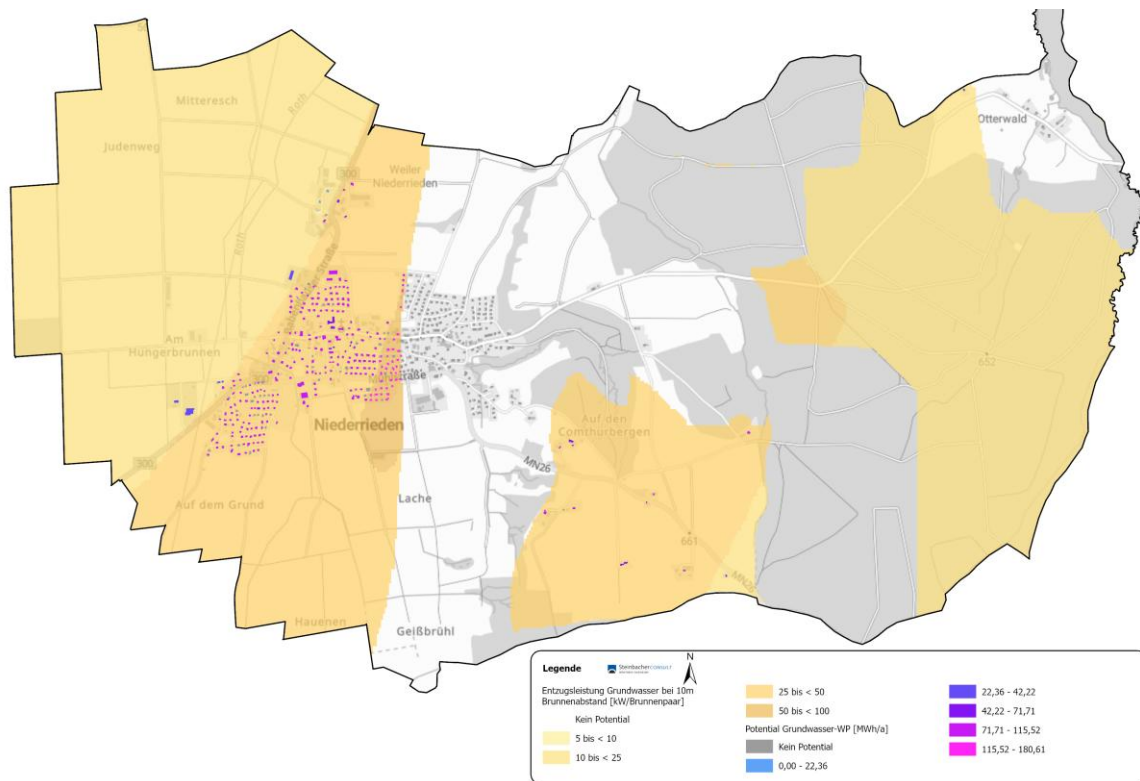
Abbildung 25: Potenzial Erdsonden

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 Grundwasserbrunnen-Wärmepumpen hohe Jahresarbeitszahlen und damit wirtschaftliche Vorteile gegenüber Erdwärmesonden-Wärmepumpen 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 Potentialermittlung wurde die thermische Entzugsenergie aus dem Energieatlas Bayern [8] herangezogen und jedem bebauten Grundstück ein individuelles Potential zugewiesen (vgl. Abbildung 26). Die Analyse pro Grundstück wurden wie folgt durchgeführt:

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



© Steinbacher-Consult Ing.ges.mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 26: Entzugsenergie Grundwasserbrunnen

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

In Abbildung 27 ist das Potential für Grundwasserwärmepumpen dargestellt. In Summe könnten ca. 29,23 GWh_{th}/a durch Grundwasser generiert werden, was ca. 215 % des aktuellen Bedarfs entspricht.

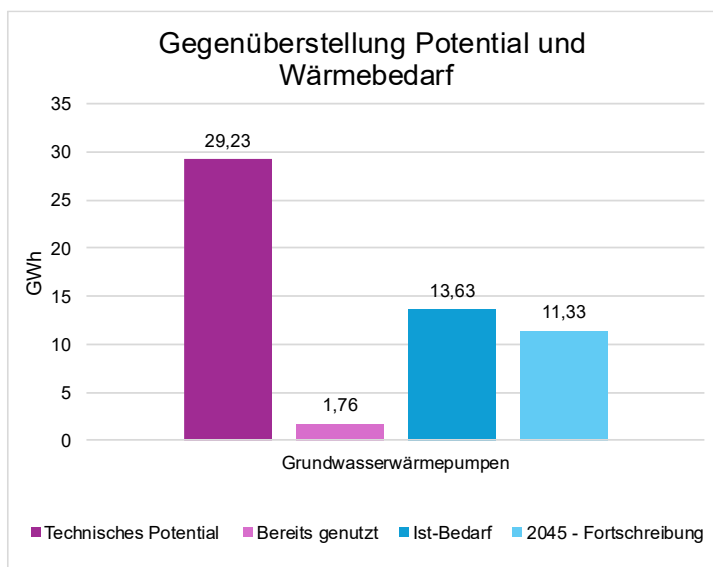


Abbildung 27: Potential Grundwasserbrunnen

4.5 Biomasse (Holz)

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

Für Waldderholz gibt der Energieatlas Bayern [8] ein Potential von 2.944 MWh/a für Niederrieden an.

Für Kurzumtriebsplantagen gibt der Energieatlas Bayern [8] ein Potential von 1,8 ha (= 0,2 % der landwirtschaftlichen Fläche) bzw. 169 MWh/a an.

Für Flur- und Siedlungsholz gibt der Energieatlas Bayern [8] ein Potential von 278 MWh/a für Niederrieden an.

In Summe liegt das Potential an holziger Biomasse dann bei 3,39 GWh_{th}/a. Dies entspricht etwa 25 % des aktuellen Bedarfs (vgl. Abbildung 28). Aktuell werden bereits 3,5 GWh/a verwendet. Entsprechend kann der Bedarf nicht eigenständig gedeckt werden und muss aus anderen Gemeinden importiert werden.

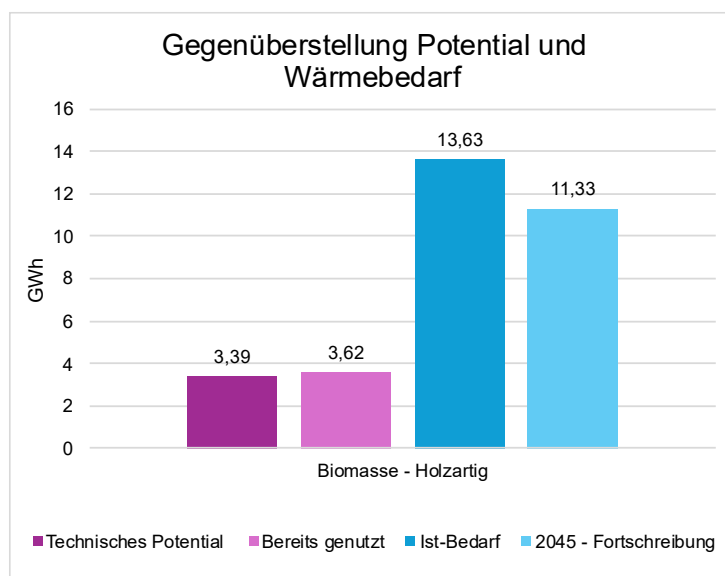


Abbildung 28: Potential Biomasse (Holz)

4.6 Biomasse (Biogas)

Für Biogas gibt der Energieatlas Bayern [8] ein Potential von 10.864 MWh/a an. Davon entfallen 6.621 MWh/a auf Erntehauptprodukte, 81 MWh/a auf Erntenebenprodukte, 250 MWh auf organischen Abfall und 3.912 MWh/a auf Gülle und Festmist. Somit könnte das Biogaspotential etwa 80 % des aktuellen Bedarfs decken (vgl. Abbildung 28). Dabei steht das Potential für Wärmeanwendung in Konkurrenz zur Verstromung. Aktuell werden bereits 5,84 GWh/a (Strom und Wärme) verwendet.

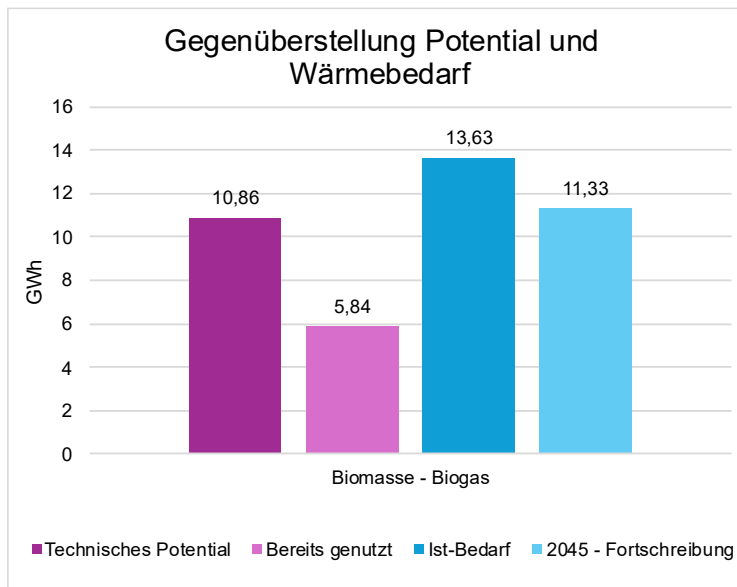


Abbildung 29: Potential Biomasse (Biogas)

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 Warmwassers Zwecke genutzt werden.

Da die Umgebungsluft in unerschöpflicher Menge vorhanden ist, lässt sich ihr Potential 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 Zwischenfazit Potentialanalyse

In Abbildung 30 sind die Ergebnisse der Potentialanalyse zusammengefasst und dem aktuellen Wärmebedarf sowie dem Wärmebedarf nach Nutzung der Sanierungspotentiale gegenübergestellt.

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

Folgende Schlussfolgerungen können aus der Potentialanalyse gezogen werden:

- Es steht eine Vielzahl an nutzbaren und noch ungenutzten Potentialen zur Verfügung.
- V.a. oberflächennahe tiefe Geothermie und Solarpotentiale

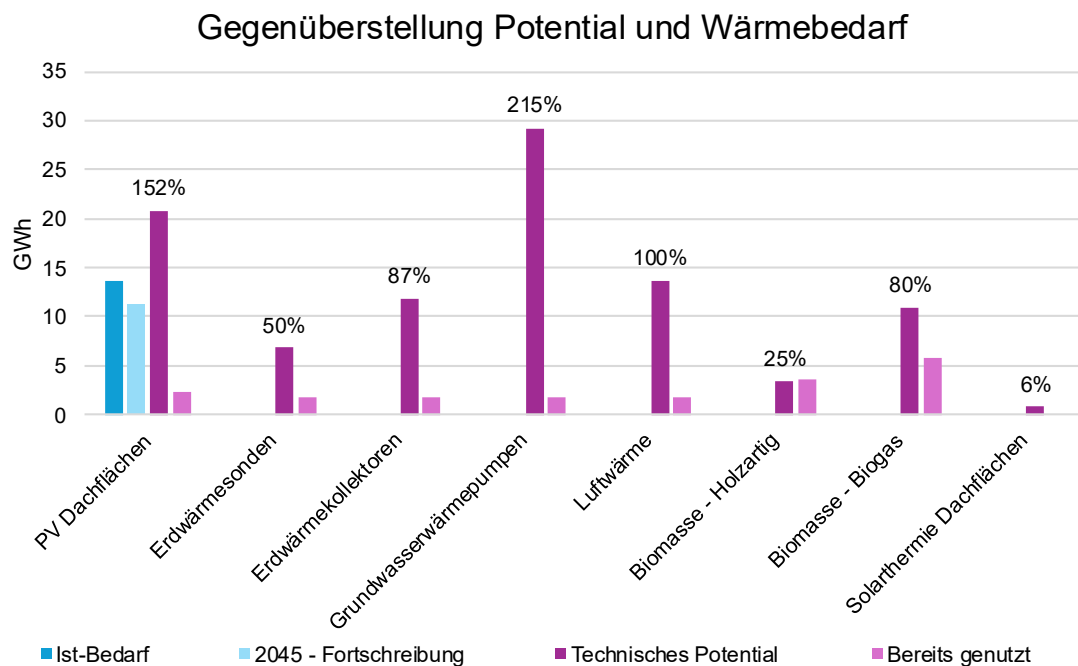


Abbildung 30: Zusammenfassung Potentiale

5 Zielszenario und Wärmeversorgungsgebiete

5.1 Allgemeines

Aus den Ergebnissen der Bestands- und Potentialanalyse wird im Folgenden ein Zielszenario für das Gebiet der Gemeinde Niederrieden entwickelt.

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 hinzuarbeiten. Energieeinsparung ist der wichtigste Ansatzpunkt und der entscheidende Schlüssel im Hinblick auf die Erreichung von Klimaschutzzielen und der Energiewende. Die Potentiale 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 hinzuarbeiten. 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

5.2.1 Grundlegendes

Basierend auf dem § 18 Abs. 1 WPG „stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte der Jahre 2030, 2035 und 2040 dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige geplante Teilgebiet besonders eignet. **„Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweisen, wobei die Wärmegestehungskosten sowohl Investitionskosten einschließlich Infrastrukturausbaukosten als auch Betriebskosten über die Lebensdauer umfassen.“** (§18 Abs. 1 WPG)

„Der **Betreiber** eines bestehenden Wärmenetzes oder eines **Gasverteilernetzes** oder der potenzielle Betreiber nach § 7 Absatz 2 Satz 1 Nummer 3 WPG kann der planungsverantwortlichen Stelle nach Maßgabe der nachstehenden Bestimmungen einen **Vorschlag für die Versorgung des geplanten Teilgebiets mittels** eines Wärmenetzes oder eines **Wasserstoffnetzes vorlegen**. Darin stellt er die Annahmen und Berechnungen, die dem Vorschlag zu Grunde liegen, nachvollziehbar und transparent dar.“ (§ 18 Abs. 4 WPG)

„Legt der Betreiber eines bestehenden Gasverteilernetzes oder der potenzielle Betreiber eines Wasserstoffnetzes einen Vorschlag für eine Versorgung des beplanten Teilgebiets über ein Wasserstoffnetz vor, stellt er sicher, dass der Vorschlag im Einklang mit einem vorliegenden oder in Erstellung befindlichen verbindlichen Fahrplan im Sinne von § 71k Absatz 1 Nummer 2 des Gebäudeenergiegesetzes steht.“ (§ 18 Abs. 4 WPG)

„Die planungsverantwortliche Stelle bestimmt für jedes beplante Teilgebiet und differenziert nach den einzelnen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten nach § 3 Absatz 1 Nummer 6, 18 oder Nummer 23 WPG die Eignungsstufe. Eignungsstufen sind gemäß § 19 Abs. 2 WPG:

1. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr sehr wahrscheinlich geeignet;
2. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr wahrscheinlich geeignet;
3. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr wahrscheinlich ungeeignet;
4. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr sehr wahrscheinlich ungeeignet.“

Dabei werden folgende Gebietstypen unterschieden (gem. § 3 WPG, teilweise als Auszug):

5.2.2 Wärmenetzgebiete

Ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll, wobei innerhalb der Wärmenetzgebiete zu unterscheiden ist:

- **Wärmenetzverdichtungsgebiete:** beplante Teilgebiete, in denen Letztverbraucher, die sich in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz befinden, mit diesem verbunden werden sollen, ohne dass hierfür der Ausbau des Wärmenetzes nach Buchstabe b (nachfolgend) erforderlich würde.
- **Wärmenetzausbaugebiete:** beplante Teilgebiete, in denen es bislang kein Wärmenetz gibt und die durch den Neubau von Wärmeleitungen erstmals an ein bestehendes Wärmenetz angeschlossen werden sollen.
- **Wärmenetzneubaugebiete:** beplante Teilgebiete, die an ein neues Wärmenetz angeschlossen werden sollen.

5.2.3 Wasserstoffnetzgebiete

Ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

5.2.4 Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Ein beplantes Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

5.2.5 Prüfgebiete

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

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

5.2.6 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotential

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

5.3 Vorgehensweise zur Gebietseinteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Nach der Bestands- und Potentialanalyse sowie der Beteiligung lokaler Akteure werden die einzelnen Kriterien nach § 18 Abs. 1 WPG wie in Tabelle 7 gewichtet.

Tabelle 7: Gewichtung der Kriterien zur Gebietseinteilung

Kriterium	Gewichtung	Bemerkung
Geringe Wärme-gestehungskosten	25 %	Gesellschaftlich sehr wichtig, aber für eine langfristige treibhausgasarme und nachhaltige Wärmeversorgung nicht der wichtigste Entscheidungspunkt
Geringe Realisierungsrisiken	30 %	Sehr wichtig für die Planungssicherheit, da Eigentümer nur von Wechsel zu überzeugen sind, wenn die Umsetzung realistisch/möglich erscheint.
Hohes Maß an Versorgungssicherheit	35 %	Äußerst wichtig für die Grundversorgung mit Wärme in Hinblick auf die Verlässlichkeit und Ausfallsicherheit, aber auch die Abhängigkeit von Energieimporten/-lieferungen und Verfügbarkeit
Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen	10 %	Langfristig hohe Bedeutung mit Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045, aber ob diese schnell oder langsam erreicht wird, hat eine niedrige gesellschaftliche Bedeutung (im Vgl. zu obigen Kriterien).

Bei den beiden Kriterien „Geringe Wärme-gestehungskosten“ und „Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen“ handelt es sich um objektive Abschätzungen, bei „Geringe Realisierungsrisiken“ und „Hohes Maß an Versorgungssicherheit“ teilweise um subjektive Einordnungen. Subjektiven Bewertungen sind teilweise von wissenschaftlichen Studien und/oder von energiepolitischen Entscheidungen/Entwicklungstendenzen abhängig.

Die Bewertung einzelner Wärmeversorgungsarten und der obigen Kriterien erfolgt auf folgender Skala.

Sehr schlecht	Neutral	Sehr gut
0	5	10

Für die Einordnung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten nach § 19 WPG von sehr wahrscheinlich ungeeignet bis sehr wahrscheinlich geeignet wird folgende Gesamtpunktzahl betrachtet.

Tabelle 8: Bepunktung der Einordnung der Geeignetheit einer Wärmeversorgungsart (§ 19 WPG)

Einordnung	Punktzahl
Sehr wahrscheinlich geeignet	> 7
Wahrscheinlich geeignet	$5 \leq 7$
Wahrscheinlich ungeeignet	$3 \leq 5$
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	< 3

Für die Abwägung der Geeignetheit einer Wärmeversorgungsart wird zunächst für jeden Baublock die Eignung für ein Wärmenetz anhand der Wärmelinien-dichte bei einer Anschlussquote von 60% gemäß Tabelle 9 ermittelt.

Tabelle 9: Bewertungsindikatoren Eignung Wärmenetz nach [9]

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

Folgende Wärmeversorgungsarten werden für jeden Baublock basierend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse untersucht.

1. Wärmenetz
2. Dezentrale Wärmeversorgung (im Gebietsmittel bestehend aus 90 % der Gebäude mit Wärmepumpen und 10 % sonstiger dezentrale Lösungen repräsentiert durch den Einsatz eines Pelletkessels)

5.3.1 Bewertung der Wärmegestehungskosten

Für die Berechnung der Wärmegestehungskosten werden die Durchschnittswerte der Gemeinde für die 3 Standardfälle aus Kapitel 6.1 verwendet:

Tabelle 10: Wesentliche Parameter der Standardfälle

Parameter	EFH	MFH	GHD
Heizleistung [kW]	11	15	56
Vollbenutzungsstunden [h]	1.800	1.800	1.800
Wärmebedarf [kWh]	19.306	26.767	100.231
Anmerkung		3 Wohneinheiten	427 m ² Nettogrundfläche
Anteil Wärmebedarf	82 %	3 %	15 %

In Tabelle 11 ist die Bewertung der Wärmegestehungskosten dargestellt, die im Rahmen der Gebietseinteilung Berücksichtigung findet. Die Bewertung erfolgt gemäß der Anteil nach den Standardfällen

Tabelle 11: Bewertung der Wärmegestehungskosten im Rahmen der Gebietseinteilung

Wärmeversorgungsart	Wärmegestehungskosten (ct/kWh)			Punktebewertung	
	EFH	MFH	GHD	(skaliert min/max)	Gerundet
Dezentrales Gebiet	17,97	16,43	15,52	8,09	8
Wärmenetz	20,79	19,46	17,08	6,10	6

5.3.2 Bewertung des Realisierungsrisikos

Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit einer Umsetzung abgeschätzt in Abhängigkeit von den dabei auftretenden Unwägbarkeiten/Umständen sowie der Abhängigkeit von überregionalen oder internationalen Entwicklungen. Der Aspekt der Verfügbarkeit des Energieträgers wird bei der Versorgungssicherheit bewertet.

5.3.2.1 Wärmenetz

Die Umsetzung eines Wärmenetzes ist grundsätzlich mit technischen, wirtschaftlichen, organisatorischen und gesellschaftlichen Risiken verbunden, die weitgehend unabhängig von der konkret eingesetzten Wärmequelle auftreten.

Ein zentrales Risiko liegt in der Nachfrageseite: Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist maßgeblich von einer ausreichenden Anschluss- und Abnahmequote abhängig. Insbesondere größere Abnehmer spielen häufig eine Schlüsselrolle für die Grundlast. Sollten potenzielle Ankerkunden aufgrund von Wärmepreisabschätzungen, individueller Sanierungsentscheidungen oder alternativer Wärmeversorgungs-lösungen (z. B. Einzelwärmepumpen, Biomasse, Eigenlösungen) abspringen, kann dies die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojekts erheblich beeinträchtigen oder eine Umsetzung insgesamt infrage stellen.

Der Netzausbau selbst ist mit baulichen und infrastrukturellen Risiken verbunden. Tiefbauarbeiten können aufwändiger ausfallen als geplant, etwa durch ungünstige Bodenverhältnisse, vorhandene Leitungsinfrastrukturen, begrenzte Platzverhältnisse im Straßenraum oder erforderliche Verkehrs-sicherungsmaßnahmen. Natürliche und bauliche Barrieren wie Flüsse, Bahnanlagen oder denkmalgeschützte Bausubstanz können zusätzliche technische und finanzielle Herausforderungen darstellen. Zudem besteht das Risiko, dass einzelne Gebäude oder Straßenzüge nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten erschlossen werden können.

Ein weiteres Risiko liegt in der schrittweisen Entwicklung des Wärmenetzes. Gerade in der Anfangsphase entstehen hohe Investitionen bei gleichzeitig noch geringer Netzauslastung. Sollte der geplante Netzausbau zeitlich verzögert erfolgen oder die Anschlussquote gebietsweise unter den Erwartungen bleiben, kann dies zu erhöhten Wärmegestehungskosten und einer angespannten Wirtschaftlichkeit führen.

Darüber hinaus bestehen organisatorische und institutionelle Risiken. Die Umsetzung und der Betrieb eines Wärmenetzes erfordern personelle Ressourcen, fachliche Expertise sowie klare Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung oder bei beteiligten Akteuren. Die Wahl geeigneter Betreibermodelle (kommunal, kommunal mit Partner, Konzessionsmodell, Kooperation mit Dritten) und die Ausgestaltung möglicher Gesellschafterstrukturen können komplex sein und zeitaufwändige Entscheidungsprozesse nach sich ziehen. Auch die Sicherstellung der Finanzierung, einschließlich Fördermittelakquise und langfristiger Kapitalbindung, stellt eine Herausforderung dar.

Nicht zuletzt spielen gesellschaftliche und kommunikationsbezogene Aspekte eine wesentliche Rolle. Die Akzeptanz eines Wärmenetzes bei Gebäudeeigentümern und der Bevölkerung ist entscheidend für den Erfolg. Unsicherheiten bezüglich Kostenentwicklung, Anschlussverpflichtungen, baulicher Eingriffe oder langfristiger Versorgungssicherheit können die Anschlussbereitschaft mindern, wenn keine transparente und frühzeitige Kommunikation erfolgt.

Grundsätzlich zeigen zahlreiche Beispiele aus Kommunen unterschiedlicher Größe, dass Wärmenetze erfolgreich realisiert und betrieben werden können – auch in innerstädtischen, historisch gewachsenen und denkmalgeschützten Bereichen. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass die Realisierbarkeit stark von den lokalen Rahmenbedingungen abhängt und vor einer vertieften Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht abschließend bewertet werden kann.

Insgesamt ergibt sich für die Umsetzung eines Wärmenetzes – unabhängig von der konkreten Wärmequelle – vor Durchführung einer detaillierten Machbarkeitsstudie folgende Einschätzung des Realisierungsrisikos:

Neutral - 5

5.3.2.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Grundsätzlich können Gebäude unabhängig von ihrer Lage oder Einbindung in bestehende Infrastrukturen mit einer den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entsprechenden dezentralen Wärmeerzeugung ausgestattet werden. Technisch stehen hierfür unterschiedliche Lösungen zur Verfügung, sodass für nahezu jedes Gebäude eine geeignete Heizungsalternative vorhanden ist.

In einzelnen Fällen kann sich die Umstellung jedoch erschwert gestalten. Einschränkungen ergeben sich insbesondere bei denkmalgeschützten Gebäuden, durch Immissionsschutzrechtliche Vorgaben, beengte Platzverhältnisse, ungünstige bauliche Voraussetzungen oder hohe Anforderungen an den baulichen Eingriff. In solchen Fällen sind teilweise erhöhte Investitionen oder spezielle, kostenintensivere Wärmelösungen erforderlich.

Für den überwiegenden Teil der kleineren Mehrfamilienhäuser sowie für Ein- und Zweifamilienhäuser ist die Umsetzung einer dezentralen, GEG-konformen Wärmeversorgung technisch grundsätzlich gut möglich. Unter der Annahme, dass wirtschaftliche Aspekte nicht berücksichtigt werden, ergibt sich daher insgesamt ein geringes technisches Realisierungsrisiko für dezentrale Wärmelösungen.

Eher gut - 7

5.3.3 Bewertung der Versorgungssicherheit

5.3.3.1 Wärmenetz

Sofern ein leitungsgebundenes Wärmenetz vorhanden ist und entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik betrieben wird, kann grundsätzlich von einer hohen Versorgungssicherheit ausgegangen werden. Wärmenetze ermöglichen eine zentral überwachte und gesteuerte Wärmeversorgung und bieten dadurch klare Vorteile gegenüber individuellen Einzelheizsystemen.

Die Versorgungssicherheit eines Wärmenetzes wird insbesondere durch folgende Faktoren gestärkt:

- redundante Erzeugungskapazitäten (z. B. mehrere Erzeugungsanlagen oder modulare Anlagenteile)
- der Einsatz von Spitzenlast- und Reserveerzeugern zur Abdeckung von Lastspitzen oder bei kurzfristigen Ausfällen
- bestehende oder perspektivisch integrierbare Wärmespeicher
- ein organisierter Störungs- und Bereitschaftsdienst des Netzbetreibers
- zentrale Instandhaltungs- und Wartungsstrukturen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Krisenfestigkeit von Wärmenetzen. Durch die Bündelung der Wärmeerzeugung und die Möglichkeit, unterschiedliche Erzeugungsoptionen innerhalb des Netzes zu kombinieren oder perspektivisch zu wechseln, kann auf veränderte Rahmenbedingungen (z. B. Preisentwicklungen, Lieferengpässe oder regulatorische Anforderungen) vergleichsweise flexibel reagiert werden.

Risiken für die Versorgungssicherheit können entstehen, wenn die Wärmebereitstellung maßgeblich von externen Dritten abhängt, etwa wenn wesentliche Wärmemengen von einzelnen privaten Betreibern, industriellen Abwärmequellen oder vertraglich gebundenen Lieferanten stammen. In solchen Konstellationen bestehen potenzielle Risiken durch Ausfälle, Betriebsänderungen oder Kostensteigerungen. Diese Risiken lassen sich jedoch durch geeignete vertragliche Regelungen, Diversifizierung der Erzeugungsstruktur sowie eine kommunale oder kommunal dominierte Beteiligung am Netzbetrieb und an der Wärmeerzeugung deutlich reduzieren.

Insgesamt zeigt die Erfahrung aus einer Vielzahl bestehender Wärmenetze, dass bei fachgerechter Planung, ausreichender Redundanz und klaren Betreiberstrukturen eine sehr hohe Versorgungssicherheit erreicht werden kann – weitgehend unabhängig von der jeweils eingesetzten Wärmequelle.

Sehr gut - 10

5.3.3.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Bei dezentralen Heizsystemen ist die Wärmeversorgung grundsätzlich an den ordnungsgemäßen Betrieb der jeweils einzelnen Heizungsanlage gebunden. Fällt eine zentrale Heizungsanlage innerhalb eines Gebäudes infolge eines Defekts aus, kann die Wärmeversorgung in der Regel nur eingeschränkt und zeitlich begrenzt aufrechterhalten werden. Eine Überbrückung ist häufig lediglich über vorhandene Pufferspeicher oder – sofern installiert – durch kleinere elektrische Direktheizungen möglich. Eine vollwertige Absicherung der Wärmeversorgung über redundante Systeme besteht in diesen Fällen üblicherweise nicht.

Auch externe Störungen, wie seltene Stromausfälle, können bei elektrisch betriebenen oder stromabhängigen Wärmeerzeugern nur schwer kompensiert werden. Darüber hinaus besteht bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern grundsätzlich das Risiko marktbedingter Verknappungen oder temporärer Lieferengpässe, beispielsweise bei Pellets oder biogenen Flüssigbrennstoffen. Solche Situationen gelten jedoch als eher unwahrscheinlich und sind in der Vergangenheit nur vereinzelt aufgetreten.

Trotz dieser Einschränkungen ist festzuhalten, dass dezentrale Heizungsanlagen bei fachgerechter Auslegung, regelmäßigem Betrieb und der Einhaltung der Wartungsintervalle in der Regel zuverlässig funktionieren. Versorgungsstörungen betreffen zudem stets nur einzelne Gebäude und wirken sich nicht flächendeckend auf größere Gebiete aus.

Insgesamt ergibt sich somit eine gute, wenn auch nicht vollständig abgesicherte Versorgungssicherheit für dezentrale Wärmelösungen.

Gut - 8

5.3.4 Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen bis in das Zieljahr

Um die Klimaziele deutschlandweit, beziehungsweise die im Gebäudeenergiegesetz angestrebten vollständigen Heizungswechsel bis 2045, zu erreichen, müssten bis dahin alle fossilen Heizungen ausgetauscht sein. Vor dem Hintergrund, dass Heizungsanlagen rechnerische Nutzungsdauern von ca. 20 Jahren aufweisen, würde das bedeuten, dass bis zum Jahr 2045 jede bestehende Heizung einmal ausgetauscht werden müsste, was als durchaus realistisch erachtet wird. Entsprechend wird von einem linearen Austausch von 5% p.a. ausgegangen.

Für die Berechnung der kumulativen Treibhausgasemissionen werden folgende Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger/Heizungslösungen angenommen.

Tabelle 12: Emissionsfaktoren der Energieträger der Bewertungen zur Gebietseinteilung nach [4]

Energieträger	Emissionsfaktor [g CO ₂ e / kWh]				
	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	310	310	310	310	310
Holz	20	20	20	20	20
Strom-Mix	328	103	49	27	25
Wärmenetz Erneuerbar	60	60	60	60	60

Die kumulierten THG-Emissionen der Wärmeversorgungsarten sind in Abbildung 31 dargestellt.

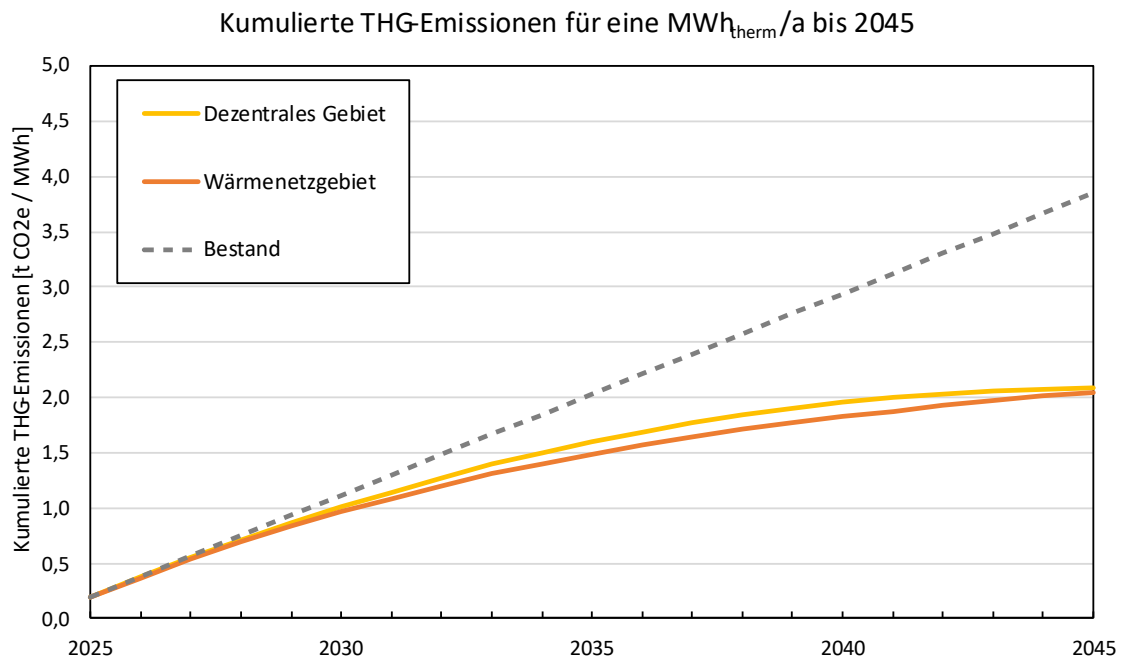


Abbildung 31: Kumulierte THG-Emissionen bis zum Jahr 2045 für die Bewertungen zur Gebietseinteilung

In Tabelle 13 ist die Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen dargestellt, die im Rahmen der Gebietseinteilung Berücksichtigung findet.

Tabelle 13: Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen im Rahmen der Gebietseinteilung

Wärmeversorgungsart	Kumulierte Treibhausgasemissionen für 1 MWh/a ($\text{t}_{\text{CO}_2\text{äq}}$) bis 2045 (Zieljahr)	Punktebewertung	
		Skaliert	Gerundet
Wärmepumpe (Vergleichszwecke)	0,558	(10)	(10)
Dezentrales Gebiet	2,083	5,37	5
Wärmenetzgebiet	2,049	5,47	5
Bestand (Vergleichszwecke)	3,849	(0)	(0)

Bis in das Zieljahr 2045 sind bei den vier betrachteten Wärmelösungen und den angenommenen Gebietsentwicklungen zwar Unterschiede vorhanden, im Vergleich zur gesamten Bandbreite von verfügbaren Wärmelösungen von bisherigem Bestand bis Wärmepumpe (bester Fall), fallen die Unterschiede dennoch eher gering aus.

Bei Wärmenetzen, die theoretisch schnell ein Gebiet durchdringen können, ist davon auszugehen, dass Vorteile gegenüber einer voraussichtlich langsam ablaufenden dezentralen Gebietsentwicklung bestehen.

5.3.5 Abschließende Bewertung zur Gebietseinteilung

In Tabelle 14 und Tabelle 15 sind die zusammenfassende Bewertung der Bewertungskriterien sowie die resultierende abschließende, gebietsspezifische Einordnung dargestellt. Bei der gebietsspezifischen Einordnung werden die zunächst allgemeinen Einordnungen nochmals weiter spezifiziert. Ein Beispiel sind hierbei die ggf. eingeschränkten Möglichkeiten zur Verlegung eines Wärmenetzes.

Tabelle 14: Gewichtete Bewertungsmatrix

Wärmeversorgungsart	Wärmege- stehungs- kosten	Realisie- rungsrisiko	Versor- gungssicher- heit	kumulierte Treibhaus- gasemissio- nen	Gewichtete Gesamt- punktzahl
Gewichtung	25%	30%	35%	10%	100%
Wärmenetz	6	5	10	5	7,00
Dezentrales Wärmeversorgung	8	7	8	5	7,40

Aus der oben dargestellten Bewertungsmatrix ergibt sich die in Tabelle 15 gezeigte Gesamtbewertung. Sowohl für Wärmenetzlösungen als auch für dezentrale Wärmelösungen ergibt sich eine allgemeine Einordnung als sehr wahrscheinlich geeignet. Auf lokaler Ebene sind jedoch zusätzlich gebietsspezifische und abnehmerspezifische Einschränkungen zu berücksichtigen.

Tabelle 15: Resultierende, gebietsspezifische Einordnung

Wärmeversorgungsart	Allgemeine Einordnung	Gebietsspezifische Ein- schränkungen	Gebietsspezifische Einord- nung
Wärmenetz	Sehr wahr- scheinlich ge- eignet	Geringe Wärmelinien-dichte	Wahrscheinlich ungeeignet
		Mittlere Wärmelinien-dichte	Wahrscheinlich geeignet
		Hohe Wärmelinien-dichte	Sehr wahrscheinlich geeignet*
		Produktionsgewerbe / In- dustrie	Temperaturabhängig
Dezentrales Wärmever- sorgung	Sehr wahr- scheinlich ge- eignet	Allgemein	Sehr wahrscheinlich geeignet*
		Produktionsgewerbe / In- dustrie	Wahrscheinlich geeignet

*basierend auf § 2 WPG mit Bevorzugung von Wärmenetz

5.4 Gebietseinteilung

5.4.1 Wärmenetzgebiete

In Abbildung 32 ist die Eignung für Wärmenetzgebiete gemäß Gebietseinteilung aus Kapitel 5.3 dargestellt.

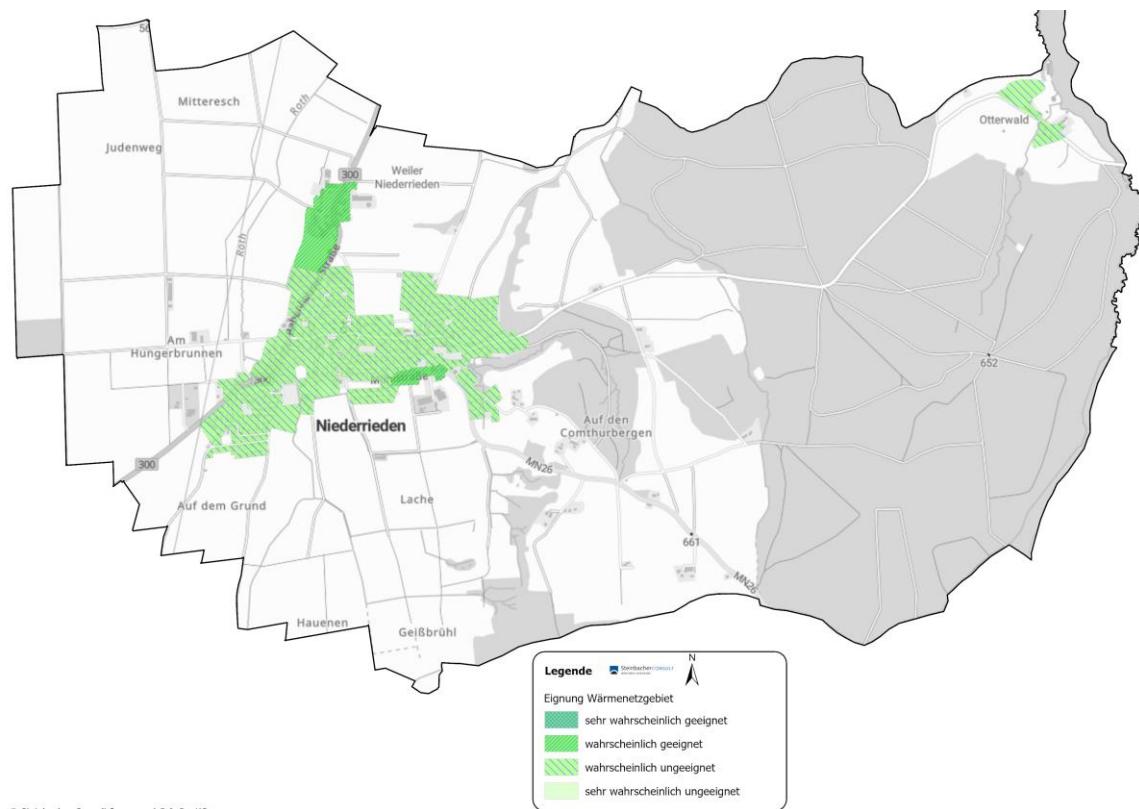
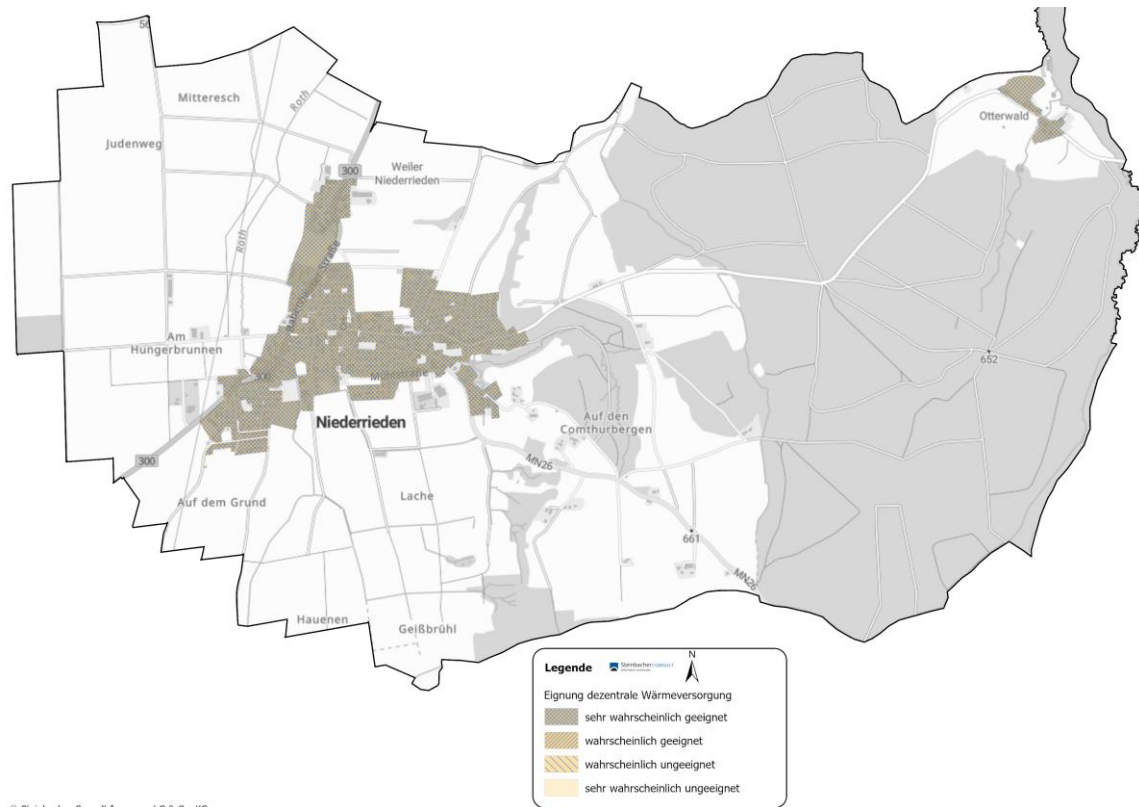


Abbildung 32: Eignung Wärmenetzgebiete

5.4.2 Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

In Abbildung 33 ist die Eignung für dezentrale Wärmeversorgung gemäß Gebietseinteilung aus Kapitel 5.3 dargestellt.

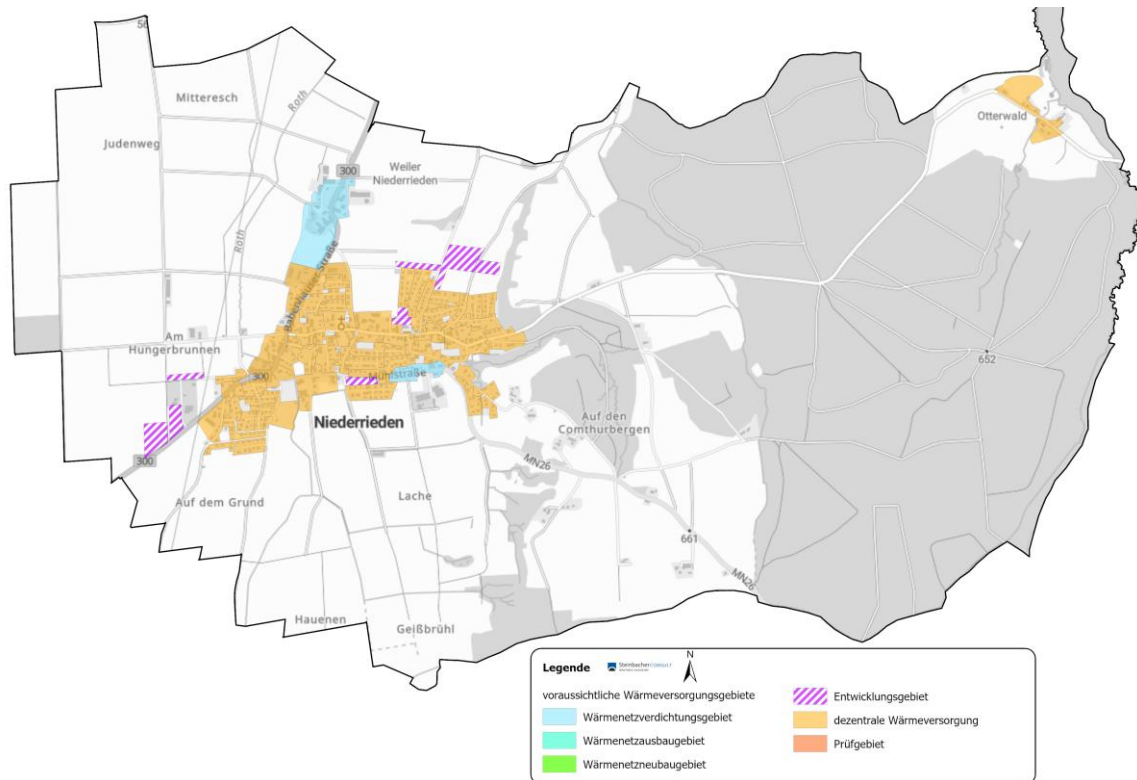


© Steinbacher-Consult Ing. ges. mbG & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 33: Eignung dezentraler Wärmeversorgungsgebiete

5.4.3 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

In Abbildung 34 sind die aus den vorangegangenen Abschnitten 5.3 und 5.4 abgeleiteten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete der Gemeinde Niederrieden dargestellt.



© Steinbacher-Consult Ing.ges.mbg & Co. KG
© Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 – Daten verändert

Abbildung 34: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

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, denn bis zu diesem Zeitpunkt dürfen nach dem Gebäudeenergiegesetz fossile Energieträger wie Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas noch eingesetzt werden. Für das Zieljahr 2045 wird aus den bisherigen Ergebnissen ein Zielszenario entwickelt, das aufzeigt, wie dieses Ziel erreicht werden kann.

5.5.1 Entwicklung Wärmebedarf

Im Rahmen der Potentialanalyse wurde dargelegt, wie der Wärmebedarf durch Gebäudesanierung signifikant reduziert werden kann. Im Rahmen der Zielszenarien wird gemäß dem Technikkatalog von 2025 die Einsparungen aus der Vergangenheit fortgeschrieben mit einer pauschalen Wärmebedarfsreduktion von 0,8% p.a. für Einfamilienhäusern und 1,0% p.a. für die restlichen Gebäude. Die Entwicklung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 35 dargestellt. Bis 2045 werden 17 % des aktuellen Wärmebedarfs eingespart.

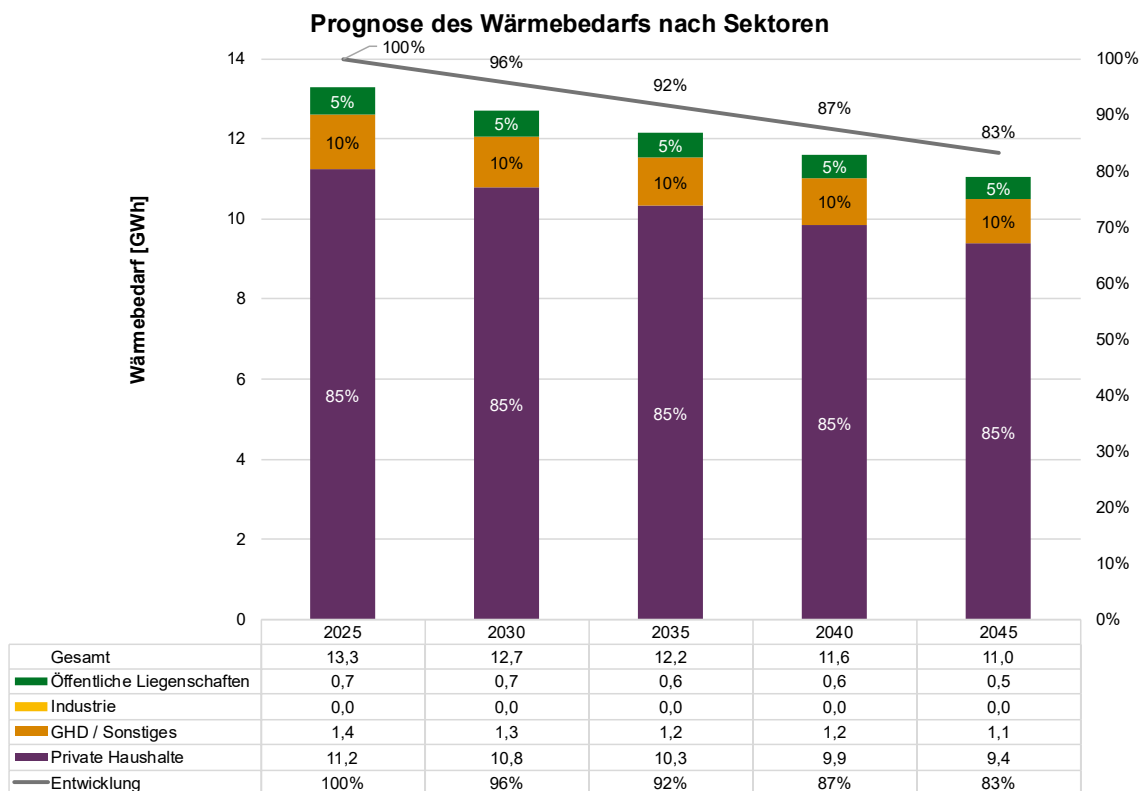


Abbildung 35: Entwicklung Wärmebedarf nach Sektoren

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 36 dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass bis 2045 alle fossilen Energieträger ausgetauscht werden. Es wird angenommen, dass Stromheizungen und Wärmeerzeugungsanlagen basierend auf erneuerbare Energien den Energieträger nicht wechseln. In den Wärmenetzgebieten wird eine Anschlussquote von 60 % an Wärmenetze angenommen. Alle anderen Heizungen, die getauscht werden müssen, werden auf Wärmepumpen bzw. Biomasse aufgeteilt, Hybridlösungen oder Bioheizöl werden nicht berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass der Gesamt-Biomasse-Verbrauch konstant bleibt.

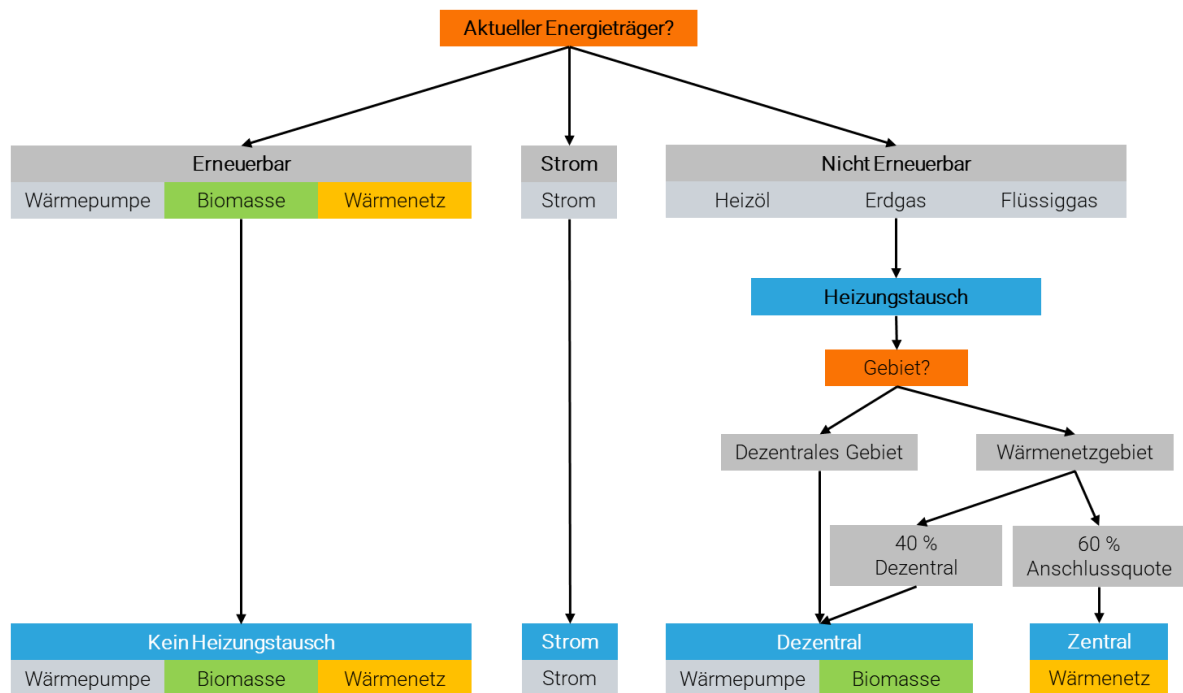


Abbildung 36: Entscheidungsbaum für die Szenarioentwicklung

In Abbildung 37 ist die Entwicklung der Wärmeerzeuger dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Zieljahr 2045 die Hauptheizungsart, die 70 % der Gebäude versorgt, die Wärmepumpe sein wird. Durch Biomasse könnten 24 % der Gebäude versorgt werden, gefolgt von Strom und Wärmenetzen.

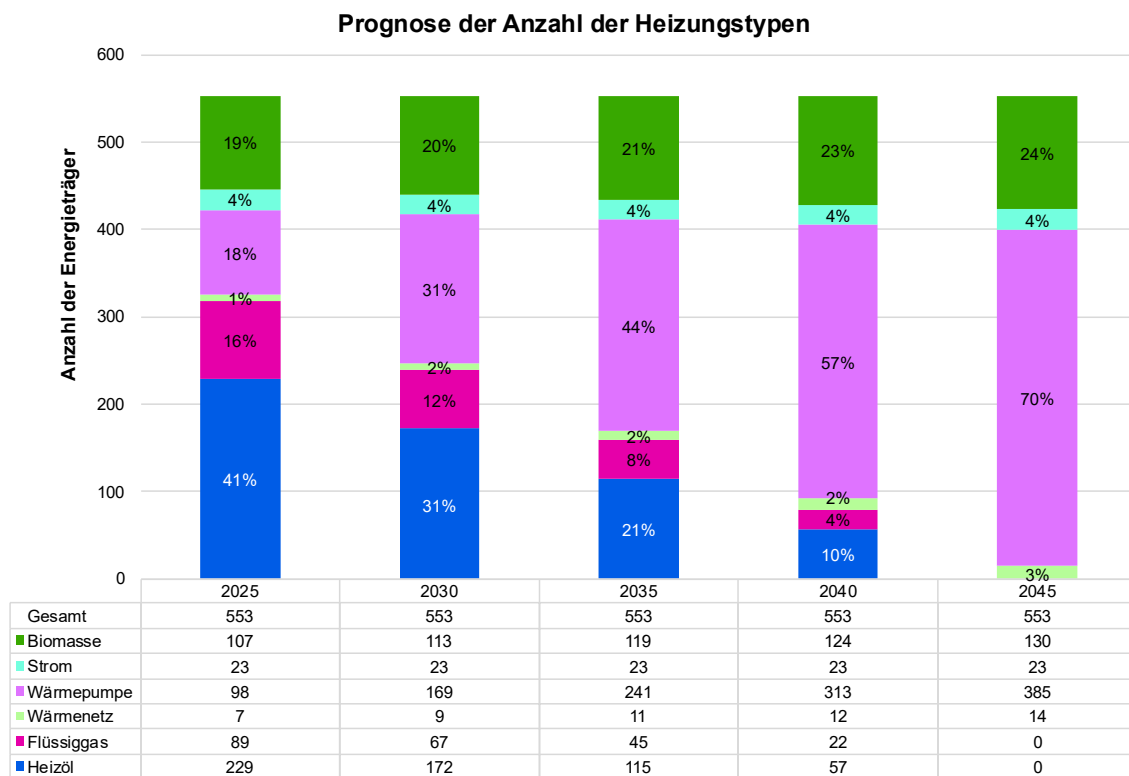


Abbildung 37: Entwicklung Wärmeerzeuger

5.5.3 Entwicklung Wärmebedarf / Endenergieverbrauch

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

In Abbildung 38 ist die Entwicklung des Wärmebedarfs getrennt nach Energieträger dargestellt. Während im Bestand Heizöl mit 38 % dominiert, gefolgt von Biomasse mit 23 %, verschwinden die fossilen Energieträger bis 2045. Der Wärmebedarf kann dann mit 60 % durch Wärmepumpen und mit 27 % durch Biomasse gedeckt werden.

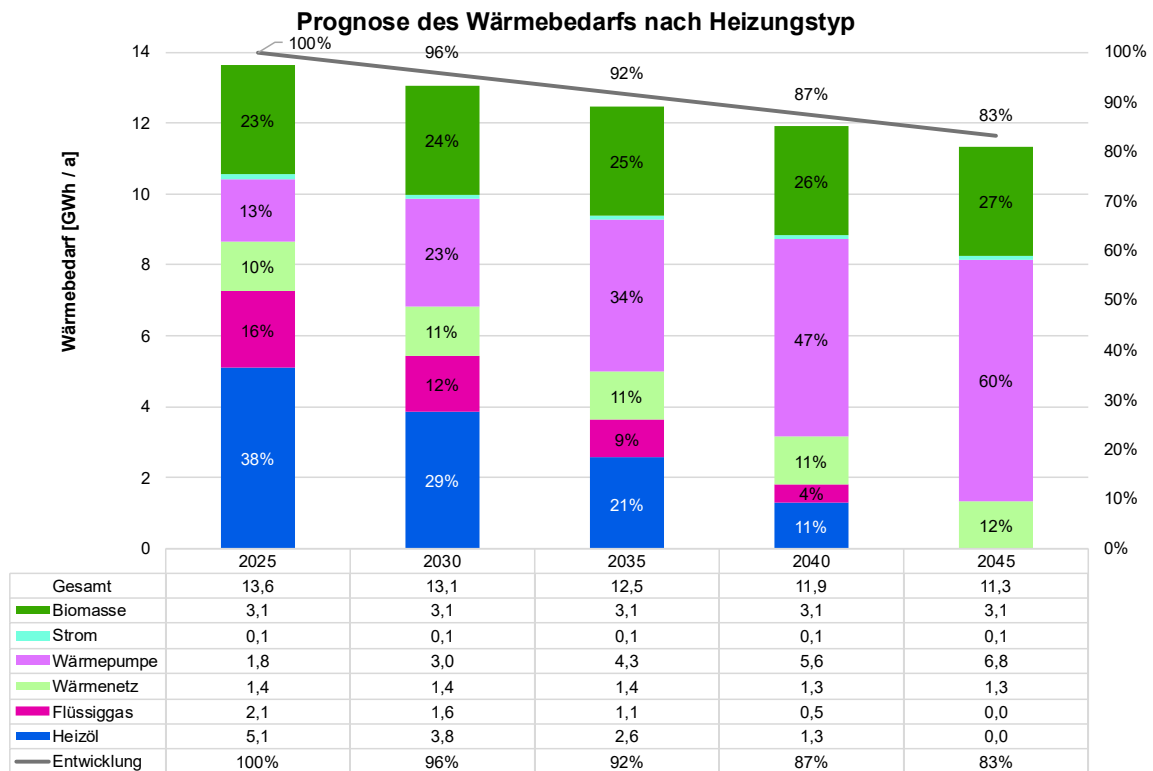


Abbildung 38: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger

Der Endenergieverbrauch sinkt deutlich mehr als der Wärmebedarf (vgl. Abbildung 39). Dies liegt v.a. am Einsatz von Wärmepumpen mit einer angenommenen JAZ von 3,5. Diese benötigen als Endenergiequelle Strom und erzeugen damit etwa das 3,5-fache an Nutzenergie (Wärme). In Summe können 48 % an Endenergie eingespart werden.

Flüssiggas und Heizöl verschwinden komplett. Hauptenergieträger ist mit 49 % Biomasse, gefolgt von Strom für Wärmepumpen 26 % Anteil am Endenergieverbrauch.

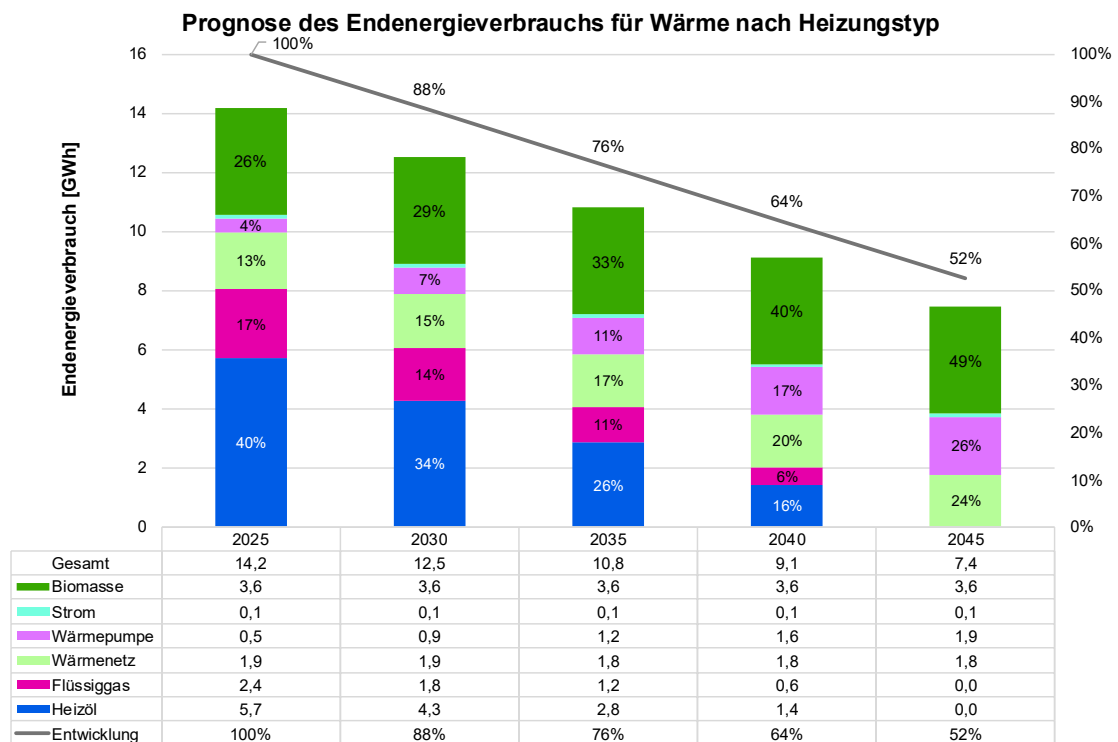


Abbildung 39: Entwicklung Endenergieverbrauch

5.5.4 Entwicklung Treibhausgasemissionen

Unter Verwendung der spezifischen Emissionsfaktoren aus Tabelle 5 ergibt sich mit der Entwicklung des Endenergieverbrauchs die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Abbildung 40.

In Summe können die Emissionen von derzeit 2.946 t/a um 87 % auf 371 t/a im Jahr 2045 reduziert werden. Hauptemissionsträger ist dann Biogas für die Wärmenetze mit 247 t/a, gefolgt von Biomasse mit 72 t/a.

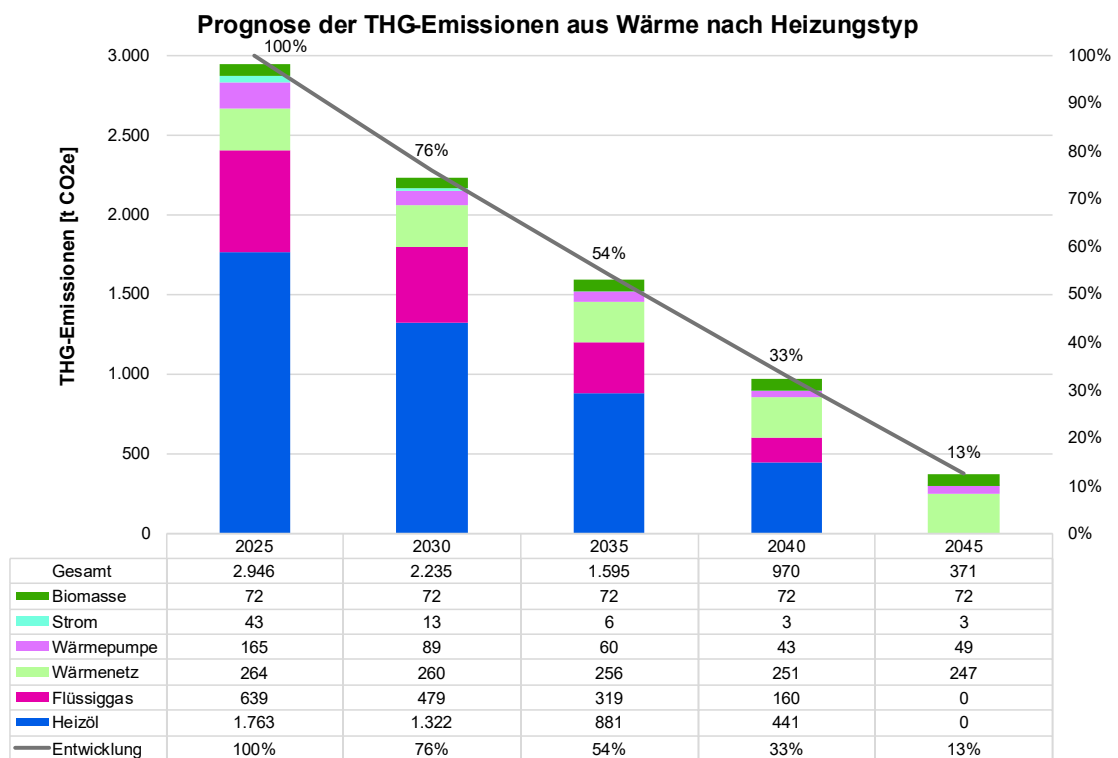


Abbildung 40: Entwicklung Treibhausgasemissionen

5.5.5 Kritische Punkte zur Erreichung des Zielszenarios

Im Nachfolgenden werden die größten Hemmnisse bzw. Schwierigkeiten zur Erreichung der Zielszenarien aufgelistet.

1. Rechtliche Rahmenbedingungen:

- **Gebäudeenergiegesetz (GEG):** Das aktuell rechtskräftige Gebäudeenergiegesetz gibt einen sehr klaren und auch realistisch durchsetzbaren Rahmen in Bezug auf die Klimaneutralität im Gebäude bzw. Heizungsbereich. Das Wärmeplanungsgesetz und das Gebäudeenergiegesetz in ihrer heutigen Fassung sind eng aufeinander abgestimmt. Änderungen aus der Politik bzw. den Ankündigungen/Diskussionen zu Anpassungen führen zu rechtlichen Unsicherheiten bzw. fehlender Planungssicherheit für 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 hier skizzierten Zielszenarien, sondern auch die Klimaziele allgemein 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 gepasst 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 auch aufgrund der anderenfalls notwendigen, unrealistischen Annahmen bei der Szenarienentwicklung.
- **Überwachung und Sanktionen:** Es müssen Mechanismen zur Überwachung der Umsetzung und zur Sanktionierung von Verstößen oder Nichterreichung der Vorgaben aus Wärmeplanungsgesetz, Gebäudeenergiegesetz und Klimaschutzgesetz etabliert werden. Die angekündigten Änderungen und Aufweichungen insbesondere des Gebäudeenergiegesetzes bergen die Gefahr einer deutlich verzögerten bzw. weniger ambitionierten Herangehensweise sowohl auf staatlicher als auch auf privater Seite.

2. Ideologien:

Ideologien können einen kritischen Punkt zur Erreichung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung darstellen, da sie die Art und Weise beeinflussen, wie Entscheidungen getroffen und Maßnahmen umgesetzt werden. 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. Es ist zu hoffen, dass sich die aktuelle Förderkulisse nicht verschlechtert.

4. Technologische Herausforderungen:

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

5. Qualifiziertes Personal:

- **Fachkräftebedarf:** Es besteht ein hoher Bedarf an qualifizierten Fachkräften, die über das notwendige Wissen und die Fähigkeiten verfügen, um die komplexen Aufgaben der Wärmewende zu bewältigen. V.a. die Geschwindigkeit, mit der die notwendigen Maßnahmen umzusetzen sind, erfordert einen erheblichen Personaleinsatz seitens der Handwerksbetriebe 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 ihre Akzeptanz zu fördern.

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

6 Umsetzungsstrategie

6.1 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 41). 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.

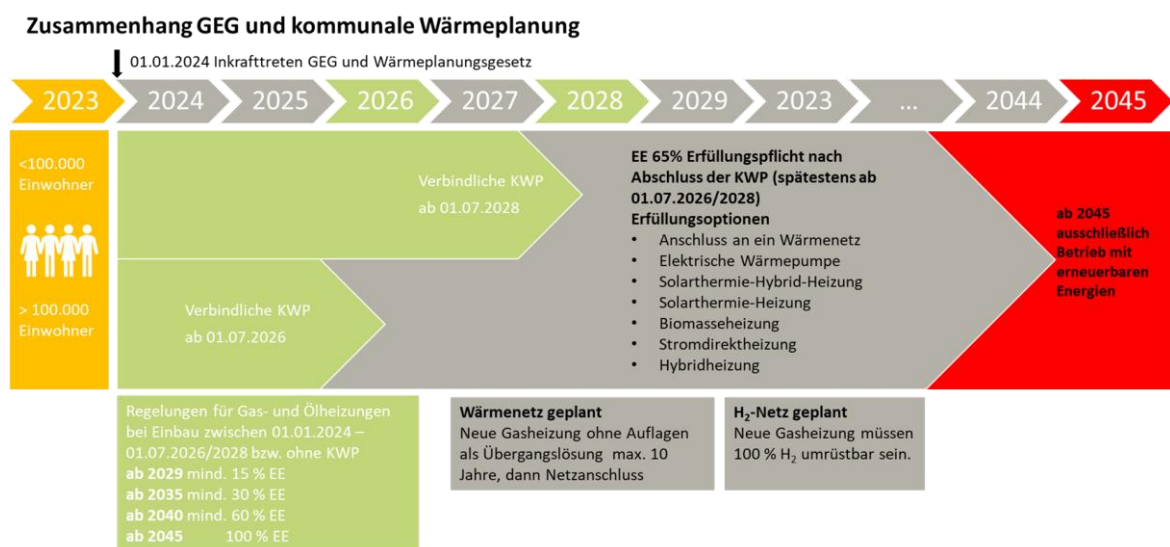


Abbildung 41: Zusammenhang GEG und kommunale Wärmeplanung, Erfüllungspflichten GEG

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 %

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 [4] und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen.

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 [4] bzw. in Anlehnung an VDI 2067 angesetzt.

In Tabelle 16 und Tabelle 17 sind die im Rahmen der Berechnung berücksichtigten aktuellen Förderkonditionen der KfW-Programme 458 [10] und 522 [11] dargestellt.

Tabelle 16: Berücksichtigte Förderungen Wohngebäude [10]

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

*) 30.000€ für die 1. Wohneinheit, jeweils 15.000€ für die 2. – 6. Wohneinheit und jeweils 8.000€ für jede Weitere

Tabelle 17: Berücksichtigte Förderungen Nichtwohngebäude [11]

Förderung KfW 522	Parameter
Förderfähige Kosten*	abhängig von beheizter Nettogrundfläche
Grundförderung	30%
Gesamt:	30%

*) 30.000€ pauschal für bis 150 m², zusätzlich 200€/m² für 150 – 400 m², zusätzlich 120€/m² für 400 – 1.000 m², zusätzlich 80€/m² ab 1.000 m²

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 [4] bzw. VDI 2067. Folgende Annahmen liegen der Berechnung zu Grunde:

Tabelle 18: Energiekosten für dezentrale Wärmeversorgungsarten nach [12], [13], [14], [15], [16], [17]

Energieträger	Preis (netto) [ct/kWh]	Preissteigerung
Strom	20,0	0 %
Flüssiggas (LPG)	8,4	0 %
Biogenes LPG*	11,3	0 %
Heizöl	8,3	0 %
Pellets	6,2	0 %
Wärmenetz (abhängig von Abnahmemenge)	$p(x) = 15,79 \times x^{-0,018}$	0 %
CO ₂ -Preis	50,00 €/t	9,4 %

*LPG mit 60 % Biomethananteil

Betriebsgebundene Kosten

Die Wartungskosten werden in Anlehnung an die Angaben gemäß Technikkatalog kommunale Wärmeplanung [4] bzw. VDI 2067 ermittelt.

6.1.2 Einfamilienhaus

Der Berechnung für ein typisches Einfamilienhaus werden die Rahmenparameter gemäß Tabelle 19 zugrunde gelegt.

Tabelle 19: Zugrundeliegende Rahmenparameter Einfamilienhaus

Parameter	Werte
Gebäudetyp	EFH
Anzahl Parteien	1
Wärmebedarf	19.306 kWh
Heizlast	11 kW

In Tabelle 20 sind die Investitionskosten sowie die Nutzungsdauern der Komponenten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Die Sonden-Wärmepumpe weist die mit Abstand höchsten Investitionskosten auf. Dies ist durch den großen Aufwand für Tiefbau für die Erdsonde(n) begründet. Die Luft-Wärmepumpe sowie die Pellet-Heizung sind deutlich günstiger. Zum Vergleich ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn diese laut GEG nicht mehr eingebaut werden darf.

Tabelle 20: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärmenetz	Biogenes LPG*
Heizung [€]	22.581	3.911	4.104	19.129	12.525	14.921	15.511	6.191	4.104
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	25	20
Geringinv. Maßnahmen* [€]	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Heizflächentausch [€]				4.512	4.512	4.512	4.512		
Nutzungsdauer [a]				30	30	30	30		
Erschließungskosten Wärmequelle [€]					16.109	22.693	15.414		
Nutzungsdauer [a]					40	40	40		
Hausanschluss Wärmenetz [€]								8.040	
Nutzungsdauer [a]								40	
Schornsteinertüchtigung [€]	2.087	1.074	1.074						1.074
Nutzungsdauer [a]	50	50	50						50
Tank [€]		2.434	2.434						2.434
Nutzungsdauer [a]		30	30						30
Pelletlager [€]	3.348								
Nutzungsdauer [a]	20								
Pufferspeicher [€]	6.847	6.847	6.847	6.847	6.847	6.847	6.847	6.847	6.847
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Summe vor Förderung [€]	36.801	16.205	16.398	32.427	41.932	50.912	44.222	23.017	16.398
Bundesförderung KfW458 [€]	-15.000			-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-11.508	
Summe nach Förderung [€]	21.801	16.205	16.398	17.427	26.932	35.912	29.222	11.508	16.398

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

In Tabelle 21 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Luft und Grundwasser-Wärmepumpe aufgrund der geringen bedarfsgebundenen Kosten die mit Abstand geringsten Annuitäten aufweisen. Die höchsten Annuitäten hat der Pelletofen.

Tabelle 21: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärmenetz	Biogenes LPG*
Kapitalgebundene Kosten									
Annuität (Investition) [€]	2.193	1.619	1.638	1.742	2.534	3.377	2.775	1.057	1.638
Wirkungsgrad	0,90	0,93	0,99	3,75	5,35	4,60	4,60	0,95	0,99
Bedarfsgebundene Kosten									
Energieaufwand kWh/a	21.451	20.759	19.501	5.148	3.609	4.197	4.197	20.322	19.501
Energiekosten [€]	1.330	1.729	1.630	1.030	722	839	839	2.641	2.207
CO ₂ -Kosten [€]	21	322	263	84	59	69	69	61	181
Annuität (Energie) [€]	1.330	1.729	1.630	1.030	722	839	839	2.641	2.207
Annuität (CO ₂) [€]	46	686	561	57	40	46	46	130	386
Betriebsgebundene Kosten									
Jährliche Fixkosten Wartung und Betrieb [€]	1.355	137	123	478	313	373	388	186	123
Annuität [€]	1.355	137	123	478	313	373	388	186	123
Summe Annuitäten [€]	4.924	4.170	3.953	3.307	3.609	4.636	4.049	4.014	4.354
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	25,51	21,60	20,47	17,13	18,69	24,01	20,97	20,79	22,55

In Abbildung 42 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt.

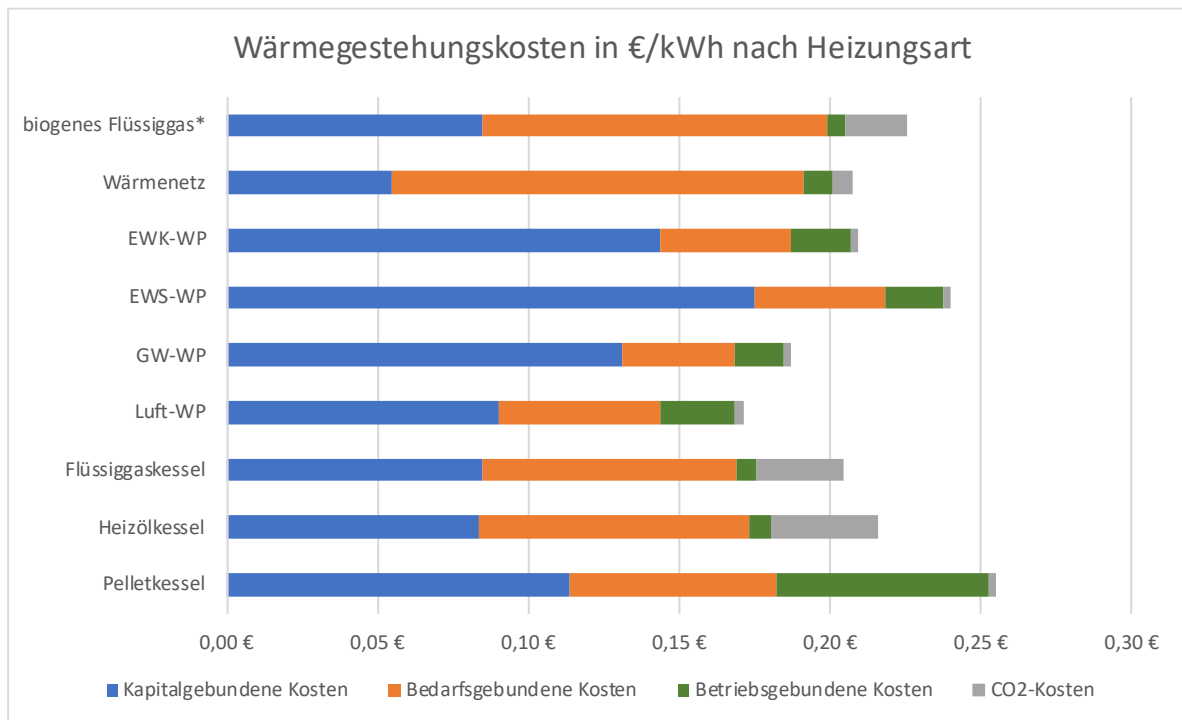


Abbildung 42: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Einfamilienhaus

6.1.3 Mehrfamilienhaus

Der Berechnung für ein typisches Mehrfamilienhaus werden die Rahmenparameter gemäß Tabelle 22 zugrunde gelegt.

Tabelle 22: Zugrundeliegende Rahmenparameter Mehrfamilienhaus

Parameter	Werte
Gebäudetyp	MFH
Anzahl Parteien	3
Wärmebedarf	26.767 kWh
Heizlast	15 kW

In Tabelle 23 sind die Investitionskosten sowie die Nutzungsdauern der Komponenten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Die Sonden-Wärmepumpe weist die mit Abstand höchsten Investitionskosten auf. Dies ist durch den großen Aufwand für Tiefbau für die Erdsonde(n) begründet. Die Luft-Wärmepumpe sowie die Pellet-Heizung sind deutlich günstiger. Zum Vergleich ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn diese laut GEG nicht mehr eingebaut werden darf.

Tabelle 23: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärmenetz	Biogenes LPG*
Heizung [€]	25.729	4.883	4.799	24.594	15.317	18.425	19.660	7.182	4.799
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	25	20
Geringinv. Maßnahmen* [€]	2.396	2.396	2.396	2.396	2.396	2.396	2.396	2.396	2.396
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Heizflächentausch [€]				5.589	5.589	5.589	5.589		
Nutzungsdauer [a]				30	30	30	30		
Erschließungskosten Wärmequelle [€]					21.067	30.000	20.497		
Nutzungsdauer [a]					40	40	40		
Hausanschluss Wärmenetz [€]								8.040	
Nutzungsdauer [a]								40	
Schornsteinertüchtigung [€]	2.268	1.075	1.075						1.075
Nutzungsdauer [a]	50	50	50						50
Tank [€]		2.734	2.734						2.734
Nutzungsdauer [a]		30	30						30
Pelletlager [€]	3.824								
Nutzungsdauer [a]	20								
Pufferspeicher [€]	7.836	7.836	7.836	7.836	7.836	7.836	7.836	7.836	7.836
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Summe vor Förderung [€]	42.052	18.923	18.839	40.415	52.203	64.246	55.978	25.454	18.839
Bundesförderung KfW458 [€]	-21.026			-20.207	-26.102	-30.000	-27.989	-12.727	
Summe nach Förderung [€]	21.026	18.923	18.839	20.207	26.102	34.246	27.989	12.727	18.839

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

In Tabelle 24 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Wärmepumpen aufgrund der geringen bedarfsgebundenen Kosten die mit Abstand geringsten Annuitäten aufweisen. Die höchsten Annuitäten hat das biogene Flüssiggas.

Tabelle 24: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärmenetz	Biogenes LPG*
Kapitalgebundene Kosten									
Annuität (Investition) [€]	2.112	1.893	1.885	2.017	2.388	3.120	2.586	1.177	1.885
Wirkungsgrad	0,90	0,93	0,99	3,75	5,35	4,60	4,60	0,95	0,99
Bedarfsgebundene Kosten									
Energieaufwand kWh/a	29.741	28.782	27.037	7.138	5.003	5.819	5.819	28.176	27.037
Energiekosten [€]	1.844	2.397	2.260	1.428	1.001	1.164	1.164	3.635	3.060
CO ₂ -Kosten [€]	30	446	365	117	82	95	95	85	251
Annuität (Energie) [€]	1.844	2.397	2.260	1.428	1.001	1.164	1.164	3.635	3.060
Annuität (CO ₂) [€]	63	951	778	79	55	64	64	180	535
Betriebsgebundene Kosten									
Jährliche Fixkosten Wartung und Betrieb [€]	1.544	171	144	615	383	461	491	215	144
Annuität [€]	1.544	171	144	615	383	461	491	215	144
Summe Annuitäten [€]	5.563	5.412	5.067	4.139	3.826	4.808	4.306	5.208	5.624
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	20,78	20,22	18,93	15,46	14,30	17,96	16,09	19,46	21,01

In Abbildung 43 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt.

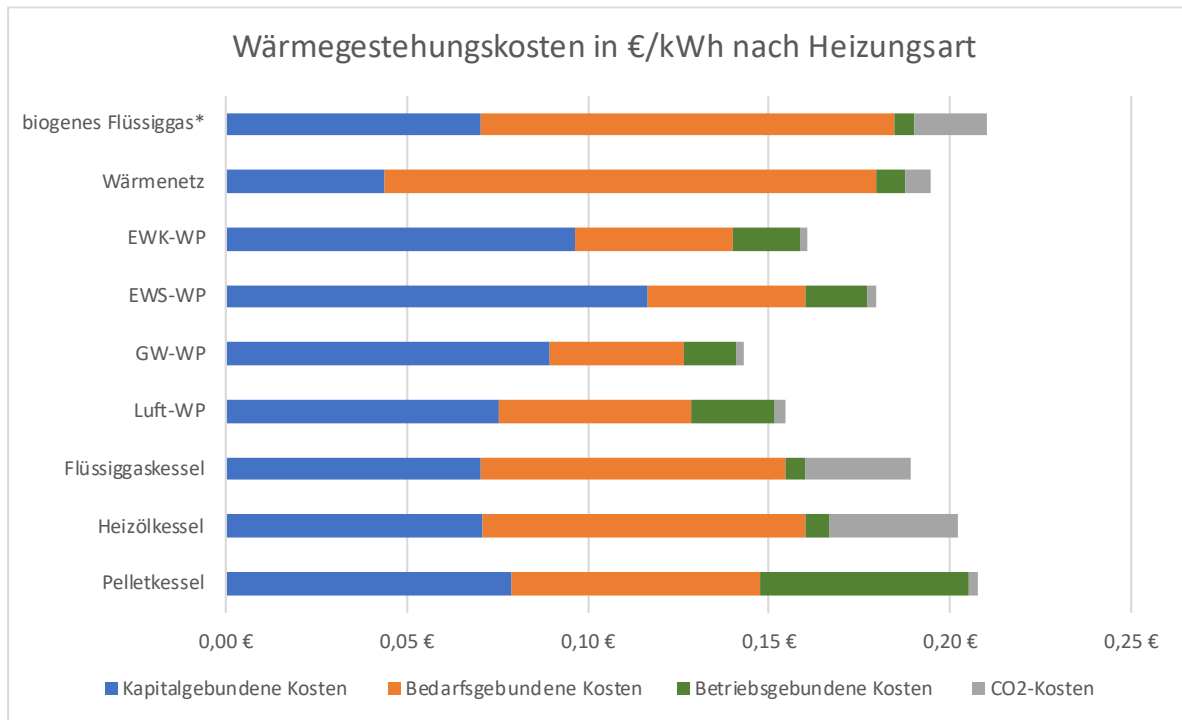


Abbildung 43: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten Mehrfamilienhaus

6.1.4 Gewerbe, Dienstleistung und Handel

Der Berechnung für ein typisches Gebäude für GHD werden die Rahmenparameter gemäß Tabelle 25 zugrunde gelegt.

Tabelle 25: Zugrundeliegende Rahmenparameter GHD-Gebäude

Parameter	Werte
Gebäudetyp	GHD
Beheizte Nettogrundfläche	732 m ²
Wärmebedarf	100.231 kWh
Heizlast	56 kW

In Tabelle 26 sind die Investitionskosten sowie die Nutzungsdauern der Komponenten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt. Die Sonden-Wärmepumpe weist die mit Abstand höchsten Investitionskosten auf. Dies ist durch den großen Aufwand für Tiefbau für die Erdsonde(n) begründet. Die Luft-Wärmepumpe sowie die Pellet-Heizung sind deutlich günstiger. Zum Vergleich ist auch eine Heizölheizung dargestellt, auch wenn diese laut GEG nicht mehr eingebaut werden darf.

Tabelle 26: Investitionskosten und Nutzungsdauern Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärme- netz	Biogenes LPG*
Heizung [€]	44.357	11.226	8.664	69.323	32.665	40.722	49.908	13.494	8.664
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	25	20
Geringinv. Maßnahmen* [€]	5.883	5.883	5.883	5.883	5.883	5.883	5.883	5.883	5.883
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Heizflächentausch [€]				13.870	13.870	13.870	13.870		
Nutzungsdauer [a]				30	30	30	30		
Erschließungskosten Wärmequelle [€]					65.835	98.178	68.779		
Nutzungsdauer [a]					40	40	40		
Hausanschluss Wärmenetz [€]								8.400	
Nutzungsdauer [a]								40	
Schornsteinertüchtigung [€]	3.228	1.076	1.076						1.076
Nutzungsdauer [a]	50	50	50						50
Tank [€]		4.481	4.481						4.481
Nutzungsdauer [a]		30	30						30
Pelletlager [€]	6.729								
Nutzungsdauer [a]	20								
Pufferspeicher [€]	13.897	13.897	13.897	13.897	13.897	13.897	13.897	13.897	13.897
Nutzungsdauer [a]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Summe vor Förderung [€]	74.095	36.563	34.002	102.974	132.150	172.551	152.338	41.674	34.002
Bundesförderung KfW522 [€]	-22.228			-30.892	-39.552	-39.552	-39.552	-12.502	
Summe nach Förderung [€]	51.866	36.563	34.002	72.082	92.598	132.999	112.786	29.172	34.002

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

In Tabelle 27 sind die laufenden Kosten bzw. Annuitäten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Wärmepumpen aufgrund der geringen bedarfsgebundenen Kosten die mit Abstand geringsten Annuitäten aufweisen. Die höchsten Annuitäten hat die Erdwärmesonden-WP.

Tabelle 27: Laufende Kosten Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude

	Pellets	Heizöl	LPG	Luft-WP	GW-WP	EWS-WP	EWK-WP	Wärmenetz	Biogenes LPG*
Kapitalgebundene Kosten									
Annuität (Investition) [€]	5.240	3.677	3.416	7.241	8.611	12.372	10.635	2.820	3.416
Wirkungsgrad	0,90	0,93	0,99	3,75	5,35	4,60	4,60	0,95	0,99
Bedarfsgebundene Kosten									
Energieaufwand kWh/a	111.368	107.775	101.243	26.728	18.735	21.789	21.789	105.506	101.243
Energiekosten [€]	6.907	8.975	8.461	5.346	3.747	4.358	4.358	13.224	11.459
CO ₂ -Kosten [€]	111	1671	1367	438	307	357	357	317	939
Annuität (Energie) [€]	6.907	8.975	8.461	5.346	3.747	4.358	4.358	13.224	11.459
Annuität (CO ₂) [€]	237	3562	2914	295	207	240	240	675	2002
Betriebsgebundene Kosten									
Jährliche Fixkosten Wartung und Betrieb [€]	2.661	393	260	1.733	817	1.018	1.248	405	472
Annuität [€]	2.661	393	260	1.733	817	1.018	1.248	405	472
Summe Annuitäten [€]	15.046	16.607	15.052	14.614	13.381	17.989	16.481	17.124	17.350
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	15,01	16,57	15,02	14,58	13,35	17,95	16,44	17,08	17,31

In Abbildung 44 sind die Wärmegestehungskosten der untersuchten Wärmeversorgungsarten dargestellt.

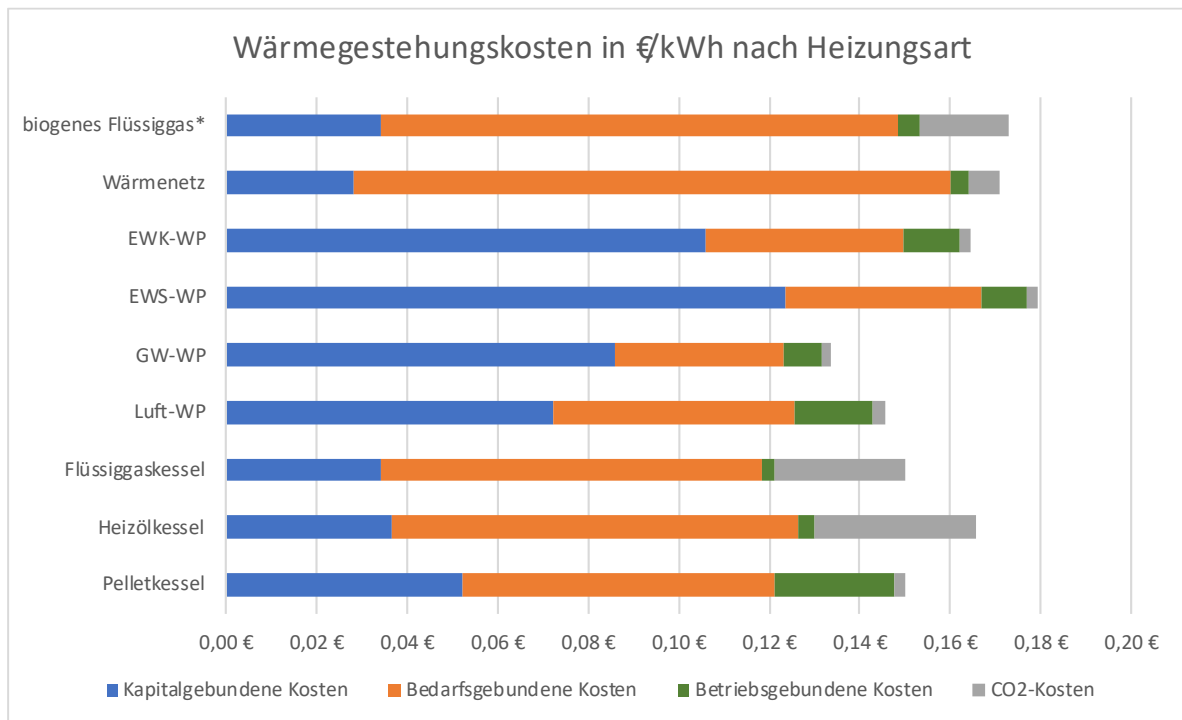


Abbildung 44: Wärmegestehungskosten Wärmeversorgungsarten GHD-Gebäude

7 Anlagen

7.1 Quellenverzeichnis

- [1] „Statistik kommunal für Bayern“. Zugriffen: 8. November 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.statistik.bayern.de/produkte/statistik_kommunal/index.html
- [2] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Kehrbuchdaten 2023“.
- [3] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch, und S. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Version_1.1_August24.xlsx
- [4] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „KWW-Technikkatalog Wärmeplanung“. Dezember 2025.
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, C. Voigtländer, M. Ebert, und P. Krause, „Energiedaten.Bayern - Schätzbilanz“, Aug. 2025.
- [6] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch, und S. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Version_1.1_August24.xlsx
- [7] „Solaroffensive Unterallgäu“, Landratsamt Unterallgäu. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.landratsamt-unterallgaeu.de/buergerservice/natur-und-umwelt/klima/klimaschutz/solaroffensive>
- [8] „Energie-Atlas Bayern – der Kartenviewer des Freistaats Bayern zur Energiewende“. Zugriffen: 5. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/>
- [9] S. Ortnr 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>
- [10] „Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude (458) | KfW“. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Förderprodukte/Heizungsförderung-für-Privatpersonen-Wohngebäude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerprodukte/Heizungsforderung-fur-Privatpersonen-Wohngebäude-(458)/)
- [11] „Heizungsförderung für Unternehmen – Nichtwohngebäude (522) | KfW“. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/Förderprodukte/Heizungsförderung-für-Unternehmen--Nichtwohngebäude-\(522\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/Foerprodukte/Heizungsforderung-fur-Unternehmen--Nichtwohngebäude-(522)/)
- [12] „Statistischer Bericht - Daten zur Energiepreisentwicklung“, Statistisches Bundesamt. Zugriffen: 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. Zugriffen: 2. Dezember 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick-erneuerbare-energien/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>
- [14] 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>
- [15] „waermepreise.info“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.waermepreise.info/wp-content/uploads/2026/04/Tabelle_Transparenzplattform_Stichtag-1-03-2026.csv
- [16] „energieverbraucher.de | Preisinformationen zu Flüssiggas“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieverbraucher.de/de/preisabfrage__1101/#suedost
- [17] „Bio Flüssiggas (LPG): Einsatz, Vorteile und Kauf“, Flüssiggas1.de. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.fluessiggas1.de/bio-lpg-fluessiggas-aus-erneuerbaren-quellen/>