



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Grabenstätt

ABSCHLUSSBERICHT

Erstellt von: ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co.KG

Traunsteiner Straße 11
83093 Bad Endorf

Version: 1.0

Erstellt: 24.02.2026

energie. concept. bayern.



Inhalt

1.	AUFTRAGSRAHMEN	6
1.1	INHALT UND AUFBAU	6
2.	BESTANDSANALYSE	8
2.1	RÄUMLICHE DARSTELLUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES.....	8
2.2	ENERGIEINFRASTRUKTUR	11
2.2.1	<i>Stromversorgung</i>	11
2.2.2	<i>Biomasseanlagen</i>	13
2.2.3	<i>Biogasanlagen</i>	13
2.2.4	<i>Wasserkraftanlagen</i>	13
2.2.5	<i>Tiefengeothermie</i>	15
2.2.6	<i>BHKW-Anlagen</i>	16
2.2.7	<i>PV-Anlagen dezentral</i>	16
2.2.8	<i>Solarthermie</i>	18
2.2.9	<i>Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie & Luft</i>	19
2.2.10	<i>Gasnetze</i>	20
2.2.11	<i>Wärmenetze</i>	21
2.3	WÄRMEKATASTER	23
2.4	ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ.....	25
3.	POTENZIALANALYSE ENERGIEEINSPARUNG	28
3.1	PRIVATE HAUSHALTE	29
3.2	WIRTSCHAFT	30
3.3	ÖFFENTLICHE GEBÄUDE.....	31
3.4	GESAMTÜBERSICHT DES SANIERUNGSPOTENZIALS.....	32
4.	POTENZIALANALYSE ERNEUERBARER ENERGIEN UND ABWÄRME	35
4.1	ABWÄRME	35
4.2	SOLARENERGIE	35
4.3	UMWELTWÄRME	41
4.3.1	<i>Oberflächennahe Geothermie</i>	41
4.3.1.1	<i>Erdwärmesonden</i>	43
4.3.1.2	<i>Erdwärmekollektoren</i>	46
4.3.1.3	<i>Grundwasserwärmepumpen</i>	49
4.3.2	<i>Flusswasser</i>	52
4.3.3	<i>Seewasser</i>	53
4.3.4	<i>Luft</i>	54
4.3.5	<i>Abwasser</i>	56
4.4	TIEFE GEOTHERMIE	56

4.4.1	Hydrothermale Geothermie	56
4.4.2	Tiefe Erdwärmesonden.....	61
4.5	BIOMASSE/BIOGAS.....	63
4.6	BIOGENES FLÜSSIGGAS.....	65
4.7	THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN.....	66
4.8	KWK-ANLAGEN.....	66
4.9	WASSERSTOFF	67
4.10	(GROß)WÄRMESPEICHER	68
4.10.1	Pufferspeicher	68
4.10.2	Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher	68
4.10.2.1	Behälter.....	68
4.10.2.2	Erdbecken	69
4.10.2.3	Erdsonden	70
4.10.2.4	Aquifer	70
4.10.2.5	Thermochemische Wärme- und Kältespeicher	71
4.10.2.6	Latentwärmespeicher	72
4.10.2.7	Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)	72
4.10.3	Potenzialflächen Wärmespeicher.....	72
5.	 ZIELSZENARIEN UND ENTWICKLUNGSPFADE	74
5.1	WÄRMELINIENDICHTEN	76
5.2	POTENZIELLE WÄRMENETZGEBIETE.....	77
5.3	ENTWICKLUNG DER DEZENTRALEN VERSORGUNG.....	81
5.4	ENTWICKLUNG DER VERSORGUNGSSTRUKTUR UND DES ENERGIETRÄGERMIXES	81
5.5	ALTERNATIVE SZENARIEN	85
5.5.1	Varianten auf Grundlage von Biomasse und Wärmepumpentechnologie	85
5.5.2	Variante auf Grundlage von Tiefengeothermie.....	87
6.	 MAßNAHMENKATALOG & WÄRMEWENDESTRATEGIE	89
6.1	EFFIZIENZ-MAßNAHMEN	91
6.1.1	Maßnahme 1 (Gebäudesanierung)	91
6.1.2	Maßnahme 2 (Effiziente Technologien)	92
6.2	INFORMATIONS- UND BERATUNGSMAßNAHMEN	93
6.2.1	Maßnahme 3 (Beratung).....	93
6.2.2	Maßnahme 4 (Stakeholder Management).....	94
6.2.3	Maßnahme 5 (Erfahrungsaustausch).....	95
6.2.4	Maßnahme 6 (Interessenabfrage)	96
6.3	PLANERISCHE MAßNAHMEN.....	97
6.3.1	Maßnahme 7 (Bauleitplanung)	97
6.3.2	Maßnahme 8 (Quartierskonzepte).....	98
6.3.3	Maßnahme 9 (PV-Freifläche)	99

6.3.4	Maßnahme 10 (Fortschreibung).....	101
6.4	ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN.....	102
6.4.1	Maßnahme 11 (Energiemanagement).....	102
6.4.2	Maßnahme 12 (Betreibergesellschaft).....	103
6.5	TECHNISCHE UND INFRASTRUKTURELLE MAßNAHMEN	104
6.5.1	Maßnahme 13 (Tiefengeothermie)	104
6.5.2	Maßnahme 14 (dezentrale Versorgung)	105
6.5.3	Maßnahme 15 (Fokusgebiete)	106
6.5.4	Maßnahme 16 (Speicher)	107
6.5.5	Maßnahme 17 (Synchronisierung der Stromverteilnetze).....	108
7.	ANLAGEN	109

Abkürzungsverzeichnis

BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2-E}	CO ₂ -Äquivalent
COP	Coefficient of Performance
ecb	energie.concept.bayern GmbH & Co. KG
DE	Deutschland
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EE	Erneuerbare Energien
EUR	Euro
FFPV	PV-Freiflächenanlagen
FFST	ST-Freiflächenanlagen
GOK	Geländeoberkante
GWh	Gigawattstunden
g	Gramm
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme Kopplung
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
PV	Photovoltaikanlage
t	Tonnen
T	Temperatur
THG	Treibhausgase
WP	Wärmepumpe

1. Auftragsrahmen

Die Energiewende hat sich in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Diskussionsgegenstand in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft entwickelt. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Ressourcen und zur Eingrenzung des prognostizierten Klimawandels muss die Umstellung auf klimaschonende, regenerative Energieträger sowie die Energieeinsparung und Steigerung der Effizienz vorangetrieben werden. Diese Herausforderung liegt nicht zuletzt bei den Bürger:innen, Gemeinden, Städten und Landkreisen.

Die Gemeinde Grabenstätt im Landkreis Traunstein hat sich dieser Thematik angenommen und am 01.11.2024 die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Auftrag gegeben. Die Erstellung der KWP wird über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) gefördert und von der Firma ecb – energie.concept.bayern. GmbH & Co. KG aus Bad Endorf umgesetzt. Die Gemeinde Grabenstätt hat sich dabei zum Ziel gesetzt, die Wärmewende auf kommunaler Ebene umzusetzen. Der hierbei bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingeschlagene Weg soll nun fortgesetzt werden.

Die kommunale Wärmeplanung soll dabei als mittel- bis langfristiger Leitfaden dienen und helfen, den Anforderungen der sich wandelnden Energieinfrastruktur gerecht zu werden. Zu diesen zentralen Herausforderungen zählen Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien.

1.1 Inhalt und Aufbau

Im ersten Teil der Ausarbeitung wird kurz auf die geografischen Gegebenheiten der Gemeinde eingegangen. Es folgt eine umfassende Datenerhebung und Analyse des thermischen Energieverbrauchs. Der Wärmebedarf wird in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Objekte und Wirtschaft unterteilt und außerdem die jeweiligen Energieverbräuche den entsprechenden Primärenergieträgern zugeordnet.

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Analyse der lokalen Energieeffizienz-, Einspar- und Erzeugungspotenziale. Im Bereich der erneuerbaren Energien wird dabei neben Sonnenenergie auch auf die Potenziale von Biomasse, (oberflächennaher) Geothermie, Umwelt- und Abwärme sowie Kraft-Wärme-Kopplung eingegangen.

Die Informationen aus der Bestands- und Potenzialanalyse werden verwendet, um zu untersuchen, ob der Auf- bzw. Ausbau von Wärmenetzen technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Für den Auftraggeber werden Zielszenarien angefertigt, die die Entwicklung der kommenden Jahre so realistisch wie möglich darstellen. Darauf folgend werden in einem umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalog konkrete Handlungsempfehlungen erläutert. In diesem Maßnahmenkatalog werden u. a. zeitliche Rahmenbedingungen, Fördermöglichkeiten sowie die erforderlichen Handlungsschritte erläutert.

Mit dem erarbeiteten Konzept ist es der Gemeinde Grabenstätt möglich, eine nachhaltige Versorgungsstruktur zu entwickeln, um den bereits erfolgreich eingeschlagenen Weg der kommunalen Energiewende voranzutreiben.

Ergänzt wird das Konzept durch umfangreiches Kartenmaterial im Anhang, welches der Kommune in Form von Geodaten zur Verfügung gestellt wird.

2. Bestandsanalyse

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung des aktuellen Stands der Wärmeversorgung der Gemeinde Grabenstätt. Der bestehende Wärmeverbrauch und die Anlagen zur Energieerzeugung werden dargestellt.

2.1 Räumliche Darstellung des Untersuchungsgebietes

Die Gemeinde Grabenstätt ist Teil des Landkreises Traunstein und befindet sich östlich der Mündung der Tiroler Achen am Ufer des Chiemsees. Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von ca. 37,8 km² sowie eine Einwohneranzahl von 4.436¹ (Stand 28.06.2024) auf. Die Nutzungsart der Bodenfläche ist verteilt auf Siedlungs- und Verkehrsfläche (10,3 %), Land- und Forstwirtschaft (81,4 %) sowie Gewässer (1,0 %)².

¹ [Grabenstätt: Bevölkerungsentwicklung](#)

² Statistik Kommunal 2023, Fürth 2024

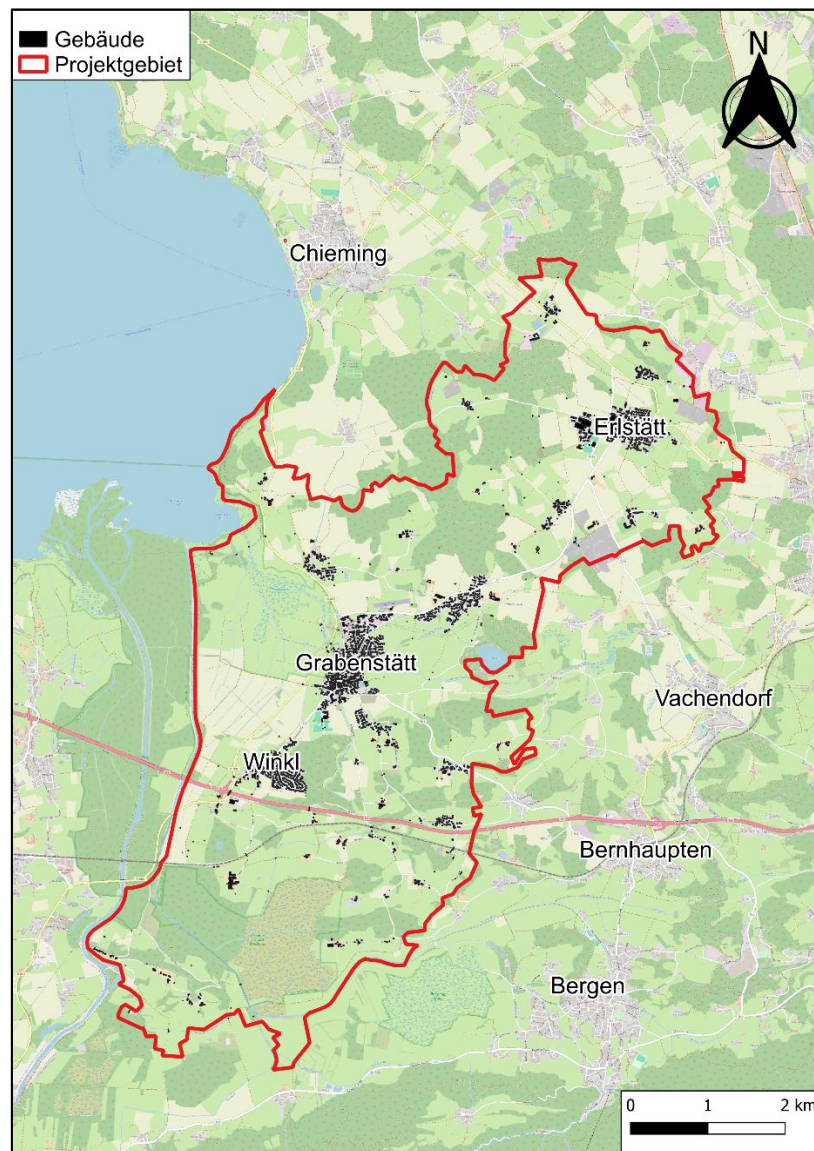


Abbildung 1: Geographische Lage der Gemeinde Grabenstätt

Quelle: Open Street Maps

Im direkten Zusammenhang mit der Bevölkerungszahl steht der Gebäudebestand (vgl. Tabelle 1), der den Wärmebedarf und dessen räumliche Verteilung wesentlich beeinflusst. Die Anzahl der Haushalte ergibt sich dabei über die Anzahl der Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Tabelle 1: Bestand an Wohngebäude und Haushalt (Stand: 2024). Datenquelle: Statistik Kommunal 2025

Wohngebäude	Haushalte	Einwohner/Haushalt
1.247	2.145	2,1

Nichtwohngebäude definieren Gebäude, die überwiegend für Nichtwohnzwecke, wie Bürogebäude, Verwaltungsgebäude, Hotels etc., bestimmt sind³. Hier sind 95 Wohnungen gelistet. Die Wohnfläche der Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden beträgt gemäß Statistik kommunal zum Ende des Jahres 2024 252.190 m², was eine durchschnittliche Wohnfläche von 118 m² je Wohnung bedeutet.

In Abbildung 2 ist die Verteilung der Baualtersklassen der Wohngebäude Grabenstätts abgebildet. Es ist zu sehen, dass der Großteil der 1289 Gebäude zwischen 1970 und 1999 erbaut wurde. Ältere Gebäude haben ein höheres Sanierungspotenzial, hierauf wird im entsprechenden Kapitel genauer eingegangen.

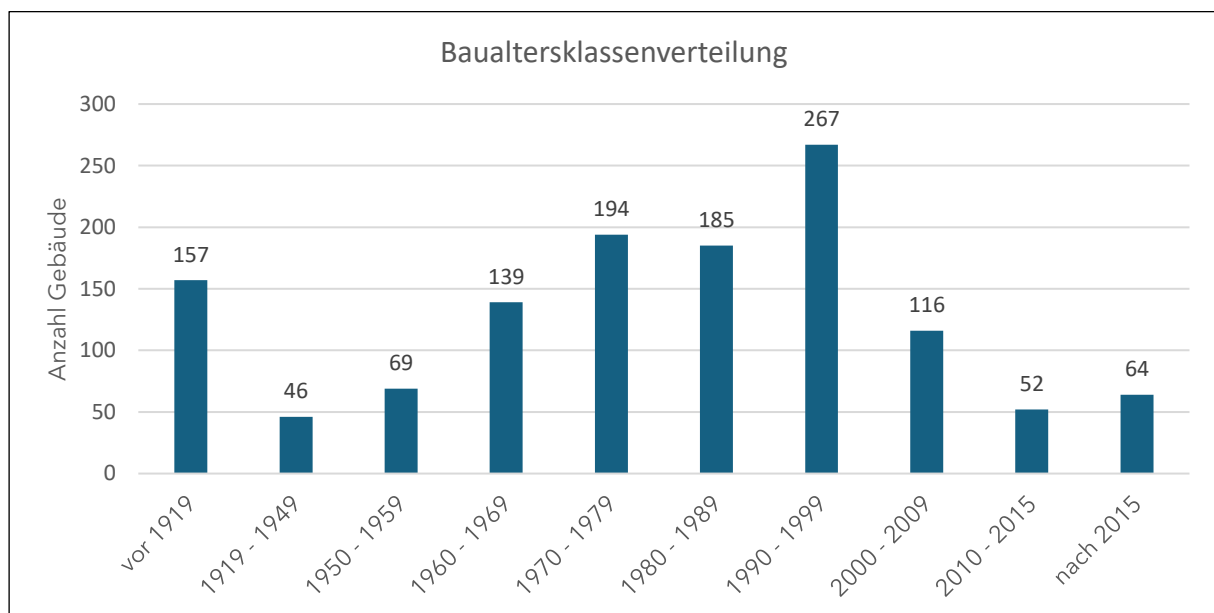


Abbildung 2: Baualtersklassenverteilung Grabenstätt nach Zensus 2022

³ Nichtwohngebäude - Statistisches Bundesamt (destatis.de)

2.2 Energieinfrastruktur

2.2.1 Stromversorgung

Die Gemeinde Grabenstätt wird hauptsächlich vom Netzbetreiber Bayernwerk AG versorgt. Die Umgebung von Erlstätt ist bei der „Elektrizitätsgenossenschaft Wolkersdorf und Umgebung eG“ am Netz angeschlossen.

Der Steckbrief des Energie-Atlas Bayern liefert einen sehr guten Überblick über den Stand der erneuerbaren Energieversorgung im Gemeindegebiet. Für die Gemeinde Grabenstätt wurde dabei ein Stromverbrauch von 15.878 MWh/a berechnet.

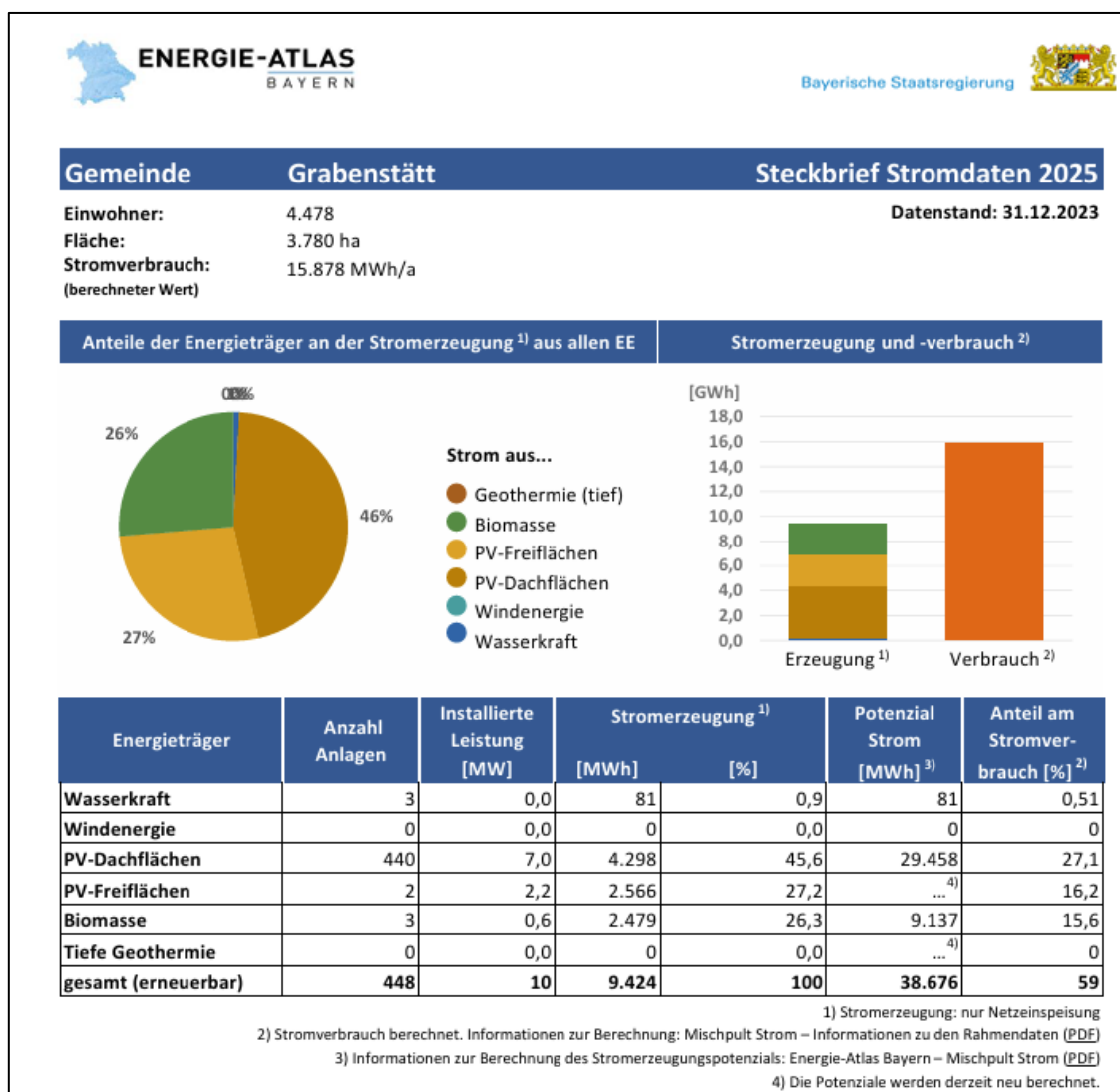


Abbildung 3: Steckbrief der Stromdaten für die Gemeinde Grabenstätt
 Quelle: Energie-Atlas Bayern

Die Stromerzeugung in der Gemeinde Grabenstätt wird überwiegend durch Photovoltaikanlagen getragen, ergänzt durch einen bemerkenswerten Beitrag aus Biomasseanlagen. Insgesamt können dadurch rund 59 % des örtlichen Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

Die Entwicklung der Stromerzeugung aus EE stellt über das vergangene Jahrzehnt wie folgt dar:

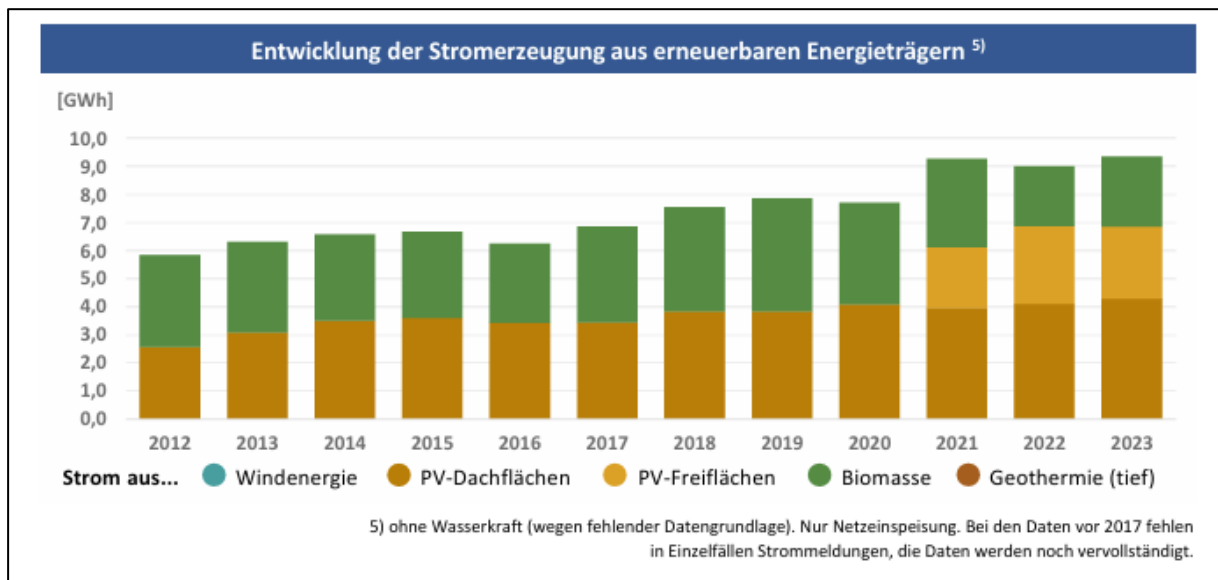


Abbildung 4: Energieerzeugung aus EE seit 2012
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Aus Abbildung 4 geht ein positiver Trend der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern hervor. Insbesondere der Zuwachs durch die seit 2021 in Betrieb genommenen PV-Freiflächenanlagen hat zu einem Sprung diesbezüglich geführt.

2.2.2 Biomasseanlagen

Laut Marktstammdatenregister existieren in Grabenstätt fünf Erzeuger auf Basis von Biomasse mit einer Nettonennleistung von 615 kW. Hiervon werden drei mit Biogas betrieben. Dezentrale Biomasseanlagen werden hier nicht aufgelistet. Detailliertere Informationen können dem Kapitel 2.2.11 Wärmenetze entnommen werden.

2.2.3 Biogasanlagen

Gemäß Marktstammdatenregister sind in der Gemeinde keine gaserzeugenden Anlagen registriert.

2.2.4 Wasserkraftanlagen

Die nachfolgende Abbildung 5 stellt die bestehenden Wasserkraftanlagen in Grabenstätt dar. Es befinden sich 3 Laufkraftwerke im Projektgebiet.

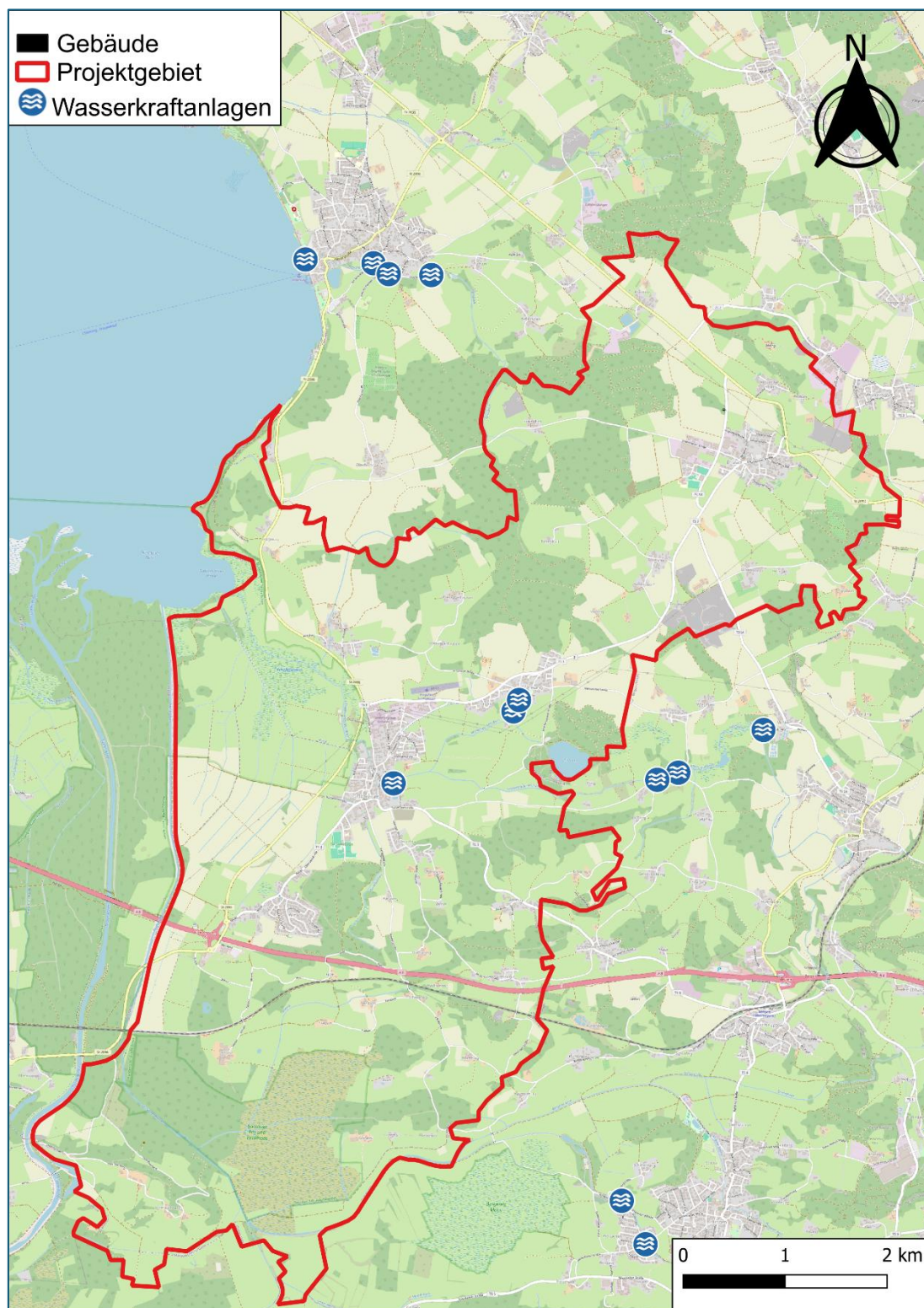


Abbildung 5: Wasserkraftanlagen Grabenstätt
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Die Daten zweier Anlagen konnten dem Marktstammdatenregister entnommen werden. In Tabelle 2 sind die Namen der Stromerzeugungseinheiten und ihre Nennleistungen dargestellt. Zudem ist der zugehörige Tag der Inbetriebnahme und die aktuelle Nettoleistung der Anlage angegeben.

Tabelle 2: Bestehende Stromerzeugungseinheiten Wasserkraft
Quelle: Marktstammdatenregister

Name der Einheit	Name/Organisation des Anlagenbetreibers	Inbetriebnahme	Nettonennleistung [kW]
tante	Natürliche Person	25.11.1997	7
Wasserkraftwerk	Natürliche Person	12.06.2002	15

Aufsummiert resultiert eine aktuelle Nettonennleistung von 22 kW.

2.2.5 Tiefengeothermie

In Grabenstätt gibt es laut Marktstammdatenregister keine Anlagen für Strom- oder Wärmeerzeugung mittels Tiefengeothermie.

2.2.6 BHKW-Anlagen

Im Gemeindegebiet Grabenstätt besteht laut Marktstammdatenregister zum Stand 17.11.2025 ein Blockheizkraftwerk (BHKW) in Winkl. Dieses nutzt als Energieträger extern zugeführte Wärme. Es hat eine Nettonennleistung von 5,56 kW.

2.2.7 PV-Anlagen dezentral

Laut Marktstammdatenregister befinden sich derzeit (Stand: 17.11.2025) 554 PV-Stromerzeuger in Grabenstätt. Diese umfassen eine Nettonennleistung von 9.634 kW. Gemäß Energie-Atlas Bayern betrug die Vollarbeitsstundenanzahl für Dachflächen (2023) ca. 617 Stunden. Damit resultiert eine aktuelle Stromproduktion durch PV-Dachanlagen von etwa 5.944 MWh/a. Abbildung 6 demonstriert die jährlichen Neuinstallationen von PV-Anlagen in Grabenstätt. Die Grafik zeigt einen starken Ausbau der PV-Anlagen in den Jahren 2010 und 2011. In den Folgejahren gingen die Installationszahlen zunächst deutlich zurück, bevor ab 2020 wieder ein kräftiger Anstieg einsetzte.

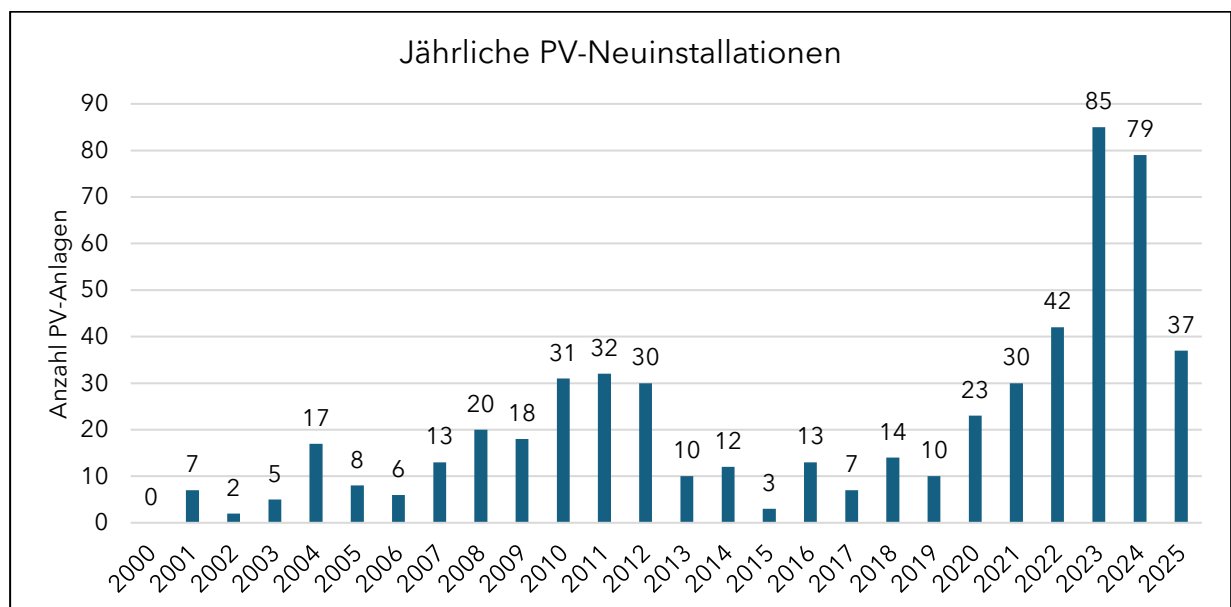


Abbildung 6: PV-Neuinstallationen seit 2000. Quelle: Marktstammdatenregister

Zur graphischen Darstellung zeigt Abbildung 7 den kumulierten Anlagenbestand an.

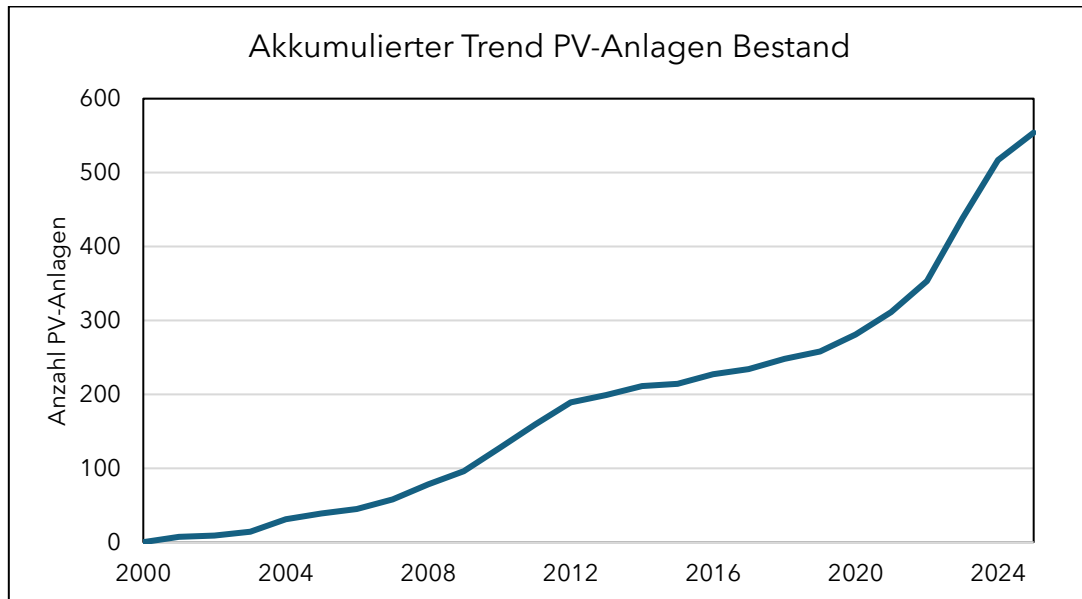


Abbildung 7: Kumulierte Entwicklung von PV-Installationen in Grabenstätt

Oft verfügen PV-Anlagenbetreiber über Speichervorrichtungen. Insgesamt gibt es gemäß Marktstammdatenregister 208 Speichermöglichkeiten im Betrieb. Diese haben eine speicherbare Netto-nennleistung von etwa 1.426 kW.

2.2.8 Solarthermie

In der Gemeinde Grabenstätt ist nach Informationen des Solaratlas in der Zeit zwischen 2001 und 2021 eine Solarkollektorfläche von insgesamt ca. 2.790 m² installiert worden. Die Anlagen werden entweder zur Trinkwarmwasserbereitung oder zur teilsolaren Heizungsunterstützung eingesetzt. Bei einer Erzeugungsleistung von ca. 400 kWh/(m²*a) werden somit jährlich eine Wärmeleistung von ca. 1.116 MWh erzeugt. Dies entspricht ca. 2,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Abbildung 8 zeigt den jährlichen Zubau sowie die kumulierte Kollektorfläche der Solarthermie in Grabenstätt. Zwischen 2001 und 2011 erfolgte der stärkste Ausbau der Solarthermie in Grabenstätt, mit einem Höchstwert im Jahr 2008. Ab 2012 gingen die jährlichen Installationen deutlich zurück und verbleiben seitdem bei geringen jährlichen Zubauflächen. Entsprechend verläuft die kumulierte Kollektorfläche seit rund einem Jahrzehnt nur noch mit geringen jährlichen Zuwächsen, was auf einen insgesamt verhaltenen Ausbau der Solarthermie in den letzten Jahren hinweist.

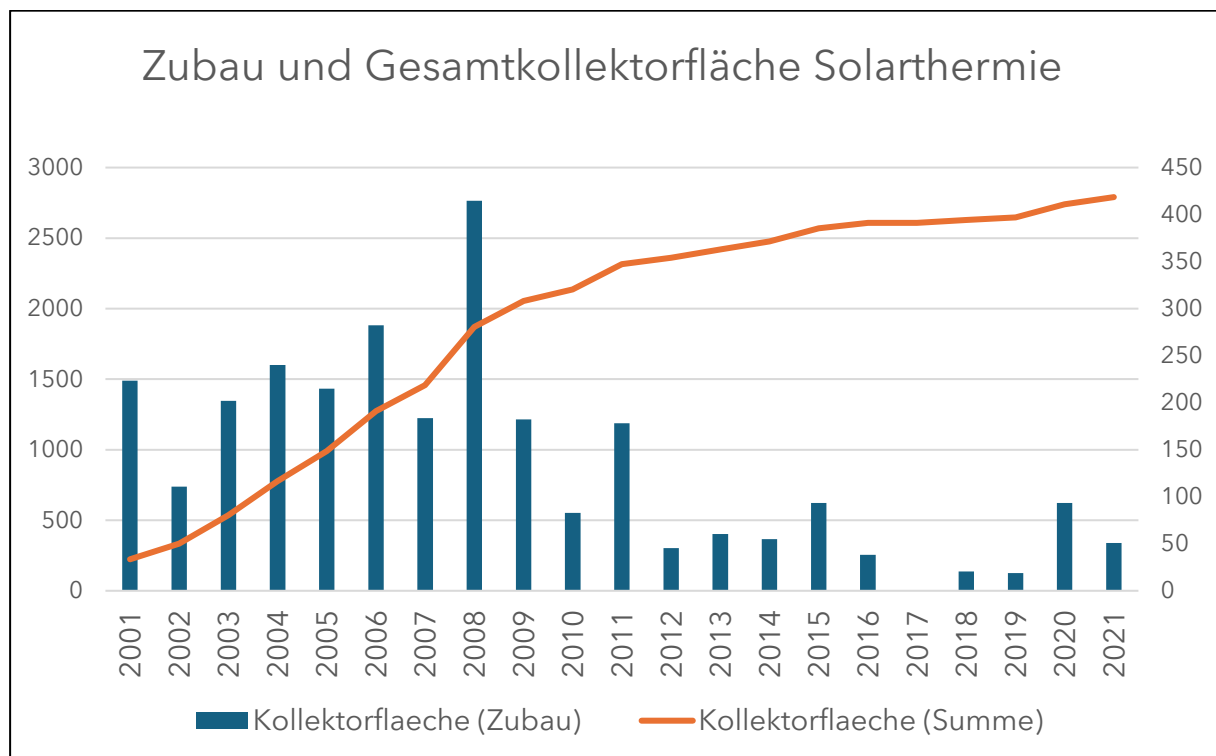


Abbildung 8: Jährlicher Zubau und kumulierte Kollektorfläche Solarthermie in Grabenstätt
Quelle: solaratlas.de

2.2.9 Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie & Luft

Abbildung 9 zeigt die Verteilung und Arten oberflächennaher Geothermieranlagen im Gemeindegebiet Grabenstätt. Die Darstellung verdeutlicht, dass sowohl Grundwasserwärmepumpen als auch Erdwärmesonden im Gemeindegebiet installiert sind.

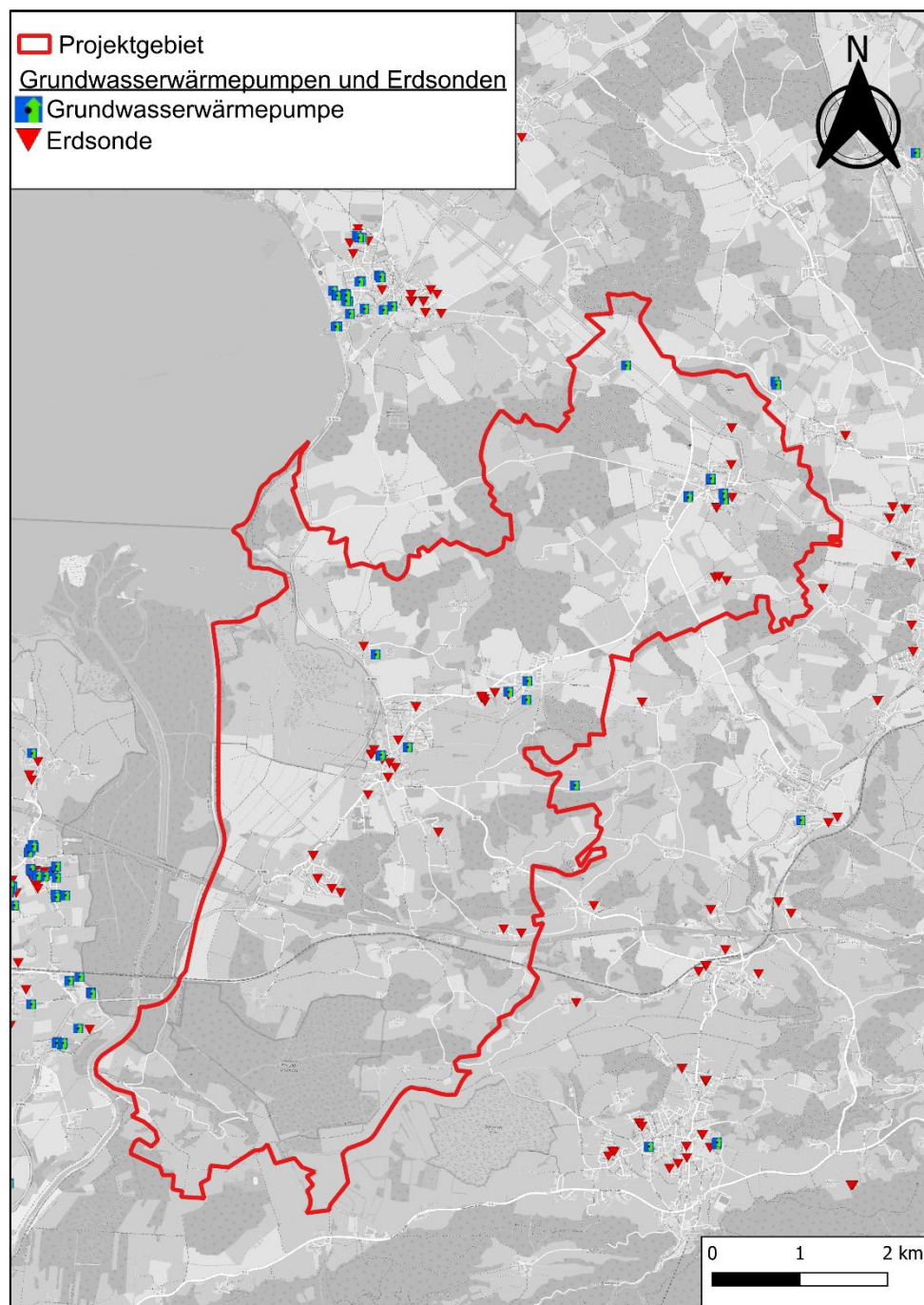


Abbildung 9: Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen Grabenstätt
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Die Gemeinde konnte zudem diverse Informationen zu Netzabsatz-Daten beschaffen. Wie in Kapitel 2.2.1 beschrieben, wird Grabenstätt hauptsächlich vom Netzbetreiber Bayernwerk AG versorgt. Die Umgebung von Erbstätt ist bei der „Elektrizitätsgenossenschaft Wolkersdorf und Umgebung eG“ ans Netz angeschlossen. Tabelle 3 und Tabelle 4 zeigen die abgerechneten Speicherheizungen und Wärmepumpen von beiden Netzbetreibern. Von der Bayernwerk Netz GmbH sind noch keine Zahlen für 2024 verfügbar.

Tabelle 3: Abgerechnete Anlagen und Absatzmengen im Netzgebiet der Bayernwerk Netz GmbH

	2023	
	Abger. Anlagen	Absatzmenge [kWh]
Speicherheizung	57	297.729
Wärmepumpen	115	702.864
Summe	172	1.000.593

Tabelle 4: Abgerechnete Anlagen und Absatzmengen im Netzgebiet der Elektrizitätsgenossenschaft Wolkersdorf und Umgebung eG

	2024	
	Abger. Anlagen	Absatzmenge [kWh]
Speicherheizung	11	35.880
Wärmepumpen	12	44.862
Summe	533	80.742

2.2.10 Gasnetze

Im Gemeindegebiet Grabenstätt besteht zum aktuellen Stand (01/2026) kein Gasnetz.

2.2.11 Wärmenetze

In der Gemeinde Grabenstätt existiert aktuell ein Wärmenetz. Die Wärmenetzzentrale befindet sich an der Adresse „Am Eichbergfeld“ 13 und besteht aus einem Hackgutkessel ($P_{th} = 800 \text{ kW}$) und einem Ölkessel ($P_{th} = 1.400 \text{ kW}$). Das Wärmenetz wurde 2012 erbaut und produziert aktuell eine Wärmemenge von 2.088 MWh/a für 49 Abnehmer (Stand: 2025), darunter auch öffentliche Gebäude wie die benachbarte Grundschule und der Kindergarten. Aufgrund mangelnder Leistung des Holzkes-
sels sind aktuell keine Erweiterungen geplant.

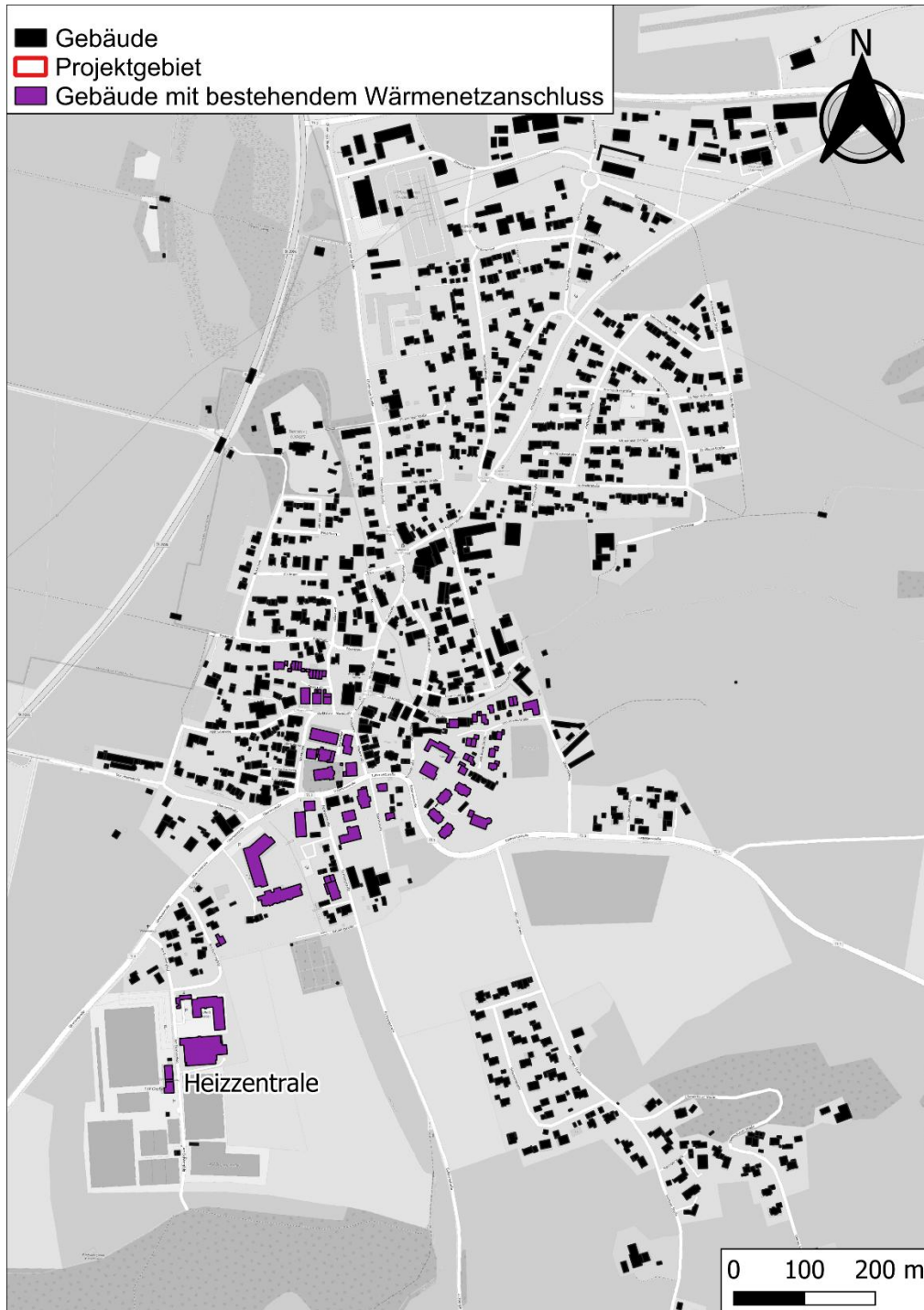


Abbildung 10: Bestandswärmenetz Grabenstätt

In Abbildung 10 ist das Gebiet abgebildet, in dem die Wärmenetzzentrale und ihre Abnehmer liegen.

2.3 Wärmekataster

Zur Erfassung des aktuellen Wärmebedarfs und seiner räumlichen Verteilung wurde das Wärmekataster des Bayerischen Landesamts für Statistik herangezogen, welches der Gemeinde Grabenstätt über die Securebox Bayern bereitgestellt wurde. Es ermöglicht eine systematische, geografisch verteilte Analyse des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde und bildet damit die Grundlage für die strategische Wärmeplanung. Die Datengrundlage des Wärmekatasters basiert auf den Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung. Hierbei wird insbesondere mit dem 3D-Gebäudemodell (LoD2, Level of Detail) gearbeitet.⁴ Das Kataster umfasst eine gebäudescharfe Erhebung des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser unter Berücksichtigung von Gebäudetyp, Baualtersklasse, Nutzung und energetischem Zustand. Dabei wurde zwischen den Nutzungssektoren „Haushalte“, „GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)“, „Industrie“ sowie „öffentliche Einrichtungen“ unterschieden.

Darüber hinaus wurde das Wärmekataster durch Realdaten der Gemeinde Grabenstätt ergänzt, insbesondere zu kommunalen Liegenschaften sowie teilweise zu Nutzungen aus dem Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). In Abstimmung mit der Gemeinde wurde geprüft, welche Gebäude beheizt bzw. unbeheizt sind. Für unbeheizte Gebäude wurde kein Wärmebedarf angesetzt; bei abweichenden Angaben wurde der Wärmebedarf mithilfe des KWW-Technikkatalogs entsprechend der jeweiligen Gebäudekategorie ermittelt. Das abgestimmte Wärmekataster wurde für die weiteren Analysen verwendet.

Die ermittelten Verbrauchsschwerpunkte und infrastrukturellen Gegebenheiten bilden im Folgenden die Grundlage für die Ableitung von Versorgungsoptionen und Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Gemäß den KWW-Richtlinien weist das Wärmekataster für die Gemeinde Grabenstätt derzeit einen **kommunalen Wärmebedarf von 43.973.930 kWh/a bzw. 43.974 MWh/a** aus. Dieser Wärmebedarf teilt sich auf die Sektoren folgendermaßen auf:

Private Haushalte: Laut Statistik kommunal gab es 2023 ca. 1.281 Wohngebäude in Grabenstätt, davon 869 mit 1 Wohnung (67,8 %), 283 mit 2 Wohnungen (22,1 %), und 129 mit 3 oder mehr Wohnungen (10,1 %). Aus dem Wärmekataster resultiert für den Sektor Private Haushalte ein Wärmebedarf von **31.406 MWh/a**. Auf die in Tabelle 1 genannten 2.157 Haushalte würde dadurch ein jährlicher Verbrauch von ca. 15 MWh pro Haushalt anfallen. Zudem ergibt sich dabei bei 4.436 Einwohnern ein Wärmeverbrauch pro Kopf von ca. 7 MWh/a. Der Sektor Private Haushalte ist so für 71,4 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde verantwortlich.

GHD/Industrie: Der Wärmebedarf für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie beträgt gemäß dem Wärmekataster **11.111 MWh/a**. Der Sektor GHD/Industrie macht somit 25,3 % des Gesamtwärmeverbrauchs aus.

⁴ Open Data: Kostenfreie Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung. <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>. Letzter Zugriff: 21.11.2025.

Öffentliche Gebäude: Aus dem Wärmekataster der Gemeinde resultiert ein Wärmeverbrauch des öffentlichen Sektors von **1.457 MWh/a**. In Grabenstätt gehören hierzu zum Beispiel Verwaltungsgebäude, Feuerwehren, die Schule und der Kindergarten. Die Realverbräuche der öffentlichen Gebäude wurden, wo möglich, von der Gemeinde bereitgestellt und ins Wärmekataster integriert. Der öffentliche Sektor macht einen Anteil von 3,3 % des Gesamtwärmeverbrauchs aus.

Zur besseren Übersicht lässt sich der Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren folgendermaßen aufgliedern:

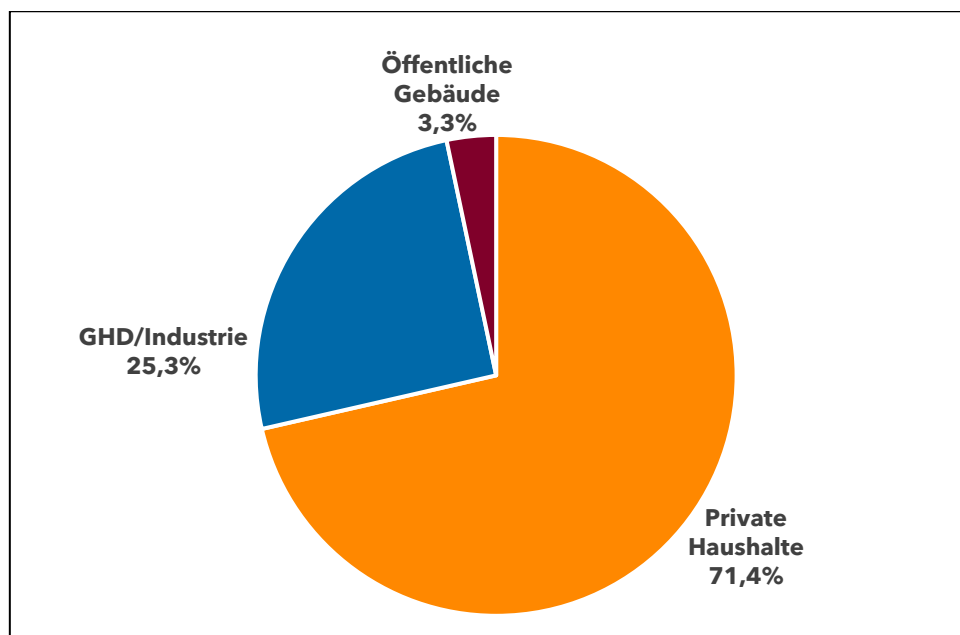


Abbildung 11: Verteilung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Zur Ermittlung der aktuellen Energieträgerverteilung wurden die Kaminkehrdaten vom Berichtsjahr 2023 angefordert. Diese konnten erhoben und ausgewertet werden. Dabei wurden nur die Zentralheizungen betrachtet.

Ein Nachteil der Kaminkehrdaten besteht darin, dass keine Wärmepumpen, Stromdirektheizungen sowie Fernwärmekunden erfasst werden. Diese Heizungsarten konnten aus den Ergebnissen des Zensus 2022 ermittelt werden. Bei der Zusammenführung der Zensus-Daten und Kaminkehrdaten ergibt sich die in Abbildung 12 gezeigte Verteilung der Energieträger.

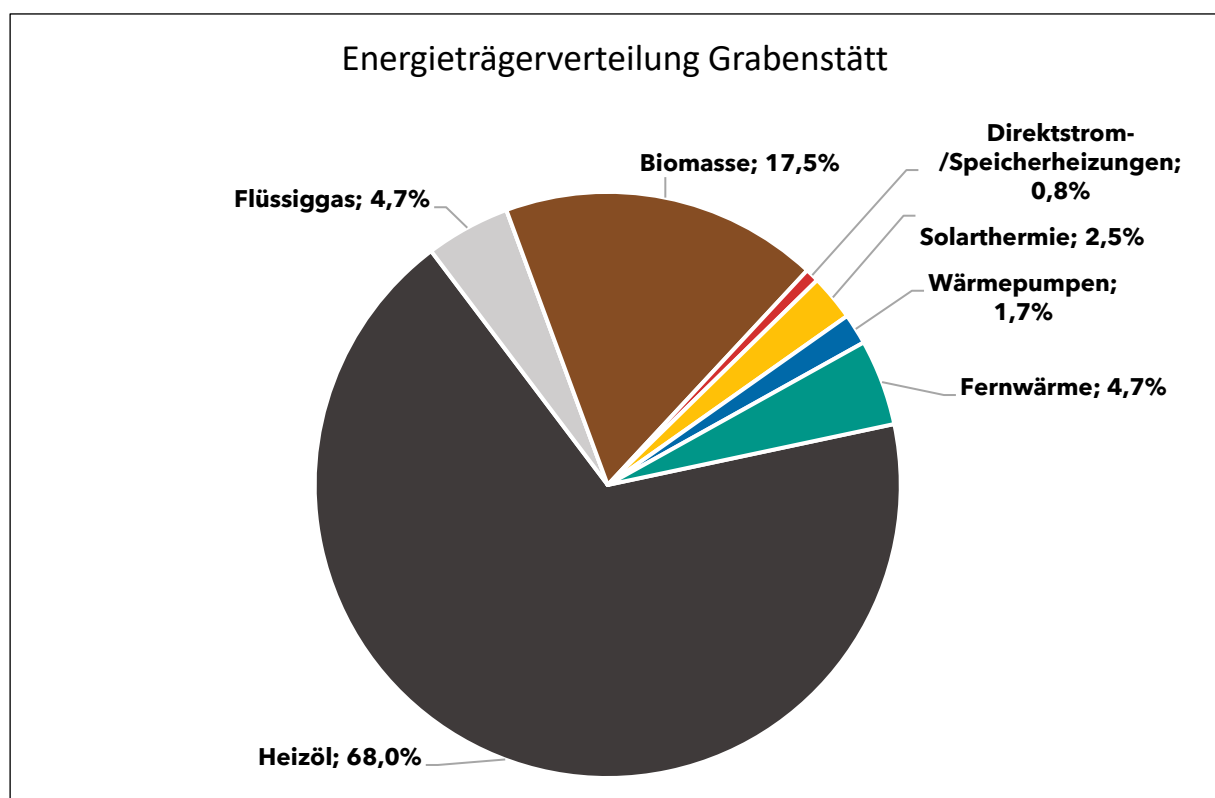


Abbildung 12: Energieträgerverteilung
Datenquelle: Kombination aus Kehrdaten 2023 und Zensus 2022

Die Auswertung zeigt, dass Heizöl nach wie vor der dominierende Energieträger in Grabenstätt ist. Mit ca. 73 % Anteil von Gas und Heizöl ist die Wärmeversorgung in Grabenstätt somit aktuell noch stark von fossilen Energieträgern geprägt. Gleichzeitig besteht durch einen steigenden Anteil erneuerbarer Heizsysteme eine gute Grundlage für eine weitere nachhaltige Entwicklung.

Auf Grundlage der zuvor dargestellten Energieträgerverteilung und des Wärmekatasters wurde die Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) für den Wärmeverbrauch der Gemeinde erstellt. Hierfür wurde der Gesamtwärmebedarf nach Energieträgerverteilung gemäß Kehrdaten, Zensusdaten und dem Wärmekataster aufgeteilt und jeweils mit dem entsprechenden CO₂-Faktor nach dem Technikkatalog Wärmeplanung verrechnet. Die CO₂-Emissionsfaktoren haben sich über die Jahre deutlich verändert. Um eine gewisse Aktualität zu gewährleisten, wird die Treibhausgasbilanzierung mit den

Emissionswerten des KWW-Technikkatalogs von 2025⁵ berechnet, wiederum unter der Annahme, dass die Energieträgerverteilung in dieser Zeitspanne nahezu identisch geblieben ist.

Der Fernwärmeanteil laut Zensus setzt sich in der Regel aus verschiedenen kleinen Gebäudenetzen zusammen. Es wird hier davon ausgegangen, dass Biomasse eingesetzt wurde; der entsprechende Emissionsfaktor wurde übernommen. Der CO₂-Faktor für Wärmepumpen ergibt sich aus deren durchschnittlichen COP (Coefficient of Performance) von 3 und dem aktuellen Faktor für den Strom-Mix in Deutschland.

Tabelle 5: CO₂-Bilanz der Gemeinde Grabenstätt (2025)

Energieträger	Anteil	MWh/a	CO ₂ -Faktor	CO ₂ -Ausstoß [t]
Heizöl	68,0%	29.921	0,31	9.275
Gas	4,7%	2.055	0,24	493
Biomasse	17,5%	7.713	0,02	154
Stromheizungen	0,8%	334	0,33	109
Solarthermie	2,5%	1.116	0	-
Wärmepumpen	1,7%	748	0,11	82
Fernwärme	4,7%	2.088	0,02	61
Summe	99,90%	43.974		10.174

Die Analyse der CO₂-Bilanzierung ergibt jährliche Emissionen von insgesamt 10.174 t_{CO2}. Abbildung 13 stellt die Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern dar. Mit Abstand die meisten Emissionen verursacht Heizöl (91,2 %), darauf folgt Gas (4,8 %). Alle weiteren Energieträger machen im Vergleich nur sehr geringe Anteile der Emissionen aus.

⁵ Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg., dena) (2025): KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.

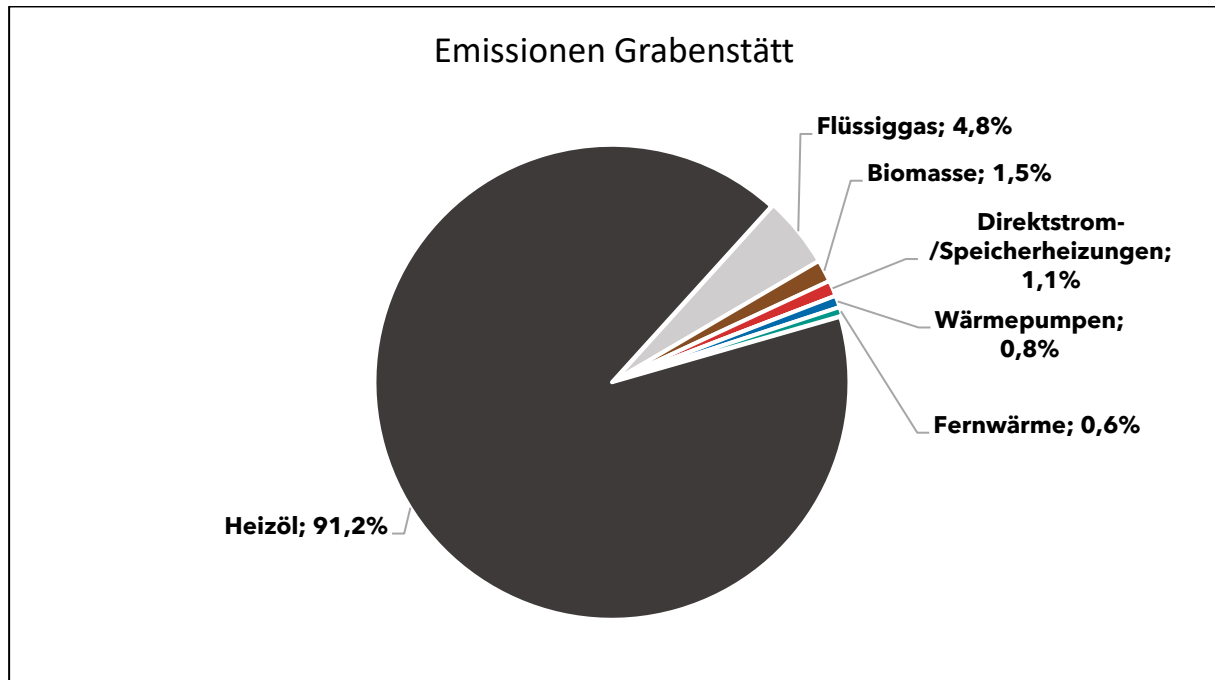


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen
Datenquelle: Kombination aus Kehrdaten 2023 und Zensus 2022

3. Potenzialanalyse Energieeinsparung

Der Wärmeverbrauch eines Gebäudes wird sowohl durch das Nutzerverhalten als auch durch den energetischen Zustand der Gebäudehülle bestimmt. Während ein angepasstes Heiz- und Lüftungsverhalten kurzfristig Einsparungen ermöglicht, liegt das größte und langfristig wirksamste Einsparpotenzial in der energetischen Sanierung, insbesondere der Dämmung von Dach, Fassade und Fenstern. Vor allem ältere Gebäude weisen häufig hohe Wärmeverluste auf und bieten daher erhebliche Möglichkeiten zur Reduzierung des Heizenergiebedarfs.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden die Potenziale der Energieeinsparung durch Sanierung aufgezeigt. Die genannten Kennwerte dienen der Orientierung und stellen Mittelwerte sowie Bandbreiten dar. Durch den Einsatz moderner Baustoffe und effizienter Bauweisen konnte der Heizenergiebedarf im Neubau in den vergangenen Jahren bereits deutlich gesenkt werden. Viele dieser technischen Lösungen sind inzwischen auch im Gebäudebestand wirtschaftlich umsetzbar.

Für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes ist die Qualität der Gebäudehülle ausschlaggebend. Abbildung 14 veranschaulicht die Wärmeverluste durch die einzelnen Bauteile in einem Gebäude.

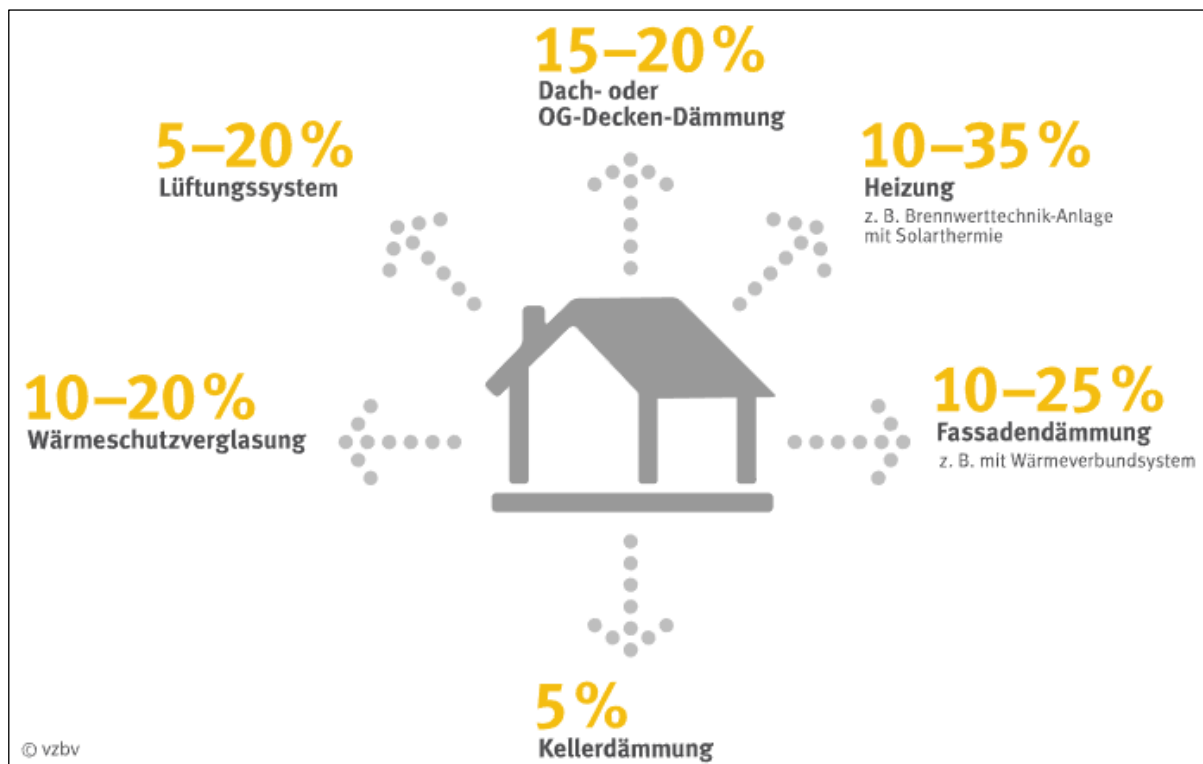


Abbildung 14: Energieersparnis durch Sanierung
Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

Um die Energieeffizienz eines Hauses zu steigern, können verschiedene Sanierungsmaßnahmen ergriffen werden. Dazu zählen unter anderem die Dämmung von Fassade, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen, ein verbesserter Wärmeschutz bei Türen und Fenstern, die Optimierung der Lüftung (beispielsweise durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung) sowie die Modernisierung der

Heizungsanlage. Fast alle Maßnahmen zur Effizienzsteigerung werden derzeit über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsmaßnahmen lassen sich die Energieverbräuche erheblich reduzieren.

3.1 Private Haushalte

Für die Berechnung des Sanierungspotenzials wurde der KWW-Technikkatalog 2024⁶ verwendet. Hier wird je nach Sektor und Baujahr von einer unterschiedlichen jährlichen Reduktion ausgegangen. Bei Gebäuden ab 2012 wird aufgrund des hohen Baustandards zunächst kein Sanierungspotenzial bis 2045 berechnet. In den folgenden Tabellen ist das Sanierungspotenzial der privaten Haushalte angegeben. Die jährliche Reduktion ergibt sich aus dem Anteil an Einfamilien- bzw. Mehrfamilienhäusern.

Tabelle 6: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion niedrig	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
bis 1918	-1,24%	3.255	3.058	2.874	2.701	2.538
1919 - 1948	-2,01%	523	473	427	386	348
1949 - 1978	-1,28%	20.267	19.006	17.823	16.714	15.674
1979 - 1994	-1,89%	4.487	4.079	3.708	3.370	3.063
1995 - 2011	-0,43%	2.403	2.352	2.302	2.252	2.204
2012 - 2020	0,00%	409	409	409	409	409
2021 - 2025	0,00%	62	62	62	62	62
Summe		31.406	29.438	27.604	25.894	24.298
%		100%	94%	88%	82%	77%

Tabelle 7: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion hoch	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
bis 1918	-1,94%	3.255	2.951	2.675	2.425	2.199
1919 - 1948	-2,30%	523	466	414	369	328
1949 - 1978	-1,93%	20.267	18.381	16.671	15.120	13.713
1979 - 1994	-1,87%	4.487	4.083	3.714	3.379	3.075
1995 - 2011	-1,66%	2.403	2.211	2.033	1.870	1.721
2012 - 2020	0,00%	409	409	409	409	409
2021 - 2025	0,00%	62	62	62	62	62
Summe		31.406	28.562	25.979	23.635	21.506
%		100%	91%	83%	75%	68%

⁶ Prognos AG, ifeu, Universität Stuttgart (IER) (2024): KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.

Wie in Tabelle 6 und Tabelle 7 dargestellt ist, macht es einen deutlichen Unterschied, ob niedrige oder hohe Sanierungsquoten erreicht werden. Im niedrigen Szenario könnte im privaten Sektor bis zum Jahr 2045 etwa 23 % des momentanen Wärmeverbrauchs eingespart werden, das entspricht ca. 7.100 MWh/a. Im hohen Szenario läge die mögliche Einsparung bis 2045 bereits bei 32 %, was ca. 9.900 MWh/a entspricht. Für die Erreichung des hohen Szenarios sind ambitionierte Sanierungsmaßnahmen notwendig.

3.2 Wirtschaft

Die Wirtschaftsbranche ist sehr vielfältig und lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Gewerbearten nur schwer pauschalisieren. Generell wird hier zwischen GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und Industrie unterschieden. Die GHD-Branche lässt sich näherungsweise mit privaten Haushalten vergleichen, Prozesswärme wird hier nur selten benötigt. Änderungen des Nutzungsverhaltens sowie Gebäudesanierungen sind daher ebenfalls von höchster Relevanz im Bereich GHD. Für den Sektor GHD in Grabenstätt liegen Gebäude der Baualtersklassen bis 1978 sowie ab 2010 vor. Diese Verteilung ist vermutlich auf eine vereinfachte bzw. fehlerhafte Zuordnung der Baualtersklassen im zugrunde liegenden Regierungskataster zurückzuführen. Es ergeben sich folgende Sanierungsszenarien gemäß KWW-Technikkatalog 2024⁷:

Tabelle 8: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion niedrig	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-0,70%	7.666	7.402	7.146	6.899	6.661
Ab 2010	-0,20%	74	73	73	72	71
Summe		7.740	7.475	7.219	6.971	6.732
%		100%	97%	93%	90%	87%

Tabelle 9: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion hoch	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-1,40%	7.666	7.144	6.658	6.205	5.782
Ab 2010	-1,30%	74	69	65	61	57
Summe		7.740	7.214	6.723	6.266	5.839
%		100%	93%	87%	81%	75%

Nach dem niedrigen Sanierungsszenario wären im Sektor GHD 2045 Einsparungen von ca. 13 % möglich, gemäß dem hohem Sanierungsszenario ca. 25 %.

Der Industriesektor lässt sich hinsichtlich des Sanierungspotenzials nur eingeschränkt bewerten, da mögliche Einsparungen stark von den jeweiligen Produktionsprozessen und betrieblichen Rahmenbedingungen abhängen. Für das niedrige Sanierungsszenario wurde daher bewusst keine

⁷ Prognos AG, ifeu, Universität Stuttgart (IER) (2024): KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.

Veränderung angesetzt. Im hohen Sanierungsszenario wurde hingegen ein konservatives Potenzial unter Verwendung der niedrigen Sanierungsdaten des KWW-Technikkatalogs 2024⁸ berücksichtigt, um grundsätzlich mögliche Sanierungspotenziale abzubilden. Alle Gebäude des Sektors Industrie in Grabenstätt werden der Baujahrsklasse bis 1978 zugeordnet.

Tabelle 10: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion niedrig	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-0,00%	3.371	3.371	3.371	3.371	3.371
%		100%	100%	100%	100%	100%

Tabelle 11: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion hoch	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-1,80%	3.371	3.078	2.811	2.567	2.344
%		100%	91%	83%	76%	70%

3.3 Öffentliche Gebäude

Die Sanierungsrate im öffentlichen Sektor verhält sich ähnlich zum GHD-Sektor. Alle kommunalen Gebäude in Grabenstätt werden dem Baujahr bis 1978 zugeordnet.

Tabelle 12: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion niedrig	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-0,70%	1.457	1.407	1.358	1.311	1.266
%		100%	97%	93%	90%	87%

Tabelle 13: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Grabenstätt

Baujahr	Jährl. Reduktion hoch	Wärmebedarf in MWh/a				
		2025/	2030	2035	2040	2045
Bis 1978	-1,40%	1.457	1.358	1.265	1.179	1.099
%		100%	93%	87%	81%	75%

Im niedrigen Szenario ist eine Reduktion des Wärmebedarfs im öffentlichen Sektor bis 2045 um 13 % möglich, im hohen Szenario um 25 %.

⁸ Prognos AG, ifeu, Universität Stuttgart (IER) (2024): KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.

3.4 Gesamtübersicht des Sanierungspotenzials

Tabelle 14 und Tabelle 15 fassen das Sanierungspotenzial der Sektoren Wohnen, GHD und Kommunal zusammen; der Industriesektor bleibt hierbei unberücksichtigt.

Tabelle 14: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario

Sektor	Wärmebedarf in MWh/a				
	2025	2030	2035	2040	2045
Wohnen	31.406	29.438	27.604	25.894	24.298
GHD	7.740	7.475	7.219	6.971	6.732
Kommunal	1.457	1.407	1.358	1.311	1.266
Summe	40.603	38.320	36.181	34.176	32.297
%	100%	94%	89%	84%	80%

Tabelle 15: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario

Sektor	Wärmebedarf in MWh/a				
	2025	2030	2035	2040	2045
Wohnen	31.406	28.562	25.979	23.635	21.506
GHD	7.740	7.214	6.723	6.266	5.839
Kommunal	1.457	1.358	1.265	1.179	1.099
Summe	40.603	37.133	33.968	31.080	28.445
%	100%	91%	84%	77%	70%

Im niedrigen Szenario könnten bis 2045 ca. 20 % eingespart werden, im hohen Szenario ca. 30 %. Somit könnte mit dem hohen Szenario 10 % mehr Einsparung erreicht werden als im niedrigen Szenario.

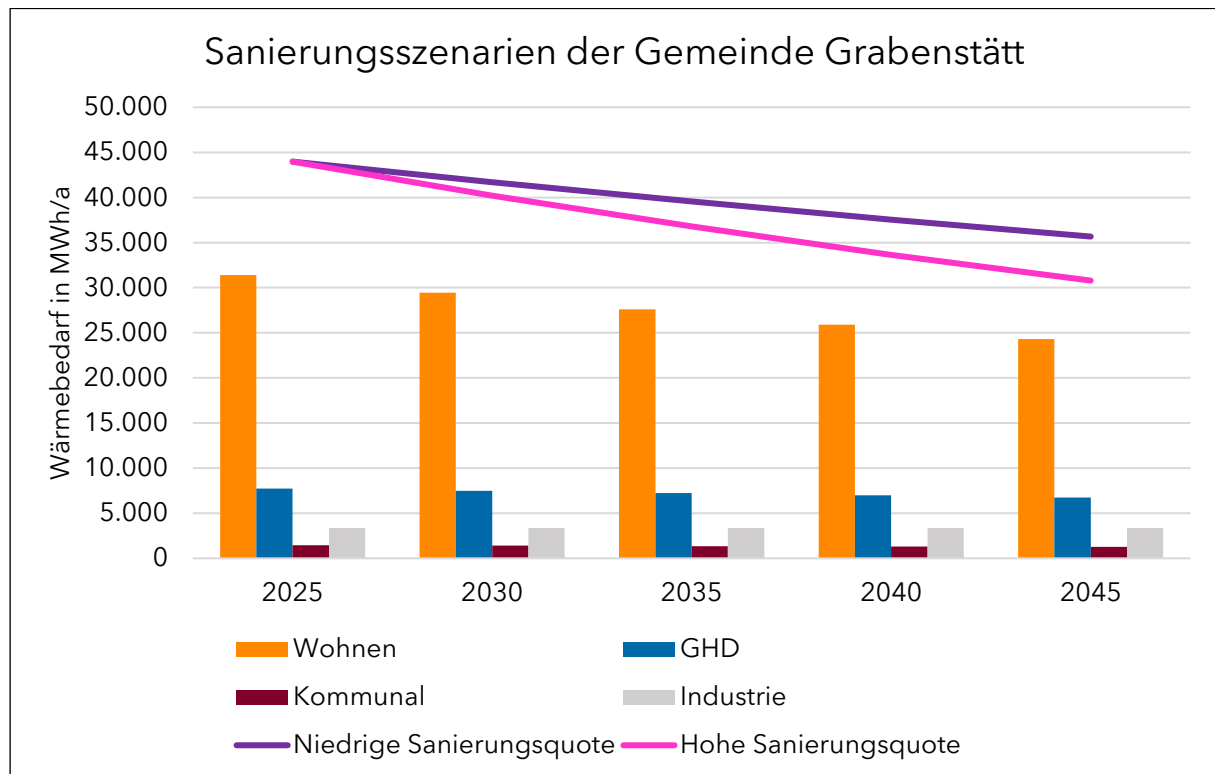


Abbildung 15: Sanierungsszenarien in Grabenstätt

Abbildung 15 fasst Tabelle 14 und Tabelle 15 nochmal graphisch zusammen. Zur besseren Anschaulichkeit wurden in dieser Abbildung nur die Werte des niedrigen Sanierungsszenarios im Teil des Säulendiagramms verwendet. Der Ansatz der höheren Sanierungsrate ist zwar Klimaschutztechnisch präferiert, jedoch auch sehr ambitioniert. Da das Einsparpotenzial im Bereich der Industrie aufgrund fehlender Daten nicht zuverlässig dargestellt werden kann und nicht mit einer sinkenden Wirtschaftsleistung gerechnet wird, wird der Sektor Industrie als gleichbleibend abgebildet. In Grabenstätt liegt der größte Ansatzpunkt bei den Einsparpotenzialen im privaten Sektor.

In allen beschriebenen Szenarien wurden die Werte des KWW-Technikkatalogs 2024⁹ verwendet, da dieser noch eine Differenzierung nach Sektor und Baualtersklasse vorsieht. Würden hingegen die Werte des neuen KWW-Technikkatalogs 2025 herangezogen, würden für alle Sektoren und Baualtersklassen einheitliche mittlere jährliche Reduktionsraten angesetzt. Für das niedrige Sanierungsszenario entspräche dies einer Reduktionsrate von 1,6 % pro Jahr, orientiert an einem Klimazielszenario zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045. Das hohe Sanierungsszenario würde auf einer Projektion des Umweltbundesamtes basieren und eine Reduktionsrate von 1,8 % pro Jahr ansetzen. Beide Annahmen sind als ambitioniert einzustufen, da als Fortschreibung der tatsächlich beobachteten Sanierungsraten je nach Sektor lediglich Werte zwischen 0,8 % und 1,0 % angegeben werden.

⁹ Prognos AG, ifeu, Universität Stuttgart (IER) (2024): KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.

Zur Vollständigkeit sind in der folgenden Tabelle daher auch die Hochrechnungen auf Basis der Sanierungsraten von 1,6 % und 1,8 % dargestellt.

Tabelle 16: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial mit 1,6 % Sanierungsrate ohne Industrie

Sektor	Wärmebedarf in MWh/a				
	2025/	2030	2035	2040	2045
Wohnen	31.406	28.973	26.728	24.657	22.747
GHD	7.740	7.140	6.587	6.077	5.606
Kommunal	1.457	1.344	1.240	1.144	1.055
Summe	40.603	37.457	34.555	31.878	29.408
%	100%	92%	85%	79%	72%

Tabelle 17: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial mit 1,8 % Sanierungsrate ohne Industrie

Sektor	Wärmebedarf in MWh/a				
	2025/	2030	2035	2040	2045
Wohnen	31.406	28.679	26.190	23.916	21.840
GHD	7.740	7.068	6.455	5.894	5.382
Kommunal	1.457	1.330	1.215	1.109	1.013
Summe	40.603	37.078	33.859	30.919	28.235
%	100%	91%	83%	76%	70%

Die Analyse zeigt, dass die beiden Szenarien nur geringfügig voneinander abweichen und insgesamt sehr nahe am hohen Sanierungsszenario liegen.

Insgesamt wird deutlich, dass sich durch Sanierung der Gebäude, aber auch durch angepasstes Nutzerverhalten deutliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme realisieren lassen. Diese Einsparungen sind jedoch in erster Linie mit hohem finanziellem Aufwand verbunden, welche für die Sanierungsmaßnahmen zu investieren sind. Durch den hohen Anteil der Wärme am Gesamtenergieverbrauch sollte sich in Zukunft intensiv auf die Umsetzung der Einsparpotenziale fokussiert werden. Dies ist beispielsweise durch verstärkte Informationspolitik, Öffentlichkeitsarbeit, finanzielle Förderungen und klare Vorgaben der Zielsetzungen realisierbar.

Eine potenzielle Lösung für die Verbesserung des schwer beeinflussbaren Nutzerverhaltens liegt in der Verwendung von Smart Thermostaten und künstlicher Intelligenz. Zudem gibt es bereits eine Vielzahl von Herstellern digitaler Optimierungsplattformen für Heizungsanlagen. Mehr Informationen dazu sind im Maßnahmenkatalog einsehbar.

4. Potenzialanalyse erneuerbarer Energien und Abwärme

In diesem Kapitel werden ausschließlich theoretische, technisch sinnvolle Potenziale von erneuerbaren Energiequellen und Abwärme zur möglichen Wärmebereitstellung untersucht. In der Realität kommen oft verschiedenste Einflussfaktoren dazu, wie z. B. Politik, Schwierigkeiten mit Grundstückseigentümern usw., die das theoretische Potenzial deutlich reduzieren können. In diesem Konzept können solche Faktoren nur teilweise berücksichtigt werden.

4.1 Abwärme

Für das Gemeindegebiet Grabenstätt konnten keine relevanten Potenziale aus unvermeidbarer Abwärme identifiziert werden. Die Abwärmeplattform der BAFA weist derzeit keine entsprechenden Abwärmequellen im Projektgebiet aus.¹⁰

4.2 Solarenergie

Die Sonnenenergie ist eine im menschlichen Maße unerschöpfliche Energiequelle. Gemäß Energie-Atlas Bayern treffen auf die Gemeinde Grabenstätt jährlich ca. 1.167 kWh/m² Globalstrahlung. Das würde den Wärmebedarf von Grabenstätt in der Theorie um ein Vielfaches decken – in der Praxis ist ein Großteil dieser Energie jedoch nicht nutzbar, da die Strahlung auch auf z. B. Waldflächen, Straßen oder Wasseroberflächen trifft. Zudem ist die Umwandlung von Strahlungsenergie in thermische oder elektrische Energie immer mit Verlusten verbunden. Eine handelsübliche Photovoltaikanlage erreicht derzeit einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 22 %¹¹, je nach Modultyp. Thermische Solarkollektoren hingegen wandeln aktuell etwa die Hälfte der Strahlungsenergie in Wärme um (bis zu 500 kWh/m²). Zusätzlich fallen Systemverluste in geringem Ausmaß an.

Freiflächen-Solarthermieranlagen (FFST) und PV-Freiflächenanlagen (FFPV) unterliegen einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen, die unter anderem in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr¹² aufgelistet werden. Freiflächenanlagen dürfen u. a. nicht auf Flächen von geschützten Biotopen, Wasserschutzgebieten, Überschwemmungsgebieten oder sonstigen Naturschutzgebieten gebaut werden. Geeignete Standorte sind hingegen u. a. Konversionsflächen, Altlasten(verdachts)flächen sowie Trassen entlang Autobahnen und Schienen. Damit eine FFPV förderfähig im Sinne des EEG ist, sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten.

Im Rahmen der Wärmeplanung sind insbesondere die Potenziale für Solarthermie interessant. Solarthermische FFST können ein Fernwärmenetz speisen, wenn die Vorlauftemperaturen nicht zu niedrig

¹⁰ www.bfee-online.de

¹¹ Harry Wirth, Fraunhofer ISE (2025): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. www.pv-fakten.de.

¹² Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021): Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen.

sind. Hochtemperatur-Flachkollektoren sowie Vakuumröhren-Kollektoren stellen Temperaturbereiche bis 110 °C zur Verfügung. Das bekannte Problem von Solaranlagen, dass Wärme oft nicht dann erzeugt wird, wenn sie gerade benötigt wird, kann inzwischen durch Langzeitwärmespeicher teilweise ausgeglichen werden. Meist reicht Solarthermie jedoch in einem Wärmenetz nicht als einzige Wärmequelle aus.

Gemäß Leitfaden Wärmeplanung wurde eine minimale Fläche von 2.000 m² für die Integration von Solarthermie in einem Wärmenetz festgelegt¹³, wozu auch Dachflächen zählen. Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Kollektorfläche bei FFST zwar möglich, jedoch steigen damit die Investitionskosten. Die Flächen sollten eine ungestörte südliche Sonneneinstrahlung erhalten, Verschattungseffekte wurden daher wo möglich ausgeschlossen. Zudem wurden u. a. Wald- und Siedlungsflächen mit einem Puffer von 50 m exkludiert, auch Gewässer, Naturschutzgebiete etc. wurden berücksichtigt. Aus diesen Vorgaben lassen sich die in Abbildung 16 gezeigten Flächen als potenzielle FFST-Standorte ausweisen.

¹³ *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

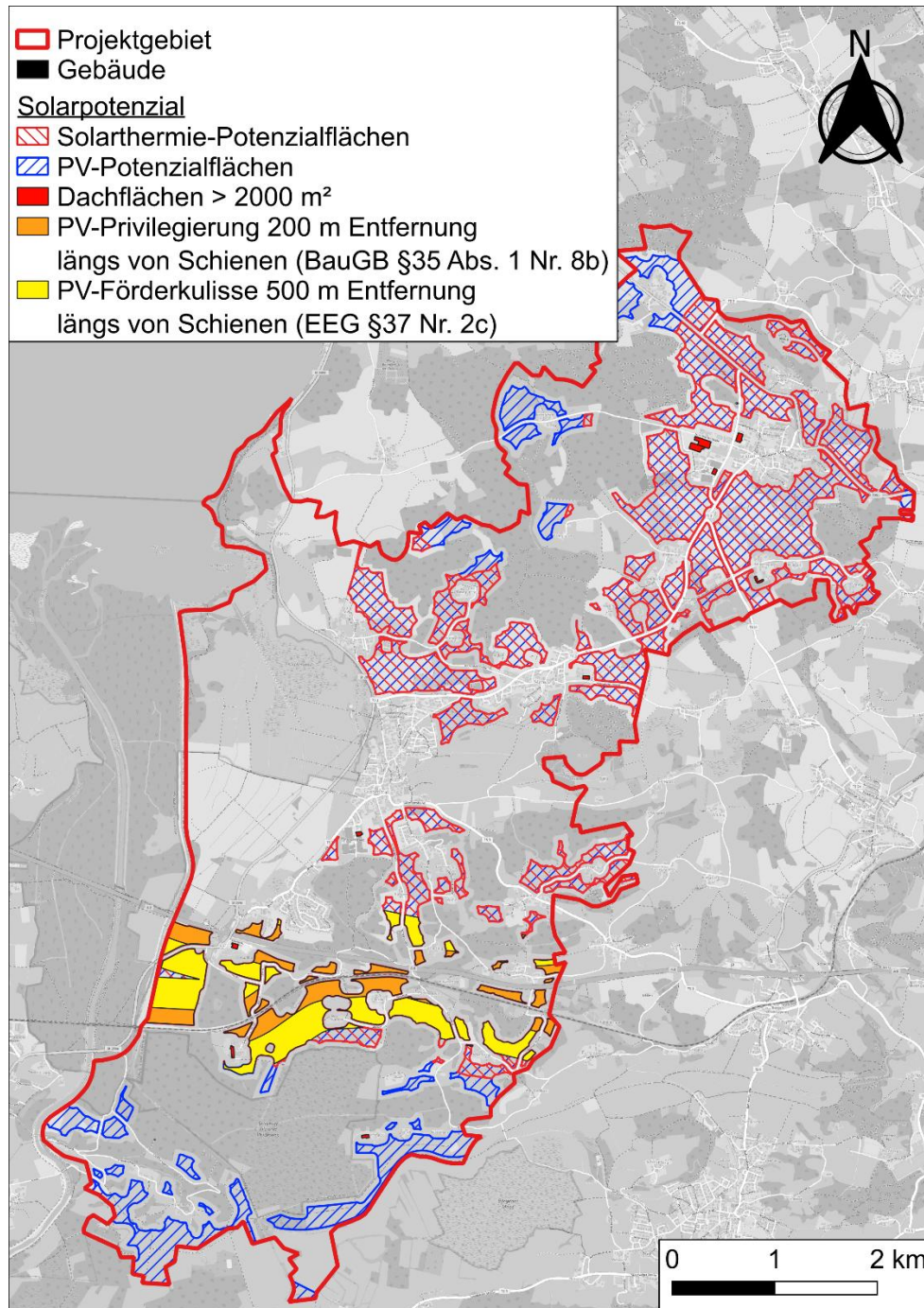


Abbildung 16: PV/ST-Potenzialflächen in Grabenstätt

Die orangefarbenen Flächen markieren die bauplanungsrechtlich privilegierten Bereiche nach § 35 Abs. 1 Nr. 8b BauGB. Diese Privilegierung gilt für alle Vorhaben zur Nutzung solarer Strahlungsenergie und umfasst damit sowohl Photovoltaik- als auch Solarthermie-Freiflächenanlagen. Anlagen innerhalb dieser 200-m-Abstandszone entlang von Autobahnen und Schienenwegen können in der Regel schneller genehmigt werden.

Die gelb dargestellten Bereiche zeigen hingegen ausschließlich die nach § 37 Nr. 2c EEG förderfähigen FFPV. Gemäß EEG § 37 Nr. 2c sind Flächen innerhalb von 500 m Abstand zu Autobahnen und Schienenwegen EEG-vergütungsfähig nach erfolgreicher Ausschreibung. Da das EEG ausschließlich die Förderung der Stromerzeugung regelt, bezieht sich diese 500-m-Förderkulisse ausschließlich auf Photovoltaik und nicht auf Solarthermie. Die dargestellten Abstandsbereiche liegen 25 m von Bahntrassen bzw. Autobahnen entfernt.

Dachflächen mit einer Fläche von mehr als 2.000 m² wurden ebenfalls für FFST in Betracht genommen. Dabei wurden 10 Objekte identifiziert, die über eine Dachfläche von mehr als 2.000 m² verfügen und bisher nicht mit Solaranlagen bebaut sind. Insgesamt stehen 37.789 m² Dachfläche zur Verfügung, die in roter Farbe gekennzeichnet sind. Die Potenzialfläche in Grabenstätt gliedert sich nach diesen Kriterien folgendermaßen auf:

Tabelle 18: Potenzialflächen in m²

	Potenzialfläche [m ²]
FFST-Potenzialfläche	6.483.731
FFPV-Potenzialfläche	8.281.343
<i>Davon PV-Förderkulisse (500 m zur Schiene)</i>	1.434.739
<i>Davon PV-Privilegierung (200 m zur Schiene)</i>	539.633
Gebäude > 2.000 m ²	37.789
FFST Gesamtpotenzialfläche	6.521.520
abzgl. 20 % weiterer Ausschlussflächen	5.217.216

Zur Berücksichtigung des wirtschaftlichen Potenzials wurden nur FFST-Flächen ausgewählt, deren Abstand zum möglichen Einspeisepunkt ins Wärmenetz maximal 1.000 m beträgt¹⁴. Der Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung¹⁵ schlägt für die Kollektoren einen Flächenertrag von 400 kWh/m² vor. In der Praxis liegen die Kollektorflächenerträge in südlichen Regionen Deutschlands mittlerweile bei 450 bis 500 kWh/m²¹⁶. Laut Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen¹⁷ ergibt sich bei einem Verhältnis von Land- zu Kollektorfläche von 2 bis 2,5 ein Wärmeertrag von rund 200 kWh/m² Aufstellfläche (ca. 2.000 MWh/ha), da nur ein Teil der Fläche tatsächlich mit Kollektoren

¹⁴ Umweltbundesamt (2021): *Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung*. CLIMATE CHANGE 54/2021.

¹⁵ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020): *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*.

¹⁶ BSW-Solar (2024): *Solarthermie für Wärmenetze*.

¹⁷ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2019): *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*.

belegt wird. Für die Potenzialfläche von 5.217.216 m² entspricht dies für Grabenstätt konservativ betrachtet ca. 1.043 GWh/a; bei Nutzung moderner Kollektoren mit höheren Erträgen könnte die Wärmeausbeute entsprechend deutlich steigen.

Photovoltaik kann einen wichtigen indirekten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten, insbesondere durch die Bereitstellung von Strom für Wärmepumpen oder elektrisch unterstützte Heizsysteme. Solarthermieflächen können sich grundsätzlich auch für eine Nutzung mit Freiflächen-Photovoltaik eignen und damit alternativ für eine der beiden Nutzungsformen in Betracht gezogen werden. Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelte potenzielle Fläche für Freiflächen-Photovoltaik von rund 829 ha bewegt sich in einer ähnlichen Größenordnung wie die Ergebnisse des nachfolgend dargestellten regionalen Standortkonzepts, das diese Flächen auf einer detaillierteren fachlichen Ebene weiter differenziert.

Zur Bewertung geeigneter Standorte für Freiflächen-Photovoltaik wurde auf regionaler Ebene ein Standortkonzept erarbeitet. Im regionalen Standortkonzept „Ökomodell Achental Standortkonzept für Freiflächen-Photovoltaik“¹⁸ wird zwischen Restriktionsflächen und Angebotsflächen unterschieden. Restriktionsflächen sind Bereiche, die nicht grundsätzlich ausgeschlossen sind, bei denen jedoch erhöhte Konfliktpotenziale bestehen und eine Nutzung nur nach individueller Prüfung in Betracht kommt. Angebotsflächen hingegen weisen günstige Standortvoraussetzungen auf und gelten daher als vorrangig geeignet für die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Für die Gemeinde Grabenstätt weist die Studie eine Restriktionsfläche von rund 492 ha sowie eine Angebotsfläche von rund 771 ha aus. Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind dabei grundsätzlich unabhängig von der Entfernung zum bestehenden Stromnetz umsetzbar. Die im Rahmen der Studie identifizierten Flächen sind in den zugehörigen Karten im Anhang dargestellt.

¹⁸ Kumandra Energy GmbH & Co. KG (2023): Ökomodell Achental. Standortkonzept für Freiflächen-Photovoltaik.

Die Kosten von Solarthermieranlagen sind sowohl von der Anlagengröße, vom Kollektortyp als auch von der Anlagenfläche abhängig. Abbildung 17 stellt die Kostenfunktion für FFST mit Vakuumröhren graphisch dar.

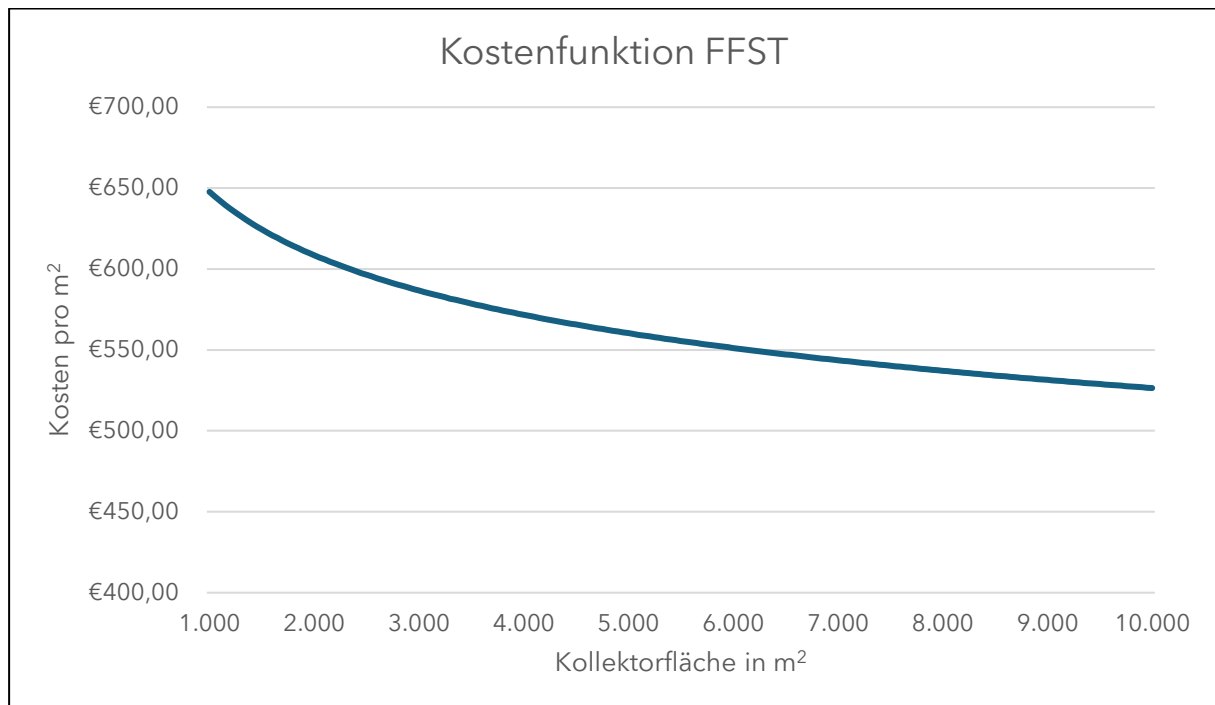


Abbildung 17: Kostenfunktion von FFST mit Vakuumröhren

Die Lebensdauer sowie die Wartungs- und Instandsetzungskosten von Solarthermieranlagen werden in Tabelle 19 aufgelistet.

Tabelle 19: Nutzungsdauer und Kosten von Solarthermieranlagen gemäß VDI 2067

Kollektortyp	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungsdauer nach VDI 2067
Absorber	1,5%	18,00
Flachkollektor	1,5%	20,00
Vakuum-Röhren	1,5%	18,00

4.3 Umweltwärme

Umweltwärme ist die in Boden, Wasser oder Luft gespeicherte Wärmeenergie, die mit Wärmepumpen zur Heizung oder Warmwasserbereitung genutzt wird.

4.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Wärme der obersten Erdschicht auf niedrigem Temperaturniveau, die über Sonden, Brunnen oder Erdwärmekollektoren auf ein Arbeitsmedium übertragen und dann mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gehoben wird.

Nicht jedes Grundstück ist für oberflächennahe Geothermie geeignet, häufig schränken insbesondere gewässerschutzrechtliche Gründe die Wärmenutzung ein. In den meisten Fällen ist eine Einzelprüfung durch die Fachbehörde erforderlich. Die folgende Karte (Abbildung 18) des Energie-Atlas Bayern zeigt die Gegebenheiten in Grabenstätt hinsichtlich des Potenzials für Erdwärmesonden, -kollektoren und Grundwasserwärmepumpen. Im Projektgebiet sind laut Energie-Atlas Bayern derzeit keine Bohrrisiken bis 100 m Tiefe identifiziert.¹⁹

¹⁹ www.geoportal.bayern.de

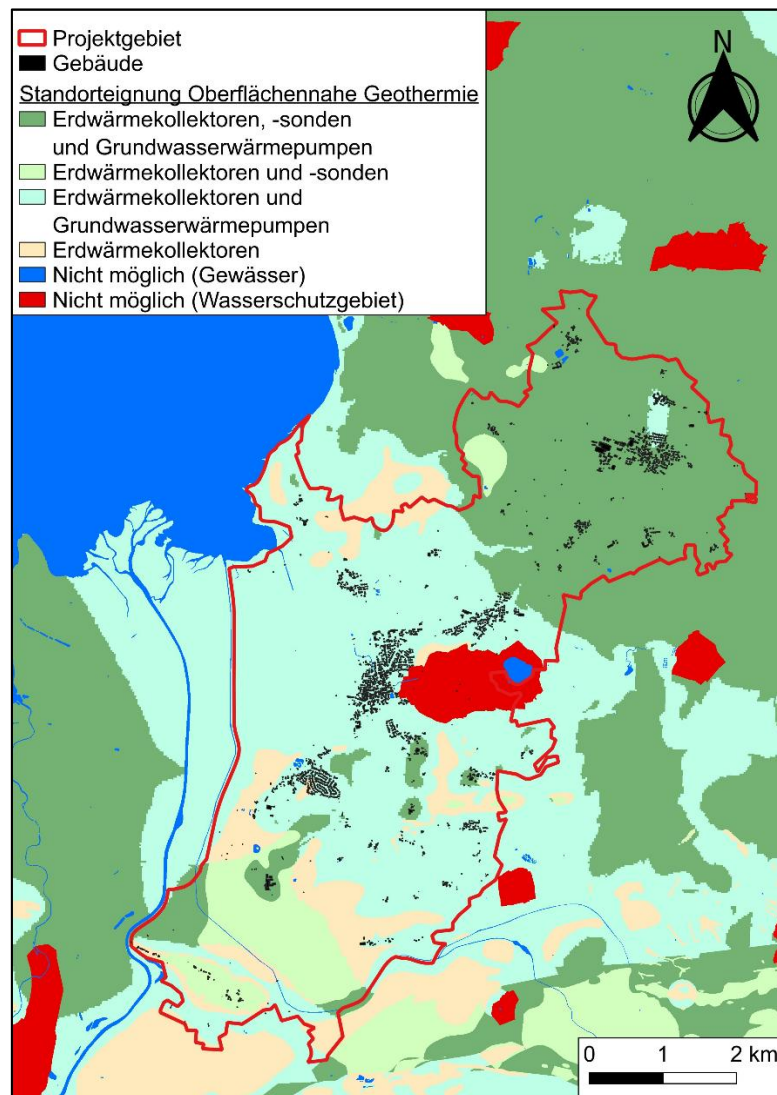


Abbildung 18: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie in Grabenstätt
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Abbildung 18 zeigt, dass im Gemeindegebiet unterschiedliche Eignungskategorien für die Nutzung oberflächennaher Geothermie vorliegen. Innerhalb der Wasserschutzgebiete ist der Einsatz entsprechender Anlagen vollständig ausgeschlossen. In weiten Teilen der bebauten Bereiche bestehen dagegen gute Voraussetzungen für Erdwärmekollektoren und Grundwasserwärmepumpen. Erdwärmesonden sind vor allem in den nördlichen Gemeindebereichen als geeignet ausgewiesen.

Oberflächennahe Geothermie wird oft für die Versorgung einzelner Gebäude genutzt, jedoch sind auch größere Anlagen zur Speisung eines Wärmenetzes möglich. Hier könnten sich an vielversprechenden Standorten die Durchführung von Machbarkeitsstudien zu Grundwasser- und Erdwärme anbieten.

4.3.1.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in Bohrungen von 20–100 m, manchmal sogar bis 400 m Tiefe eingebracht, wonach die Bohrlöcher mit einem Material maximaler Wärmeleitfähigkeit aufgefüllt werden. Für Erdwärmesonden ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens sehr relevant. In Grabenstätt liegt diese in 100 m zwischen 1,6 W/(m*K) und 2,6 W/(m*K). Bereiche mit niedrigerer Wärmeleitfähigkeit (1,6–1,8 W/(m*K), dunkelgrün dargestellt) finden sich vor allem im südlichen Gemeindebereich und sind für den Einsatz von Erdwärmesonden nur eingeschränkt geeignet. Höhere Werte (> 2,4 W/(m*K)) treten insbesondere im nördlichen Gemeindegebiet auf. Je höher die Wärmeleitfähigkeit des Bodens in Sondenumgebung ist, desto höhere Wärmemengen können generiert werden. Gemäß VDI-Richtlinie 4640 können Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von 1,5–2,5 W/(m*K) nur als mittelmäßig bewertet werden.

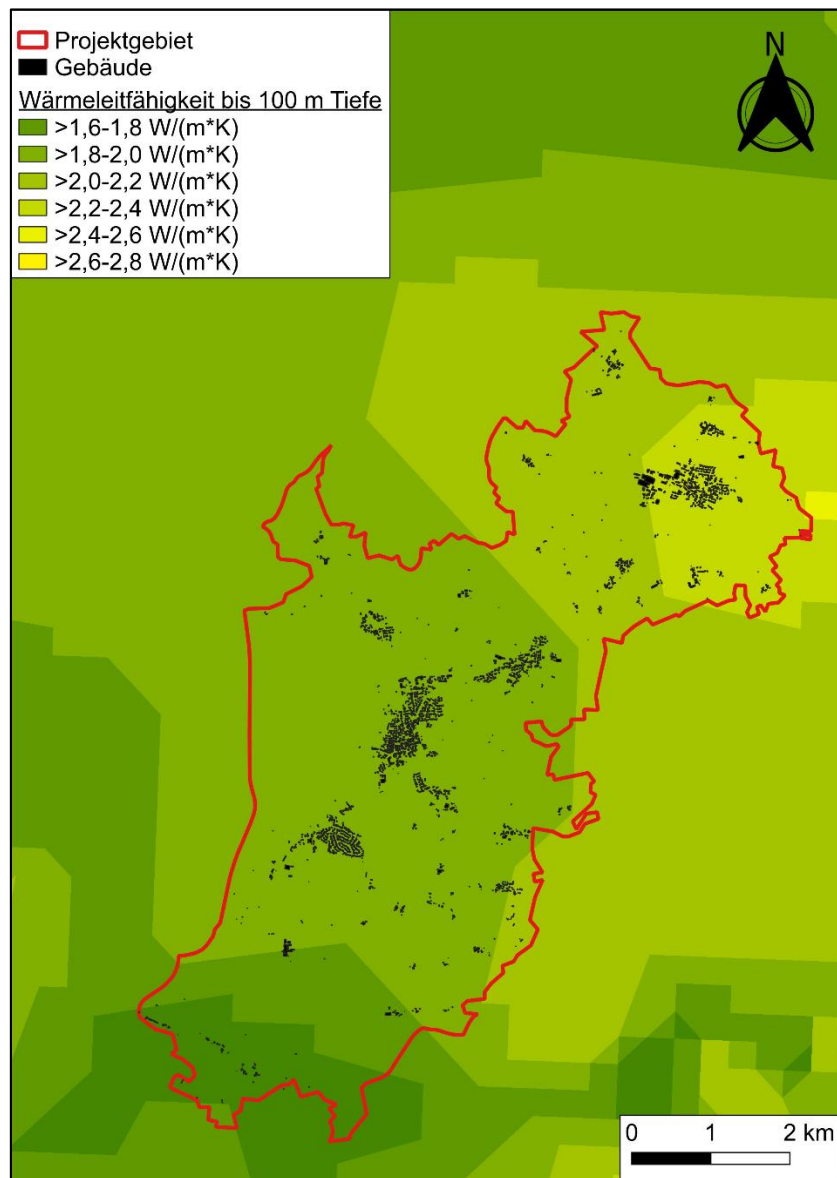


Abbildung 19: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis 100 m Tiefe.
 Quelle: Energie-Atlas Bayern

Die Kombination eines Erdsondenfelds mit darüberliegenden Solarthermie- oder PVT-Anlagen ist laut mehreren Herstellern technisch möglich und ermöglicht eine sehr hohe Flächenausnutzung. Überschüssige Solarwärme, die vor allem im Sommer anfällt, kann über die Sonden in den Untergrund eingebracht werden. Dadurch wird das Erdsondenfeld regeneriert und seine langfristige Leistungsfähigkeit gesichert. Wird über das Jahr hinweg mehr Wärme eingespeist als entnommen, kann das Erdsondenfeld zudem als saisonaler Wärmespeicher fungieren. Weitere Informationen zu saisonalen Wärmespeichern finden sich in Kapitel 4.10.

Für Erdwärmesonden eignen sich insbesondere Sedimentgesteine (z. B. Tonschiefer, Mergel, Sandstein), magmatische Gesteine wie Granit oder Gabbro sowie einige metamorphe Gesteine wie Gneis.

Für einen dauerhaften Betrieb muss die im Jahresverlauf entzogene Wärme ungefähr in gleicher Menge wieder in das Erdsondenfeld eingebracht werden. Ohne Regeneration würde das Feld langfristig auskühlen. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Temperaturniveaus eignen sich Erdsondenfelder besonders für Wärmenetze und Systeme mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen sinkt die Effizienz der Wärmepumpen deutlich (geringere COP-Werte). Bei der sommerlichen Wiedereinbringung von Wärme ist zudem sicherzustellen, dass die Bodentemperatur nicht mehr als 15 °C über die natürliche Bodentemperatur ansteigt. Aktuell werden Erdsondenfelder daher vor allem in Niedertemperaturwärmenetzen sowie im Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, bei denen die Vorlauftemperaturen nicht über etwa 75 °C liegen.

4.3.1.2 Erdwärmekollektoren

Für die Erdwärmekollektoren wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Böden bis 2 m Tiefe analysiert. In Grabenstätt liegen diese Werte der Wärmeleitfähigkeit zwischen 1,0 und 1,6 W/m*K²⁰. Diese Werte sind als mäßig gut zu bezeichnen.

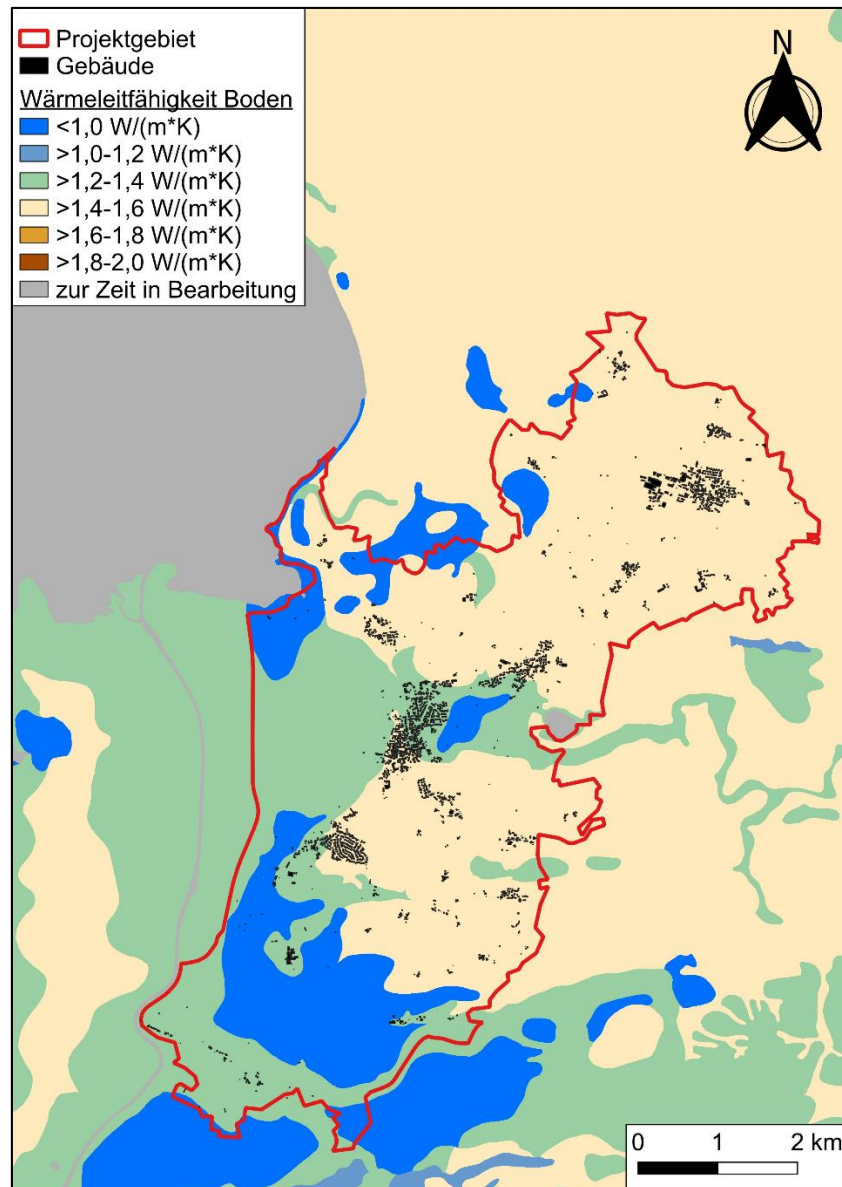


Abbildung 20: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Die Grabbarkeit des Untergrunds bis 1 m Tiefe ist eine wesentliche Voraussetzung für die Auslegung von Erdwärmekollektoren. Laut Angaben des Energie-Atlas Bayern wird der überwiegende Teil des Gemeindegebiets als „mit hoher Wahrscheinlichkeit grabbar“ eingestuft. Das Gebiet Osterbuchberg

²⁰ Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung (Bayern-Atlas)

stellt dabei die einzige Fläche dar, in der partiell Festgestein auftreten kann. Nördlich von Höring besteht ebenfalls eine mögliche Festgesteinszone, diese liegt jedoch außerhalb der bebauten Bereiche und ist daher für die Bewertung der Kollektoreignung nicht relevant. Abbildung 21 zeigt die Grabbarkeit in Grabenstätt.

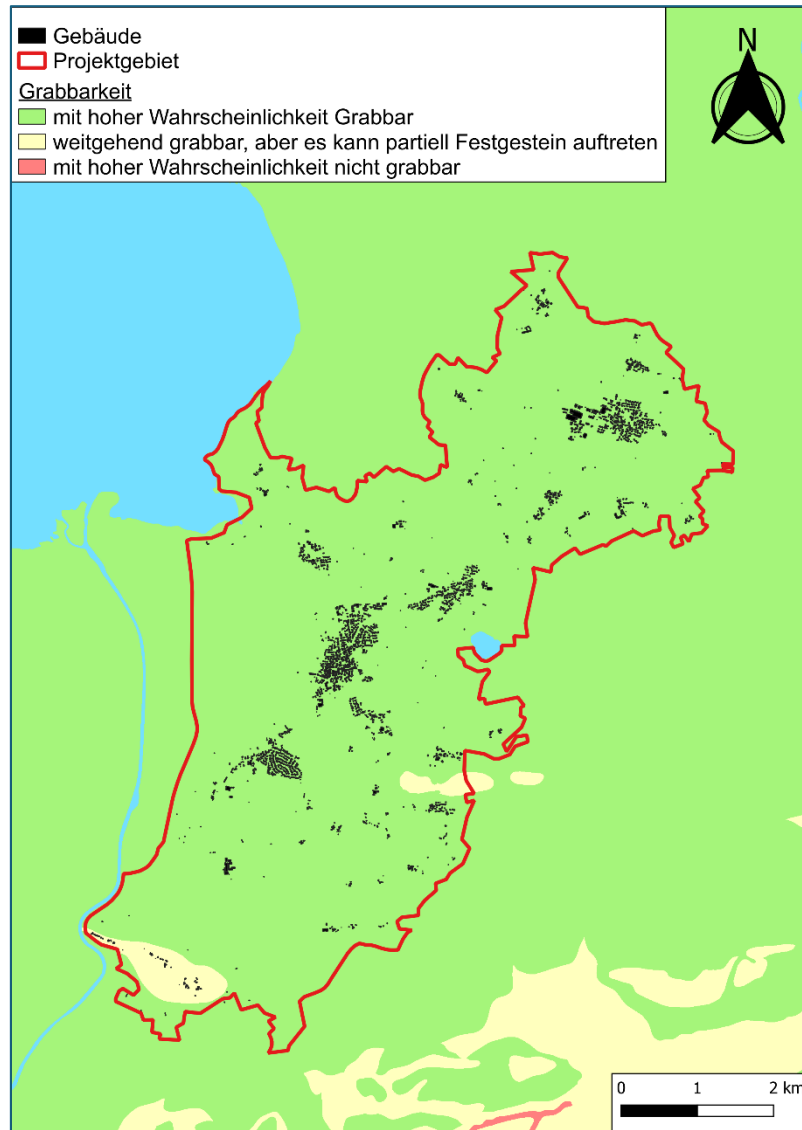


Abbildung 21: Grabbarkeit in Grabenstätt
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Außerdem ist die Leistung der Erdwärmekollektoren stark von den klimatologischen Bedingungen, also den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen abhängig²¹. Gemäß Daten von Meteoblue herrschen in Grabenstätt folgende klimatologischen Bedingungen.

²¹ www.stmwi.bayern.de

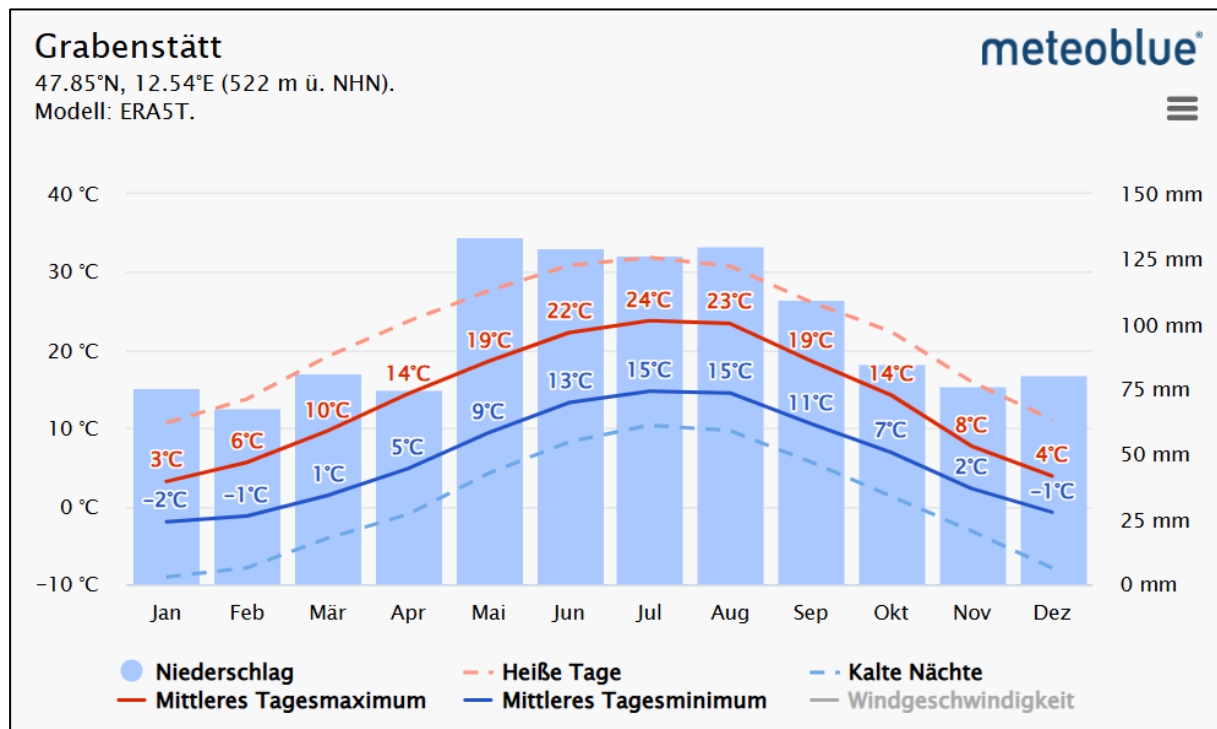


Abbildung 22: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in Grabenstätt
Datenquelle: www.meteoblue.com

Die Klimadaten in Abbildung 22 zeigen ausgeprägte Temperaturunterschiede zwischen Winter und Sommer. Während die mittleren Tageshöchstwerte im Winter nur wenige Grad über dem Gefrierpunkt liegen, erreichen sie im Sommer über 20 °C. Für Erdwärmekollektoren bedeutet dies, dass der thermische Zustand des Erdreichs im Jahresverlauf variiert. In den Sommermonaten unterstützen höhere Bodentemperaturen und vermehrte Niederschläge die Regeneration des Untergrunds und ermöglichen besonders hohe COP-Werte. Im Winter sinkt das Leistungsniveau aufgrund der niedrigeren Umgebungstemperaturen etwas ab. Grundsätzlich eignen sich Erdwärmekollektoren vor allem für Wärmenetze und Versorgungssysteme mit niedrigen Vorlauftemperaturen, wie sie beispielsweise in Neubaugebieten üblich sind. Sie bieten zudem eine Möglichkeit der dezentralen Wärmeversorgung. Der aktuelle Haupteinsatz liegt im Wohn- und Gewerbebau, wo typische Vorlauftemperaturen bis etwa 75 °C benötigt werden.

Erdwärmekollektoren brauchen für größere Wärmenetze sehr große Flächen, daher ist eine Kombination von Erdwärmekollektorfeldern und Solarthermieanlagen nur mäßig realisierbar.

Gemäß Bayern-Atlas beträgt die durchschnittliche Entzugsenergie von horizontalen Kollektoren in Grabenstätt etwa 43 kWh/(m²*a). Die Entzugsenergie von Grabenkollektoren werden auf 99 kWh/(m²*a) geschätzt²⁰.

4.3.1.3 Grundwasserwärmepumpen

Für Grundwasserwärmepumpen sind passende Grundwasserflurabstände gefordert. Diese sowie die Mächtigkeiten vorhandener Aquifere werden in Zuge von Machbarkeitsstudien und Probebohrungen detailliert ermittelt. Bei größeren Projekten werden für die Potenzialermittlung potenzielle Standorte identifiziert, an denen Probebohrungen (Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen) gesetzt und Pumpversuche durchgeführt werden. Für die Grundwassernutzung ist die lokale Hydrogeologie relevant. Im Gemeindegebiet sind überwiegend folgende hydrogeologische Gegebenheiten vorhanden:

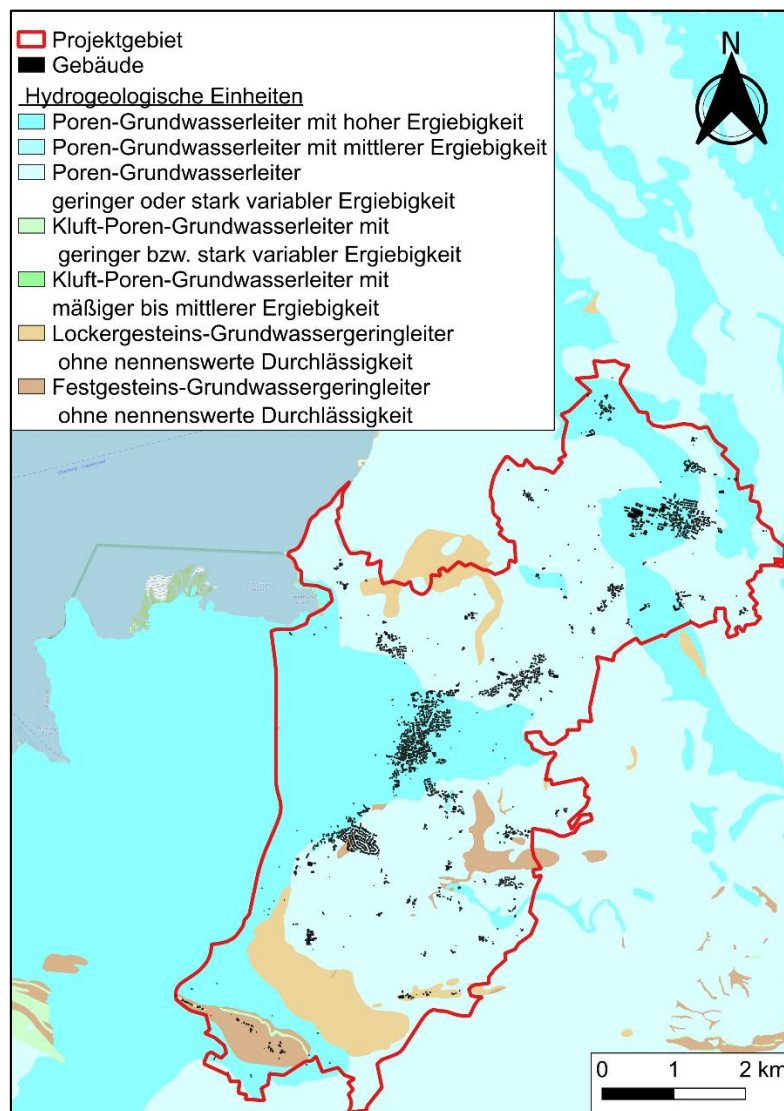


Abbildung 23: Hydrogeologische Klassifikation der Grundwasserleiter
 Quelle: Energie-Atlas Bayern

Abbildung 23 demonstriert die hydrogeologischen Gegebenheiten im und um das betrachtete Projektgebiet. Auffällig ist, dass sich vor allem in den stark bebauten Gebieten Poren-Grundwasserleiter mit hoher Ergiebigkeit befinden. Hier sind Grundwasserwärmepumpen besonders geeignet, zum

einen aufgrund des sehr ergiebigen Grundwasservorkommens und zum anderen durch die kurzen Leitungswege zum Wärmenetz oder den dezentralen Haushalten. In den Locker- oder Festgesteinsgebieten ist das Grundwasserwärmepotenzial vernachlässigbar. Aufgrund der Nähe vom Projektgebiet zum Chiemsee wird sich der Grundwasserpegel an der Höhe des bayrischen Meeres orientieren. Daher wird sich der Grundwasserkörper nahe an der Oberfläche befinden und so die Installation von Grundwasserwärmepumpen aufgrund der geringeren Bohrtiefe begünstigen. Die genaue Menge an verfügbarem Grundwasser kann über Probebohrungen und Pumpversuchen ermittelt werden. Sind hohe Mengen und Fließraten vorhanden, so ist das Wärmepotenzial vielversprechend. Es gibt zudem die Möglichkeit, beliebig viele Förder- und Schluckbrunnen (ausreichend Abstand zwischen den Anlagen vorausgesetzt) zu installieren, um die Gesamtleistung zu erhöhen. Abbildung 24 demonstriert die Entzugsleistung für Grundwasserwärmepumpen pro Brunnenpaar mit einem Abstand von 100 m.

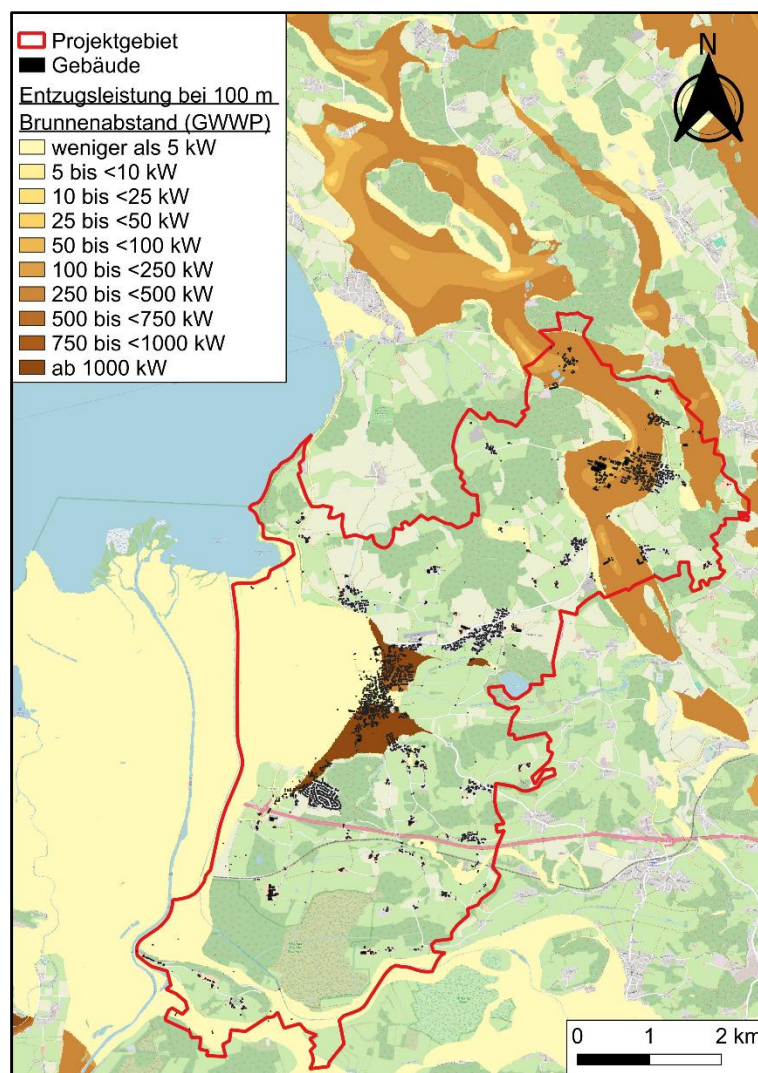


Abbildung 24: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand
 Quelle: Energie-Atlas Bayern

Große Brunnenpaare werden meist für zentrale Versorgungsnetze oder größeren Gewerbegebieten errichtet. Die höchsten Entzugsleistungen und damit das größte Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärme bzw. Grundwasserwärmepumpen liegen in den dunkelbraun dargestellten Bereichen. Diese konzentrieren sich insbesondere im Siedlungsgebiet von Grabenstätt und erreichen dort Entzugsleistungen von bis zu 1.056 kW, was ein sehr hohes Potenzial darstellt. Die hellbraun dargestellten Zonen im Norden der Gemeinde weisen ebenfalls ein gutes Potenzial auf, wenn auch auf einem etwas geringeren Leistungsniveau. Gut zu sehen ist, dass die hohen Entzugsleistungen mit den in Abbildung 23 dargestellten hydrogeologischen Klassifizierungen der Grundwasserleiter übereinstimmen.

Kostentechnisch sind die drei oben genannten Technologien sehr ähnlich. Je nach Erkundungsarbeit können bei den Bohrungen unterschiedlich hohe Kosten entstehen. Auch bei den Wärmepumpen variieren die Preise je nach Kältemittel, Quelltemperatur und Temperaturhub stark und liegen bei größeren Wärmepumpen (> 1MW) z. B. zwischen 250 €/kW und 950 €/kW. Bei kleineren Wärmepumpen betragen die Kosten oft mehr als 1.000 €/kW. Meistens fallen die Sole/Wasser Wärmepumpen etwas teurer aus.

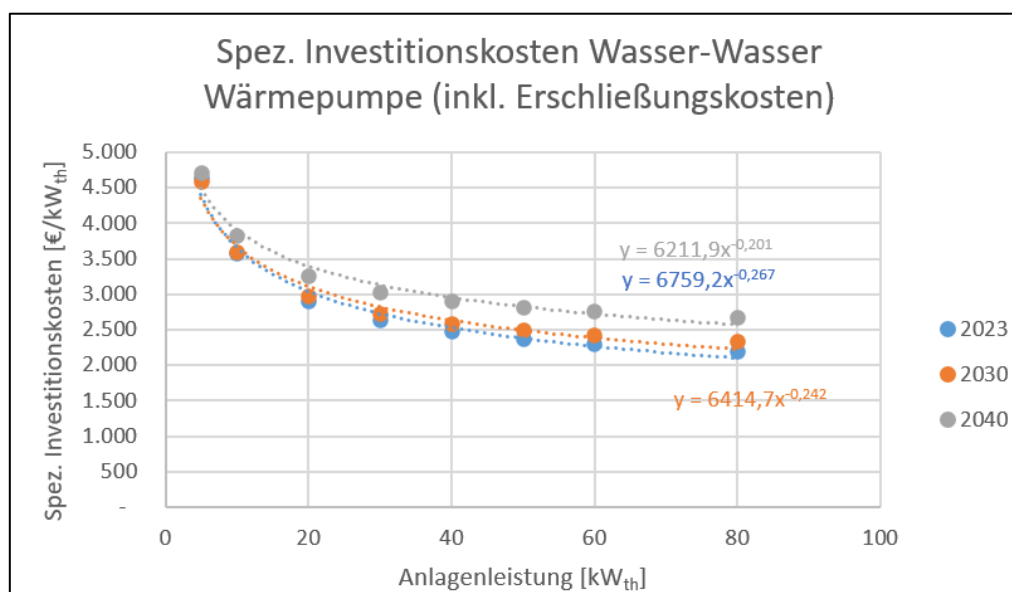


Abbildung 25: Investitionskosten für Grundwasserwärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

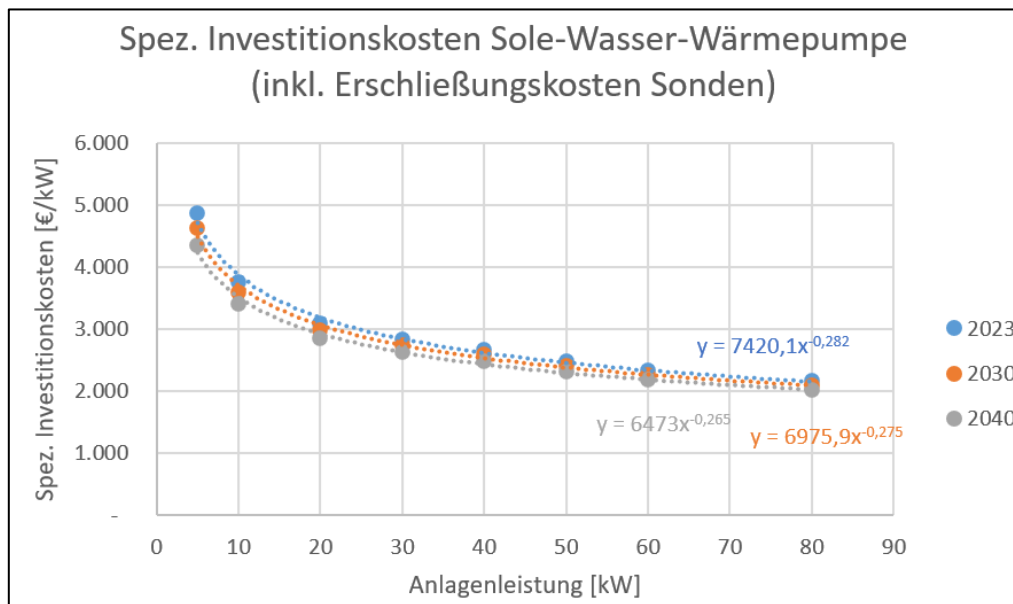


Abbildung 26: Investitionskosten für Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdsonden) gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

Tabelle 20: Nutzungsdauer und Kosten von Wärmepumpen gemäß VDI 2067

Wärmepumpe	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungsdauer nach VDI 2067 (Jahre)
Luft/Wasser	2,5%	18,00
Sole/Wasser	2,5%	20,00
Wasser/Wasser	2,5%	20,00

4.3.2 Flusswasser

Durch das Gemeindegebiet Grabenstätt fließt die Weiße Achen, die im Unterlauf als Rothgraben in den Chiemsee mündet. Laut Gewässerkundlichem Dienst Bayern lag der mittlere Abfluss (MQ) an der Messstelle Grabenstätt/Rothgraben im Jahr 2025 bei rund 2,4 m³/s, der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) bei etwa 0,77 m³/s.

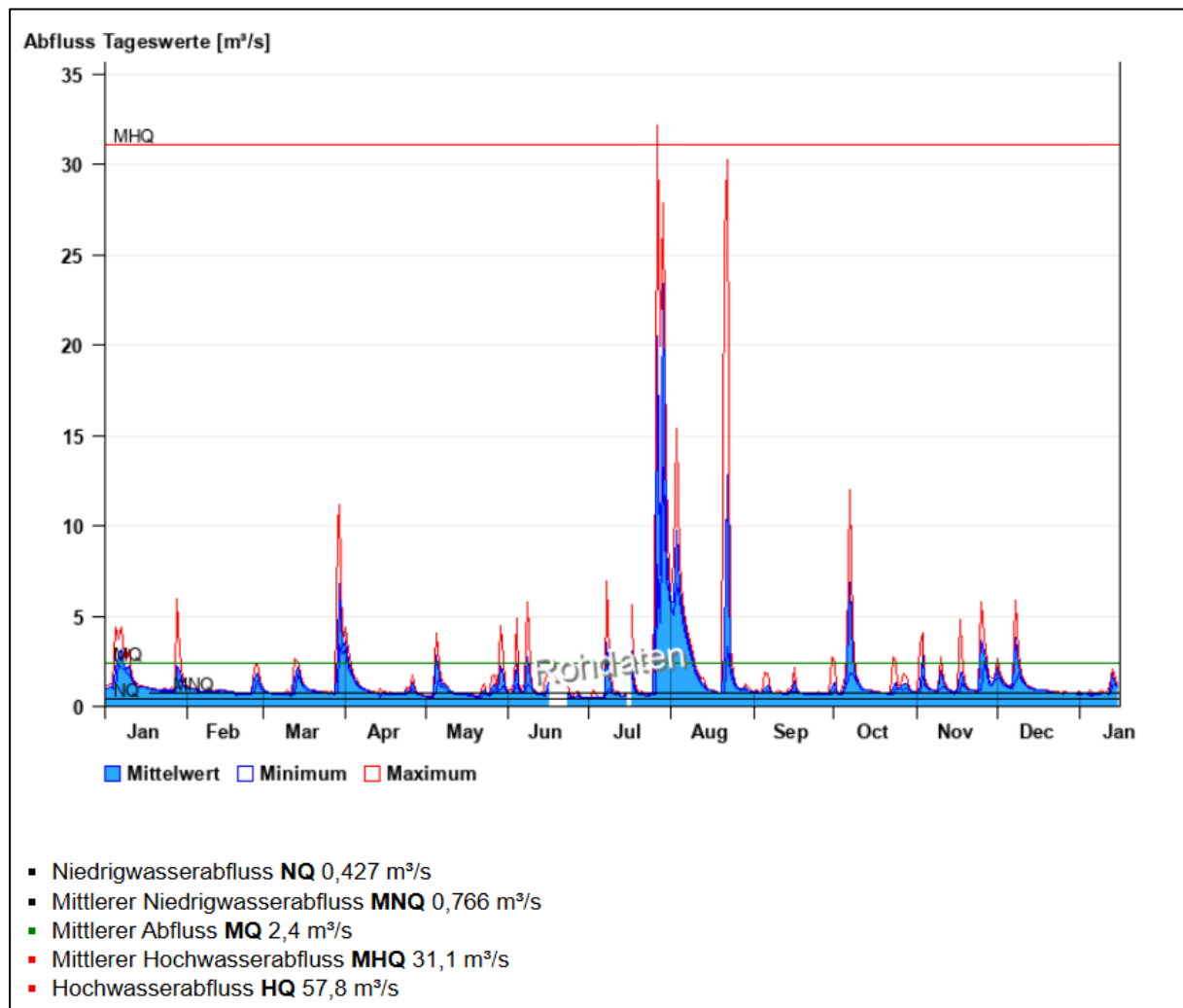


Abbildung 27: Abflusswerte Rothgraben im Jahr 2025
 Quelle: GKD Bayern

Aufgrund dieser relativ geringen Abflüsse ergibt sich zwar grundsätzlich ein Potenzial für Flusswasserwärmepumpen im ein- bis niedrigen zweistelligen Megawattbereich der Heizleistung, die Nutzung ist jedoch durch ökologische Mindestabflüsse und wasserrechtliche Vorgaben deutlich begrenzt. Neben der Weißen Achen ist im Gemeindegebiet zudem der Mühlbach vorhanden, der jedoch aufgrund seiner geringen Wasserführung und fehlender Abflussdaten nicht weiter betrachtet wird. Insgesamt ist das Potenzial für eine Nutzung von Flusswasserwärmepumpen im Gemeindegebiet Grabenstätt aufgrund der begrenzten Abflüsse der Weißen Achen sowie der sehr geringen Wasserführung des Mühlbachs als gering einzustufen.

4.3.3 Seewasser

Grabenstätt liegt direkt am Chiemsee. Die Chiemsee ist mit einer Fläche von 79,9 km² der größte See in Bayern und der drittgrößte in ganz Deutschland. Er umfasst ein Gesamtvolumen von 2,048 km³ Wasser mit einer Maximaltiefe von 73 m. Das Seewasserpotential ist daher immens, aber ohne

detaillierte Abstimmungen mit den jeweiligen Genehmigungsbehörden nicht weiter quantifizierbar. Wichtige Aspekte für die Genehmigung einer Seewasserwärmepumpe sind beispielsweise die Entnahmemenge, Entnahmetiefe sowie die benötigte Temperaturabsenkung.

Neben dem Chiemsee befindet sich im Gemeindegebiet mit dem Tüttensee ein weiteres Stillgewässer, dessen Dimensionen jedoch deutlich geringer ausfallen. Der Tüttensee weist eine Wasserfläche von 10,8 ha, ein Volumen von rund 1,02 Mio. m³ sowie eine maximale Tiefe von 17,3 m auf. Eine energetische Nutzung wäre daher allenfalls in kleinem Maßstab denkbar und müsste im Einzelfall hinsichtlich Gewässerökologie und Genehmigungsfähigkeit geprüft werden. Zusätzlich ist die Entfernung des Sees zu den nächstgelegenen Siedlungsbereichen von etwa 500 m zu berücksichtigen, was die Anbindung an potenzielle Wärmenutzer erschwert. Darüber hinaus ist der Tüttensee als Badesee genutzt, sodass Nutzungskonflikte zwischen der Erholungsfunktion und einer energetischen Nutzung des Seewassers auftreten können.

4.3.4 Luft

Die Umgebungsluft ist generell überall verwendbar, jedoch werden Luft-Wasser-Wärmepumpen nicht immer präferenziell eingesetzt. Luft-Luft-Wärmepumpen eignen sich nicht für den Einsatz in einem Wärmenetz. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind hinsichtlich des Lärmschutzes gemäß den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (§ 22 Abs. 1 BImSchG) zu errichten und zu betreiben. Die oben beschriebenen Umweltwärmequellen erreichen höhere Effizienzzahlen als Luft-Wasser-Wärmepumpen und sind somit oft als vorrangige Option zu betrachten. Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen vor allem in den Gebieten in Frage, wo entweder keine andere Umweltwärme mittels Wärmepumpen erschlossen werden kann oder bei zu großer Entfernung anderer Potenziale zu den Siedlungsflächen.²²

Luft-Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile auch in höheren Leistungsbereichen bis zu mehreren hundert kW und sogar im MW-Bereich. Moderne Luft-Wasser-Wärmepumpen schaffen auch bei sehr niedrigen Temperaturen noch hohe Vorlauftemperaturen (z. B. von -12 °C auf 85 °C) mit oft akzeptablen COP-Werten. Die maximal erreichten Vorlauftemperaturen können für Low-Ex Wärmenetze und teilweise auch für normale Wärmenetze ausreichend sein.

Aufgrund des Lärm- und Sichtschutzes eignen sich vor allem landwirtschaftlichen Flächen sowie Gewerbeflächen (inkl. Dachflächen, je nach statischer Eignung) für den Betrieb großer Luftwärmepumpen. Kleinere, dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen lassen sich nahezu überall installieren und wirtschaftlich betreiben, vorausgesetzt der Abstand zu den Nachbarn ist ausreichend. Auch in Altbauten kann der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sinnvoll und lohnenswert sein.

²² *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

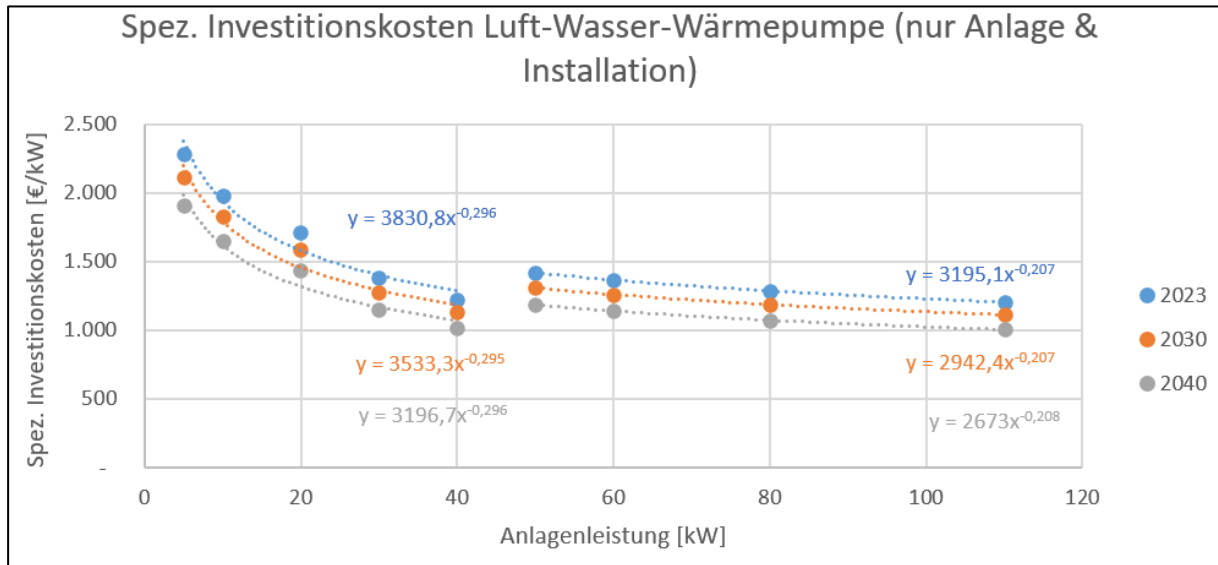


Abbildung 28: Investitionskosten für Luft-Wasser Wärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

4.3.5 Abwasser

Abwasser steht das ganze Jahr zur Verfügung und unterliegt relativ geringen Temperaturschwankungen. Durch Wärmeübertragung über Wärmetauscheranlagen kann dem Abwasser Energie in Form von Wärme entzogen werden. Über den Carnot-Prozess in einer Wärmepumpe kann so das Wasser eines externen Wasserzyklus auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und zum Heizen oder zur Warmwasserversorgung verwendet werden. Die Wärmerückgewinnung von Abwasser kann sowohl in der Kläranlage als auch in der Kanalisation stattfinden, jedoch ist die Abwärme aus dem Kläranlagen-Auslauf aufgrund niedrigerem Feststoffvorkommens besser für Großwärmepumpen geeignet²³. Ein Mindestdurchfluss von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) sowie ein Kanalquerschnitt >DN600 sind gefordert²⁴. Grund dafür ist die Zugänglichkeit für die Installation und Wartungsarbeiten. Gemäß Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) kann durch die Abwasserwärmenutzung 10 % des Gebäudewärmebedarfs in Deutschland gedeckt werden. Abwasser ist zudem krisensicher und preisstabil.

Die Gemeinde Grabenstätt ist Teil des Abwasser- und Umweltverbandes Chiemsee. Die Abwässer des Verbandes werden zentral in der Kläranlage der Gemeinde Rimsting behandelt. Im Kanalnetz von Grabenstätt sind zwar Rohrdimensionen von über DN 700 vorhanden, diese treten jedoch ausschließlich in Ortsteilen mit Mischkanalisation auf und sind in der Regel Teil von Rückhalte- bzw. Stauraumkanälen. Diese Kanalabschnitte sind überwiegend bei Regenereignissen gefüllt und stehen im Trockenwetterfall nicht für eine kontinuierliche Abwasserwärmenutzung zur Verfügung. Vor diesem Hintergrund wird für das Gemeindegebiet Grabenstätt kein Abwasserwärmepotenzial ermittelt.

4.4 Tiefe Geothermie

4.4.1 Hydrothermale Geothermie

Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie nutzt die Tiefengeothermie die hydrothermalen Aquifere in mehreren Tausend Metern Tiefe. Durch mindestens eine Förder- und eine Reinjektionsbohrung wird warmes Wasser aus der Tiefe nach oben gefördert, die Wärme über Wärmetauscher abgegeben und anschließend wieder ins Erdreich zurückgepresst. Die gewonnene Wärme wird dann in ein Nah- oder Fernwärmenetz eingespeist. Ist das Temperaturniveau des Wassers ausreichend hoch (ca. 120 °C), kann damit auch Strom erzeugt werden. Die Stromerzeugung aus Tiefengeothermie hat gegenüber vielen anderen erneuerbaren Stromerzeugungsarten den Vorteil, dass sie grundlastfähig ist.

²³ Ratgeber Energie aus Abwasser. 09.2019, Bundesverband Wärmepumpe e.V.

²⁴ Abwasserwärme –Leitfaden 2022. Berliner Wasserbetriebe, www.bwb.de

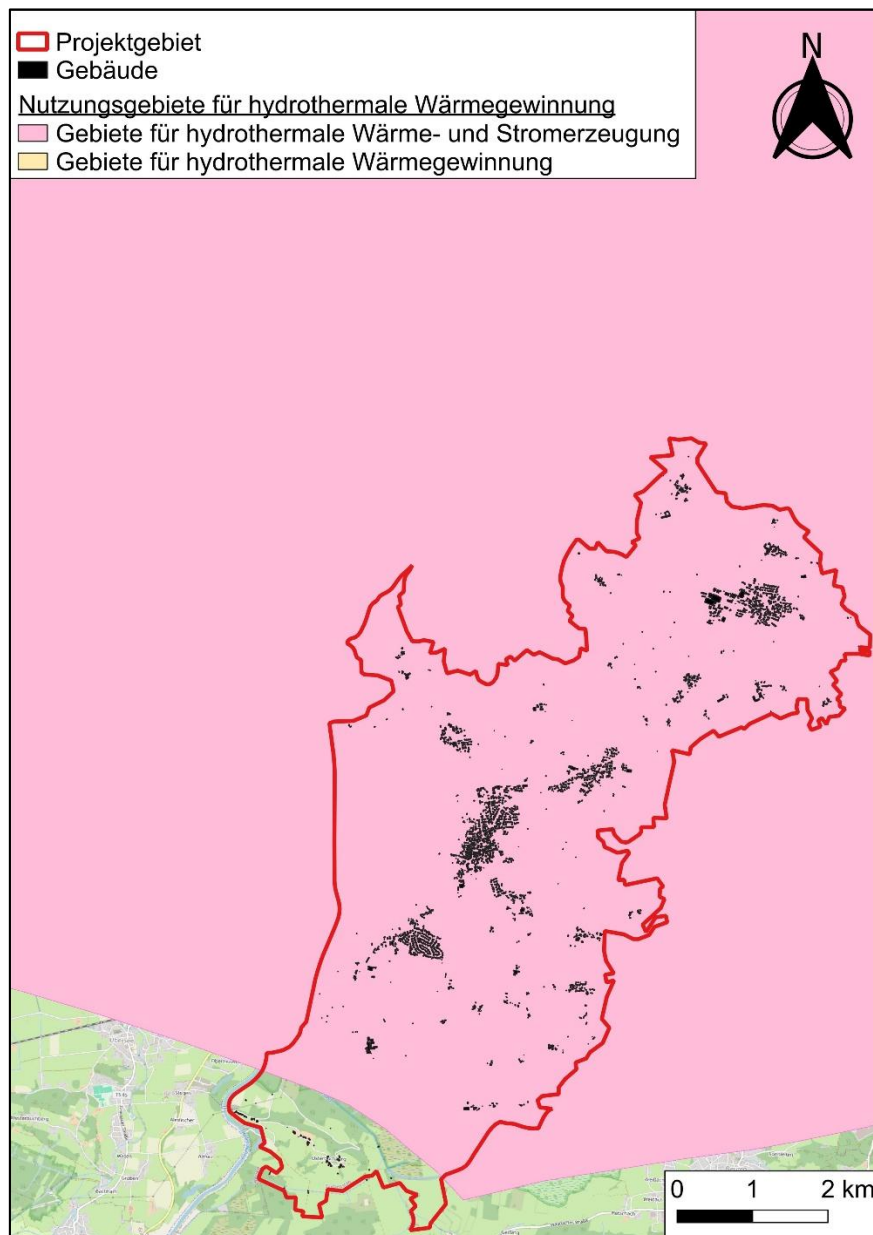


Abbildung 29: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie in Grabenstätt
Datenquelle: Energie-Atlas Bayern

Abbildung 29 verdeutlicht, dass nahezu das gesamte Gemeindegebiet tiefengeothermisches Potenzial aufweist. Dies umfasst sowohl die hydrothermale Wärmegegewinnung als auch die Stromproduktion.

Laut GeotIS (www.geotis.de) liegt das wärmeführende Heißwasser-Aquifer im Schnitt von Nord nach Süd zwischen 4.500 m und über 5.000 m (Abbildung 30). Hier liegen Temperaturen von $143\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$ vor, was ideale Bedingungen für die hydrothermale Wärmegegewinnung und Stromerzeugung darstellt. Eine Bohrtiefe von knapp 5 km ist zwar bohrtechnisch erschließbar, jedoch eine enorme Distanz.

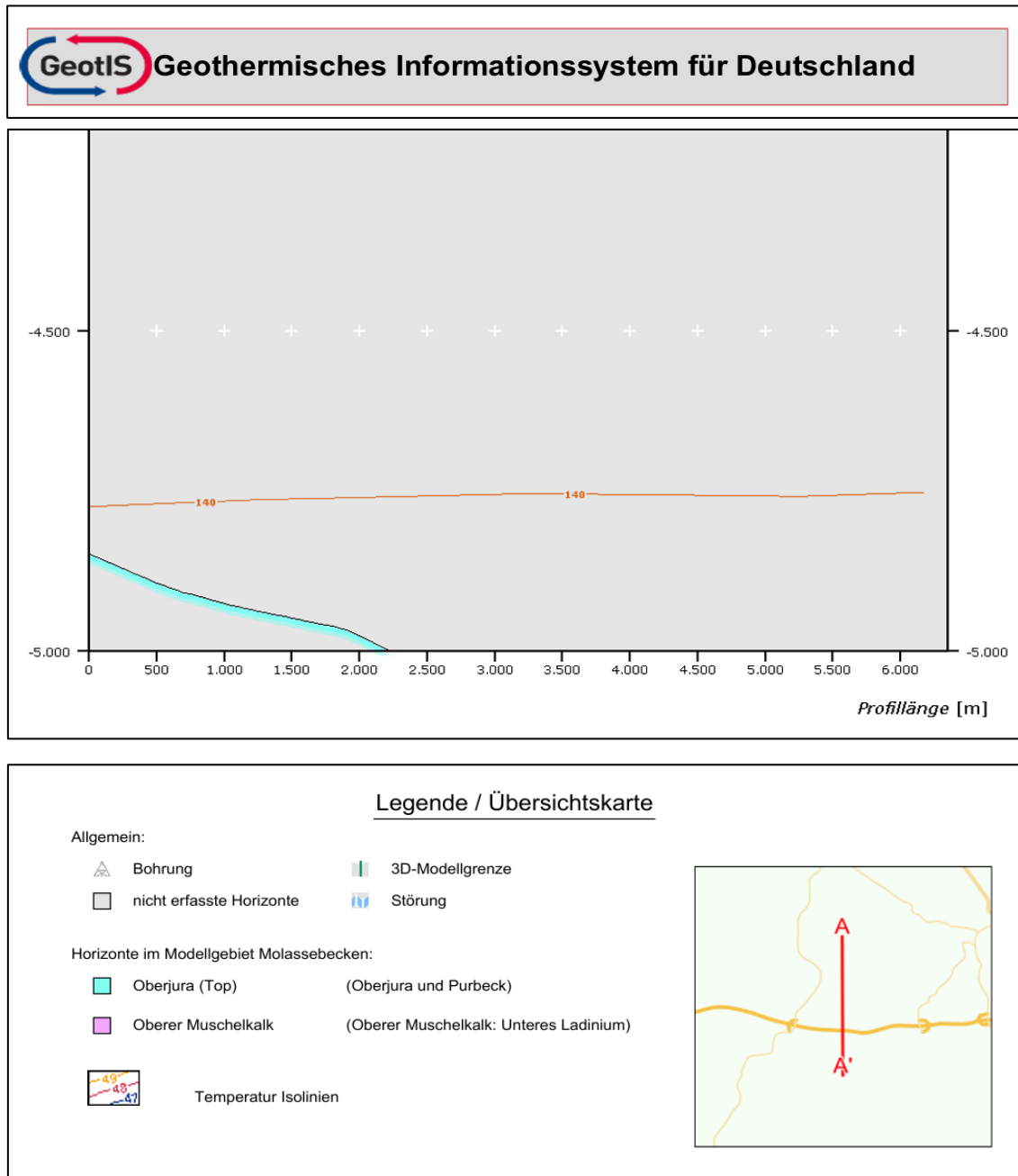


Abbildung 30: Heißwasser-Aquifer Grabenstätt
Datenquelle: GeotIS, www.geotis.de

Es können sich zusätzlich weitere Aquifere in geringeren Tiefen befinden, die aber generell geringere Fördermengen und Temperaturen liefern. Ob diese Aquifere ausreichende Förderraten und Temperaturen generieren können, hängt von den lokalen geologischen Bedingungen und von den Anforderungen ab. Auch hier sind weitere geologischen (Vor-)Untersuchungen unerlässlich.

Die Tiefengeothermie ist zwar mit einem höheren Investitionsbedarf verbunden, bietet jedoch großes Potenzial für eine nachhaltige und langfristige Energiegewinnung. Für eine genauere

Einschätzung des technisch-wirtschaftlichen Potenzials müssen tiefgreifende Analysen mit spezialisierten Ingenieurbüros und möglichen Investoren durchgeführt werden. Bevor Probebohrungen durchgeführt werden, müssen kostenintensive seismische Untersuchungen erfolgen, die eine belastbare Entscheidungsgrundlage schaffen.

Vor diesem Hintergrund wird die Realisierung einer eigenständigen tiefengeothermischen Anlage in Grabenstätt zwar grundsätzlich als möglich eingeschätzt, aufgrund der großen Erschließungstiefe sowie der damit verbundenen Kosten und Risiken jedoch nicht als vorrangiges Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung bewertet.

Allerdings liegt mit der länderübergreifenden Studie „Wärmeverbund SOBOS“ eine regionale Betrachtung der tiefengeothermischen Potenziale in Südostbayern vor. Der Landkreis Traunstein hat die Schirmherrschaft des Projekts übernommen, das auch eng vom Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel begleitet wird. Die Studie identifiziert entlang der Achse Trostberg-Traunstein einen grundsätzlich geeigneten Raum für die Nutzung tiefer Geothermie in Kombination mit übergeordneten Fernwärme- und Wärmeverbundstrukturen. Für Grabenstätt ergibt sich daraus perspektivisch die Möglichkeit, im Falle einer Umsetzung entsprechender regionaler Geothermieprojekte an eine überörtliche Wärmeversorgung angebunden zu werden. Auch wenn hier bisher noch keine konkreten Zeitpläne vorliegen, sollte Grabenstätt diese Entwicklungen weiter verfolgen und eng begleiten, da sich hier langfristig Perspektiven ergeben könnten (siehe auch Maßnahme 13). In nachfolgender Abbildung ist ein mögliches Beispiel für eine Versorgung über Tiefengeothermie in der Region bei Grabenstätt zu sehen:

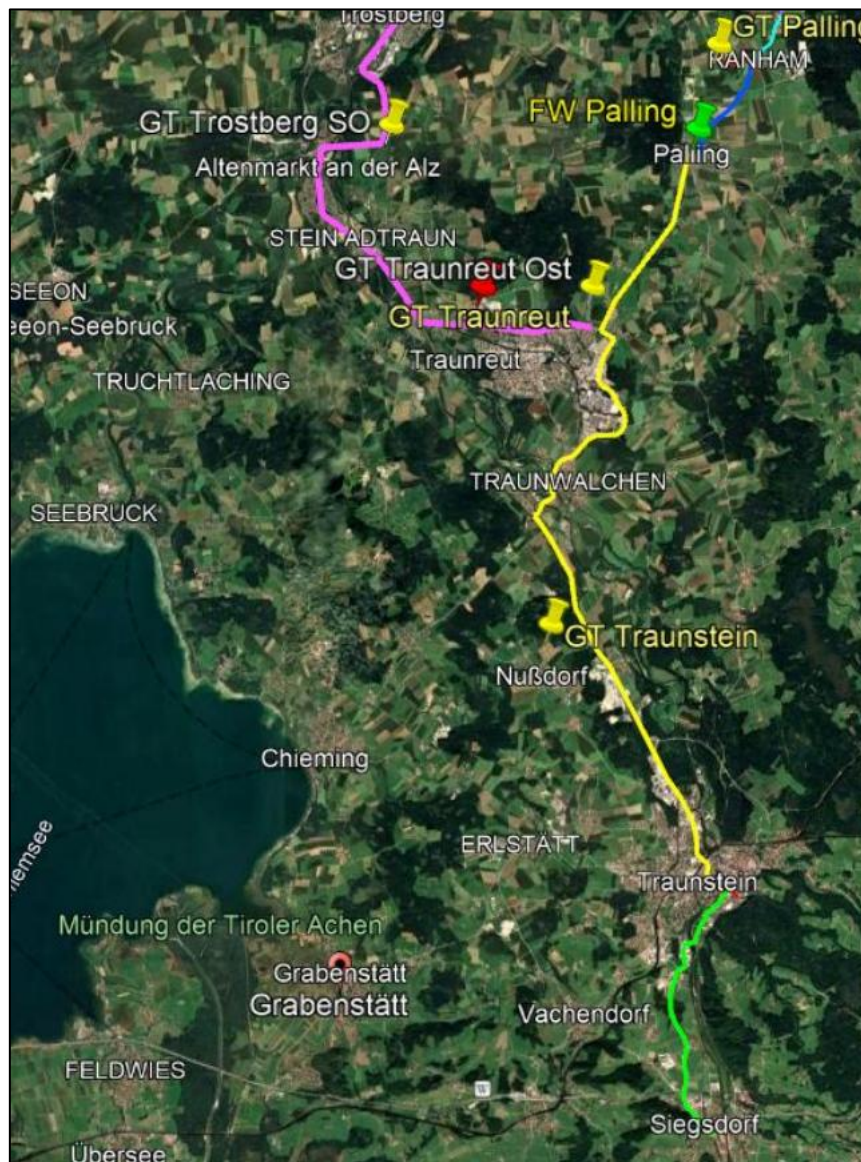


Abbildung 31: Möglicher Wärmeverbund Süd-West Palling-Trostberg-Traunstein-Siegsdorf

Quelle: Eigengrafik RCR, Studie Wärmeverbund SOBOS

Insbesondere die hier dargestellten Bohrungen Palling, Trostberg und Traunreut befinden sich bereits in der konkreten Planungs- und Umsetzungsphase. Eine Realisierung der Versorgung der dargestellten Achse und ggf. darüber hinaus wäre damit in den nächsten Jahren möglich.

Die Kosten einer tiefen Geothermieranlage sind vor allem abhängig von den Bohrkosten. Eine Verteilung der Bohrkosten gemäß AGFW Praxisleitfaden 2023²⁵ wird in Abbildung 32 dargestellt. Die technische Nutzungsdauer einer Geothermieranlage variiert in der Literatur und in der Praxis zwischen ca. 20 und 30 (manchmal sogar bis zu 40) Jahren. Für die Wartung und Instandhaltung können jährlich ca. 26.000 €/MW gerechnet werden. Zusätzlich kommen etwa 100.000 €/a an Öffentlichkeitsarbeit dazu²⁶.

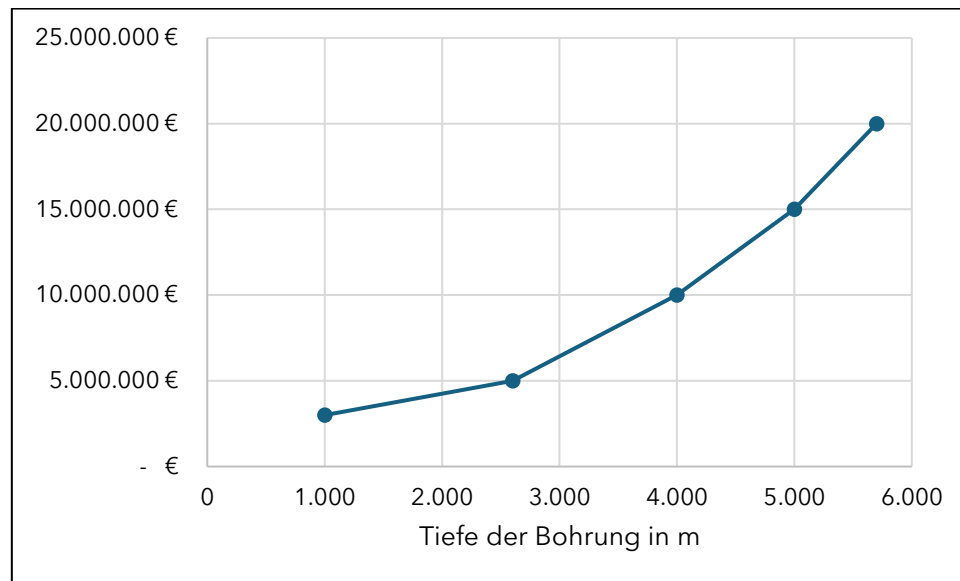


Abbildung 32: Kostenfunktion der Bohrkosten für eine Tiefengeothermieranlage
AGFW Praxisleitfaden Tiefengeothermie

4.4.2 Tiefe Erdwärmesonden

Eine weitere Option zur Nutzung der Tiefengeothermie ist die Einbringung von tiefen Erdwärmesonden. Dabei werden diese Sonden mehr als 400 m tief im Erdreich angebracht und befördern Wärme an die Oberfläche, welche mit Hilfe von hocheffizienten Wärmepumpen auf die nötige Vorlauftemperatur für Heizanlagen gebracht wird. Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass keine Heißwasser-Aquifere benötigt werden und damit das Fündigkeitsrisiko bei null liegt. Allerdings ist die erschließbare Leistung hier begrenzt auf wenige hundert kW, so dass sich diese Technik eher für einzelne Großverbraucher oder als Wärmequelle in kleinen Nahwärmenetzen eignet²⁷. In der Regel werden, aufgrund der geringen Leistungen, nur bereits vorhandene Tiefbohrungen genutzt, um die Kosten gering zu halten und die tiefen Erdwärmesonden wirtschaftlich zu machen²⁸.

²⁵ *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

²⁶ Ebd.

²⁷ *Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016

²⁸ *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

Abbildung 33 zeigt die in Grabenstätt erfassten Bohrungen nach Tiefenklassen, basierend auf der Bohrpunktkarte Deutschland der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

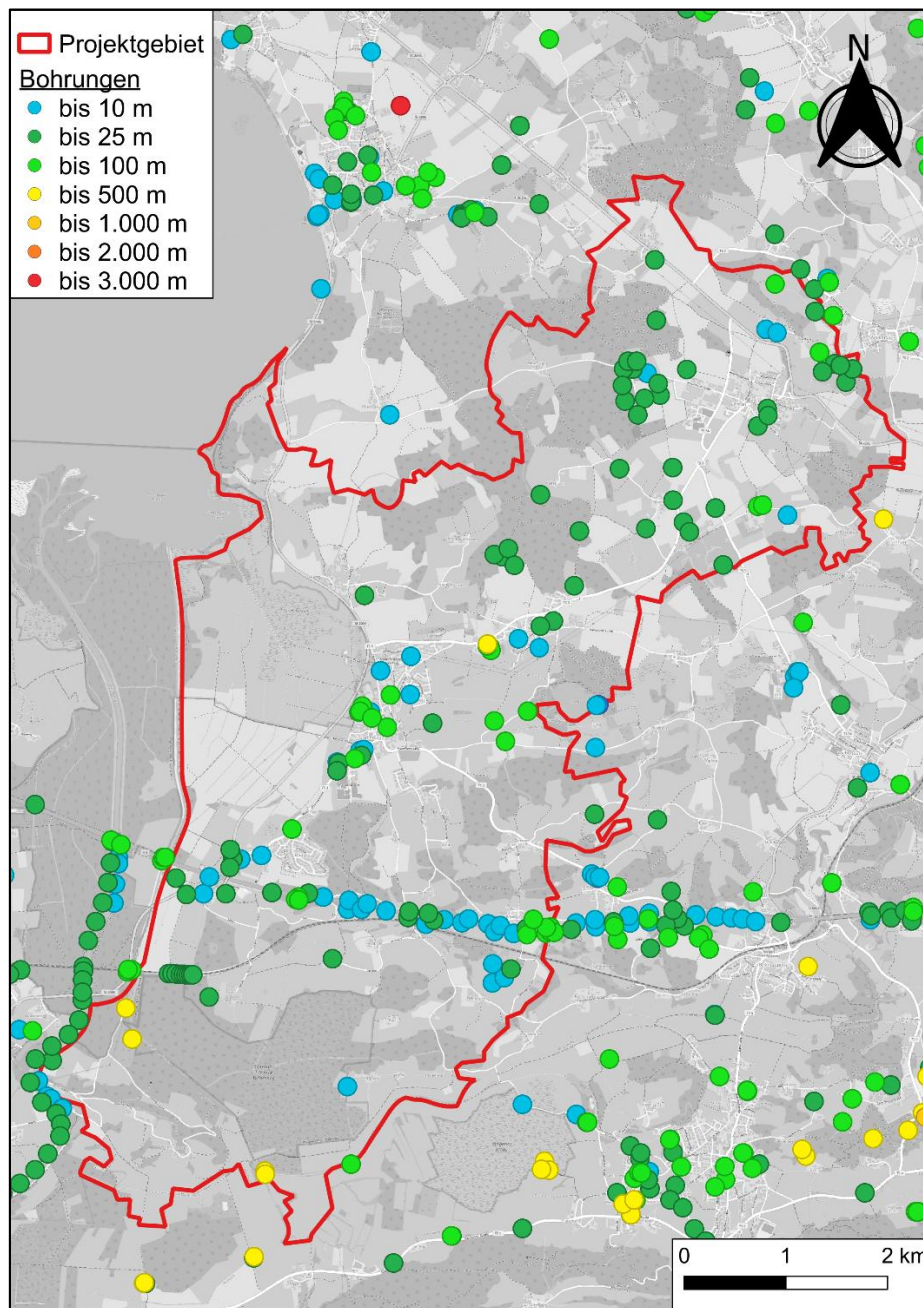


Abbildung 33: Bohrungen nach Tiefenklassen im Gemeindegebiet Grabenstätt
Quelle: Bohrpunktkarte Deutschland der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Die im Gemeindegebiet vorhandenen Bohrungen weisen überwiegend nur geringe Tiefen auf und liegen meist unterhalb von 100 m. Damit existieren im Gemeindegebiet aktuell keine tiefen

Bestandsbohrungen, die Hinweise auf lokale geologische Randbedingungen für tiefe Erdwärmesonden liefern könnten.

4.5 Biomasse/Biogas

Laut der Flächenerhebung²⁹ aus dem Jahr 2023 bestehen in der Gemeinde ca. 2.162 ha landwirtschaftliche Fläche (57,2 % der Gemeindefläche) und etwa 913 ha Wald (24,1 % der Gemeindefläche). Theoretisch wären also ca. 81,3 % der Gemeindefläche potenziell für Biomasseproduktion nutzbar.

Laut Energie-Atlas Bayern ergeben sich für die Gemeinde Grabenstätt folgende Biomassepotenziale:

Tabelle 21: Energiepotenziale aus Biomasse in Grabenstätt gemäß Energie-Atlas Bayern

Potenzial	Energiepotenzial in MWh/a
Waldderbholz	8.139
Flur- und Siedlungsholz	1.167
Summe	9.306

Dem ermittelten Biomassepotenzial von insgesamt 9.306 MWh/a steht eine bereits genutzte Wärmemenge aus Biomasse von rund 7.808 MWh/a gegenüber. Damit ist der überwiegende Teil des Biomassepotenzials bereits genutzt, es verbleibt nur noch ein geringes Potenzial von rund 1.500 MWh/a.

Zudem gibt der Energie-Atlas Bayern ein Ertragspotenzial für Pappeln auf Kurzumtriebsplantagen mit 7.647 MWh/a an. Dieses Potenzial ist jedoch nur theoretisch vorhanden, da hier alle Ackerflächen mit geringer Ackerzahl (≤ 40) mit guter Wasserversorgung als geeignete Flächen ausgewiesen werden.

Die Potenziale der festen Biomasse sind in Grabenstätt bereits weitgehend ausgeschöpft, es wird laut THG-Bilanz aktuell bereits 7.808 MWh/a Biomasse für Wärmezwecke eingesetzt

Ein zusätzliches Biomassepotenzial befindet sich in den verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzungsvarianten. Biogas kann aus tierischen Abfällen oder aus Pflanzenresten erzeugt werden. Gemäß Energie-Atlas Bayern ergibt sich im Gemeindegebiet ein Biogaspotenzial von 23.368 MWh/a.

²⁹ Statistik kommunal 2024 – Bayerisches Landesamt für Statistik, Fürth 2025

Tabelle 22: Biogaspotenzial in Grabenstätt
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Sektor	Biogaspotenzial
Pflanzliche Biomasse	12.938 MWh/a (55,3%)
Organischer Abfall	667 MWh/a (2,2%)
Davon kommunales Biogut (Biotonne)	11,1 %
Davon kommunales Grüngut	7,7 %
Davon Organik im Hausmüll	26,8 %
Davon gewerbliche organische Abfälle	28,4 %
Davon Landpflegeabfälle	26 %
Gülle und Festmist	9.763 MWh/a (41,8 %)
Davon Gülle	63,3 %
Davon Festmist	36,7 %
Summe	23.368 MWh/a

Sowohl in fester als auch in gasförmiger Form müssen beim Produkt Biomasse diverse Aspekte berücksichtigt werden. Mit dem Ausbau von klimaneutralen Heizanlagen werden immer mehr Hack-schnitzel- und Pelletheizungen installiert. Der Holzbestand in Deutschland kann diese wachsende Nachfrage nicht für immer abdecken. Die steigende Holz-Nachfrage und die damit verbundenen Engpässe in der Biomasseproduktion führen möglicherweise zu steigenden Preisen bei gleichzeitig fallender Qualität, die zu einem höheren Betriebs- und Wartungsaufwand führen wird.

Außerdem ist zu beachten, dass Biomasse nur unter spezifischen Bedingungen als klimaneutral bewertet werden kann. Klimaneutralität ist dann gegeben, wenn die eingesetzte Biomasse nachwächst und dadurch nahezu die gleiche Menge an CO₂ wieder gebunden wird. Da immer mehr Biomasseheizungen eingesetzt werden und das nachhaltige Potenzial in Deutschland und in den umliegenden Ländern begrenzt ist, kann nicht mehr in allen Fällen von tatsächlich nachhaltiger Biomasse gesprochen werden. Das Umweltbundesamt publizierte im Herbst 2024 eine neue Beurteilung von CO₂-Faktoren verschiedener Energieträger³⁰. Holz- und Pelletheizungen liegen hier zwischen 0,343 und 0,404 g/kWh und somit höher als Erdgas und Heizöl. Eine Publikation der Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz NRW.Energy4Climate GmbH zieht Daten von verschiedenen Publikationen

³⁰ UBA-CO₂-Rechner: Neue Berechnungsgrundlage bei Holzenergie. 07.11.2024, Umweltbundesamt. Verfügbar auf: <https://www.umweltbundesamt.de/uba-co2-rechner-neue-berechnungsgrundlage-bei#33wo-finde-ich-uba-publikationen-und-weitere-informationen-zu-dem-thema>

zusammen.³¹ Aus diesen Publikationen leitet die NRW.Energy4Climate GmbH ab, dass mindestens ca. 75 % des nachhaltigen Potenzials in Deutschland bereits genutzt wird.

Die Kosten von Biomassekesseln variieren je nach Leistung. Wo sich kleinere Kessel (10–100 kW) zwischen 250 und 2.000 €/kW bewegen, sind größere Kessel bereits ab ca. 150 €/kW verfügbar. Die jährlichen Kosten und die Nutzungsdauer von Biomasseanlagen werden in Tabelle 23 dargestellt. Die Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen³² wird in Abbildung 34 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Anschaffungskosten der Kessel nur ca. ein Drittel der Investition ausmachen.

Tabelle 23: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067

Biomasse	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungsdauer nach VDI 2067
Hackschnitzel	6,0%	15,00
Pellets	6,0%	15,00

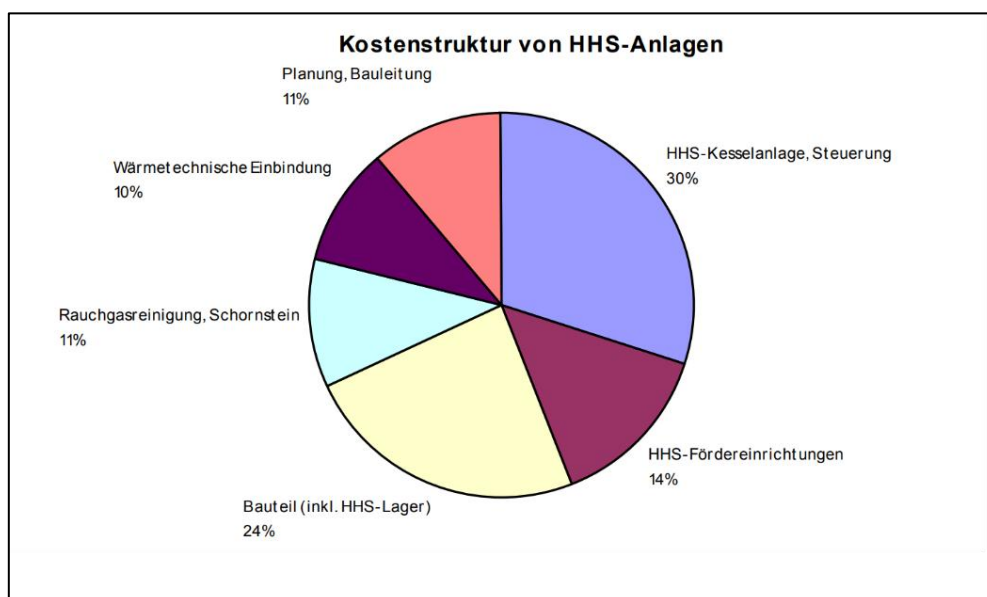


Abbildung 34: Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen. Quelle: Bremer Energie Institut

4.6 Biogenes Flüssiggas

Biogenes Flüssiggas (Bio-LPG) ist ein industriell hergestelltes, biogenes Flüssiggas, das zentral produziert und per Tankwagen geliefert wird – im Gegensatz zu klassischem Biogas, das lokal in Anlagen erzeugt und meist über Leitungen genutzt wird. Es besitzt die gleichen chemischen Eigenschaften

³¹ *Nachhaltiger Einsatz von Biomasse*. 01.2023, NRW.Energy4Climate GmbH

³² *Bericht: Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1.000 m² Gesamtnutzfläche*. 2007, Bremer Energie Institut

wie fossiles Flüssiggas und kann bestehende Heizsysteme ohne größere Anpassungen ersetzen. Durch den Einsatz von Bio-LPG lassen sich bis zu 90 % CO₂ im Vergleich zu fossilem LPG einsparen³³, und es ist laut Gebäudeenergiegesetz (GEG) als erneuerbare Energieform anerkannt.

Bio-LPG kann sowohl zentral als auch dezentral eingesetzt werden. Beispielsweise Gebäude mit Erdgasanschluss können auf Bio-LPG umgestellt werden, meist durch Umrüstung der vorhandenen Gas-Brennwertthermen. Alternativ ist eine bilanzielle Nutzung möglich: Die Versorgung erfolgt technisch weiterhin mit fossilem LPG, der Bio-Anteil wird über Zertifikate bilanziell nachgewiesen, ohne dass der Endverbraucher Anpassungen vornehmen muss.

Bio-LPG ist flexibel einsetzbar, kompatibel mit vorhandener Infrastruktur und kann sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gebieten zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen. Allerdings verursacht die Speicherung in Tanks, der Transport per Lkw und die Verbrennung weiterhin Emissionen. Zudem ist Bio-LPG aktuell teurer als fossiles LPG und noch limitiert verfügbar, da die Produktionsmengen gering sind³⁴. Auch die langfristige Nachhaltigkeit hängt von der Herkunft der Biomasse ab: Nur Rest- und Abfallstoffe gelten als wirklich klimafreundlich; der Einsatz von Energiepflanzen kann zu Landnutzungskonflikten führen (siehe auch vorheriges Kapitel). Somit bleibt Bio-LPG eher eine technische Übergangslösung mit geringem Potenzial: Für die vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung wird mittelfristig der Umstieg auf direkte erneuerbare Wärmequellen oder elektrische Systeme notwendig.

4.7 Thermische Abfallbehandlungsanlagen

Der Landkreis Traunstein ist Teil des Zweckverbandes Abfallverwertung Südostbayern.³⁵ Die Siedlungsabfälle aller teilnehmenden Gemeinden werden zentral in Burgkirchen thermisch verwertet.³⁶ Es bietet sich daher für Grabenstätt kein zusätzliches Potenzial.

Da das Abwasser der Gemeinde im Rahmen des Abwasser- und Umweltverbandes Chiemsee in der extern gelegenen Kläranlage des Verbandes behandelt wird, bietet sich für Grabenstätt kein Potenzial aus der Verbrennung von Klärschlamm.

4.8 KWK-Anlagen

KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme aus derselben Energiequelle, z. B. aus Gas oder aus Biomasse. Die eingesetzte Energie wird so besonders

³³ Deutscher Verband Flüssiggas: Bio-Flüssiggas – nachhaltig und klimaschonend. <https://www.dvfg.de/die-besondere-energie/future-liquid-gas/biogenes-fluessiggas/> (23.02.26).

³⁴ Bio Flüssiggas (LPG): Einsatz, Vorteile und Kauf. <https://www.fluessiggas1.de/bio-lpg-fluessiggas-aus-erneuerbaren-quellen/> (23.03.26).

³⁵ [Verbandsgebiet Zweckverband Abfallverwertung Südostbayern \(ZAS\)](#) (24.11.25)

³⁶ [Müllheizkraftwerk Burgkirchen](#) (Stand 05/2021)

effizient genutzt, denn die Abwärme aus der Energiegewinnung geht nicht verloren, sondern wird direkt zum Heizen verwendet.

Das Potenzial für Biogas wurde bereits im Kapitel Biomasse (4.5) behandelt. Weiteres nachhaltiges Potenzial für KWK-Anlagen haben Holzvergaser, die aus Holzprodukten Strom und Wärme erzeugen. Auch dieses Potenzial wurde bereits im Kapitel Biomasse behandelt. Holzvergaser können einen wichtigen Beitrag leisten, indem sie sowohl die Wärmeerzeugung unterstützen als auch Strom für mögliche Wärmepumpen generieren. Ein weiteres KWK-Potenzial befindet sich in zukünftig wasserstoffbetriebenen KWK-Anlagen. Das Potenzial für Wasserstoff wird nachfolgend behandelt.

Klärgas stellt generell eine weitere mögliche Energiequelle für KWK-Anlagen dar. Aufgrund der Lage der zuständigen Kläranlage außerhalb des Gemeindegebiets und der Entfernung zu Grabenstätt steht jedoch kein lokal nutzbares Klärgaspotenzial zur Verfügung.

4.9 Wasserstoff

Wasserstoff ist in der Wärmeversorgung ein umstrittenes Thema. Am 22. Oktober 2024 genehmigte die Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß § 28q EnWG den Antrag der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) zur Errichtung des Wasserstoffkernnetzes in Deutschland. Das Kernnetz soll große Verbrauchs- und Erzeugungsstandorte von Wasserstoff in Deutschland verbinden und als langfristige Planungsgrundlage für die industriellen Großabnehmer dienen. Nach derzeitigem Planungsstand wird das Kernnetz zu 56 % aus umgewidmeten Erdgasleitungen bestehen.³⁷ Eine große Unsicherheit liegt aktuell in der Höhe der zukünftig aufgerufenen Preise. Die Prognosen, die aktuell in der Presse kursieren, sind oftmals Bereitstellungskosten. Diese lassen allerdings außer Acht, dass der Wasserstoff in einem Markt gehandelt wird und sich dementsprechend ein Preis einstellen wird, in dem die Renditeerwartungen der Investoren und Anlagenbetreiber einkalkuliert sind. Zudem ist es wahrscheinlich, dass Anlagenbetreiber bzw. Exportländer mit günstigen Bereitstellungskosten ihre Marge erhöhen werden und auch zum globalen Wasserstoffpreis anbieten, anstatt die günstigen Standortvorteile an die Kunden weiterzugeben. Die Ergebnisse des „HYPAT“-Projektes von u. a. dena und Fraunhofer (ISE, ISI und IEG) prognostizieren für 2045 Großhandelspreise für Wasserstoff in Deutschland von 132 €/MWh, ohne Verteilnetzkosten zu berücksichtigen. Ein Einsatz von Wasserstoff für Gebäudewärme wird daher als unwahrscheinlich gesehen.³⁸

Für Grabenstätt ergibt sich ein langfristiger und unsicherer Zeithorizont im Hinblick auf eine mögliche Versorgung mit Wasserstoff. Zwar liegt die Gemeinde im erweiterten Umfeld der geplanten

³⁷ Bundesnetzagentur (2024): Wasserstoff Kernnetz. www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start. Zuletzt abgerufen: 29.10.2025.

³⁸ Wietschel, M.; Riemer, M.; Thomann, J.; Breitschopf, B.; Fragoso, J.; Wachsmuth, J.; Weißenburger, B.; Müller, V.P.; Kantel, A.; Karkossa, L.; Marscheider-Weidemann, F.; Pieton, N.; Lenivova, V.; Drechsler, B.; Ragwitz, M.; Ranzmeyer, O.; Voglstätter, C.; Mandler, F.; Holst, M.; Hank, C.; Kunze, R.; Vespermann, D.; Thielmann, S.; Quitzow, R.; Stamm, A.; Strohmaier, R.; Thiel, Z.; Müller, M.; Löschel, A. (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.). Abgerufen über: www.hypat.de.

Leitungstrasse München-Burghausen-Chiemsee, jedoch ist ein direkter Anschluss derzeit nicht absehbar. Nach Angaben von bayernets³⁹ wird im nördlichen Chiemseegebiet frühestens ab 2035 eine Wasserstoffleitung erwartet. Aufgrund der räumlichen Distanz und fehlender Anschlussplanungen ist ein praktischer Nutzen für die kommunale Wärmeversorgung frühestens langfristig nach 2045 vorstellbar – jedoch aufgrund technischer, wirtschaftlicher und politischer Unsicherheiten aktuell nicht belastbar beurteilbar.

4.10 (Groß)Wärmespeicher

Wärmespeicher gibt es heutzutage in zahlreichen Varianten. In diesem Kapitel wird zuerst kurz auf die verschiedenen Varianten und Möglichkeiten eingegangen.

4.10.1 Pufferspeicher

Pufferspeicher speichern Wärme (oder Kälte) über kurze Zeiträume. Im Normalfall sind hiermit einige Stunden bis maximal Tage gemeint. Pufferspeicher bestehen aus einem wassergefüllten Stahlbehälter, der außenseitig mit Wärmedämmung versehen wurde. Pufferspeicher werden oberirdisch gebaut. In Fernwärmenetzen können Pufferspeicher zur kurzfristigen Spitzenlastabdeckung genutzt werden. Pufferspeicher werden von sehr klein ($< 1 \text{ m}^3$ für Einfamilienhäuser) bis sehr groß (8.000 m^3) hergestellt. In Wärmenetzen werden normalerweise Pufferspeicher zwischen ca. 50 und 500 m^3 eingesetzt. Zudem werden oft, z. B. aus Platzgründen, mehrere kleinere Pufferspeicher gebaut.

4.10.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher

4.10.2.1 Behälter

Behälter-Wärmespeicher (TTES) werden zum Großteil in den Boden integriert und aus Ortbeton gegossen. Die Innenseite des Behälters besteht aus Edelstahl- oder Schwarzstahlblech. Neuere Behälter gibt es mittlerweile auch ohne Beton und Stahlblech in GFK- oder Stahlkonstruktion. Der Boden, das Dach und die Wände eines Behälters sind mit Schaumglasschotter (Boden) oder Blähglasgranulat (Wand und Dach) gedämmt. Behälter-Wärmespeicher verfügen über Schichtbeladeeinrichtungen, um eine Abkühlung aufgrund von Durchmischung der Temperaturschichten zu vermeiden.

Das Medium von Behälter-Wärmespeichern ist Wasser. Behälter-Wärmespeicher können für drucklose Konditionen oder für Innendruck-Konditionen angefertigt werden. Drucklose Behälter können Temperaturen bis etwa 95 °C aushalten. Zusätzlich befestigte Behälter können über 100 °C standhalten.

Behälter-Wärmespeicher werden erst ab einer Größe von 1.000 m^3 energetisch effizient. Bereits errichtete Anlagen reichen bis zu ca. 12.000 m^3 . GFK-Konstruktionen reichen nur bis ca. 6.000 m^3 . Die Anlagen können in die Landschaft integriert werden, indem sie mit Bewuchs (z. B. Gras) versehen werden. Der aus dem Boden herausschauende Teil wird so nur als Grashügel wahrgenommen und

³⁹ [bayernets - erdgas, transport, systeme: H2 Netze](#) (24.11.2025)

ist für Personen begehbar. Der Boden soll eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (am besten unterhalb der Baugrubensohle) aufweisen.

Behälter-Wärmespeicher mit dem Medium Wasser weisen eine geringe Trägheit auf. Sie eignen sich somit gut für die schnelle Abdeckung von Spitzenlasten.

Die Wärmespeicherkapazität von Behälter-Wärmespeichern liegt zwischen 60 und 80 kWh/m³.⁴⁰

4.10.2.2 Erdbecken

Erdbecken (PTES) sind im Vergleich zu Behälter-Wärmespeichern flacher mit einer größeren Oberfläche. Erdbecken werden, wie der Namen schon sagt, ebenfalls in den Boden eingebaut. Werden die Seitenwände mit einem Verbau (z. B. Spundwand, Berliner Verbau, Bohrpfahlwand) versehen, so kann der Boden ggf. flach sein. Lässt die oberflächennahe Geologie es zu, sind jedoch geböschte Varianten billiger in der Herstellung. Der Boden und die Wände des Erdbeckens werden entweder durch Blähglasgranulat oder durch Membranschalung gedämmt. Erdbecken der Übergrößen können sogar ohne Dämmung hergestellt werden. Das Dach des Erdbeckens wird entweder durch einen gedämmten schwimmenden oder durch einen gedämmten aufliegenden Deckel abgeschlossen.

Das Medium von Erdbecken besteht entweder aus reinem Wasser oder aus einer Mischung von Wasser und Kies, oder Wasser und Erdreich. Zwar ist die Wärmespeicherfähigkeit von reinem Wasser höher als von den gemischten Varianten, jedoch ist die Tragfähigkeit von Wasser geringer (wichtig für das Dach und dessen Nutzbarkeit), und die entstehende Temperaturschichtung höher. Je höher der Mischanteil ist, umso niedrigere Temperaturen werden erreicht, und umso träger wird das Medium (und somit weniger geeignet für eine schnelle Spitzenlastabdeckung). Für eine vergleichbare Wärmekapazität ist ein Erdbecken mit einem gemischten Medium somit viel größer auszulegen, jedoch sind die Baukosten dafür geringer.⁴¹ In Erdbecken können Temperaturen von 80–95 °C erreicht werden^{42 43}.

Erdbecken können indirekt (Wasserkreislauf kommt nicht in direkte Berührung mit dem Medium) oder direkt beladen werden. Bei der direkten Beladung und Entnahme sind, je nach Mischanteil, Filter einzusetzen. Wird nur reines Wasser benutzt, können auch bei Erdbecken Schichtbeladeeinrichtungen eingesetzt werden.

⁴⁰ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴¹ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴² Addous, M. A. *Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der abschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren* (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

⁴³ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

Auch für Erdbecken gilt eine Mindestgröße von 1.000 m³. Bestehende Erdbecken reichen bis zu 230.000 m³. Der Boden soll wie bei den Behälter-Wärmespeicher eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (unterhalb der Baugrubensole) aufweisen.

Die Wärmespeicherleistung von Erdbecken ist abhängig von der Mischung des Mediums. Erdbecken mit einer Wasser-Kies-Mischung erreichen Wärmespeicherkapazitäten von 30-50 kWh/m³ (1,3-2 Wasseräquivalent).⁴⁴

4.10.2.3 Erdsonden

Erdsonden fungieren sowohl als direkte Wärmequelle als auch als Wärmespeicher. Voraussetzungen für Erdsonden sind unter anderem ein geeigneter geologischer Bodenaufbau. Geeignete Flächen für Erdwärmesonden werden im Kapitel 4.3.1.1 angezeigt. Der Wärmespeicherkapazität der Erdwärmesonden ist abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Grundwasserbewegungen können hohe Wärmeverluste verursachen. Je nach den Bedingungen kann der Untergrund bis ca. 80-90 °C erwärmt werden⁴⁵. In Deutschland gibt es hierfür jedoch strenge Regeln (gemäß VDI 4640). Bei Speichertemperaturen über 40 °C sind Einflüsse auf konkurrierende Grundwassernutzungen bei der Anlagenplanung auszuschließen.

Erdwärmespeicher (BTES) werden normalerweise durch Solarthermieranlagen oder ähnlichem in den Sommermonaten mit Wärme befüllt. Die Wärme wird über das Medium Wasser durch die Erdsonden geführt, an das Verfüllmaterial und nachfolgend an den Untergrund weitergegeben. Für die Wärmeentnahme wird die Strömungsrichtung umgedreht. Erdsondenfelder können von der Oberseite mit einer Deckschicht versehen werden, die das Eindringen von Oberflächenwasser verhindert. Eine Wärmedämmung kann zur Oberfläche hin eingerichtet werden, jedoch nicht in andere Richtungen.

Erdsondenfelder sind ab einem Speichervolumen von ca. 20.000 m³ sinnvoll und erreichen Wärmedichten von ca. 15-30 kWh/m³ (3-6 Wasseräquivalent)⁴⁶.

Der Untergrund zeigt eine hohe Trägheit auf, wodurch Erdsondenwärmespeicher nicht für die Spitzenlastabdeckung geeignet sind. Die Vorteile von Erdsondenfeldern liegen vor allem in den geringeren Baukosten und den Erweiterungsmöglichkeiten.

4.10.2.4 Aquifer

Ein Aquifer-Wärmespeicher (ATES) ist abhängig von einem bereits bestehenden Aquifer im Untergrund, welcher mit Brunnenbohrungen erschlossen wird. Das Grundwasser, das geologisch eingeschlossen sein muss, dient als Speichermaterial. Nicht jeder Aquifer ist aufgrund des

⁴⁴ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴⁵ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

⁴⁶ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Mindestvolumens und der Mindestschichtstärke als saisonaler Wärmespeicher geeignet. Für Aquifer-Wärmespeicher werden „kalte“ und „warme“ Brunnen eingesetzt. Für die Beladung des Aquifers wird das kalte Wasser entnommen, durch z. B. Solarthermieranlagen aufgeheizt, und in die warmen Brunnen eingeleitet. Es können sich im Untergrund horizontale und vertikale Temperaturschichten bilden.⁴⁷ Der Großteil der geeigneten Aquifere liegt in Tiefen von mehr als 100 m, somit ist eine Wärmedämmung nicht möglich. Aufgrund der relativ hohen Wärmeverluste sind Aquifer-Wärmespeicher oft erst ab größeren Größen wirtschaftlich nutzbar.

Die Größe des Wärmespeichers ist abhängig von der Größe des Aquifers. Von oben sind immer nur die Brunnen sichtbar. Die übrige Fläche ist weiterhin normal nutzbar. Die maximale Speichertemperaturen sind von den lokalen Bedingungen (Wasserchemie) abhängig. Bei schlechten Bedingungen können Belagsbildung, Verstopfung, Korrosion und Lösungserscheinungen resultieren. Zudem sind die geochemischen und ökologischen Einflüsse von höheren Speichertemperaturen (70-120 °C) noch Teil der Forschung.⁴⁸ In Bestandsprojekten wird bereits mit Temperaturen von bis zu 90 °C gearbeitet (Gouda)⁴⁹.

Tabelle 24: Übersicht der Eigenschaften der gängigen Saisonspeicheranlagen
Datenquelle: Saisonspeicher.de

Speichertyp	Medium	Max. Temperatur	Mindestvolumen	Trägheit	Wärmespeicherkapazität
Behälter	Wasser	>100 °C	1.000 m ³	-	60 – 80 kWh/m ³
Erdbecken	Wasser / Wasser-Kies	95 °C	1.000 m ³	Wasser: - Wasser-Kies: +	Wasser: 60 – 80 kWh/m ³ Wasser-Kies: 30 – 50 kWh/m ³
Erdsonden	Untergrund	90 °C	20.000 m ³	++	15 – 30 kWh/m ³
Aquifer	Grundwasser	90 °C	Lokal zu bestimmen, meist sehr groß	+	30 – 40 kWh/m ³

4.10.2.5 Thermochemische Wärme- und Kältespeicher

Thermochemische Wärmespeicher basieren auf chemisch reversiblen Reaktionen sowie Ab- und Adsorptionsprozessen. Es können sehr hohe spezifische Wärmekapazitäten erreicht werden. Bei der Speicherbeladung werden chemische und / oder physikalischen Reaktionen durch zugeführte Wärme bewirkt. Die Entladung basiert auf der Umkehrbarkeit dieser Reaktionen. Je nach Medium

⁴⁷ Ebd.

⁴⁸ Fleuchaus, P., Schüppler, S., Stemmler, R., Menberg, K., & Blum, P. (2021). Aquiferspeicher in Deutschland. Grundwasser, 26(2), 123-134.

⁴⁹ Addous, M. A. Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der abschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

können Temperaturen zwischen ca. 50 und 500 °C, oder sogar bis 1450 °C erreicht werden. Diese Speichermethode ist somit gut geeignet für den Einsatz in Fernwärmenetzen.

Thermochemische Wärmespeicher können die Wärme über einen langen Zeitraum mit nur sehr wenigen Verlusten speichern. Es gibt jedoch noch sehr wenig thermochemische Wärmespeicher in Betrieb, da sie noch Bestandteil der aktuellen Forschung sind⁵⁰.

4.10.2.6 Latentwärmespeicher

Zu den Latentwärmespeichern gehören Eisspeicher und Phasenwechselmaterialien-Speicher (PCM-Speicher). Aufgrund von sehr geringen Betriebstemperaturen⁵¹ eignen sich große Eisspeicher generell nur für den Einsatz in kalten Nahwärmenetzen.

PCM-Speicher werden zurzeit noch nicht in größeren Größenordnungen eingesetzt und sind für Wärmenetze Teil der aktuellen Forschung. PCM-Speicher basieren auf einer Speicherung und Freigabe von Wärme bei Phasenwechsel des Speichermediums. Je nach Medium werden sehr hohe spezifische Wärmespeicherkapazitäten erreicht. Es können Temperaturspannen zwischen -50 und 600 °C abgedeckt werden. Bei den etwas gängigeren Salzhydraten und Paraffinen werden Temperaturen zwischen 0 und 100 °C erreicht. Derzeit gibt es noch keine Produkte auf dem Markt, die in einem aktuellen oder einem potenziellen Wärmenetz in Aßling eingesetzt werden können.⁵²

4.10.2.7 Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)

Das Prinzip Power-to-Heat (PtH) basiert auf der Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme. Dies kann zum Beispiel mit Widerstands-Heißwasserkesseln oder Elektroden-Heißwasserkesseln geschehen. Eine Kombination von Wasserspeichern und PtH-Anlagen kann unter Umständen die Wirtschaftlichkeit erhöhen und ist generell gut geeignet für die Abdeckung von Spitzenlasten. Diese Methode ist jedoch stark abhängig von (erneuerbarem) Strom, und in welchen Mengen dieser kurzfristig vorhanden ist. Diese Elektrodenheizkessel sind für Anschlüsse zwischen 5 und 20 kV ausgelegt. Aktuelle Projekte zeigen Leistungsklassen zwischen 550 kW_{th} und 100 MW_{th}. Sie eignen sich bei Wärmenetzen mit Vorlauftemperaturen zwischen 80 und 130 °C⁵³.

4.10.3 Potenzialflächen Wärmespeicher

Die Dimensionierung eines Wärmespeichers wird unter anderem durch den Wärmeerzeuger, die gesamte zu speichernde Wärmemenge sowie die Wärmeabnahme bestimmt. Dies, sowie die Sinnhaftigkeit eines Wärmespeichers, die von den aktuellen und zukünftigen Erzeugern und Verbraucherprofilen abhängig ist, wird erst in späteren Planungsschritten im Detail betrachtet und ist nicht Bestandteil der Potenzialanalyse. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass die Überwärme,

⁵⁰ *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

⁵¹ *Ebd.*

⁵² *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

⁵³ *Ebd.*

die z. B. bei Solarthermieranlagen im Sommer anfällt, sich in einem Saisonspeicher für den Gebrauch in der Wintersaison speichern lässt.

Die Platzanforderungen der jeweiligen Wärmespeichermethoden können sehr unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist jedoch, dass die Wärmespeicher nah am Wärmenetz, und optimalerweise nah am Betriebsstandort, platziert sind.

Erdsondenwärmespeicher können lediglich in den in Kapitel 4.3.1 erwähnten Flächen errichtet werden. Da Erdsondenfelder auch gut in grüne Infrastruktur integriert werden können, ergeben sich hier auch Park- und Sportflächen (ohne Baumbewuchs) als Potenzialflächen. Der Platzbedarf ist abhängig von der Dimensionierung des Wärmespeichers.

Pufferspeicher und kleinere Behälterwärmespeicher können sehr gut auf Betriebsgeländen aufgebaut werden, solange ausreichend Platz zur Verfügung steht. Werden größere Behälterwasserspeicher oder Erdbeckenspeicher errichtet, so sind baumfreie Freiflächen notwendig. Je nach Ausführung können diese Anlagen ebenfalls gut in die grüne Infrastruktur integriert werden, wie es zum Beispiel in Augsburg oder Eggenstein gemacht wurde.



Abbildung 35: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein. Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

Die Kosten für Wärmespeicher richten sich nach der Komplexität der Herstellung sowie der Größe des Speichers. In Abbildung 36 werden die Kosten pro m³ für verschiedene Saisonspeicher anhand von Projekten dargestellt. In der Regel sind Saisonspeicher auf eine Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren ausgelegt⁵⁴.

⁵⁴ *Saisonspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

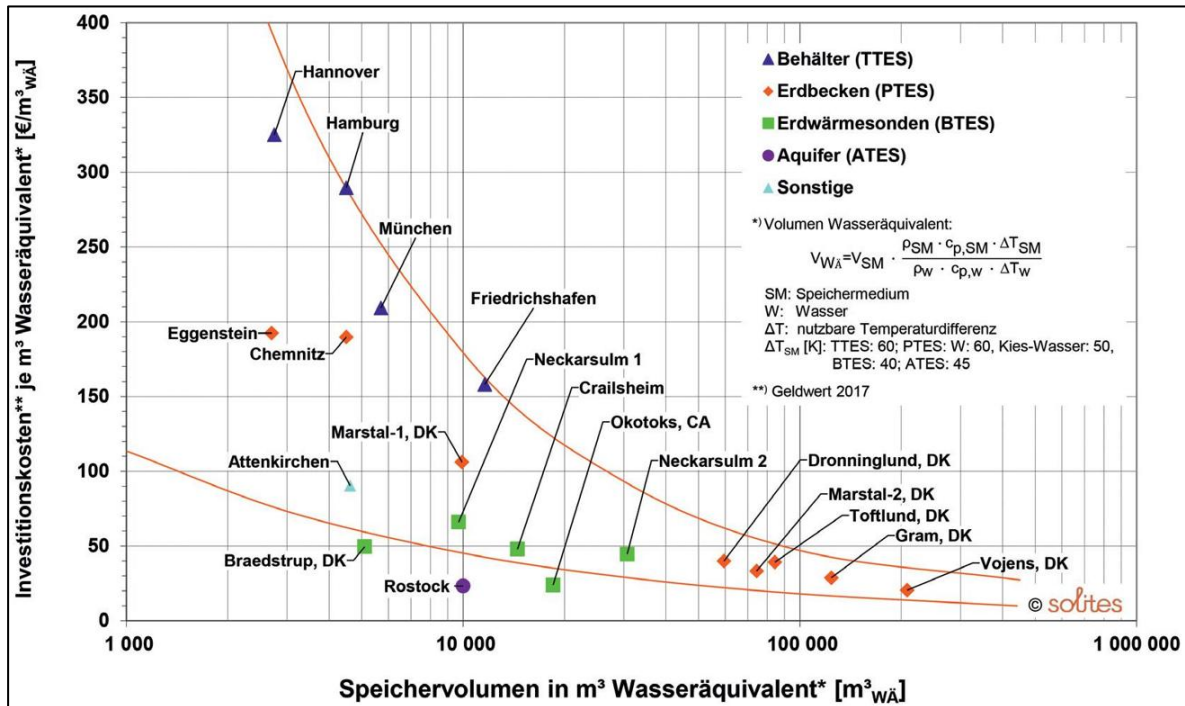


Abbildung 36: Kosten von verschiedenen Saisonspeichervarianten pro m³
Quelle: Saisonspeicher.de

5. Zielszenarien und Entwicklungspfade

In Abstimmung mit der Gemeinde Grabenstätt wurde für das gesamte Projektgebiet ein Zielszenario entwickelt. Die Bestands- und Potenzialanalyse stellt die Grundlage dieser Einteilung dar. Die Zielszenarien stellen in Fünf-Jahres-Schritten dar, wie sich die Wärmeversorgung der Gemeinde in den kommenden Jahren entwickeln kann.

Aus dem Wärmekataster der Bestandsanalyse wurden Wärmelinien-dichten ($\text{kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$) bei Anschlussquoten von 50 %, 70 % und 100 % erstellt. Die Wärmelinien-dichten (Wärmebedarf pro Meter) liefern erste Erkenntnisse über die Wirtschaftlichkeit und technische Eignung von potenziellen Wärmenetzen (Abbildung 37).

Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Abbildung 37: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinien-dichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung

Die potenziellen Gebiete für Wärmenetze wurden anschließend hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Priorität bewertet. Dabei flossen verschiedene Kriterien ein – unter anderem das Vorhandensein von Ankerkunden (z. B. Liegenschaften mit dauerhaft hohem Wärmebedarf), die erwartbare Anschlussquote, der Bestand vorhandener Wärme- oder Gasnetze, die Potenziale erneuerbarer Energiequellen sowie mögliche Risiken.

Ziel ist es, den Anteil fossiler Energieträger gemäß den gesetzlichen Vorgaben spätestens bis zum Jahr 2045 vollständig zu eliminieren und eine nahezu klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

5.1 Wärmelinienindichten

Die anschließende Abbildung visualisiert die räumliche Verteilung der Wärmelinienindichten im Untersuchungsgebiet. Sie verdeutlicht die unterschiedlichen Abstufungen der Wärmelinienindichte und zeigt, in welchen Bereichen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich sinnvoll erscheint.

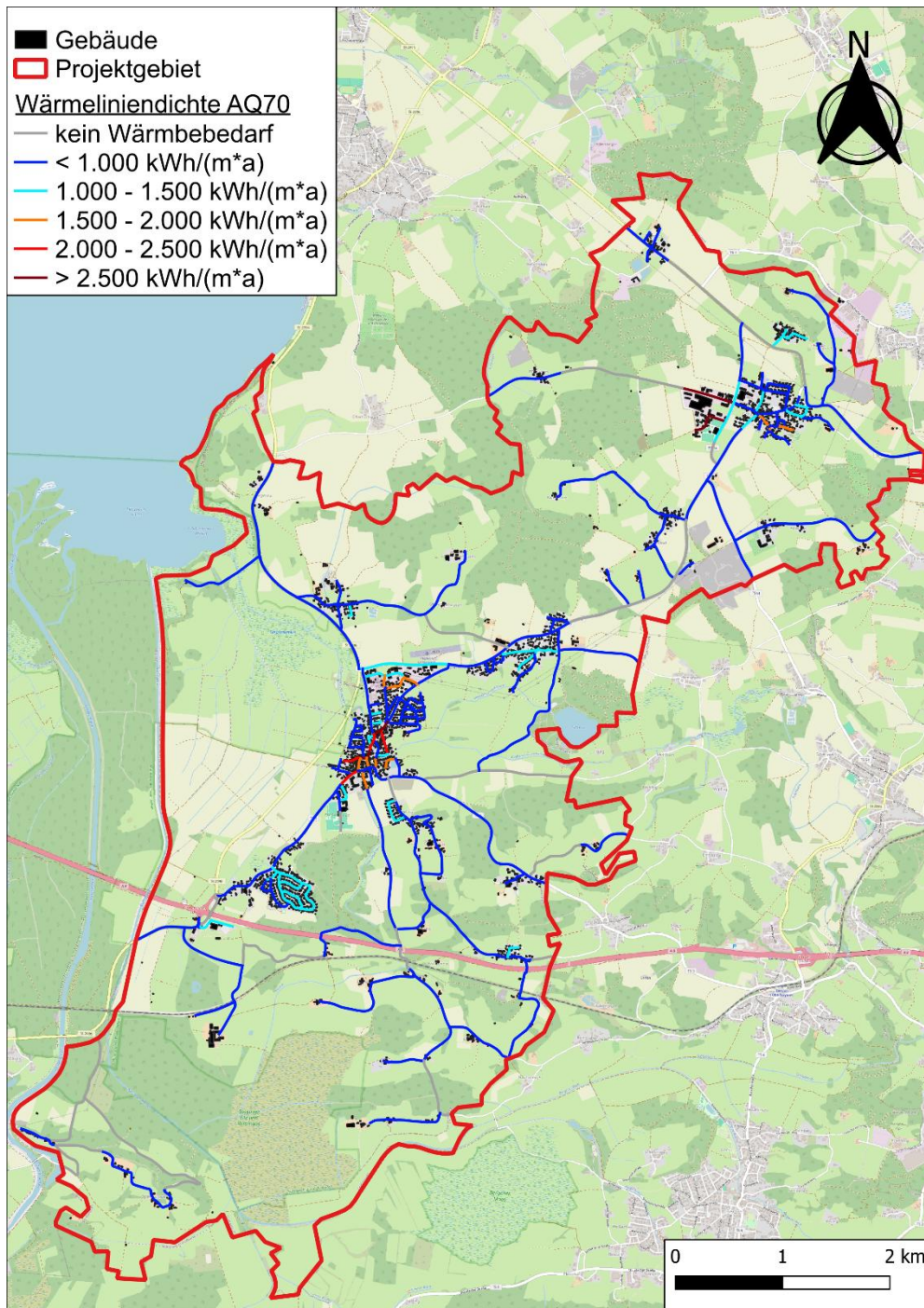


Abbildung 38: Wärmelinienindichten im Projektgebiet, Anschlussquote 70 %

Die Analyse der Wärmeliniendichten zeigt, dass insbesondere der Ortskern von Grabenstätt hohe Wärmeliniendichten aufweist und damit günstige Voraussetzungen für den Auf- bzw. Ausbau eines Wärmenetzes bietet. Auch im westlichen Teil von Erlstätt sind erhöhte Wärmeliniendichten erkennbar, die grundsätzlich eine netzgebundene Wärmeversorgung ermöglichen. In den übrigen Ortsteilen liegen die Wärmeliniendichten hingegen deutlich niedriger, sodass ein wirtschaftlicher Betrieb eines neu zu errichtenden Wärmenetzes dort nach derzeitiger Einschätzung nicht zu erwarten ist. Vor diesem Hintergrund werden im weiteren Verlauf des Zielszenarios ausschließlich der Ortskern von Grabenstätt sowie der westliche Teil von Erlstätt vertieft im Hinblick auf mögliche Ausbau- und Entwicklungsperspektiven für Wärmenetze betrachtet.

5.2 Potenzielle Wärmenetzgebiete

Auf Basis der analysierten Wärmeliniendichten und der bestehenden Wärmenetzstruktur wird im Zielszenario für die Gemeinde Grabenstätt eine mögliche Weiterentwicklung des bestehenden Wärmenetzes im Ortskern betrachtet. Das bestehende Wärmenetz bildet dabei den Ausgangspunkt für denkbare Erweiterungsschritte, ohne dass damit eine konkrete Ausbauentcheidung vorweggenommen wird. In der folgenden Abbildung sind die bereits an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude in lila dargestellt.

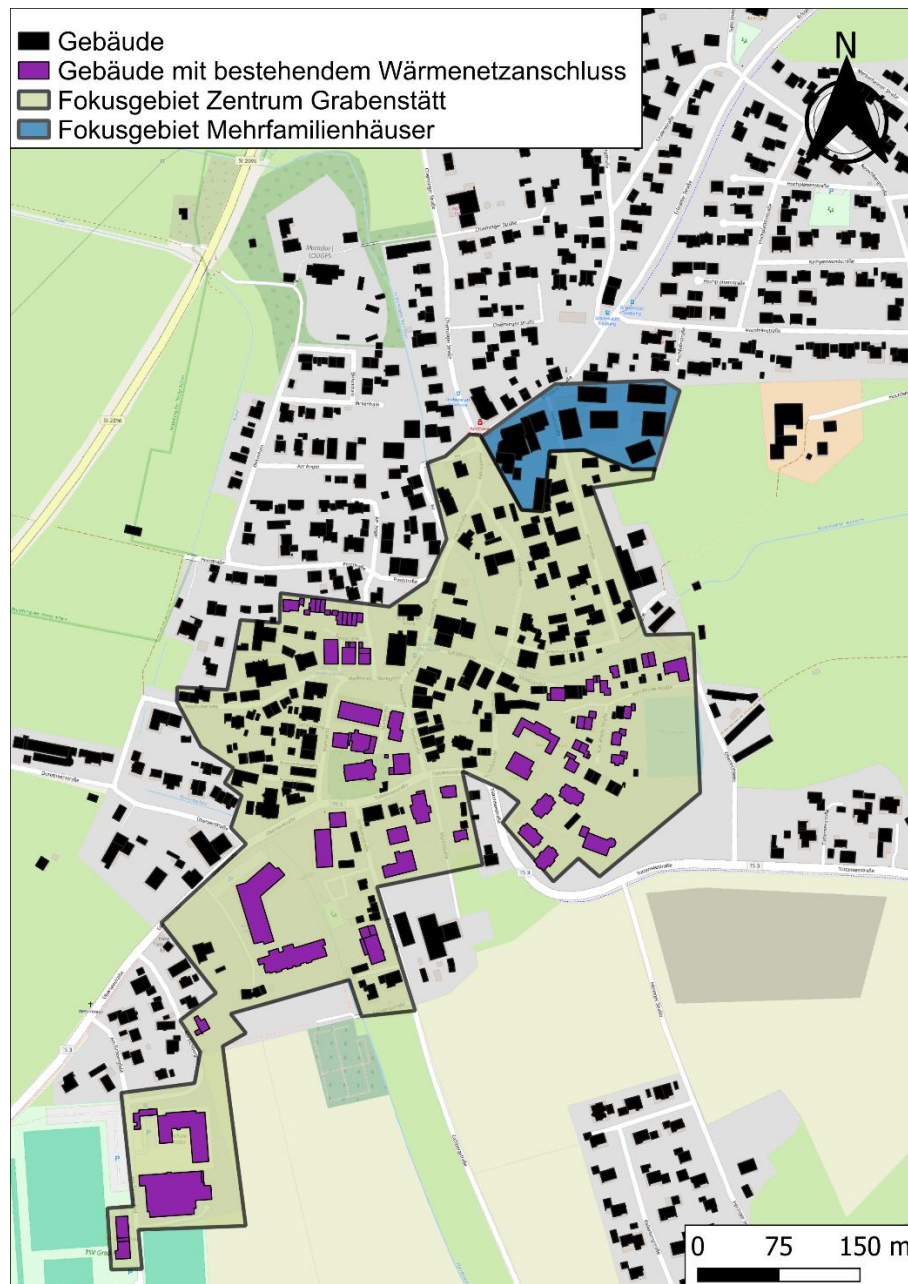


Abbildung 39: Fokusgebiet Grabenstätt

Im grün dargestellten potenziellen Wärmenetzgebiet wird im Zielszenario davon ausgegangen, dass das bestehende Wärmenetz bis zum Zieljahr 2045 fortgeführt und auf weitere Gebäude ausgeweitet werden könnte. Dabei wird unterstellt, dass neben den bereits angeschlossenen Gebäuden auch ein Teil der bislang nicht angebotenen Gebäude innerhalb dieses Gebiets schrittweise an ein Wärmenetz angeschlossen werden kann. Für die Szenariobetrachtung wird hierfür eine Anschlussquote von rund 70 % angesetzt. Vor dem Hintergrund der getroffenen Annahmen wird für dieses Gebiet bis zum Jahr 2045 von einem Ausbaupotenzial der zentralen Wärmeversorgung in Höhe von rund 2.196 MWh ausgegangen.

Da der bestehende Hackgutkessel im Ortskern von Grabenstätt bereits heute eine hohe Auslastung aufweist und die regional verfügbaren Biomassepotenziale begrenzt sind, wird im Zielszenario für die zentrale Wärmeversorgung der Gemeinde insgesamt von einer maßvollen Steigerung der biomassebasierten Wärmeerzeugung um rund 20 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2025 bis zum Jahr 2045 ausgegangen. Eine darüberhinausgehende Ausweitung wird aus Gründen der nachhaltigen Ressourcenverfügbarkeit nicht unterstellt. Die verbleibenden zusätzlichen Wärmelasten können durch Wärmepumpentechnologie gedeckt werden.

Für das blau dargestellte Fokusgebiet der Mehrfamilienhäuser wird im Zielszenario berücksichtigt, dass dort bereits ein privater Wärmeerzeuger aktiv ist. Es wird davon ausgegangen, dass die neu entstehenden Mehrfamilienhäuser in diesem Bereich vorrangig über dieses bestehende private Heizwerk versorgt werden könnten. Eine Erweiterung des Wärmenetzes in diesen Bereich wird daher nicht betrachtet.

Neben dem Ortskern von Grabenstätt zeigt die Analyse der Wärmelinienindichten auch im westlichen Teil von Erlstätt erhöhte Wärmelinienindichten. Insbesondere im Bereich des Gewerbegebiets Erlstätt West konzentriert sich ein vergleichsweise hoher Wärmebedarf auf engem Raum, sodass dieser Bereich als eigenständiges Fokusgebiet (gelb) für eine netzgebundene Wärmeversorgung identifiziert wird.

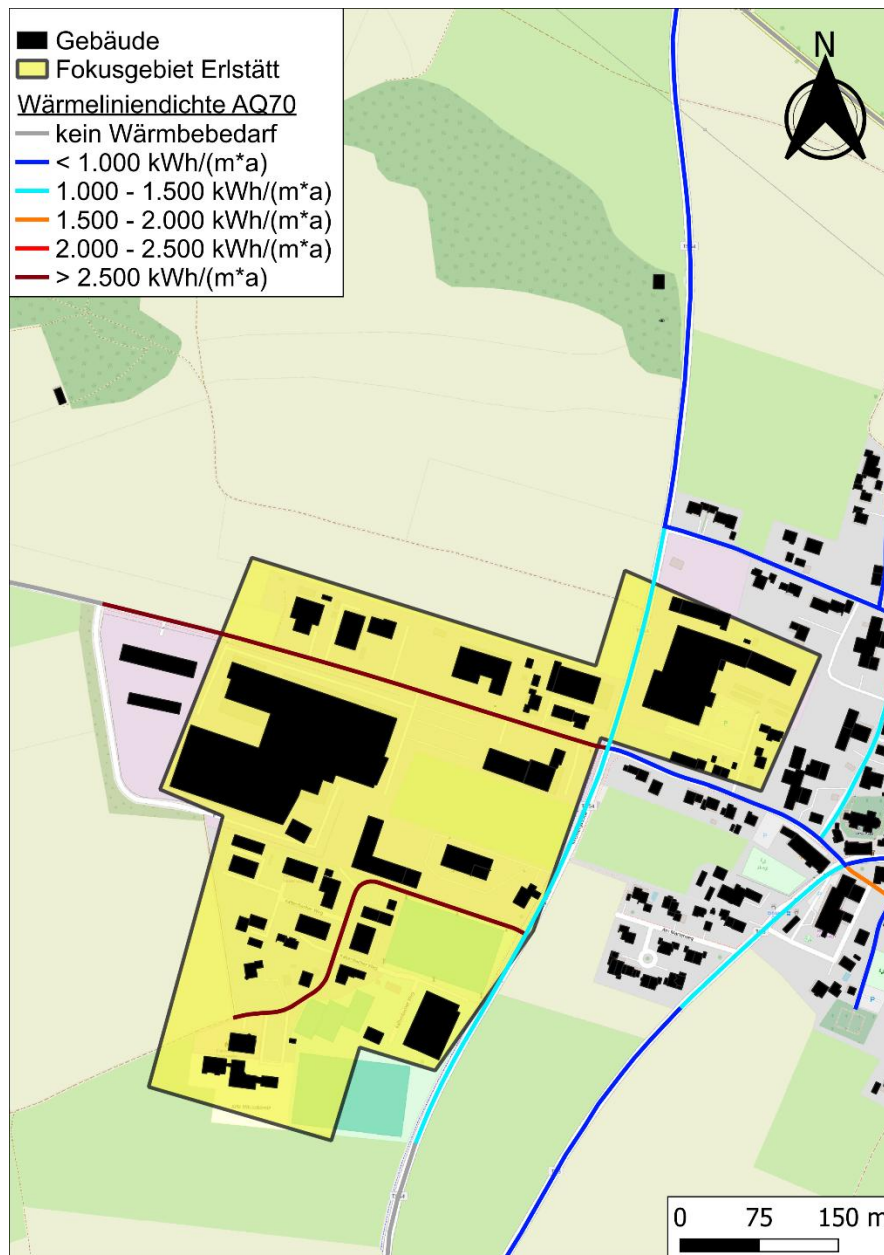


Abbildung 40: Fokusgebiet Erlstätt

Im Zielszenario wird davon ausgegangen, dass dieses Fokusgebiet nicht an das bestehende Wärmenetz von Grabenstätt angebunden wird. Aufgrund der räumlichen Distanz sowie der eigenständigen Siedlungs- und Nutzungsstruktur erscheint stattdessen die Entwicklung eines separaten, kleinräumigen Nahwärmenetzes als plausibler Ansatz. Dieses würde sich ausschließlich auf das Fokusgebiet Erlstätt beschränken und unabhängig vom bestehenden Wärmenetz betrieben werden.

Für das Zielszenario wird angenommen, dass bis zum Jahr 2045 in Erlstätt eine Anschlussquote von rund 70 % erreicht werden könnte, woraus sich für diesen Bereich ein Ausbaupotenzial der zentralen Wärmeversorgung von rund 4.277 MWh ergeben kann. Auch für das Fokusgebiet Erlstätt wird im

Sinne des gemeindeweiten Ansatzes eine maßvolle Nutzung von Biomasse unterstellt, während zusätzliche Wärmelasten durch Wärmepumpen gedeckt werden.

Damit wird das Fokusgebiet Erbstätt als eigenständiger Entwicklungsraum für eine lokale, erneuerbare Wärmeversorgung betrachtet, dessen Umsetzung von den jeweiligen Akteursentscheidungen sowie den wirtschaftlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen abhängt.

5.3 Entwicklung der dezentralen Versorgung

Für Einwohnerinnen und Einwohner, die sich gegen einen Anschluss an das Wärmenetz entscheiden oder für die keine Anschlussmöglichkeit besteht, stehen verschiedene dezentrale Wärmeversorgungslösungen zur Verfügung. In vielen Fällen stellen Wärmepumpen auf Basis von Luft, Erdreich oder Grundwasser eine geeignete Wärmeversorgung dar. Die lokalen Potenziale der unterschiedlichen Wärmepumpenarten sind der Potenzialanalyse zu entnehmen.

In einzelnen Gebäuden, in denen eine Sanierung nicht möglich ist und zeitweise Vorlauftemperaturen von deutlich über 60 °C erforderlich sind, kommen zukünftig entweder Hybridheizungen (Wärmepumpen in Kombination mit Spitzenlastkesseln) oder biomassebasierte Heizsysteme zum Einsatz. Vor dem Hintergrund des Ziels der Klimaneutralität bis 2045 wird im Zielszenario für die Gemeinde Grabenstätt davon ausgegangen, dass sich die dezentrale Wärmeversorgung langfristig überwiegend auf Wärmepumpensysteme stützt.

Der Einsatz von Biomasse bleibt Bestandteil der dezentralen Versorgung, wird jedoch nicht ausgeweitet. Aufgrund energetischer Sanierungen und Effizienzsteigerungen wird im Zielszenario vielmehr von einem Rückgang der dezentral eingesetzten Biomassewärmemenge um rund 20 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2025 ausgegangen. Die zusätzlich erforderlichen Wärmemengen werden überwiegend durch Wärmepumpen gedeckt. Ergänzend wird ein begrenzter Beitrag durch Solarthermieanlagen sowie Direktstromanwendungen berücksichtigt, die jedoch eine untergeordnete Rolle spielen.

Für die Gemeinde ergibt sich daher die wichtige Aufgabe, Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer außerhalb der Wärmenetzgebiete mit umfassenden Informationen zu technischen Möglichkeiten sowie zu Förderprogrammen zu versorgen.

5.4 Entwicklung der Versorgungsstruktur und des Energieträgermixes

Unter der Annahme einer jährlichen Energieeinsparung infolge energetischer Sanierungsmaßnahmen von 1,5 % (vgl. Kapitel 3) und des schrittweisen Aufbaus des zuvor potenziell identifizierten Wärmenetzgebiets ergibt sich das in Tabelle 25 dargestellte Zielszenario für die Gemeinde Grabenstätt.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die mögliche Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Grabenstätt für die Jahre 2025 bis 2045 in fünfjährigen Schritten. Sie zeigt, wie sich der Wärmebedarf voraussichtlich verändert und welche Rolle verschiedene Formen der Wärmeversorgung und Energieträger künftig spielen könnten.

Die Wärmebereitstellung wird in dezentrale und zentrale Versorgung unterschieden. Während die dezentrale Versorgung weiterhin den Hauptanteil ausmachen dürfte, könnte die zentrale Versorgung durch den Ausbau des Wärmenetzes in Grabenstätt an Bedeutung gewinnen.

Tabelle 25: Tabellarische Darstellung des Zielszenarios der Gemeinde Grabenstätt bis 2045

Grabenstätt	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Wärmeverbrauch	100%	43.974	100%	40.773	100%	38.514	100%	35.711	100%	33.111
Dezentrale Wärme	95,3%	41.886	91,5%	37.308	82,9%	31.940	78,7%	28.091	78,1%	25.847
davon Heizöl	71,4%	29.921	52,9%	19.736	40,0%	12.776	23,4%	6.573	-	-
davon Flüssiggas	4,9%	2.055	4,3%	1.604	3,0%	958	1,5%	421	-	-
davon Biomasse	18,4%	7.713	21,0%	7.835	22,0%	7.027	23,0%	6.461	24,0%	6.203
davon Direktstrom	0,8%	334	1,5%	560	2,5%	798	3,0%	843	4,0%	1.034
davon Solarthermie	2,7%	1.116	3,3%	1.231	4,0%	1.278	4,7%	1.320	5,7%	1.473
davon Wärmepumpen	1,8%	748	17,0%	6.342	28,5%	9.103	44,4%	12.472	66,3%	17.137
Zentrale Wärme	4,7%	2.088	8,5%	3.465	17,1%	6.574	21,3%	7.620	21,9%	7.264
davon Heizöl	3,0%	63	1,8%	63	1,0%	63	-	-	-	-
davon Biomasse	97,0%	2.025	69,2%	2.397	37,0%	2.429	32,5%	2.473	33,7%	2.444
davon Wärmepumpen	-	-	29,0%	1.005	62,1%	4.082	67,5%	5.147	66,3%	4.820
CO₂-Ausstoß		10.174 t		7.037 t		4.649 t		2.480 t		380 t

Die Prognose zeigt einen möglichen Wandel der Energieträger: Fossile Brennstoffe verlieren entsprechend der gesetzlichen Vorgaben im Modell an Bedeutung, während erneuerbare Technologien wie Wärmepumpen oder Solarthermie zunehmend zum Einsatz kommen könnten.

Eine vollständige CO₂-Neutralität kann aufgrund auch künftig verbleibender Emissionen aus Strombereitstellung und Biomassenutzung ohne CO₂-negative Maßnahmen (z. B. Carbon Capture and Storage, CCS) nicht erreicht werden. Im dargestellten Szenario würden die wärmebedingten CO₂-Emissionen auf Basis der Hochrechnungen dennoch um ca. 96 % reduziert werden können.

Der Anteil zentraler Wärmeversorgung könnte im Zuge des Netzausbaus in den kommenden Jahren kontinuierlich steigen. Die Berechnungen zeigen, dass sich die Versorgungsstruktur der Gemeinde bis 2045 deutlich zugunsten zentraler, erneuerbarer Systeme verschieben würde.

Die anschließenden Abbildungen visualisieren die mögliche Entwicklung des Wärmeverbrauchs, des Energieträgermixes und der CO₂-Emissionen über den Betrachtungszeitraum.

Durch die angestrebte jährliche Sanierungsquote von 1,5 % sinkt der Gesamtwärmeverbrauch schrittweise. Parallel dazu nimmt der Anteil zentraler Wärmeversorgung durch die Inbetriebnahme des geplanten Wärmenetzausbaus etwas zu:

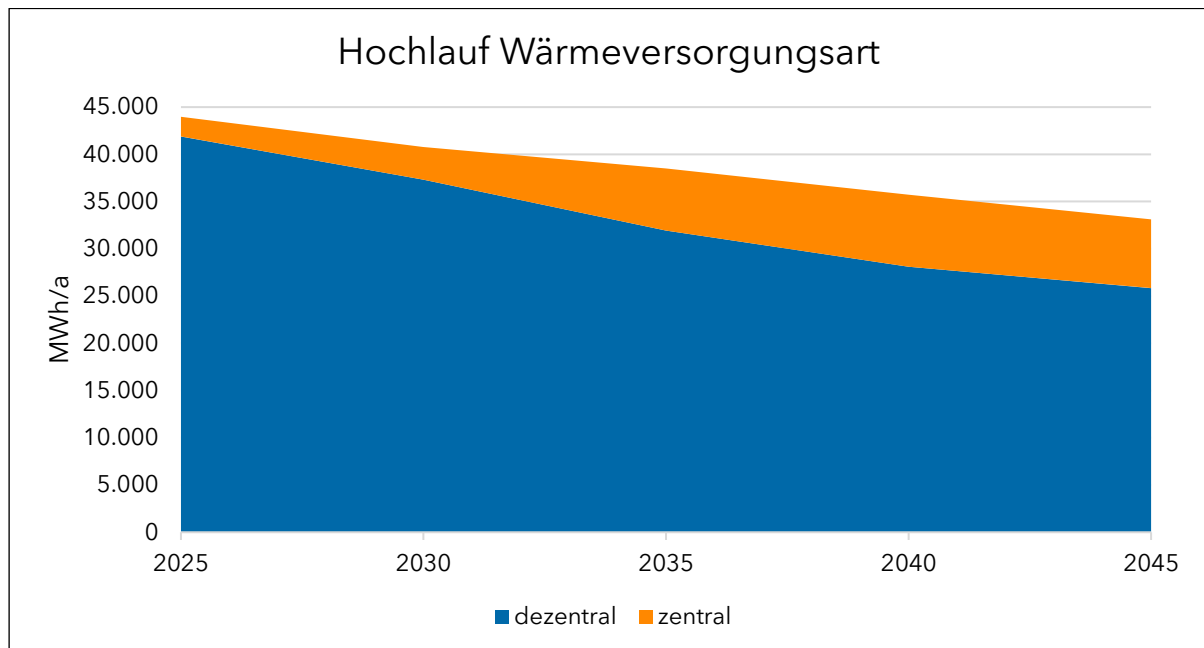


Abbildung 41: Entwicklung der Wärmeversorgungsarten in Grabenstätt bis 2045

Dadurch ergibt sich ein Energieträgermix, der zunehmend durch den dezentralen Einsatz von Wärmepumpen geprägt ist. Biomasse behält weiterhin eine zentrale Rolle, nimmt aber nicht weiter zu. Ergänzend tragen Solarthermie und Direktstrom geringfügig zur Wärmebereitstellung bei. Fossile Energieträger werden bis 2045 vollständig verdrängt:

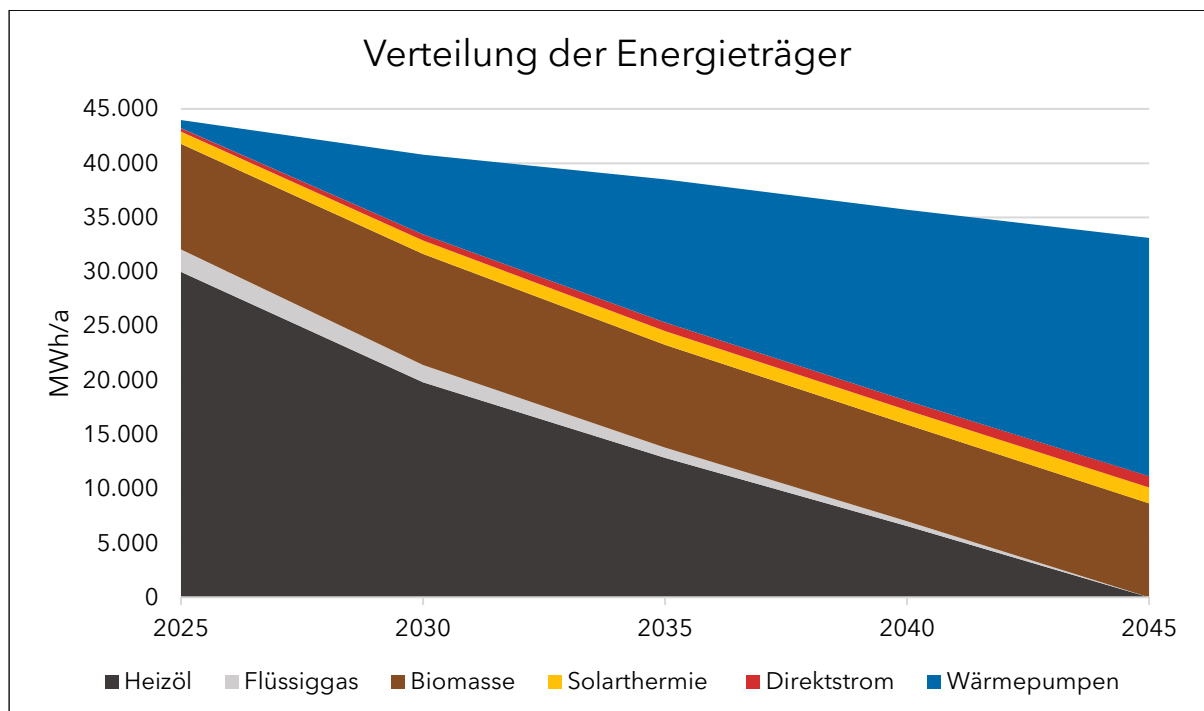


Abbildung 42: Prognose der Energieträgerverteilung in Grabenstätt bis 2045

Diese Umverteilung des Energieträgermixes wirkt sich unmittelbar auf die CO₂-Bilanz der Gemeinde aus. Die folgende Abbildung zeigt die prognostizierte Reduktion der Emissionen bis 2045 nach Energieträger:

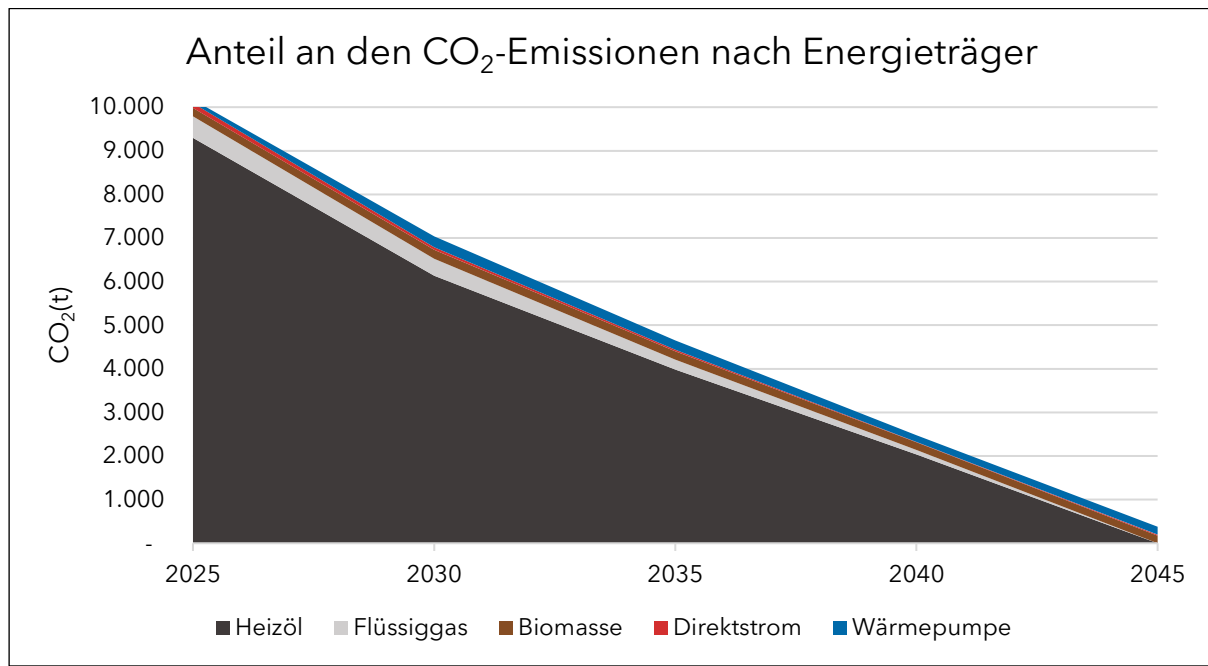


Abbildung 43: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Energieträger bis 2045

5.5 Alternative Szenarien

5.5.1 Varianten auf Grundlage von Biomasse und Wärmepumpentechnologie

Neben dem zuvor beschriebenen Zielszenario wurden zwei alternative Szenarien entwickelt, um die Auswirkungen unterschiedlicher Annahmen zur Sanierungsrate und zur Geschwindigkeit des Wechsels der Energieträger zu untersuchen:

- **Zielszenario:** Sanierungsquote von 1,5 %, Klimaneutralität im Jahr 2045
- **Best Case:** Sanierungsquote von 1,8 %, Klimaneutralität im Jahr 2040
- **Worst Case:** Die jährliche Sanierungsquote beträgt lediglich 0,7 %, der Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme verläuft langsamer, sodass die Klimaneutralität bis 2045 nicht erreicht wird

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sowohl der Ausbau erneuerbarer Heizsysteme als auch die Steigerung der Sanierungsaktivität entscheidende Hebel zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Wärmesektor darstellen.

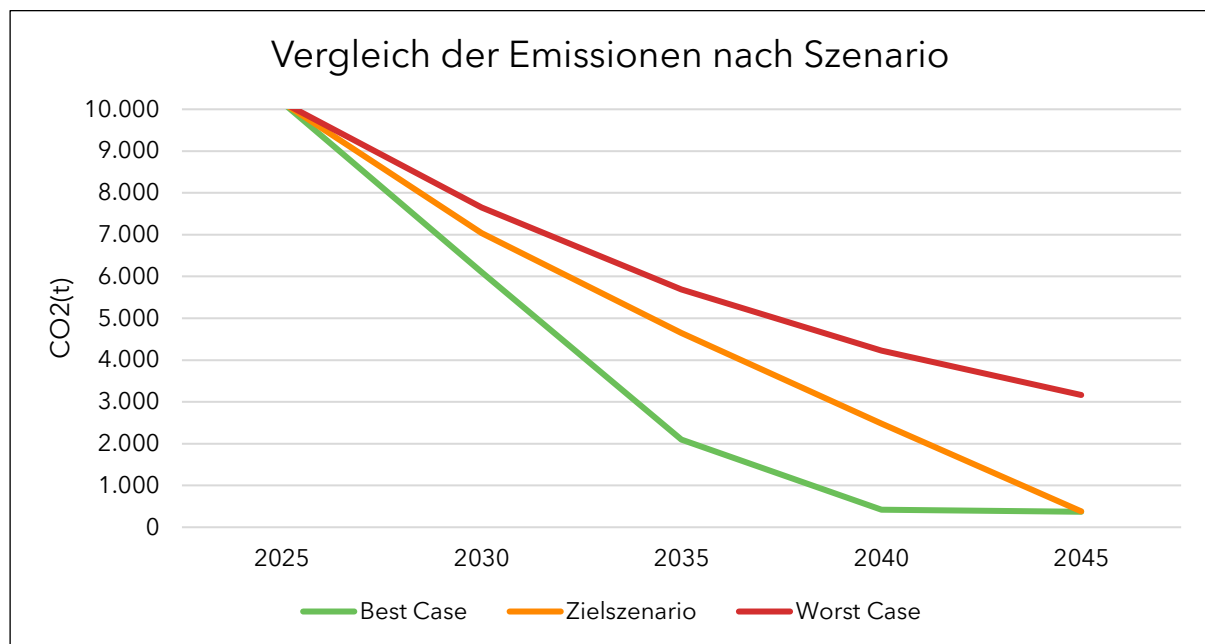


Abbildung 44: Vergleich der CO₂-Emissionen in den unterschiedlichen Szenarien

Die Szenarien verdeutlichen, dass Sanierung und der Wechsel auf erneuerbare Heizsysteme untrennbar miteinander verknüpft sind und sich gegenseitig verstärken. Eine höhere Sanierungsquote senkt zunächst den Wärmebedarf der Gebäude insgesamt. Dadurch muss deutlich weniger erneuerbare Wärme bereitgestellt werden – sei es über Wärmepumpen, Wärmenetze oder Biomasse. Insbesondere für Wärmepumpen ist die Sanierung ein zentraler Erfolgsfaktor: Gut gedämmte Gebäude benötigen niedrigere Vorlauftemperaturen, was die Effizienz (Jahresarbeitszahl) erhöht und den Stromverbrauch reduziert. Für private Haushalte bedeutet dies langfristig niedrigere Betriebskosten und eine kleinere, günstigere Anlagendimensionierung. Studien zeigen, dass sich die jährlichen Heizkosten in einem sanierten Einfamilienhaus mit Wärmepumpe im Vergleich zu einem unsanierten

Gebäude um mehrere hundert Euro reduzieren können. Konkrete Einsparpotenziale für Privathaushalte können z. B. mit dem [Sanierungsrechner der KfW](#) berechnet werden.

Umgekehrt führt eine niedrige Sanierungsquote – wie im Worst-Case-Szenario – zu einem deutlich höheren Wärmebedarf, der nur mit erheblich höheren Investitionen in Erzeugung, Netze und Strominfrastruktur gedeckt werden könnte. Dies erhöht sowohl die Systemkosten für die Kommune als auch die Kostenbelastung für Eigentümer:innen und Mieter:innen. Sanierung wirkt daher als kostendämpfender Hebel: Jeder vermiedene Kilowattstundenbedarf muss weder erneuerbar erzeugt noch verteilt werden. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht gilt Effizienz damit als „erste Energiequelle“.

Das gleiche gilt für die CO₂-Emissionen. Wie Abbildung 45 zeigt, können durch die frühzeitige Sanierung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger bis 2045 deutlich Emissionen eingespart werden: Im Vergleich des Best Case mit dem Worst Case Szenario könnten in Grabenstätt ca. 53.000 Tonnen CO₂ eingespart werden.

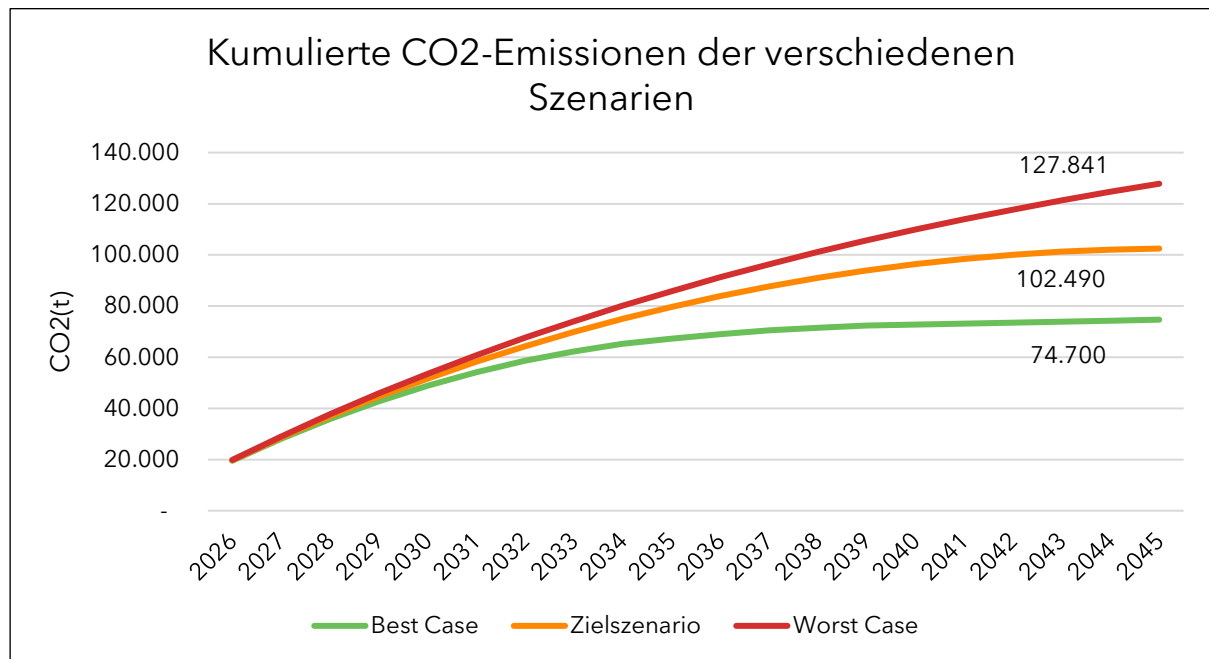


Abbildung 45: Kumulierte CO₂-Emissionen der verschiedenen Szenarien

5.5.2 Variante auf Grundlage von Tiefengeothermie

Ergänzend zum beschriebenen Zielszenario wurde ein alternatives Szenario betrachtet, das die mögliche Nutzung tiefengeothermischer Wärme im Rahmen eines regionalen Projekts berücksichtigt. Grundlage hierfür ist unter anderem die länderübergreifende Studie „Wärmeverbund SOBOS“, in der die tiefengeothermischen Potenziale in Südostbayern untersucht wurden (siehe auch Kapitel 4.4.1). Entlang der Achse Trostberg–Traunstein wird darin ein grundsätzlich geeigneter Raum für die Nutzung tiefer Geothermie in Verbindung mit übergeordneten Fernwärme- und Wärmeverbundstrukturen identifiziert. Einzelne Bohrstandorte, unter anderem in Palling, Trostberg und Traunreut, befinden sich bereits in konkreteren Planungs- bzw. Umsetzungsphasen.

Für Grabenstätt ergibt sich daraus perspektivisch die Möglichkeit, im Falle einer erfolgreichen regionalen Projektumsetzung an eine überörtliche Wärmeversorgung angebunden zu werden. Zeitpunkt, Ausgestaltung und tatsächlich verfügbare Wärmemengen sind derzeit jedoch noch nicht abschließend definiert und hängen von der weiteren Entwicklung des Gesamtprojekts sowie von technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Im hier modellierten Szenario wird beispielhaft eine potenzielle Einbindung von rund 4.423 MWh tiefengeothermischer Wärme angenommen. Dies entspricht den in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Fokusgebieten der zentralen Wärmeversorgung in Grabenstätt und Erlstätt, unter Annahme einer Anschlussquote von 70 %. Die Tiefengeothermie wird dabei durch Wärmepumpen unterstützt.

Ob diese Wärmemenge allein eine wirtschaftlich tragfähige Integration in das bestehende Wärmenetz ermöglicht oder perspektivisch eine Netzerweiterung erforderlich wäre, wäre im Falle einer Konkretisierung vertieft zu prüfen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Entwicklung der Energieträgerverteilung unter Einbindung von Tiefengeothermie in der zentralen Versorgung. Ergänzend stellt die zugehörige Tabelle die modellierten Wärmemengen nach Energieträgern dar.

Das Tiefengeothermie-Szenario ist damit als langfristige Ergänzungsoption zu verstehen, die bei entsprechender regionaler Entwicklung zusätzliche Transformationspfade eröffnen kann.

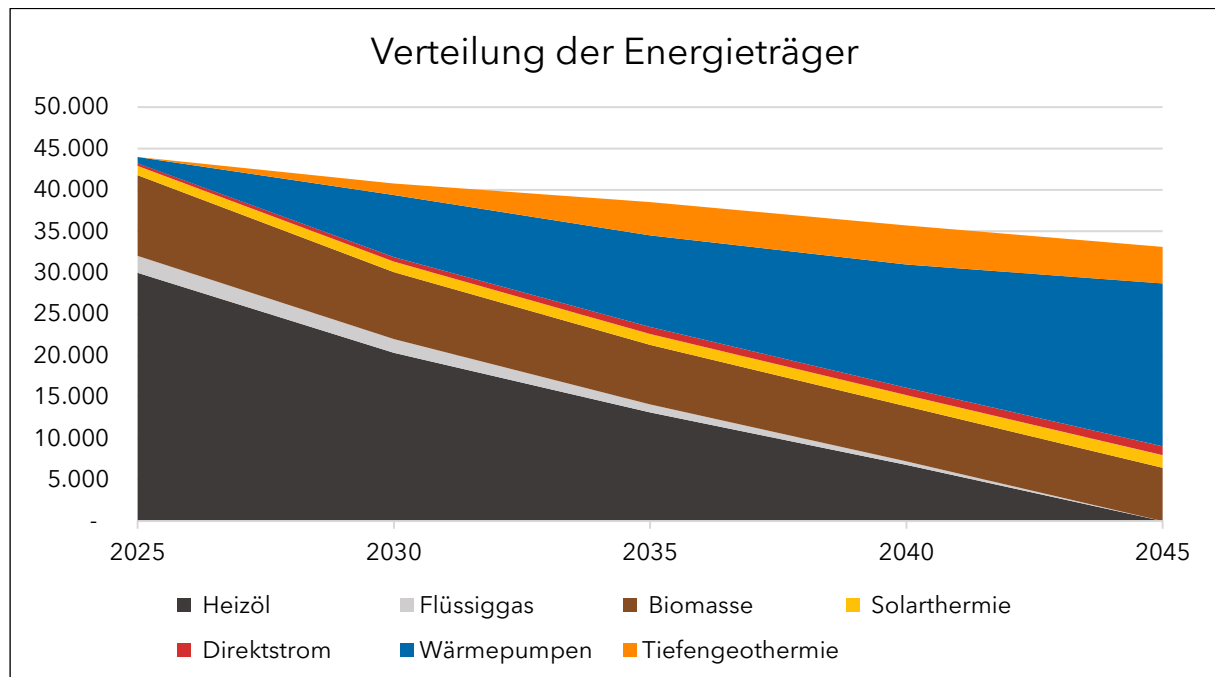


Abbildung 46: Energieträgerverteilung im Szenario mit Tiefengeothermie

Tabelle 26: Entwicklung der Energieträger im Szenario Tiefengeothermie

Grabenstätt	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Wärmeverbrauch	100%	43.974	100%	40.773	100%	38.514	100%	35.711	100%	33.111
Dezentrale Wärme	95,3%	41.886	94,2%	38.428	85,1%	32.771	81,1%	28.951	80,9%	26.792
davon Heizöl	71,4%	29.921	52,9%	20.328	40,0%	13.109	23,4%	6.775	-	-
davon Flüssiggas	4,9%	2.055	4,3%	1.652	3,0%	983	1,5%	434	-	-
davon Biomasse	18,4%	7.713	21,0%	8.070	22,0%	7.210	23,0%	6.659	24,0%	6.430
davon Direktstrom	0,8%	334	1,5%	576	2,5%	819	3,0%	869	4,0%	1.072
davon Solarthermie	2,7%	1.116	3,3%	1.268	4,0%	1.311	4,7%	1.361	5,7%	1.527
davon Wärmepumpen	1,8%	748	17,0%	6.533	28,5%	9.340	44,4%	12.854	66,3%	17.763
Zentrale Wärme	4,7%	2.088	5,8%	2.345	14,9%	5.742	18,9%	6.760	19,1%	6.319
davon Heizöl	3,0%	63	-	-	-	-	-	-	-	-
davon Biomasse	97,0%	2.025	-	-	-	-	-	-	-	-
davon Tiefengeothermie	-	-	60,0%	1.407	70,0%	4.020	70,0%	4.732	70,0%	4.423
davon Wärmepumpen	-	-	40,0%	938	30,0%	1.723	30,0%	2.028	30,0%	1.896
CO₂-Ausstoß		10.174 t		7.175 t		4.661 t		2.475 t		319 t

6. Maßnahmenkatalog & Wärmewendestrategie

Im Folgenden werden auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Zielszenarien geeignete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie der Gemeinde vorgestellt. Die Maßnahmen wurden in enger Abstimmung mit der Gemeinde entwickelt und im Steckbriefformat aufbereitet. Jede Maßnahme enthält eine kurze Beschreibung sowie mögliche Maßnahmenbausteine, Kostenabschätzungen und Hinweise zu beteiligten Akteuren. Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, eine klare und praxisorientierte Grundlage für die schrittweise Umsetzung der kommunalen Wärmewende bereitzustellen. Zur besseren Übersicht werden die Maßnahmen fünf Kategorien zugeordnet:

Effizienz-Maßnahmen: Maßnahmen zur direkten Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere durch Gebäudesanierung, Heizungsoptimierung oder effizientes Nutzerverhalten.

Informations- und Beratungsmaßnahmen: Maßnahmen zur Unterstützung von Eigentümer:innen, Bürger:innen und Unternehmen durch Energie- und Förderberatung sowie durch verständliche Informations- und Kommunikationsangebote.

Planerische Maßnahmen: Maßnahmen zur fachlichen, räumlichen oder strategischen Vorbereitung der Wärmewende wie Quartierskonzepte, Bauleitplanung oder Machbarkeitsstudien.

Organisatorische Maßnahmen: Maßnahmen zur Entwicklung von Strukturen, Zuständigkeiten, Kooperationen oder Beteiligungsmodellen, die eine effektive Umsetzung unterstützen.

Technische und infrastrukturelle Maßnahmen: Maßnahmen zur Entwicklung und Umsetzung technischer Lösungen oder Wärmeinfrastrukturen, z. B. Speicher, erneuerbare Wärmequellen oder Netzausbau.

Jede Maßnahme wird darüber hinaus einer oder mehreren Handlungsebenen zugeordnet, die zeigen, in welchem Bereich des Wärmesystems sie wirkt:

Gebäudeebene: Maßnahmen, die direkt am einzelnen Gebäude ansetzen.

Quartiersebene: Maßnahmen, die räumlich gebündelte Lösungen ermöglichen.

Erzeugungs- & Infrastruktur-Ebene: Maßnahmen, die Energieversorger, Netzbetreiber oder Betreiber technischer Anlagen betreffen.

Organisations- & Steuerungsebene: Maßnahmen, die organisatorische, koordinierende oder strategische Aufgaben betreffen.

Da die Maßnahmen sehr unterschiedliche Anforderungen aufweisen, variiert auch der finanzielle Aufwand. Zur Orientierung werden sie folgenden Kostenkategorien zugeordnet:

(€) < 10.000 €

(€€) 10.001–100.000 €

(€€€) 100.001–1.000.000 €

(€€€€) > 1.000.000 €

Diese Einordnung ermöglicht eine erste Einschätzung des Aufwands, ohne eine detaillierte Budgetierung vorwegzunehmen.

In der folgenden Tabelle 27 werden die Maßnahmen im Überblick dargestellt:

Tabelle 27: Übersicht der Maßnahmen

	Handlungsebene			
	Gebäudeebene	Quartierebene	Erzeugungs- & Infrastruktur-Ebene	Organisations- & Steuerungsebene
Effizienz-Maßnahmen				
Übergreifende energetische Gebäudesanierung	x	x		x
Regelungsoptimierung durch Nutzung künstlicher Intelligenz	x	x	x	x
Informations- und Beratungsmaßnahmen				
Energie- und Fördermittelberatung	x			x
Öffentlichkeitsarbeit - Stakeholder Management Thema: „zentrale Wärmeversorgung“		x	x	x
Best-Practice sichtbar machen und Erfahrungen teilen	x			x
Digitale Interessensabfrage für zentrale Wärmeversorgung prüfen		x	x	x
Planerische Maßnahmen				
Bauleitplanung erneuerbare Energien	x	x	x	x
Initiierung/Information/Unterstützung bei Quartierskonzepten	x	x	x	x
Nähere Untersuchung der PV-Freiflächenpotenziale			x	x
Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung			x	x
Organisatorische Maßnahmen				
Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften	x			x
Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen		x	x	x
Technische und infrastrukturelle Maßnahmen				
Begleitung und Einordnung regionaler Tiefengeothermieprojekte			x	x
Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. vorantreiben	x	x	x	
Weiterentwicklung der zentralen Wärmeversorgung		x	x	x
Integration von Energiespeichern ermöglichen			x	x
Synchronisierung der Stromverteilnetze			x	x

6.1 Effizienz-Maßnahmen

6.1.1 Maßnahme 1 (Gebäudesanierung)

Übergreifende energetische Gebäudesanierung	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Das in der Potenzialanalyse aufgezeigte Einspar- und Effizienzpotenzial kann einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende leisten. Die derzeitige Sanierungsrate von rund 0,67 % pro Jahr reicht nicht aus, um im Gebäudebestand bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Laut der dena-Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität“ wären jährliche Sanierungsraten von rund 1,7-1,9 % erforderlich.⁵⁵ Zur Schließung dieser Lücke sind gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Sanierungsaktivitäten notwendig.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Energieagenturen KOSTEN INDIVIDUELL JE NACH UMFANG: ⁵⁶ Dämmung der Fassade: 50-300 € / m² Dachdämmung: 30-250 € / m² Fensterdämmung: 550-1000 € / m² Kellerdämmung: 50-160 € / m² (€€) mittel: 10.001-100.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeinde, Landkreis, Bauträger, Energieberatende, Bürgerschaft FÖRDERUNG Bundesförderung für effiziente Gebäude (bis zu 20 %) Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (50 %) Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (50 %)	MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • GIS-gestützte Analyse von Sanierungsschwerpunkten: Über Geoinformationssysteme (GIS) können Gebiete mit ähnlichen Gebäudemerkmalen (Alter, Typ, Verbrauch) identifiziert werden. Gemeinderat und Gemeindeverwaltung können diese Auswertung nutzen, um quartiersbezogene Sanierungsansätze anzustoßen. • Bündelung von Bedarfen und Sammelbestellungen: Werden ähnliche Sanierungsbedarfe zusammengeführt, können Mengenrabatte erzielt und organisatorische Hürden reduziert werden. Relevant für Dämmung, Heiztechnik und weitere Effizienzmaßnahmen. • Bereitstellung übersichtlicher Informationen zu Förderprogrammen: Eine klare und verständliche Aufbereitung relevanter Förderprogramme (z. B. BEG) erleichtert Eigentümer:innen wirtschaftliche Entscheidungen für energetische Maßnahmen.

⁵⁵ [Sanierungsquote - BuVEG](#)

⁵⁶ [grünes haus \(2025a\)](#), [grünes haus \(2025b\)](#)

6.1.2 Maßnahme 2 (Effiziente Technologien)

Regelungsoptimierung durch Nutzung künstlicher Intelligenz durch z. B. smarten Thermostaten	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Das Nutzerverhalten hat einen spürbaren Einfluss auf den Wärmeverbrauch in Wohngebäuden. Digitale Lösungen wie smarte Thermostate ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung und automatische Anpassung der Heizleistung an das tatsächliche Nutzungsverhalten. Durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) kann die Regelung weiter optimiert werden. Für Eigentümer mit PV-Anlagen bieten ergänzende Smartphone-Apps die Möglichkeit, den selbst erzeugten Strom effizienter zu nutzen, indem z. B. Wärmepumpen oder Ladegeräte von Elektrofahrzeugen bedarfsgerecht an den aktuellen PV-Ertrag angepasst werden.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Bürgerschaft, Energieagenturen KOSTEN INDIVIDUELL JE NACH UMFANG: ^{57 58} Heizkörperthermostate: 130-175 € Smart-Home-Installation im Einfamilienhaus: 3.000-8.000 € (je nach Ausstattung und Region) Cloud Services: 5-15 € / Monat (€) gering: < 10.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeinde, Bürgerschaft, Installateur:innen	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Verständliche Information zur Funktionsweise und den Einsparpotenzialen smarter Thermostate z. B. im Rahmen bestehender Energieberatungsangebote • Prüfung des Einsatzes in ausgewählten kommunalen Liegenschaften zur Demonstration der Praxistauglichkeit • Information zu Einsatzmöglichkeiten in Kombination mit Wärmepumpen und PV-Anlagen.		

⁵⁷ [anyhelpnow \(2025\)](#)

⁵⁸ [HOME & SMART \(2025\)](#)

6.2 Informations- und Beratungsmaßnahmen

6.2.1 Maßnahme 3 (Beratung)

Energie- und Fördermittelberatung	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Eine qualifizierte Energie- und Fördermittelberatung unterstützt unterschiedliche Akteursgruppen dabei, geeignete Effizienz- und Erneuerbare-Energien-Maßnahmen zu planen und wirtschaftlich zu bewerten. Da Förderprogramme häufig komplex sind, kann die Gemeinde durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit auf bestehende Beratungsangebote ⁵⁹ (z. B. Verbraucherzentrale) hinweisen und relevante Fördermöglichkeiten transparent machen. Für private Eigentümerinnen und Eigentümer stehen insbesondere Förderprogramme der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) im Vordergrund, die Einzelmaßnahmen, Sanierungen und den Einsatz erneuerbarer Heizsysteme unterstützen. Energieberatungen helfen dabei, Einsparpotenziale im Gebäudebestand zu identifizieren, effiziente Heiz- und Anlagentechnik auszuwählen und das Nutzerverhalten zu optimieren. Auf kommunaler und quartiersbezogener Ebene spielen darüber hinaus Programme wie die BEW sowie die KfW-Förderung 432 „Energetische Stadtsanierung“ eine wichtige Rolle. Sie unterstützen u. a. den Ausbau und die Transformation von Wärmenetzen sowie Sanierungsmanagement und integrierte Quartierskonzepte.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Energieberatende KOSTEN INDIVIDUELL JE NACH UMFANG: Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.) Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket Personalkosten für die Fördermittelberatung (€) gering: < 10.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeinde, Energieberatende, Bürger:innen	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Öffentlichkeitswirksame Information über bestehende Energie- und Fördermittelberatungen • Kooperation mit Energieberatenden / Verbraucherzentrale • Prüfung und Einordnung geeigneter Förderprogramme für kommunale, quartiersbezogene oder netzgebundene Projekte, insbesondere BEW und KfW 432		

⁵⁹ Chiemgau GmbH: Energieberatung für Bürgerinnen und Bürger, abrufbar unter <https://www.chiemgau-wirtschaft.de/fuer-buergerinnen-und-buerger>

6.2.2 Maßnahme 4 (Stakeholder Management)

Öffentlichkeitsarbeit - Stakeholder Management Thema: „zentrale Wärmeversorgung“		Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Die zentrale Wärmeversorgung stößt bei vielen Bürgerinnen und Bürgern auf großes Interesse, insbesondere hinsichtlich Verfügbarkeit, Kosten und Zeitplanung. Diese Interessenspunkte lassen sich im aktuellen Planungsstand jedoch noch nicht final beantworten, da technische, wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen teilweise offen sind. Um dennoch frühzeitig eine Akzeptanz und Beteiligungsbereitschaft aufzubauen ist eine klare und realistische Kommunikation notwendig. Der Erfolg zukünftiger Projekte hängt maßgeblich von einer ausreichend hohen Anschlussquote ab, die wiederum durch Transparenz, Erwartungsmanagement und kontinuierlichen Dialog erreicht werden kann.			
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Energieberatende, Netzbetreiber KOSTEN INDIVIDUELL JE NACH UMFANG: Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.) Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket Personalkosten für die Fördermittelberatung (€) gering: < 10.000 €		DAUER Verstärkt in den nächsten 10 Jahren AKTEURE Gemeinde, Energieberatende, Bürger:innen, Eigentümergemeinschaften FÖRDERUNG Förderfähig z. B. über die Kommunalrichtlinie (NKI) im Bereich Kommunikation / Beteiligung	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Entwicklung einer Kommunikationsstrategie mit realistischen Aussagen zu Projektstand und Zeithorizont • Erstellung verständlicher Informationsmaterialien (Flyer, Website, Videos) • Durchführung von Bürgerdialogen und Informationsveranstaltungen in relevanten Ortsteilen • Erfassung von Interessensbekundungen und potenziellen Anschlussnehmern • Laufende Kommunikation von Zwischenergebnissen und politischen Entscheidungen • Einrichtung eines strukturierten Erwartungsmanagements (FAQs, Infobrief, Hotline, Ansprechperson)			

6.2.3 Maßnahme 5 (Erfahrungsaustausch)

Sichtbarmachen von Best-Practice-Beispielen und Erfahrungsaustausch	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Praxisnahe Beispiele erleichtern die Umsetzung der Wärmewende, da sie zeigen, wie energetische Sanierungen oder innovative Versorgungslösungen konkret funktionieren. Durch die Begleitung einzelner Pilotprojekte – z. B. Sanierungen kommunaler oder privater Gebäude – können technische Lösungen, Entscheidungswege und Herausforderungen anschaulich vermittelt werden. Eine regelmäßige Aufbereitung und Darstellung solcher Projekte schafft Transparenz, stärkt das Vertrauen der Bevölkerung und erleichtert insbesondere Eigentümergemeinschaften die Einschätzung von Aufwand, Kosten und Nutzen. Ergänzend kann ein strukturierter Erfahrungsaustausch zwischen Gemeinde, Fachplanenden, Energieberatenden und Eigentümer:innen dazu beitragen, Hemmnisse frühzeitig zu erkennen und übertragbare Lösungsansätze zu entwickeln.		
BEGINN 2026 INITIATOR Gemeinde KOSTEN Personalkosten für Organisation (€) gering: < 10.000 €	DAUER Verstärkt bis 2030 AKTEURE Gemeinde, Gebäudeeigentümer:innen, Planungsbüros, Energieberatende	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Auswahl eines oder mehrerer Pilotprojekte (z. B. kommunales Gebäude, privates Sanierungsobjekt) • Dokumentation der Umsetzung (Fotos, Kostenrahmen, Herausforderungen, Lösungen) • Öffentlichkeitswirksame Darstellung (Website, Infoabende, kurze Projektsteckbriefe) • Austauschformate für Eigentümer, Planungsbüros und Energieberatende • Übertragung der Erkenntnisse auf weitere Quartiere oder Gebäudetypen		

6.2.4 Maßnahme 6 (Interessenabfrage)

Digitale Interessensabfrage für zentrale Wärmeversorgung prüfen	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Eine unverbindliche digitale Interessensabfrage kann der Gemeinde helfen, das grundsätzliche Interesse an einer möglichen netzgebundenen Wärmeversorgung zu erfassen. Die Ergebnisse können als Entscheidungsgrundlage dienen, um zu prüfen, ob und in welchen Bereichen weitergehende Untersuchungen zu einer möglichen Wärmenetzentwicklung sinnvoll sind.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde KOSTEN Kosten für Software Personalkosten (€) gering: < 10.000 €	DAUER Verstärkt die nächsten 10 Jahre AKTEURE Gemeinde, Bürger:innen, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanager:innen	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Prüfung geeigneter digitaler Tools oder bestehender Plattformen • Definition der abzufragenden Daten (Adresse, Anschlussinteresse, Gebäudetyp) • Hinterlegung der Ausbau- bzw. Eignungsgebiete aus der Wärmeplanung		

6.3 Planerische Maßnahmen

6.3.1 Maßnahme 7 (Bauleitplanung)

Bauleitplanung erneuerbare Energien	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Die Bauleitplanung bietet die Möglichkeit, die energetische Qualität neuer Quartiere gezielt zu beeinflussen und die Nutzung erneuerbarer Energien zu unterstützen. Durch eine geeignete Ausrichtung der Gebäude, abgestimmte Bebauungsstrukturen sowie Begrünungs- und Verschattungsregelungen kann der Energiebedarf bereits im Planungsprozess reduziert werden. Gleichzeitig können Vorgaben zur Nutzung effizienter Heizsysteme (etwa Wärmepumpen oder kleinere Nahwärmelösungen) frühzeitig berücksichtigt werden. Auch für Gewerbeflächen lässt sich prüfen, ob eine gemeinsame Wärmeversorgung sinnvoll ist. Zu den verfügbaren Instrumenten gehören u. a. Bebauungspläne, städtebauliche Verträge oder Festsetzungen in Grundstückskaufverträgen. Darüber hinaus kann die Gemeinde Informationsangebote zu erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen bereitstellen, um Bauherr:innen und Planende bei energetischen Entscheidungen zu unterstützen.		
BEGINN 2026	DAUER Kontinuierlich bis 2045	AKTEURE Gemeinde, Landkreis, Gemeinderat, Verwaltung
INITIATOREN Gemeinde, Landkreis		
KOSTEN Keine direkten Kosten außer ggf. Rechtsberatung Zeitlicher Aufwand für Beratungen (€) gering: < 10.000 €		
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Bauliche Optimierung durch Verschattungssimulation des Baugebietes, Firstausrichtung, Dachneigung etc. bei Ausweisung von Neubaugebieten • Optimierung der Baukörper • Vergleich unterschiedlicher Gebäudestandards bis zum Passivhaus • Untersuchung bzw. Vorgabe von effizienten Wärmeversorgungssystemen ((solare) Nahwärme, Wärmepumpen) • Berücksichtigung der klimatischen Situation bei der Auswahl von Baugebieten • Verbindliche Festlegung der Richtlinien im Bebauungsplan in städtebaulichen Verträgen usw.		

6.3.2 Maßnahme 8 (Quartierskonzepte)

Initiierung/Information/Unterstützung bei Quartierskonzepten	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Quartierskonzepte sind ein wichtiges Instrument der kommunalen Wärmewende, da sie technische wirtschaftliche und organisatorische Lösungen gemeinsam für mehrere Gebäude entwickeln. Sie ermöglichen die Nutzung effizienter Wärmequellen und Niedertemperaturnetze, reduzieren Wärmeverluste und verringern bauliche Anforderungen an einzelne Gebäude. Zudem können lokale Potenziale wie z. B. oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpe) gemeinsam erschlossen werden. Durch den gebündelten Ansatz lassen sich Herausforderungen wie fehlende Technikräume, begrenzte Flächen oder komplexe Eigentümerstrukturen leichter lösen. Standardisierte Vertragsmodelle sowie abgestimmte Verwaltungsprozesse schaffen Planungssicherheit und erleichtern die Umsetzung. Eine koordinierte Abstimmung mit übergeordneten Wärmeprojekten stellt sicher, dass Quartierslösungen kompatibel bleiben und Synergien genutzt werden.		
BEGINN 2030 INITIATOR Gemeinde, Bürgerschaft KOSTEN Wirtschaftlichkeit steigt mit Anzahl der beteiligten Gebäude und Nutzungsdichte (€€) mittel: 10.001-100.000 €	DAUER Fortlaufend AKTEURE Gemeinde, Wohnungsbaugesellschaften, Eigentümer:innen, Planungsbüros, Wärmeversorger, Contractoren, Energieberatende, Verwaltungsstellen FÖRDERUNG Förderfähig über Programme wie KfW 432, BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudien), ggf. Landesprogramme	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Identifikation geeigneter Quartiere (z. B. über Wärmekataster, Sanierungsstand, Eigentümerstrukturen) • Prüfung technischer Optionen inkl. Niedertemperaturkonzepten und potenzieller Wärmequellen • Ansprache relevanter Akteure und gemeinsame Zieldefinition im Quartier • Entwicklung eines Umsetzungskonzepts inkl. Betreibermodellen, Standardverträgen und Wirtschaftlichkeitsbewertung • Abstimmung mit der Verwaltung zu Genehmigungen, Infrastrukturzugängen und Fördermöglichkeiten		

6.3.3 Maßnahme 9 (PV-Freifläche)

Nähere Untersuchung der PV-Freiflächenpotenziale	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Aufbauend auf den Ergebnissen des regionalen Standortkonzepts, in dem potenziell geeignete Flächen für Freiflächen-Photovoltaik in der Gemeinde Grabenstätt identifiziert wurden, kann geprüft werden, wie diese Flächen sinnvoll genutzt und in die lokale Wärmeversorgung eingebunden werden können. Es wurde ein Potenzial von 771 ha ermittelt, das die Ergebnisse der Potenzialprüfung im Rahmen der Wärmeplanung bestätigen. Freiflächen-Photovoltaikanlagen können dabei insbesondere durch die Bereitstellung von Strom für Wärmepumpen sowie in Kombination mit Speicherlösungen einen indirekten Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung leisten. Darüber hinaus sollten zukünftige regulatorische Entwicklungen, etwa im Bereich gemeinschaftlicher Stromnutzung (Energy Sharing), beobachtet werden, da sich hieraus zusätzliche Handlungsspielräume für die Gemeinde ergeben können.		
BEGINN 2026	DAUER Verstärkt in den nächsten 10 Jahren	
INITIATOREN Gemeinde, Betreiber von PV-Freiflächenanlagen, Netzbetreiber, Investoren	AKTEURE Gemeinde, Nachbargemeinden, Betreiber von PV-Freiflächenanlagen, Netzbetreiber, Planungsbüros, Eigentümer:innen von Flächen, Wärmeversorger	
KOSTEN Projektabhängig je nach Eigentum, Betriebsmodell und technischer Kopplung (€€) mittel: 10.001-100.000 €	FÖRDERUNG Fördermöglichkeiten bestehen im Rahmen des EEG sowie für die Wärmenetzintegration (BEW)	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Festlegen eines gemeinsamen Ausbauziels (2030, 2040) unter Berücksichtigung des steigenden Strombedarfs durch die Sektorkopplung (Elektrifizierung der Bereiche Wärme, Verkehr, H2-Produktion usw.) • Umlegung des gemeinsamen Ausbauziels prozentual auf die Angebotsflächen der Gemeinden • Diskussion des individuellen Ziels und Definition von zusätzlichen Gestaltungsvarianten durch den zuständigen Gemeinderat, z. B.: ◦ Angestrebte Einzelanlagengröße z. B. < 10 ha ◦ Errichtung möglichst als Bürgerenergieanlage über regionale Genossenschaften ◦ Sinnvolle Eingrünungskonzepte zur Eingliederung der Anlage in die Landschaft ◦ Biodiversitätsfördernde Bauweise (u. a. besonnter Streifen) ◦ Mindestabstände zur Wohnbebauung (z. B. 50 m) ◦ Obligatorisches Blendgutachten		

○ Etc.

- Identifikation geeigneter Flächen
- Abstimmung mit potenziellen Betreiber:innen und Flächeneigentümer:innen
- Prüfung technischer Optionen zur direkten Nutzung des Stroms vor Ort (z. B. Power-to-Heat)
- Strategische Einbindung in kommunale Wärmenetz- und Quellenplanung
- Festlegung eines standardisierten Kooperationsmodells (z. B. kommunale Beteiligung, Pachtmodell)
- Beobachtung der regulatorischen Entwicklungen zum Energy Sharing und Ableitung kommunaler Chancen

Mögliche Beschlüsse im Gemeinderat wären:

- Aufstellung eines PV-Flächennutzungsplans
- Grundsatzbeschluss für PV in genannter Höhe unter den individuellen Zielen der Gemeinde

6.3.4 Maßnahme 10 (Fortschreibung)

Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung		Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Die regelmäßige (alle 5 Jahre) Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wurde im Wärmeplanungsgesetz § 25 festgelegt. Im Zuge der Fortschreibung soll für die Gemeinde die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden. In der kommunalen Wärmeplanung werden Ziele für die Stützjahre definiert. Bei der Fortschreibung muss kontrolliert werden, ob die Ziele erreicht wurden. Ein frühzeitiger Abschluss der Zielszenarien ist erstrebenswert. Wurden die Zielszenarien nicht erreicht, müssen etwaige Fehlentwicklungen in der Wärmeversorgung identifiziert werden, damit diese Hürden in den darauffolgenden Jahren behoben werden können. Auf diese Weise stellt die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung eine Controlling-Strategie dar.			
BEGINN 2030 INITIATOR Gemeinde KOSTEN Personalkosten Ggf. Kosten für Ingenieurbüros (€€) mittel: 10.001–100.000 €		DAUER Im 5-Jahres-Takt bis 2045 AKTEURE Gemeinderat, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanager:innen, ggf. Ingenieurbüros	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Regelmäßiger Abgleich der definierten Stützjahre und Zielpfade mit der tatsächlichen Entwicklung der Wärmeversorgung • Fortschreibung von Bestands-, Verbrauchs- und Potenzialdaten als Grundlage für die weitere Planung • Analyse von Fehlentwicklungen oder Verzögerungen sowie Ableitung von Anpassungsbedarfen • Weiterentwicklung der Szenarien und des Maßnahmenkatalogs bei veränderten Rahmenbedingungen			

6.4 Organisatorische Maßnahmen

6.4.1 Maßnahme 11 (Energiemanagement)

Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Ein Energiemanagementsystem ermöglicht die systematische Erfassung, Auswertung und Optimierung der kommunalen Energieverbräuche. Grundlage ist ein regelmäßiges Energiecontrolling mit verlässlichen und sicheren Verbrauchsdaten. Für kommunale Liegenschaften bietet sich eine gebäudebezogene Datenerfassung an, z. B. durch regelmäßiges Ablesen von Strom-, Wärme- und Wasserzählern. Für private Haushalte und weitere Verbrauchergruppen können – wie im Wärmeplan – hochgerechnete bzw. aggregierte Daten verwendet werden, um die gesamtkommunale Entwicklung zu verfolgen. Eine spezialisierte Energiemanagement-Software mit webbasierter Datenbank erleichtert die Erfassung, die Auswertung und das Berichtswesen deutlich und ist Tabellenlösungen langfristig überlegen. Wichtig sind klare Zuständigkeiten sowie geeignete Kennwerte (z. B. kWh/(m²*a)). Die Auswertungen bilden die Grundlage für Effizienzmaßnahmen, ermöglichen die Kontrolle der Zielerreichung und unterstützen die Öffentlichkeitsarbeit. Die bereits im Wärmeplan erhobenen Daten können als Basis für ein verstetigtes kommunales Energiemanagement dienen.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche KOSTEN Kosten für Energiemanagementsoftware inkl. Datenbank und Wartung Zeitaufwand für Verwaltung und Anlagenverantwortliche (€€) mittel: 10.001–100.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Beschluss zur Einführung eines Energiecontrollings und Auswahl einer geeigneten Software • Festlegung von Zuständigkeiten und Aufbau einer vollständigen Datenbasis • Regelmäßige Erfassung der Verbrauchsdaten gemäß Ableseintervallen • Auswertung der Daten zur Bewertung und Optimierung umgesetzter Maßnahmen • Jährliche Berichterstattung und Ableitung weiterer Effizienzmaßnahmen		

6.4.2 Maßnahme 12 (Betreibergesellschaft)

Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Der Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung kann über verschiedene Finanzierungsmodelle erfolgen. Neben klassischen Investitionen durch Kommunen, Unternehmen oder Privatpersonen spielen Bürgergesellschaften und Genossenschaften eine wichtige Rolle, da sie lokale Mittel mobilisieren und Risiken sowie Gewinne gemeinschaftlich tragen. Dies stärkt die Akzeptanz vor Ort und beschleunigt die Umsetzung. Für eine erfolgreiche Projektentwicklung sollten geeignete Rechts- und Organisationsformen frühzeitig geprüft werden, etwa Energiegenossenschaften, GmbH & Co. KG-Modelle oder kommunale Beteiligungsformen. Wichtig ist ein strukturierter Prozess, der wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte berücksichtigt. Bürgergetragene oder gemeinschaftliche Modelle sind insbesondere für Gebiete außerhalb des zentralen Versorgungsgebiets von Bedeutung.		
BEGINN 2026	DAUER Kontinuierlich bis 2045	AKTEURE Bürgerschaft, Genossenschaften, Vereine, Bürgerinitiativen, Banken, Planungsbüros, Kommunalverwaltung
INITIATOREN Gemeinde, Bürgerschaft		
KOSTEN Abhängig von der gewählten Rechtsform, der Projektgröße und dem Beteiligungsmodell (€€) mittel: 10.001–100.000 €		
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Prüfung geeigneter Gesellschaftsformen und Beteiligungsmodelle • Einbindung bestehender regionaler Genossenschaften und Akteure • Erarbeitung eines Beteiligungskonzepts inkl. Transparenz- und Mitwirkungsstruktur • Kommunikation des Beteiligungsmodells an Bürger (Informationsveranstaltungen, Flyer, Online-Plattform) • Beteiligungsstart und Aufbau der Gesellschaftsstruktur		

6.5 Technische und infrastrukturelle Maßnahmen

6.5.1 Maßnahme 13 (Tiefengeothermie)

Begleitung und Einordnung regionaler Tiefengeothermieprojekte	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Die Entwicklung tiefengeothermischer Projekte auf regionaler Ebene wird von der Gemeinde Grabenstätt weiterhin begleitet und fachlich eingeordnet. Aufgrund der großen Erschließungstiefen sowie der damit verbundenen Kosten und Risiken wird eine eigenständige Umsetzung derzeit nicht verfolgt. Perspektivisch kann jedoch geprüft werden, ob sich im Falle der Realisierung regionaler Geothermieprojekte Möglichkeiten für eine überörtliche Anbindung oder Mitversorgung ergeben. Zentral ist die Berücksichtigung der in Kapitel 4.4 beschriebenen SOBOS-Studie. Ziel der Maßnahme ist es, frühzeitig über relevante Entwicklungen informiert zu sein und bei Bedarf eine fundierte Entscheidungsgrundlage für mögliche langfristige Optionen zu schaffen.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, SOBOS Wärmeverbund KOSTEN Geringer Aufwand für Monitoring und fachliche Bewertung (€) gering: < 10.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeinde, SOBOS Wärmeverbund, Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Abstimmung mit dem Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel zum Projekt- und Planungsstand • Beobachtung regionaler Tiefengeothermieprojekte und Planungsstände • Fachliche Einordnung technischer, wirtschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Aspekte		

6.5.2 Maßnahme 14 (dezentrale Versorgung)

Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. vorantreiben	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Der spezifische Wärmebedarf im Wohnungsbau und im GHD-Sektor ist in den letzten Jahren deutlich gesunken. In Neubaugebieten sind klassische Nahwärmenetze daher oft nicht mehr wirtschaftlich. Wärmepumpen und Solarthermie eignen sich in diesen Bereichen besonders, da sie klimafreundlich und meist wirtschaftlich sind. Technische Weiterentwicklungen ermöglichen inzwischen auch im Bestand einen effizienten Einsatz. In Bereichen ohne Anbindung an ein Wärmenetz wird die dezentrale Wärmeversorgung daher maßgeblich durch Wärmepumpen geprägt, wodurch begrenzte Ressourcen wie Biomasse oder Wasserstoff für andere Anwendungen geschont werden.		
BEGINN 2026	DAUER Kontinuierlich bis 2045	
INITIATOREN Gemeinde, Bohrfirmen, Eigentümer:innen, Energieagenturen	AKTEURE Gemeinde, Bürgerschaft, Genehmigungsbehörden, Bohrfirmen, Energieagenturen	
KOSTEN ⁶⁰ Investitionskosten für ein Einfamilienhaus (inkl. Installation & Bohrung) in Abhängigkeit der Wohnfläche und je nach Leistung: Luft-Wärmepumpe: 15.000-25.000 € Wasser-Wärmepumpe: 22.000-45.000 € Sole-Wärmepumpe: 35.000-50.000 € (€€) mittel: 10.001-100.000 €	FÖRDERUNG Mit der aktuellen BEG-Einzelförderung sind Förderquoten von etwa 30 bis 70 % möglich	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Luft-Wasser-Wärmepumpe: Geringe Investitionskosten im Vergleich zu anderen Wärmepumpen. Wirkungsgrad schwankt wegen der Außenlufttemperatur, wirtschaftlich jedoch oft geeignet für Ein- und Zweifamilienhäuser. • Wasser-Wasser-Wärmepumpe: Hohe Effizienz durch konstante Grundwassertemperatur. Höhere Investitionskosten, aber besonders für größere Gebäude vorteilhaft. Geeignete hydrogeologische Bedingungen erforderlich. • Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärme): Effizient und betriebssicher durch Nutzung von Erdsonden oder Erdkollektoren. Höhere Kosten durch Bohrungen bzw. Flächenbedarf. Passive Kühlung möglich bei vorhandenen Flächenheizungen.		

⁶⁰ [Wärmepumpe: Kosten und Preise im Überblick \(2025\)](#)

6.5.3 Maßnahme 15 (Fokusgebiete)

Weiterentwicklung der zentralen Wärmeversorgung	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG In den identifizierten Fokusgebieten kann die Weiterentwicklung der zentralen Wärmeversorgung geprüft werden. Ergänzend zur bestehenden Wärmeerzeugung bietet der Einsatz von Wärmepumpentechnologie grundsätzlich die Möglichkeit, erneuerbare Umweltwärme in die zentrale Versorgung zu integrieren. Aufgrund der in Grabenstätt und Erlstätt grundsätzlich günstigen hydrogeologischen Voraussetzungen für den Einsatz von Grundwasserwärmepumpen sollte dieses Potenzial vertieft untersucht werden. Ziel ist es, die technischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen zu bewerten und eine belastbare Entscheidungsgrundlage für eine mögliche Erweiterung der zentralen Wärmeversorgung zu schaffen.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Betreiber Bestandsnetz KOSTEN Kosten abhängig vom Umfang der Untersuchungen (€€) mittel: 10.001-100.000 €	DAUER Verstärkt in den nächsten 5 Jahren AKTEURE Gemeinde, Betreiber Bestandsnetz, Fachplaner, Genehmigungsbehörden	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Detailliertere Prüfung der hydrogeologischen Eignung für Grundwasserwärmepumpen • Bewertung der Integration von Wärmepumpen in das bestehende Wärmenetz • Untersuchung von Wirtschaftlichkeit, Fördermöglichkeiten und Genehmigungsanforderungen		

6.5.4 Maßnahme 16 (Speicher)

Integration von Energiespeichern ermöglichen	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG Energiespeicher sind ein zentrales Element der kommunalen Wärmewende. Sie ermöglichen die zeitversetzte Nutzung erneuerbar erzeugter Energie, glätten Lastspitzen und verbessern die Steuerung lokaler Energieflüsse. Mit dem weiteren Ausbau von PV, Wärmepumpen und Power-to-Heat steigt der Bedarf an Speicherlösungen deutlich an. Der Speicherbereich entwickelt sich derzeit dynamisch: sinkende Kosten, neue Technologien wie Hochtemperatur- oder Eisspeicher sowie angepasste regulatorische Rahmenbedingungen erweitern die Einsatzmöglichkeiten. Neben klassischen Wärmespeichern können auch Batteriespeicher eine Rolle spielen, insbesondere für die lokale Nutzung von Solarstrom. Durch die gezielte Standortwahl und die Kopplung an bestehende oder geplante Einspeisepunkte können Speicher zur Entlastung der Netze beitragen und erneuerbare Energien besser integrieren. Wichtig ist, dass sowohl gewerbliche als auch kommunale oder gemeinschaftliche Speicherprojekte planerisch ermöglicht und unterstützt werden etwa durch Flächensicherung, Förderberatung oder geeignete Beteiligungsmodelle.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, Netzbetreiber, Investor:innen KOSTEN Projektabhängig je nach Speicherart und Betriebsmodell (€€€) hoch: 100.001-1.000.000. €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Gemeinde, Netzbetreiber, Speichertechnologieanbieter, Wärmeversorger, Bürgerenergiegesellschaften, Projektentwickler FÖRDERUNG Fördermöglichkeiten bestehen z. B. über BEW (Wärmenetze), KfW-Förderkredite oder Landesprogramme	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Potenzialanalyse für Strom- und Wärmespeicher im Gemeindegebiet • Identifikation strategisch sinnvoller Einspeisepunkte • Prüfung möglicher Speichertechnologien je nach Anwendungsfall • Entwicklung kommunaler Speicherprojekte oder Unterstützung privater Initiativen • Integration in bestehende bzw. geplante Wärme- und Stromprojekte • Förderberatung und Koordination mit Netzbetreibern		

6.5.5 Maßnahme 17 (Synchronisierung der Stromverteilnetze)

Synchronisierung der KWP mit dem Ausbau der Stromverteilnetze	Grabenstätt	
BESCHREIBUNG In Bereichen ohne wirtschaftlich realisierbares Wärmenetz sowie für Haushalte, die sich nicht anschließen möchten, wird zukünftig verstärkt strombasierte Wärmeversorgung eingesetzt, vor allem durch Wärmepumpen. Auch wenn ein Teil des benötigten Stroms lokal durch PV-Anlagen bereitgestellt werden kann, führt die Gesamtbelastung zu wachsenden Anforderungen an das Stromverteilnetz. Damit das Netz zukünftige Lasten sicher aufnehmen kann, sind frühzeitige und langfristige Ausbau- und Erüchtigungsmaßnahmen notwendig. Die im Rahmen der Wärmeplanung prognostizierte Entwicklung der strombasierten Wärmeerzeugung sollte daher in die Netzausbau- und Sanierungsstrategien des örtlichen Verteilnetzbetreibers integriert werden. Eine vorausschauende Planung ermöglicht einen effizienten und kostengünstigen Ausbau und vermeidet spätere Engpässe.		
BEGINN 2026 INITIATOREN Gemeinde, örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB) KOSTEN Keine direkten zusätzlichen Kosten, Personalaufwand für die Abstimmung mit dem VNB (€) gering: < 10.000 €	DAUER Kontinuierlich bis 2045 AKTEURE Örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB), Kommunalunternehmen, Gemeindeverwaltung, ggf. Ingenieurbüros	
MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE • Klärung inwiefern die Situation bereits in bestehenden Ausbaupfaden des VNB abgebildet ist • Abschätzung der Größenordnung und geographische Verteilung zusätzlicher elektrischer Lasten im Verteilnetz durch die Wärmewende-Strategie der KWP • Sicherstellung der Einarbeitung entsprechender Erkenntnisse in die Ausbaupläne des VNB		

7. Anlagen

Anlage 1: Verteilung Baualtersklassen (Wohnbau)

Anlage 2: Sanierungspotenzial (Wohnbau)

Anlage 3: Energieträger der Heizung (Wohnbau)

Anlage 4: Verteilung der Heizungsart (Wohnbau)

Anlage 5: Wärmedichte pro Hektar

Anlage 6: Sektorenverteilung der Gebäude (Wohnbau)

Anlage 7: Wärmeliniendichte bei 70 % Anschlussquote

Anlage 8: Weißkartierung Grabenstätt (PV-Potenzialfläche)