



KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

GRAFENGEGAIG

Auftraggeber Markt Grafengehaig
Hauptstraße 19
95356 Grafengehaig

Auftragnehmer: IST EnergiePlan GmbH
Mozartstraße 2
95126 Schwarzenbach a. d. Saale

Ort, Datum: Standort
Schwarzenbach a. d. Saale, 01.04.2026

Projektleitung: Stefan Schreier

Autor: Anne Seiler



INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
Einheitenverzeichnis	6
1. Einleitung	7
2. Inhalte der kommunalen Wärmeplanung	10
2.1 Bestandsanalyse	10
2.2 Potenzialanalyse	10
2.3 Maßnahmenkatalog	10
3. Datengrundlagen und Visualisierung	11
4. Bestandsanalyse	12
4.1 Allgemeine Bauliche Situation	12
4.2 Baualtersklassen	13
4.3 Beheizungsstruktur	14
4.3.1 Heizungsarten	14
4.3.2 Energieträger	15
4.4 Gasnetz	16
4.5 Wärmeverbrauchsichte	17
4.6 Wärmelinieichte	19
4.7 CO ₂ -Emissionen im Bedarfsfeld „Wärme“	21
5. Potenzialanalyse	22
5.1 Allgemeine Energieeinsparpotenziale	22
5.2 Potenziale im Bereich Erneuerbare Energien	24
5.2.1 Geothermie	24
5.2.2 Windenergie	25



5.2.3	Solarenergie	26
5.2.4	Biomasse.....	29
5.2.5	Wasserkraft	30
5.3	Wärmepotenziale für Wärmenetze	32
5.3.1	Industrielle/Gewerbliche Abwärme	32
5.3.2	Abwärme Kläranlage	32
5.3.3	Biogas	33
5.4	Wärmepotenziale für Hauseigentümer (Einzelversorgung)	34
5.4.1	Wärmepumpe.....	34
5.4.2	Wasserstoff	34
5.4.3	Biomasse.....	35
5.4.4	Gas.....	36
5.5	Kostenvergleich der potenziellen Energiequellen	37
5.5.1	Rechenbeispiel für Kommunale Gebäude	37
5.5.2	Rechenbeispiel für Einzelversorger.....	39
5.6	Potenzielle CO ₂ -Emissionen im Bedarfsfeld „Wärme“	40
6.	Maßnahmenkatalog	42
6.1	Effizienzmaßnahmen.....	42
6.2	Ausbau Erneuerbarer Energien	42
6.3	Informationsmaßnahmen	42
6.4	Weiterführende Planungen und Fortschreibung der Wärmeplanung	42
6.5	Empfehlung	42
	Quellenverzeichnis	44



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1 KOHLENDIOXID-EMISSIONEN NACH SEKTOREN IN DEUTSCHLAND 2023 (QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT)	7
ABBILDUNG 2 KOHLENDIOXID-EMISSIONEN NACH ANWENDUNGSBEREICHEN IM BEDARFSFELD "WOHNEN" 2021 (QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT).....	8
ABBILDUNG 3 BAUALTERSKLASSEN DER GEBÄUDE DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: BAUGENEHMIGUNGEN UND ZENSUS 2022)	13
ABBILDUNG 4 HEIZUNGSARTEN IN DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: ZENSUS 2022)	14
ABBILDUNG 5 ENERGIETRÄGER IN DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: ZENSUS 2022)	15
ABBILDUNG 6 GASNETZ DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: LUK HELMBRECHTS).....	16
ABBILDUNG 7 WÄRMEDICHTE DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: BAUGENEHMIGUNGEN, ZENSUS 2022 UND VERBRAUCHSDATEN LUK).....	18
ABBILDUNG 8 WÄRMELINIENDICHTE DER GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: KEHRBUCHDATEN).....	19
ABBILDUNG 9 ENTZUGSLEISTUNG VON GRABENKOLLEKTOREN IM GEBIET GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN).....	25
ABBILDUNG 10 STANDORTGÜTE IN 160 M HÖHE IM GEBIET GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN).....	26
ABBILDUNG 11 PV-FREIFLÄCHENKULISSE IM GEBIET GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN).....	27
ABBILDUNG 12 DACHFLÄCHENEIGNUNG FÜR PV-ANLAGEN IM ORT GRAFENGEHAIG (QUELLE: WWW.SOLARE-STADT.DE).....	28
ABBILDUNG 13 SOLARENERGIE – POTENZIAL AUF DACHFLÄCHEN FÜR DAS GEMEINDEGEBIET GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN)	29
ABBILDUNG 14 ENERGIEPOTENZIAL AUS WALDDERBOLZ IM GEBIET GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN).....	30
ABBILDUNG 15 STECKBRIEF STROMDATEN 2026 FÜR DIE GEMEINDE GRAFENGEHAIG (QUELLE: ENERGIEATLAS BAYERN).....	31
ABBILDUNG 16 GENEHMIGTES WASSERSTOFFKERNNETZ (QUELLE: BUNDESNETZAGENTUR).....	35



TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1 SPEZIFISCHE HEIZLAST NACH BAUJAHREN.....	17
TABELLE 2 BERECHNUNG DER KOHLENDIOXID-EMISSION IN GRAFENGEHAIG.....	21
TABELLE 3 EINSPARUNGEN DURCH SANIERUNGSMABNAHMEN	22
TABELLE 4 PREISE VON ENERGIEQUELLEN (QUELLE: CARMEN E.V., STAND: MAI-AUGUST 2025)	37
TABELLE 5 ENERGIEPREISE JE ENERGIEQUELLE FÜR KOMMUNALE GEBÄUDE	38
TABELLE 6 ENERGIEPREISE JE ENERGIEQUELLE FÜR EINZELVERSORGER.....	39
TABELLE 7 CO ₂ -EMISSIONEN GRAFENGEHAIG FÜR KLIMAZIEL 2030	40



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
BHKW	Blockheizkraftwerk
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
COP	Coefficient of Performance deutsch: Leistungszahl
e. V.	eingetragener Verein
EEWärmeG	Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz
El. Strom	elektrischer Strom
EnEG	Energieeinspargesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
etc.	et cetera deutsch: und so weiter
EU	Europäische Union
GEG	Gebäudeenergiegesetz
Mio.	Millionen
PV	Photovoltaik
spez. Heizlast	spezifische Heizlast
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
Vgl./vgl.	vergleiche
WPG	Wärmeplanungsgesetz/Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisie- rung der Wärmenetze
z. B.	zum Beispiel



EINHEITENVERZEICHNIS

Einheit	Beschreibung	Bemerkung
€	Euro	
° C	Grad Celsius	
a	Jahr	
GJ	Gigajoule	1 GJ = 1.000.000.000 J
h	Stunden	
ha	Hektar	1 ha = 100x100 Meter
km ²	Quadratkilometer	
kW	Kilowatt	= Leistung
kWh	Kilowattstunden	= Energiemenge
m	Meter	
m ²	Quadratmeter	
MWh	Megawattstunden	1 MWh = 1.000 kWh
MWp	Megawatt peak	= Megawatt-Spitzenleistung
t	Tonnen	
tCO ₂	Tonnen CO ₂	
W	Watt	



1. Einleitung

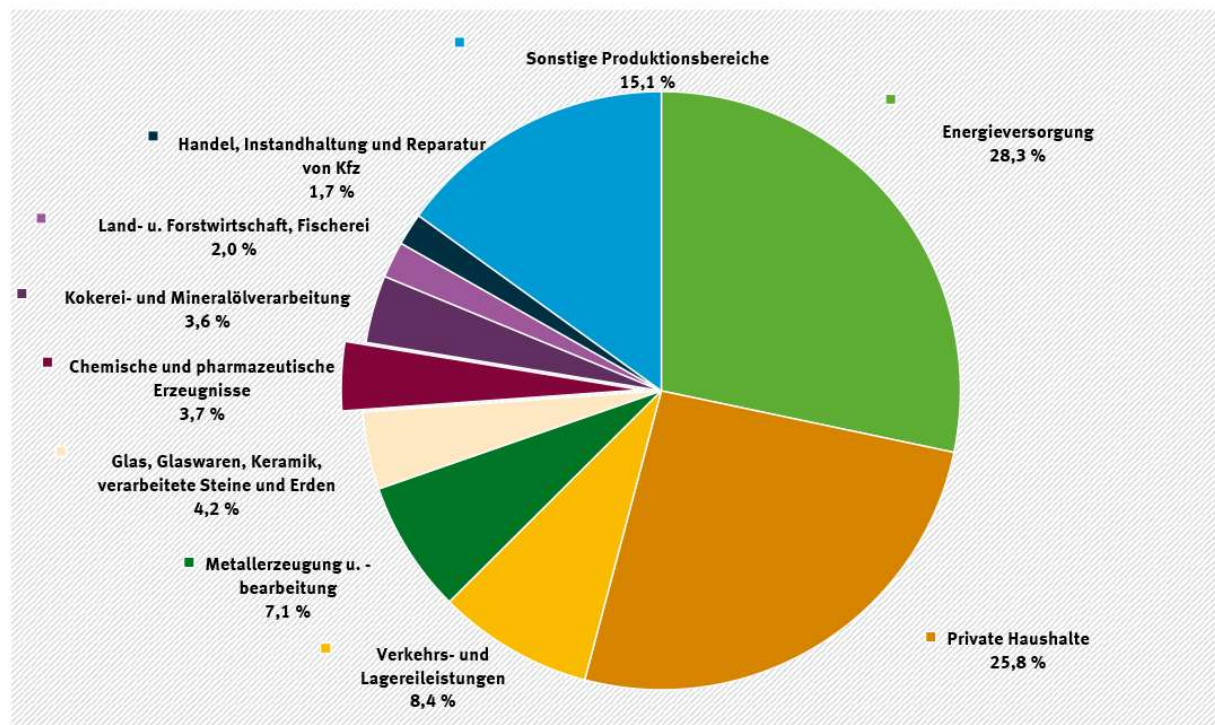
Trotz des Wissens, dass fossile Energieträger nicht unendlich vorhanden sind und deren Verbrennung sich negativ auf die Umwelt auswirkt, verlässt sich die Welt bei der Energieerzeugung noch immer zum Großteil auf Erdgas, Kohle und Erdöl. [1]

Nicht nur für den Endverbraucher sind Auswirkungen dieser Entscheidung, in Form von erhöhten Rohstoffpreisen, spürbar. Auch das Klima zeigt die Folgen: globale Schlecht-Wetter-Ereignisse, Dürren, Temperaturerhöhungen, usw.

Um den Konsequenzen entgegenzuwirken, kommt seit einigen Jahren in die weltweite Energiepolitik immer mehr Bewegung. So trat im Juni 2021 die EU-Verordnung 2021/1119 in Kraft, welche besagt, dass die EU-Staaten ab dem Jahr 2050 klimaneutral sein sollen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Mitgliedstaaten eigene Pläne auf den Weg bringen und sich Gedanken über eine zukunftsorientierte Energieversorgung machen.

Am Beispiel Deutschland sieht man, dass über ein Viertel der erzeugten CO₂-Emissionen durch private Haushalte zu Stande kommt. (Vgl. Abbildung 1)

Kohlendioxid-Emissionen nach Sektoren in Deutschland 2023



Quelle: Statistisches Bundesamt 2025, 85111-0002 Luftemissionen: Deutschland, Jahre, Luftemissionsarten, Wirtschaftszweige, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>

Abbildung 1 Kohlendioxid-Emissionen nach Sektoren in Deutschland 2023
(Quelle: Statistisches Bundesamt)

Wie die Abbildung 2 zeigt, sind fast 70 % der CO₂-Emissionen innerhalb der Haushalte auf die Erzeugung von Raumwärme zurückzuführen.

Kohlendioxid-Emissionen¹ nach Anwendungsbereichen im Bedarfsfeld "Wohnen" 2021

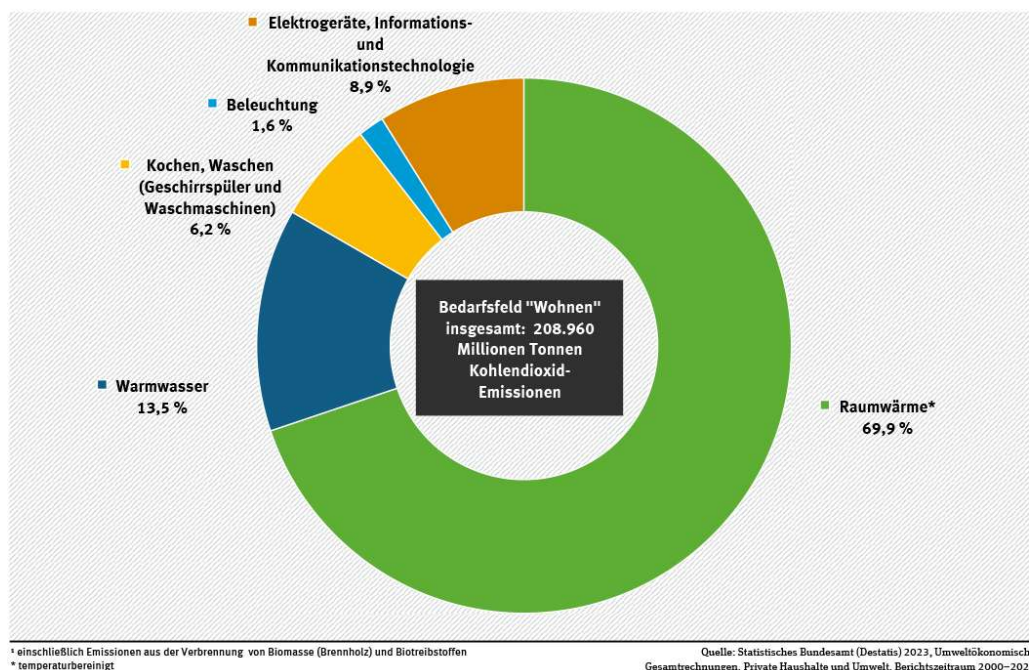


Abbildung 2 Kohlendioxid-Emissionen nach Anwendungsbereichen im Bedarfsfeld "Wohnen" 2021
(Quelle: Statistisches Bundesamt)

Um Deutschland klimaneutral zu machen, ist es deshalb unausweichlich, für die Wärmeversorgung der privaten Haushalte Alternativen für Öl- und Gasheizungen zu finden. Im Jahr 2024 sind diese beiden Heizungsarten noch immer am stärksten vertreten: Von den 43,6 Mio. im Bestand befindlichen Wohn- und Nichtwohngebäuden werden über die Hälfte mit Gas und fast 18 % mit Heizöl beheizt. [2]

Mit der Verabschiedung des Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze, kurz Wärmeplanungsgesetz (WPG), im November 2023, verpflichtet daher die deutsche Bundesregierung die einzelnen Bundesländer bis Juni 2028 zur Erstellung von kommunalen Wärmeplanungen. Bis spätestens zum Jahr 2045 soll so die Wärmeerzeugung und -versorgung in den deutschen Kommunen „kosteneffizient, nachhaltig, sparsam, bezahlbar, resilient sowie treibhausgasneutral“ (§ 1 WPG) sein.

Der Freistaat Bayern hat mit der Verabschiedung des Bayerischen Klimaschutzgesetzes zum Beginn des Jahres 2023 ebenfalls gesetzliche Grundlagen geschaffen. So besagt der Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes, dass Bayern spätestens zum Jahr 2040 klimaneutral sein soll. Um den Kommunen Anreize zu geben, wurden pauschale



Ausgleichszahlungen festgelegt. Diese wurden auch speziell für die kleineren Gemeinden differenziert. [3]

Auch die Gemeinde Grafengehaig hat sich zum Ziel gesetzt, die kommunale Wärmeplanung voranzutreiben. Die knapp 840 Einwohner Gemeinde im Landkreis Kulmbach besteht aus 27 Ortsteilen, welche sich auf eine Fläche von knapp 21 km² erstrecken. Ziel der Wärmeplanung für Grafengehaig ist es, anhand der momentanen Bestandssituation Potenziale für Energieeinsparungen und die mögliche, zukünftige Wärmeversorgung der Ortschaften im Gemeindegebiet zu finden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse soll im Anschluss ein Maßnahmenkatalog erstellt werden, welcher eine mögliche Strategie zur Erfüllung der Energie- und CO₂-Einsparungen beinhaltet.



2. Inhalte der kommunalen Wärmeplanung

Bevor näher auf die konkreten Ergebnisse der Wärmeplanung eingegangen wird, sollen zunächst die Bestandteile der kommunalen Wärmeplanung kurz erläutert werden.

2.1 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird die momentane IST-Situation der Gemeinde betrachtet. Neben der vorhandenen Beheizungsstruktur im Gemeindegebiet, werden die Wärmeverbräuche und auch die Gebäude selbst näher betrachtet. Konkret werden folgende Fragen beantwortet:

- Wie alt sind die Bestandsbauten in der Gemeinde?
- Welche Heizungsarten und welche Energieträger sind im Gemeindegebiet vertreten?
- Wird die Gemeinde mittels eines Gasnetzes versorgt und wenn ja, wie verläuft dieses Netz?
- Wie hoch sind die Wärmeverbräuche der Gemeinde?
- Wie hoch sind die CO₂-Emissionen der Gemeinde?

2.2 Potenzialanalyse

Im Anschluss an die Bestandsanalyse erfolgt eine Analyse der Potenziale. Auf der einen Seite wird geprüft, wie die Gemeinde Energie im Allgemeinen einsparen kann und auf der anderen Seite, ob es lokale und erneuerbare Möglichkeiten zur Energieerzeugung gibt.

2.3 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog dient als Zusammenfassung von möglichen Maßnahmen, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen.



3. Datengrundlagen und Visualisierung

Um den Bestand in der Gemeinde Grafengehaig näher betrachten zu können, wurden verschiedene Informationsquellen herangezogen.

Eine große Menge an Daten wurde durch die Ergebnisse des Zensus 2022 vom statistischen Bundesamt bereitgestellt. Im Zensus werden verschiedene Angaben der Gebäudebesitzer, u. a. welche Heizungsart verbaut ist, welche Energieträger in Verwendung sind und welches Baujahr das Gebäude hat, anonymisiert hinterlegt. Die Ergebnisse können mit Hilfe von Geoinformationssystemsoftwares, z. B. QGIS, ausgelesen und in 100- x 100-m-Rastern dargestellt werden. Viele Ergebnisse der Bestandsanalyse basieren auf den Zensus-Angaben der Bürger. Da die Angaben beim Zensus zwar verpflichtend waren, diese aber nicht im Detail auf Richtigkeit geprüft wurden, können die Angaben teilweise unvollständig oder sogar fehlerhaft sein.

Neben den Zensus-Daten aus dem Jahr 2022 müssen im Zuge der kommunalen Wärmeplanung auch die straßenbezogenen Kkehrbuchdaten aus dem Jahr 2022 durch das Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellt werden. In den Kkehrbuchdaten werden straßenbezogen die Anzahl der Heizungen, die Heizungsarten, die verwendeten Energieträger, das Durchschnittsalter der Heizungen sowie die verbaute mittlere Nennwärmeleistung angegeben.

Bei den beiden oben genannten Quellen sind die Daten immer anonymisiert, da bei weniger als drei Häusern in einer Straße oder in einem 100- x 100-m-Raster die Daten nicht abgebildet werden.

Als dritte große Informationsquelle sind die Daten der LUK Helmbrechts zu nennen. Der lokale Gasanbieter ist durch das WPG verpflichtet die Karten der Gasnetze sowie die teils, anonymisierten Gasverbräuche zu übermitteln. Die Gasverbräuche werden gemittelt über fünf Haushalte angegeben, wobei die Verbräuche von Großverbrauchern und Mehrfamilienhäusern, mit mehr als drei Parteien, adressbezogen übermittelt werden dürfen.

Neben dem Gasnetzbetreiber sind auch die Betreiber der Stromnetze zu Auskünften bezüglich ihrer Leitungen angehalten. Im Fall von Grafengehaig ist das Bayernwerk für die örtlichen Stromnetze verantwortlich.

Alle nachfolgenden Darstellungen/Karten der Gemeinde Grafengehaig wurden, sofern nicht anders angegeben, mithilfe der oben genannten Informationen in der freien Geoinformationssystemsoftware QGIS erstellt.



4. Bestandsanalyse

Im folgenden Kapitel sollen nun die Ergebnisse der Bestandsanalyse erläutert werden.

Bevor die Gebäude der Gemeinde Grafengehaig näher betrachtet werden, wird kurz über die allgemeine bauliche Situation im Gemeindegebiet informiert.

4.1 Allgemeine Bauliche Situation

Das Gemeindegebiet Grafengehaig erstreckt sich, wie bereits erwähnt, auf eine Fläche von 21 km². Gemäß den Bebauungsplänen der Gemeinde ist ein sehr großer Teil dieser Fläche der Land- und Forstwirtschaft zugeschrieben. Bei den einzelnen Ortsteilen handelt es sich hauptsächlich um Wohn- bzw. Mischgebiete. Der Gemeindeteil Eppensreuth sowie der Hauptort Grafengehaig haben jeweils ein Gewerbegebiet vorzuweisen. Die kommunalen Kläranlagen in den Ortsteilen Grafengehaig, Seifersreuth, Walberngrün, Schlockenau, Weidmes sowie Horbach sind als Flächen für Versorgungsanlagen deklariert. Hinzukommen zwei Flächen für Windkraft-Einzelanlagen im Gebiet zwischen Horbach und Zegast, sowie nordwestlich von Schlockenau.

4.2 Baualtersklassen

Anhand von den Zensus 2022-Daten bezüglich der Gebäudealter und den Bauanträgen einzelner Gebäude wurde die nachfolgende Abbildung erstellt.

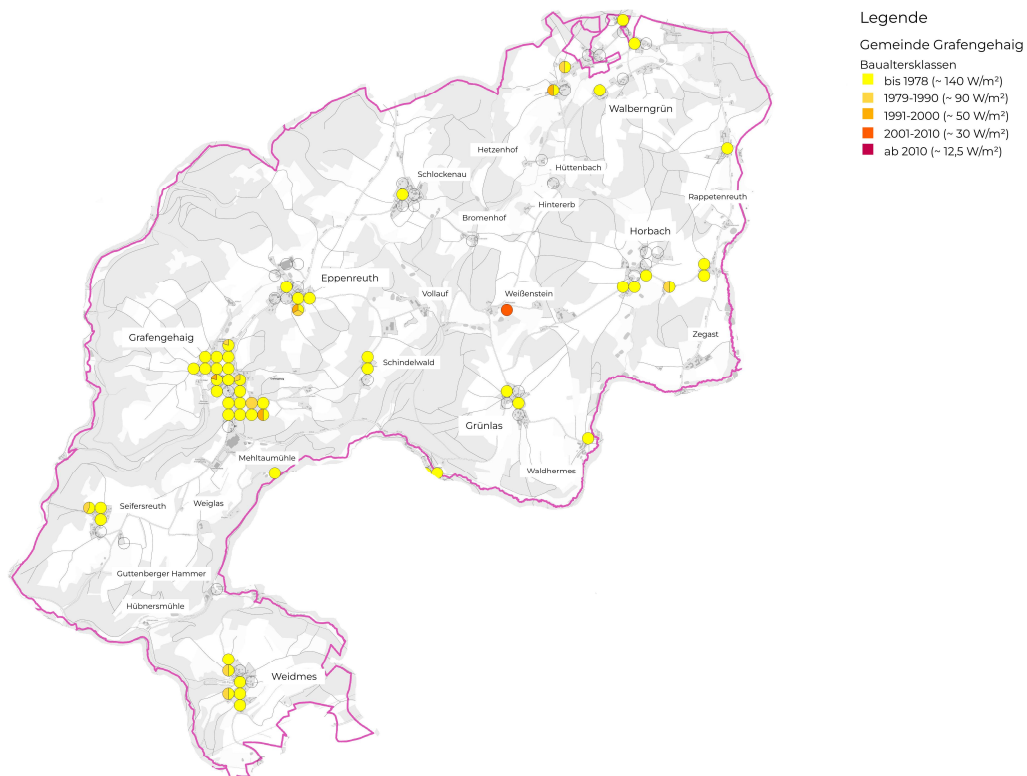


Abbildung 3 Baualtersklassen der Gebäude der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: Baugenehmigungen und Zensus 2022)

Die Gebäudealter wurden für die späteren Berechnungen in folgende Baualtersklassen eingeordnet:

- Gebäude bis einschließlich zum Jahr 1978
- Gebäude ab dem Jahr 1979 bis einschließlich dem Jahr 1990
- Gebäude ab dem Jahr 1991 bis einschließlich dem Jahr 2000
- Gebäude ab dem Jahr 2001 bis zum Jahr 2010
- Gebäude ab dem Jahr 2010

In Abbildung 3 ist klar zu sehen, dass ein sehr großer Teil der Gebäude im Gemeindegebiet vor dem Jahr 1979 erbaut wurden (ca. 84 %). Nur 15 % der Häuser kamen zwischen 1979 und 2000 dazu und nur 1 % nach dem Jahr 2000.

4.3 Beheizungsstruktur

Neben den Baualtersklassen können auf Grundlage der Daten des Zensus 2022 auch die Beheizungsstruktur der Gemeinde aufgeschlüsselt werden. Die Beheizungsstruktur soll Auskunft darüber geben, ob die Gebäude mittels Zentralheizung, Einzelraumheizungen, Fernheizungen oder ähnlichem beheizt werden sowie die Information welche Energieträger (z. B. Heizöl, Holz, Strom usw.) für die Heizungen verwendet werden.

4.3.1 Heizungsarten

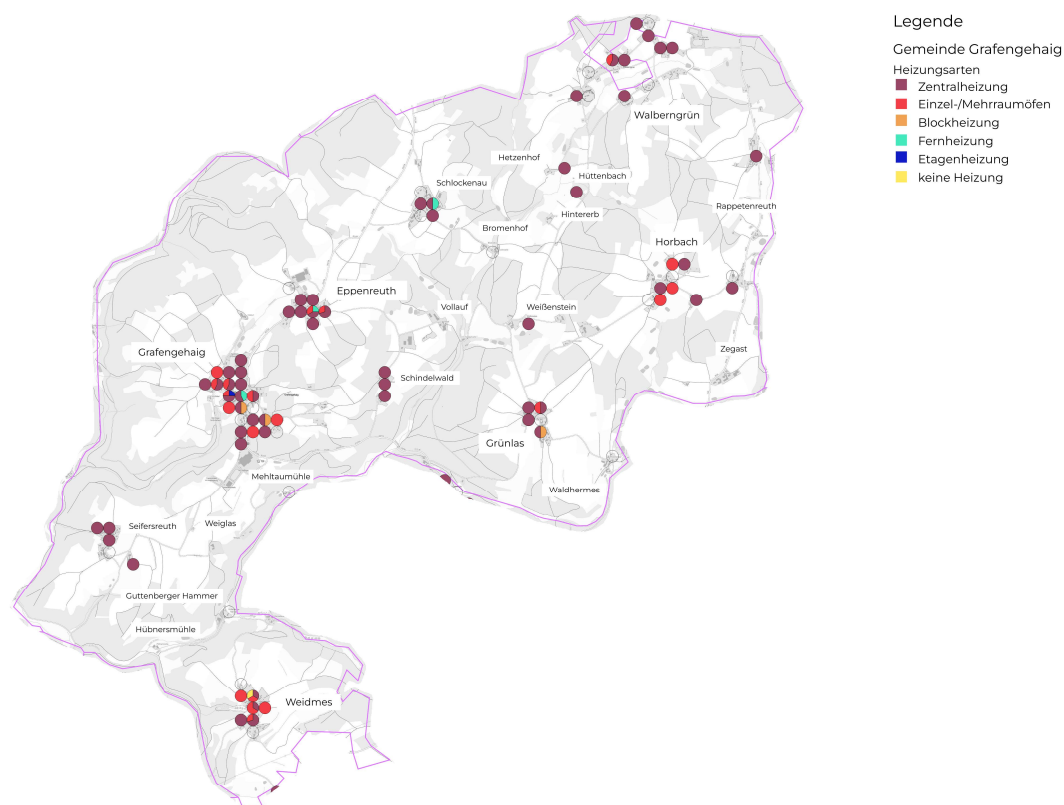


Abbildung 4 Heizungsarten in der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: Zensus 2022)

Die gängigste Heizungsart ist demnach im Gemeindegebiet von Grafengehaig die Zentralheizung (70 %). Danach folgt mit 22 % die Beheizung mittels Einzel- und Mehrraumöfen. Jeweils 3 % der Gebäude sind an ein Gebäude-, Nahwärme- oder ein Fernwärmenetz angeschlossen. 1 % der Gebäude wird mit Etagenheizungen versorgt. Im gesamten Gemeindegebiet sind 1 % der Gebäude komplett ohne Heizung. (Vgl. Abbildung 4)

4.3.2 Energieträger

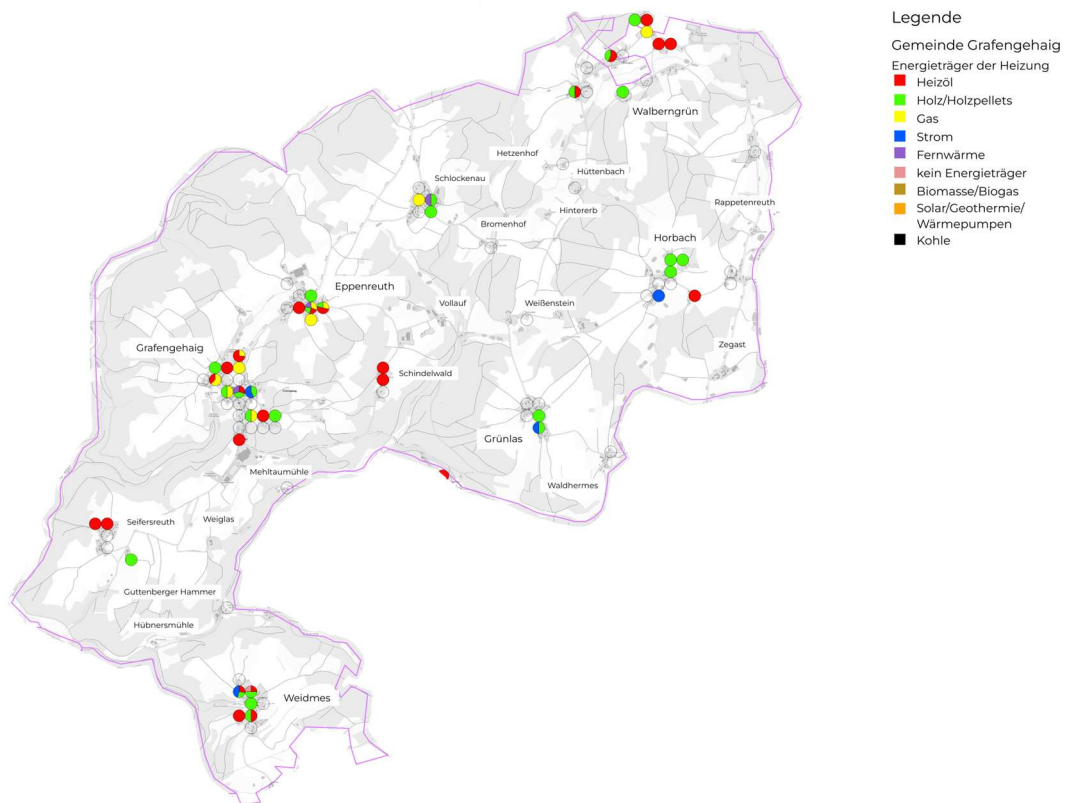


Abbildung 5 Energieträger in der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: Zensus 2022)

Mit 54 % nicht erneuerbarer Energieträger (38 % Öl, 16 % Gas) werden ein Großteil der Gebäude in Grafengehaig nicht nachhaltig beheizt. Etwa 35 % der Haushalte greifen auf erneuerbare Energien zurück (35 % Holz und Pellets). Bei den Gebäuden die Fernwärme beziehen (4 %), ist unklar welcher Energieträger genau zum Einsatz kommt. 6 % der Häuser heizen mit Strom und die restlichen 1 % geben an, keinen Energieträger zu verwenden, sprich: Es wird nicht geheizt. (Vgl. Abbildung 5)



4.4 Gasnetz



Abbildung 6 Gasnetz der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: LUK Helmbrechts)

Das vorhandene Gasnetz der Gemeinde Grafengehaig befindet sich in Grafengehaig selbst, sowie den zwei Ortsteilen Mehltaumühle und Eppenreuth. Der Ausbau ist jeweils fast über die gesamten Ortsteile hinweg, was bedeutet, dass in der Theorie so gut wie alle Häuser der Gemeindeteile an das Gasnetz angeschlossen werden könnten, ohne einen großen Ausbau zu benötigen. (Vgl. Abbildung 6, gelbe Linien)



4.5 Wärmeverbrauchsichte

Die Wärmeverbrauchsichte gibt an, wie viel Wärme pro Fläche verbraucht wird. Für die grobe Berechnung der Wärmedichte in Grafengehaig wird folgende Formel angewendet:

$$\text{Wärmedichte} \left[\frac{\text{MWh}}{\text{ha}} \right] = \text{spez. Heizlast nach Gebäudealter} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \times \text{gesamte mittlere Wohnfläche} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{ha}} \right] \times 2.000 \text{ Vollbenutzungsstunden} \left[\frac{\text{h}}{\text{a}} \right] \times 10^{-6}$$

Aufgrund der gesetzlichen Regelungen in Bezug auf den energetischen Baustandard, können den Baualtersklassen verschiedene spezifische Wärmebedarfe zugeordnet werden, wobei die ältesten Häuser am schlechtesten bewertet werden und die neusten Gebäude am besten. Begonnen haben die gesetzlichen Baustandards mit der 1. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1977. Es folgten die zweite und die dritte Wärmeschutzverordnung und ab dem Jahr 2002 die Energieeinsparverordnung (EnEV), welche nach weiteren Neufassungen schließlich 2020 zusammen mit dem Energieeinspargesetz (EnEG) und dem Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz (EEWärmeG) zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde.

Sofern keine genauen Verbrauchsgrößen vorliegen, wird für die spezifische Heizlast nach Gebäudealter angenommen:

Tabelle 1 spezifische Heizlast nach Baujahren

Baujahr	Spezifische Heizlast [W/m²]
Bis 1978	140
1979 - 1990	90
1991 – 2000	50
2001 – 2010	30
Ab 2010	12,5

Die mittlere Wohnfläche pro Hektar wurde aus den Zensus 2022-Daten entnommen.

Die Ergebnisse der Berechnung zeigt die Abbildung 7:

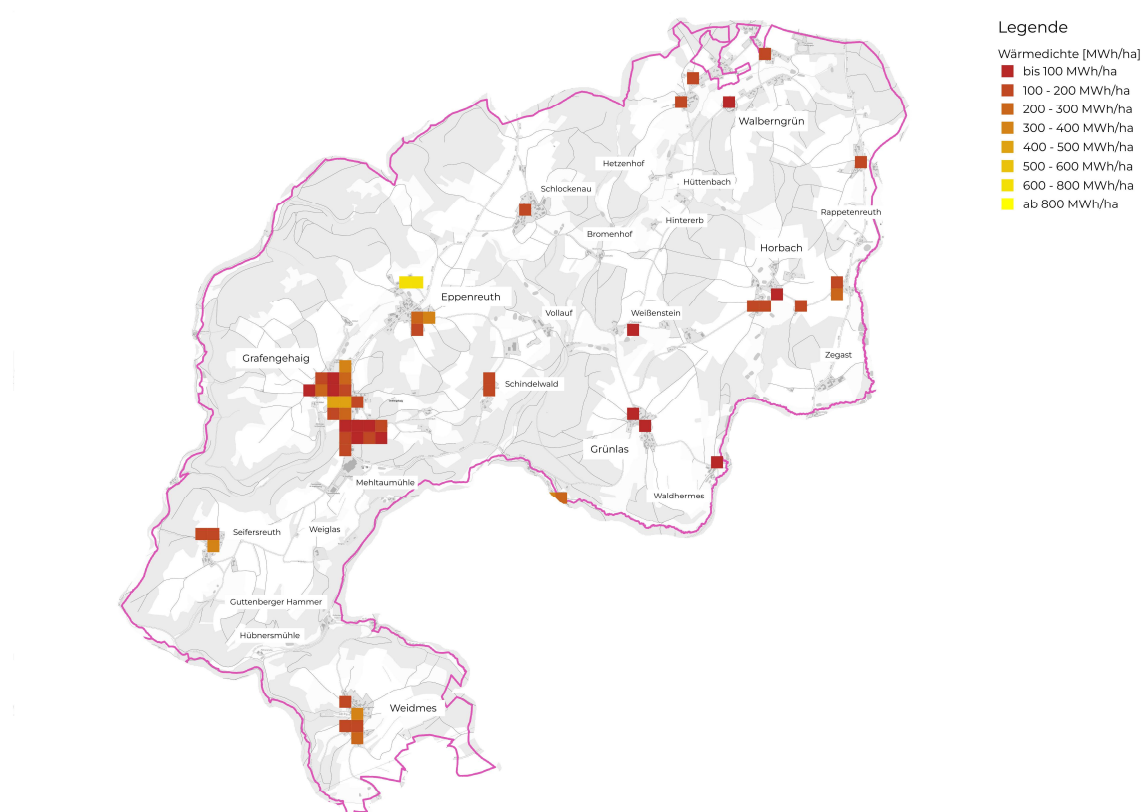


Abbildung 7 Wärmedichte der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: Baugenehmigungen, Zensus 2022 und Verbrauchsdaten LUK)

Aufgrund der schwachen Datengrundlage des Zensus 2022 und der vorhandenen Leerstände im Gemeindegebiet, welche nicht in die Auswertung mit einfließen, zeigt die Karte nur eine theoretische Verbrauchsdichte an.

4.6 Wärmelinienindichte

Die Wärmelinienindichte zeigt ebenfalls den Wärmebedarf an, aber diesmal nicht auf eine Fläche bezogen, sondern auf eine Straße. Entlang einer Straße werden die Verbräuche der Häuser addiert und zum Schluss durch die Länge der Straße dividiert. So erhält man eine Wärmelinienindichte mit der Einheit kWh/m.

Da keine exakten Verbrauchswerte vorliegen, wird die folgende Formel zur Berechnung der Wärmelinienindichte verwendet:

$$\text{Wärmelinienindichte} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}} \right] =$$

$$\frac{\text{Anzahl d. Gebäude pro Straße} \times \text{mittl. Nennleistung d. Heizungen [kW]} \times 2.000 \text{ Vollbenutzungsstunden} \left[\frac{\text{h}}{\text{a}} \right]}{\text{Länge der Straße [m]}}$$

Die Nennleistung der Heizungen werden aus den Kherbuchdaten aus dem Jahr 2022 bezogen.

Das Ergebnis der Berechnung für die Gemeinde Grafengehaig sieht wie folgt aus.

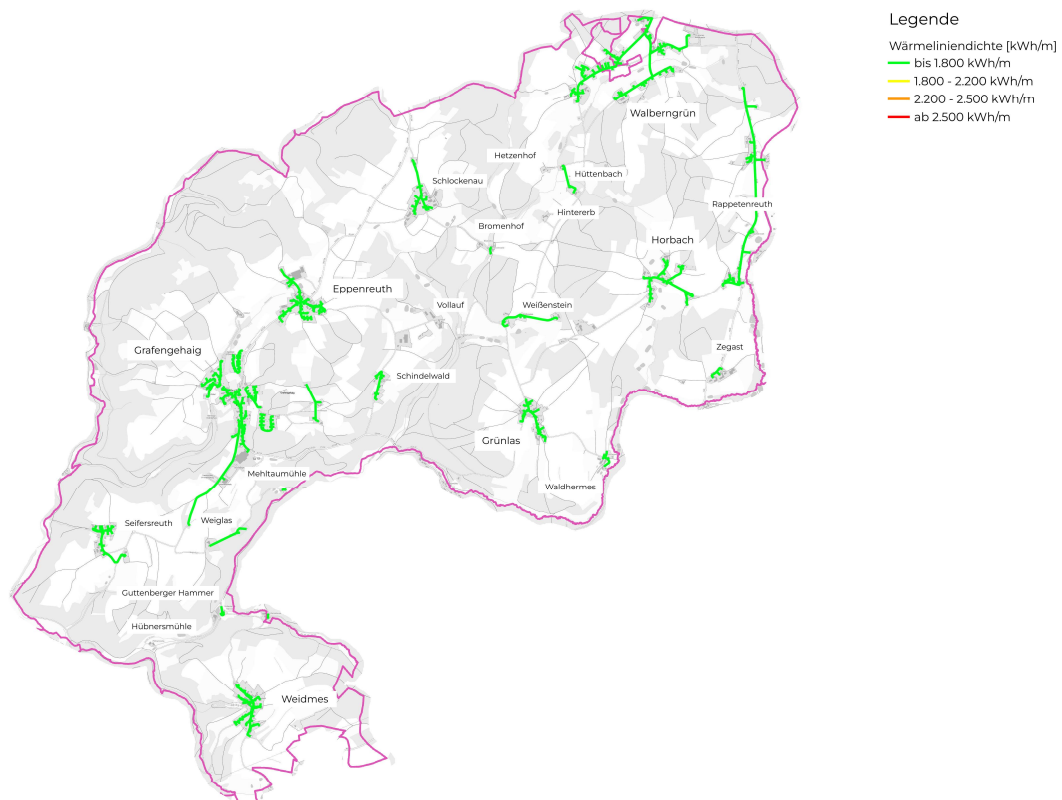


Abbildung 8 Wärmelinienindichte der Gemeinde Grafengehaig
(Quelle: Kherbuchdaten)



Anhand der Wärmeliniendichte kann eine grobe Abschätzung erfolgen, ob sich in bestimmten Bereichen ein Wärmenetz lohnen würde. Für Grafengehaig zeigt die Berechnung der Wärmeliniendichte aber, dass hier alle Straßenzüge einen zu geringen Wärmebedarf aufweisen, weshalb ein Wärmenetz erst einmal unrentabel erscheint.



4.7 CO₂-Emissionen im Bedarfsfeld „Wärme“

Um grob abschätzen zu können, wie hoch die CO₂-Emissionen der Gemeinde Grafengehaig im Bedarfsfeld „Wärme“ sind, muss zunächst der gesamte Wärmebedarf ermittelt werden. Dazu werden alle errechneten Einzelwerte pro Hektar (vgl. Kapitel 4.5) addiert. Für das Gebiet der Gemeinde Grafengehaig ergibt sich ein Gesamtwärmebedarf von ca.

9.928 MWh

Darüber hinaus werden die CO₂-Faktoren der einzelnen Energieträger aus dem Informationsblatt CO₂-Faktoren, Versionsnummer 3.2 des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle herangezogen. Andere Quellen oder Anmerkungen sind aus den Fußnoten unterhalb der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 2 Berechnung der Kohlendioxid-Emission in Grafengehaig

Energieträger	Anteil [%] ¹	Absoluter Anteil [MWh]	CO ₂ -Faktor [tCO ₂ /MWh]	CO ₂ [t]	CO ₂ Anteil [%]
Heizöl	38	3.773	0,288	1.087	61
Holz/Pellets	35	3.475	0,0315 ²	109	6
Gas	16	1.588	0,201	319	18
Strom	6	596	0,363 ³	216	12
Fernwärme	4	397	0,1163 ⁴	46	3
SUMME				1.777	100

¹ „bereinigter“ Anteil, da 1 % der Haushalte keinen Energieträger haben und entsprechend auch keine CO₂-Emission. Diese 1 % sind in der prozentualen Aufteilung der anderen Energieträger berücksichtigt, jedoch zu gering, um anhand der Zahlen sichtbar zu sein.

² Mittelwert aus CO₂-Faktoren von Holz (0,027 tCO₂/MWh) und Pellets (0,036 tCO₂/MWh)

³ CO₂-Faktor für deutschen Strommix gem. Umweltbundesamt Stand 2024

⁴ Mittelwert aus Gas und Holz/Pellets. Annahme: Fernwärmelieferant erzeugt Wärme mit Hilfe von Gas (0,201 tCO₂/MWh) und Holz/Pellets (0,0315 tCO₂/MWh)

Für die CO₂-Emission für die Wärmeerzeugung in Grafengehaig können 1.777 t pro Jahr angenommen werden. Bei 840 Einwohner bedeutet das pro Kopf eine Emission von ca. 2 t CO₂.



5. Potenzialanalyse

5.1 Allgemeine Energieeinsparpotenziale

Wie die Bestandsanalyse gezeigt hat, ist ein Großteil der Gebäude der Gemeinde Grafengehaig über 40 Jahre alt. Daher ist das erste Stichwort in Bezug auf Energieeinsparung: Sanierung. Je weniger Energie benötigt wird, desto weniger Energie muss auch erzeugt werden. Um Energie einzusparen, sollten im Laufe der Jahre die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- **Gebäudehülle dämmen:** Dazu zählen die Fassade, das Dach oder die oberste Geschossdecke und die Kellerwände bzw. -decke.
- **Fenstertausch:** Einfachverglaste Fenster sollten auf mindestens zweifach- besser noch dreifachverglaste Fenster getauscht werden.
- **Heizungsrohre dämmen:** Alle offen liegenden Heizungsrohre sollten gedämmt werden, um die Wärmeverluste an diesen Stellen zu verringern.
- **Heizungswartung/-instandhaltung bis hin zum Heizungsaustausch:** Falls die eigene Heizung noch funktionstüchtig ist, lohnt sich eine umfassende Kontrolle der Heizungsventile und ein hydraulischer Abgleich. Wenn in den nächsten Jahren die Heizung ausgetauscht werden muss, sollte man sich bereits jetzt schon Gedanken machen, ob ein vorzeitiger Heizungsaustausch rentabel sein könnte (Energieeinsparungen, Förderungen, etc.).
- **Gebäudeautomation nachrüsten:** Auch mit kleineren Investitionen im Bereich von Gebäudeautomation, in privater Verwendung besser bekannt als Smart Home, lässt sich Energie einsparen. Zum Beispiel können Fensterkontakte, die mit den Heizkörperventilen verknüpft sind, dafür sorgen, dass während ein Fenster geöffnet ist, nicht gleichzeitig geheizt wird.

Anhand eines Rechenbeispiels soll aufgezeigt werden, inwieweit eine Sanierung den Wärmebedarf beeinflusst:

Geht man davon aus, dass ein Haus, das vor 1979 gebaut wurde, eine spezifische Heizlast von 140 W/m² aufweist, kann dieser Wert durch Sanierungen wie folgt reduziert werden [4]:

Tabelle 3 Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen

Sanierungsmaßnahme	Energieeinsparung [%]	Energieeinsparung [W/m ²]
Fenstertausch	7	9,8
Dämmung Fassade	19	26,6
Dämmung Keller	5	7
Dämmung Dach	15	21



Das Ergebnis zeigt eine Reduzierung der spezifischen Heizlast auf 85,2 W/m². Was eine Einsparung in Summe von knapp 40 % ergibt.

Laut dem Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. liegt die Sanierungsquote in Deutschland im Jahr 2024 bei 0,69 %, was für das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 viel zu wenig ist. [5] Die Sanierungsquote gibt an, wie viel Prozent der Gebäude pro Jahr vollständig oder teilsaniert wurden.

Doch nicht nur die privaten Haushalte müssen ihre Gebäude sanieren, auch die kommunalen Gebäude sind von der unverbindlichen „Sanierungspflicht“ nicht ausgeschlossen. Die Kommune muss ihre eigenen Bestandsgebäude im Blick behalten und entsprechende Sanierungsmaßnahmen vorantreiben. In Grafengehaig betrifft dies vor allem die Frankenhalle.



5.2 Potenziale im Bereich Erneuerbare Energien

In den nachfolgenden Abschnitten sollen erneuerbare Energiequellen kurz erklärt werden und die potenzielle Energienutzung im Gemeindegebiet Grafengehaig näher betrachtet werden. Hierfür werden vor allem die Karten des Energieatlas Bayern herangezogen.

5.2.1 Geothermie

Als Alternative zur gängigen Luft-Wasser-Wärmepumpe kann der Einsatz von Geothermie als Wärmequelle genutzt werden. Das Umweltbundesamt definiert Geothermie wie folgt: „Geothermie bezeichnet die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie und die ingenieurtechnische Nutzung.“ [6]

Diese Nutzung kann u. a. oberflächennah mittels Graben- oder Flächenkollektoren oder Tiefbohrungen erfolgen. Jedoch muss die Erdwärme auf ein verwendbares Niveau angehoben werden, da die Temperaturen zwar relativ konstant über das ganze Jahr hinweg bestehen, aber um sie direkt zu verwenden einfach viel zu niedrig sind. Um die Erdwärme für den Endverbraucher nutzbar zu machen, werden deshalb meist Wärmepumpen benötigt. Die Luft-Wasser-Wärmepumpe (Wärmequelle: Luft) kann hier nicht zum Einsatz kommen, stattdessen werden z. B. Sole-Wasser-Wärmepumpen verwendet.

Für das Gemeindegebiet Grafengehaig zeigt der Energieatlas Bayern ein hohes Potenzial für Geothermie. Als Beispiel hier die Karte für Grabenkollektoren:

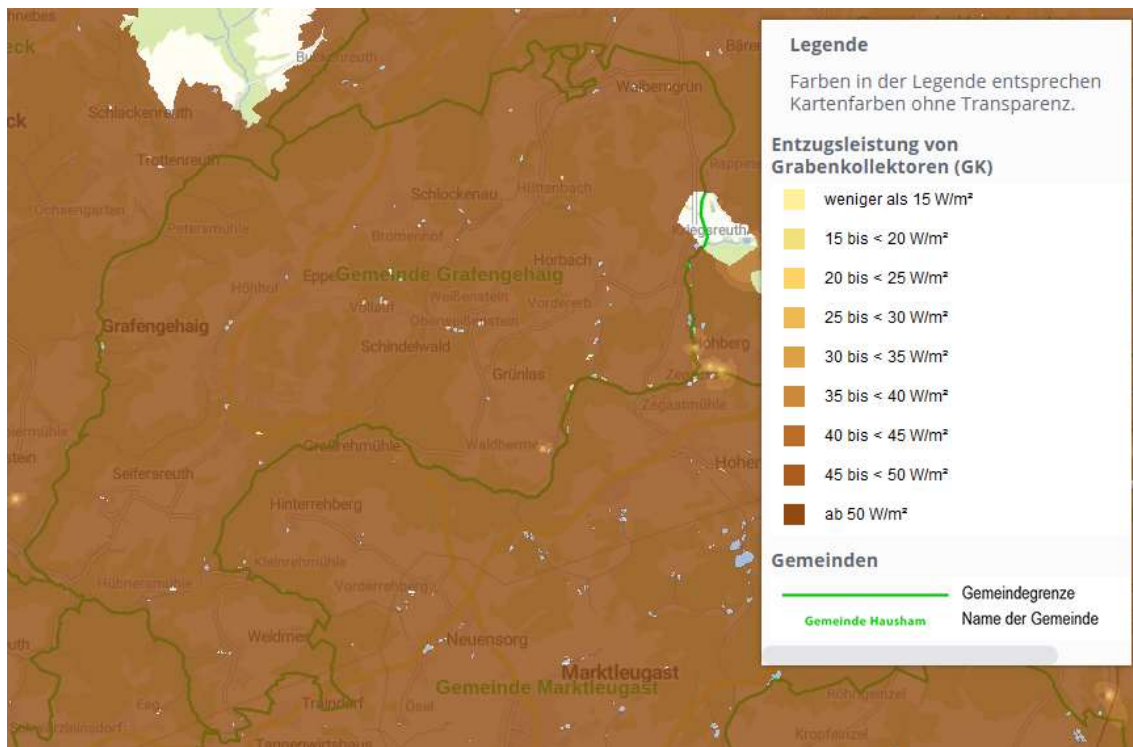


Abbildung 9 Entzugsleistung von Grabenkollektoren im Gebiet Grafengehaig
(Quelle: Energieatlas Bayern)

Die Entzugsleistung von Grabenkollektoren wird vom Energieatlas Bayern auf über 50 W/m² geschätzt.

Geothermie kann vor allem bei Neubauten interessant werden, da hier das Grundstück meist noch unbebaut ist und somit Spielraum für eine Planung von Flächen- oder Grabenkollektoren lässt.

5.2.2 Windenergie

Damit Windenergie nutzbar gemacht werden kann, werden auf dem Land meist Windkraftanlagen gebaut. Diese wandeln mit Hilfe von Rotoren und Generatoren den Wind in elektrischen Strom um.

Abhängig vom Standort können die Erträge einer Windkraftanlage sehr stark schwanken. Um eine erste Einschätzung machen zu können, ob die Windenergie gut genutzt werden kann, bietet der Energieatlas Bayern verschiedenen Karten an.

Für die Gemeinde Grafengehaig sieht man beispielsweise, dass die Standortgüte für eine 160 m hohe Windkraftanlage weit gestreut ist. Neben Gebieten, die unter 50 % Standortgüte vorweisen, also schlecht für Windkraftanlagen geeignet sind, gibt es auch Gebiete mit über 90 % Standortgüte, was unter den richtigen Bedingungen ein rentable Windkraftanlage bedeuten könnte. (Vgl. Abbildung 10)

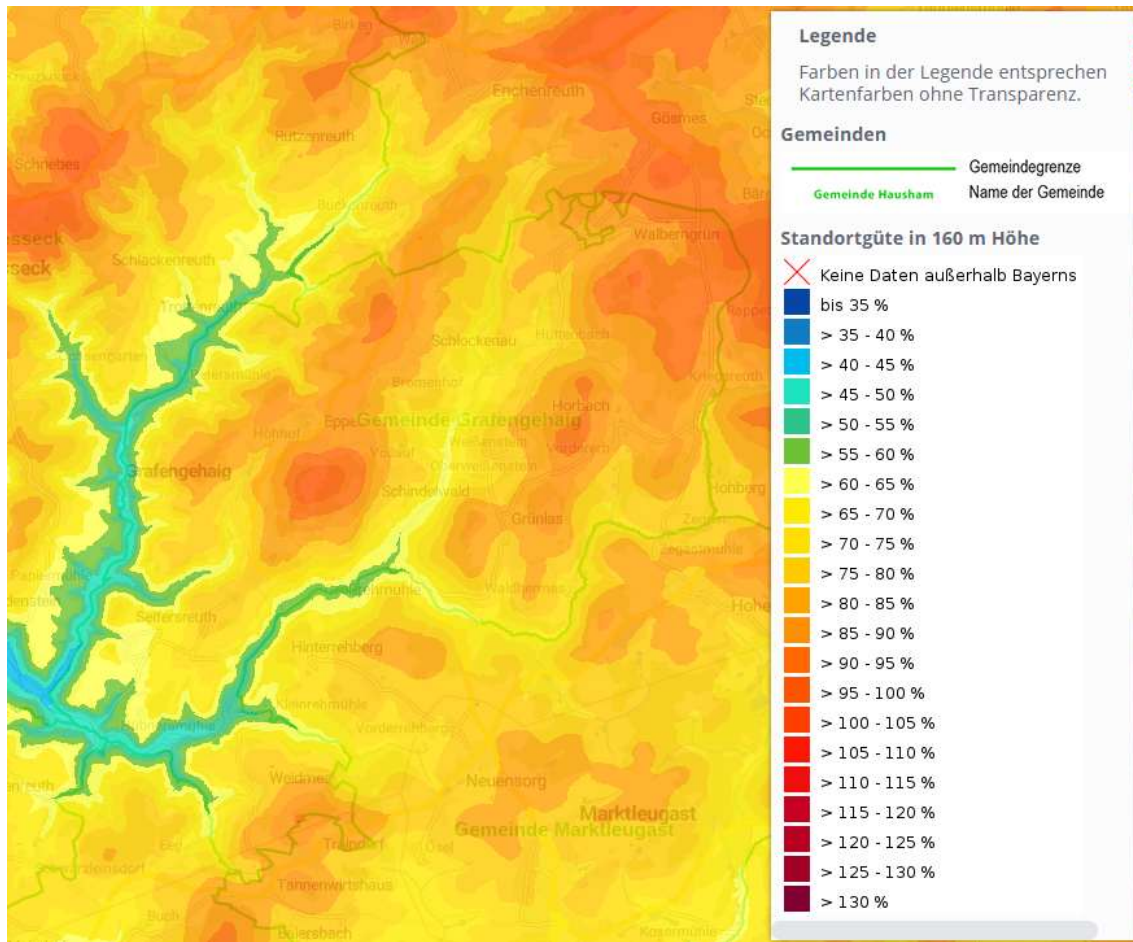


Abbildung 10 Standortgüte in 160 m Höhe im Gebiet Grafengehaig
(Quelle: Energieatlas Bayern)

5.2.3 Solarenergie

Für die Nutzung von Sonnenenergie werden hauptsächlich zwei Methoden angewendet:

1. Photovoltaik: Die Sonnenenergie wird in elektrischen Strom umgewandelt.
2. Solarthermie: Die Wärme der Sonne wird mittels eines Wasser-Glykol-Gemisches und einen Wärmetauscher im Pufferspeicher für Warmwasser und/oder Heizung verwendet.

Für Kommunen sind vor allem große Photovoltaikflächen interessant, da Gemeinden so günstig Strom einkaufen oder auch selbst vermarkten können.

Der Energieatlas bietet hier eine Karte an, die anzeigt, welche Flächen wahrscheinlich für eine Freiflächen-Photovoltaik geeignet sind. (Vgl. Abbildung 11)

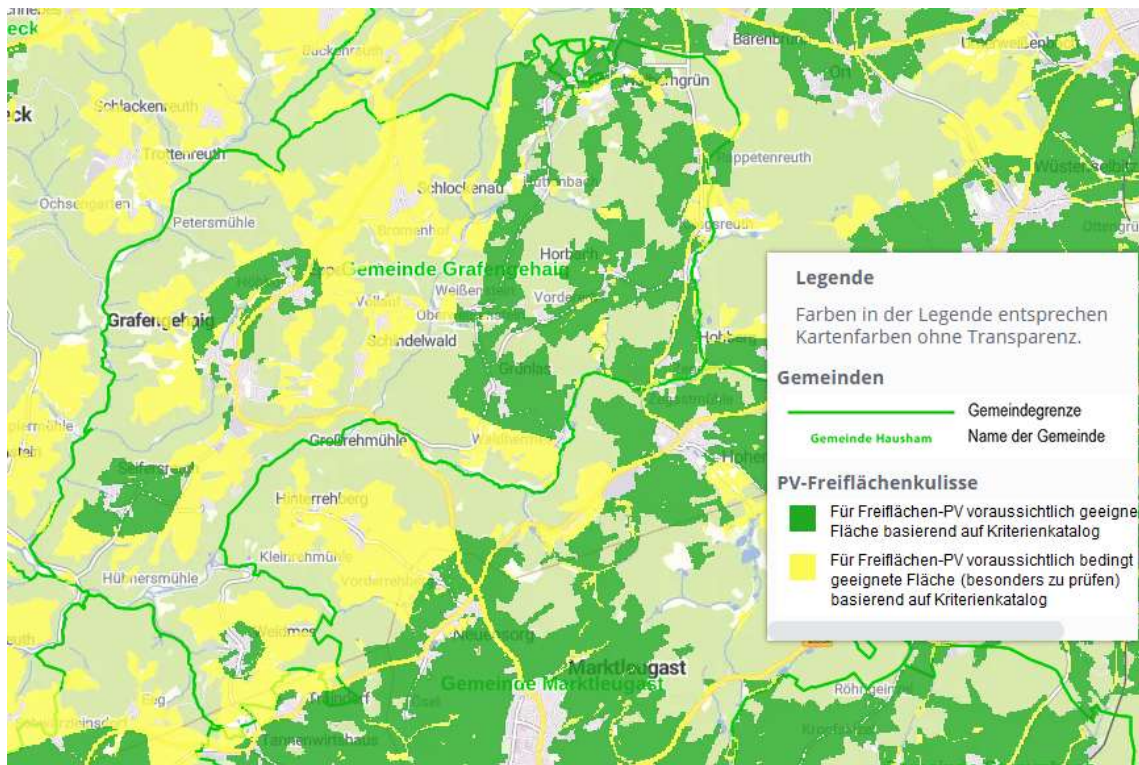


Abbildung 11 PV-Freiflächenkulisse im Gebiet Grafengehaig
(Quelle: Energieatlas Bayern)

Ob die Flächen schlussendlich für PV-Anlagen nutzbar sind, muss aber gesondert untersucht werden.

Für Hauseigentümer bieten sich je nach Gebäudeausrichtung Dach- und/oder Fassaden-PV-Anlagen an.

Es werden online Karten zur Verfügung gestellt, in denen ersichtlich ist, ob eine Dachfläche für PV-Anlagen geeignet ist. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen entsprechenden Ausschnitt vom Hauptort Grafengehaig:

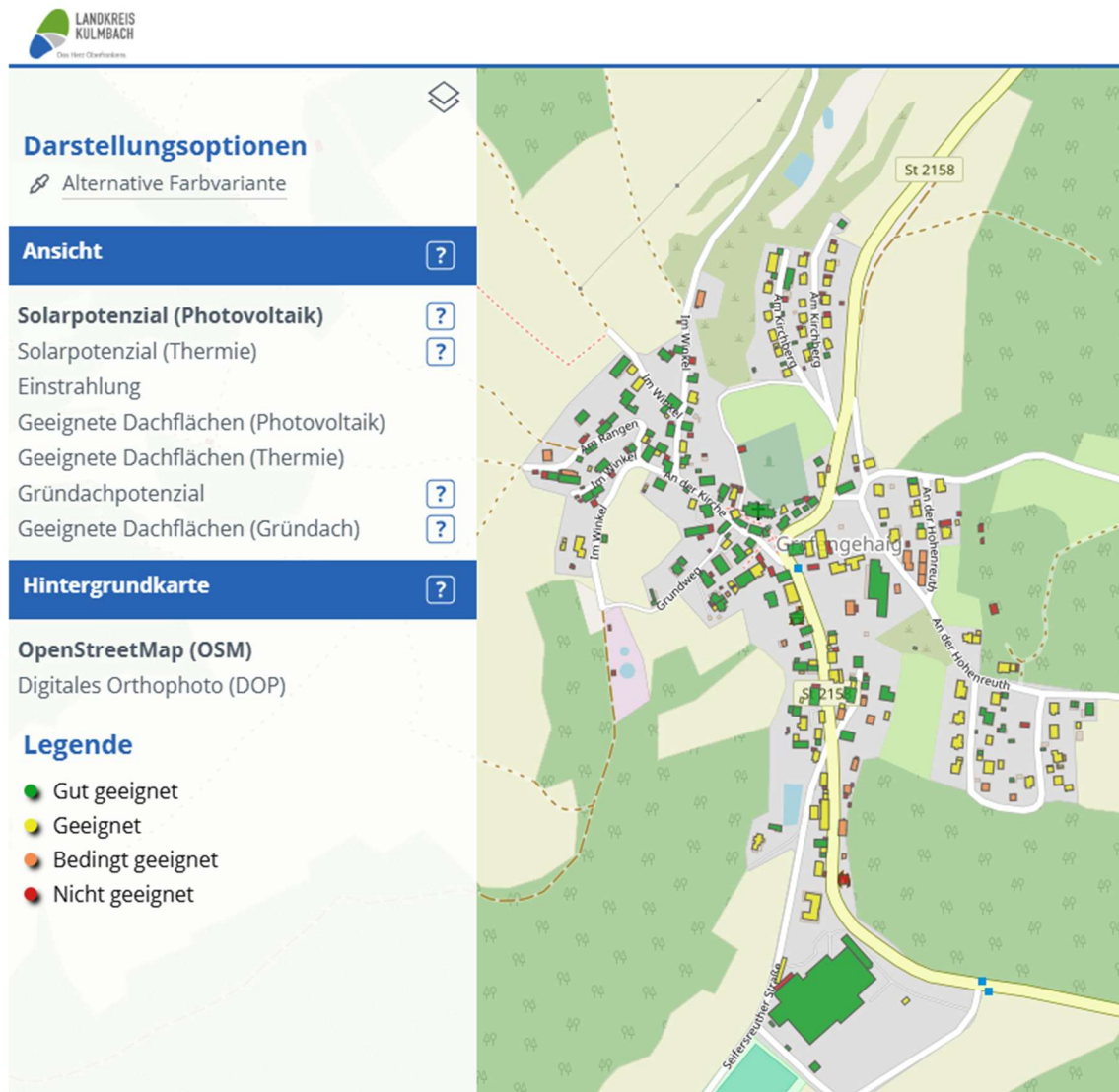


Abbildung 12 Dachflächeneignung für PV-Anlagen im Ort Grafengehaig
(Quelle: www.solare-stadt.de)

Im Energieatlas Bayern können die errechneten Dachflächen-Potenziale für Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen gesichtet werden. Für die Kommune Grafengehaig zeigt sich, dass das errechnete Potenzial von einer PV-Leistung von 9,8 MWp noch nicht ausgeschöpft ist (vgl. Abbildung 13)



Solarenergie - Potenzial auf Dachflächen (Gem.) (Energie-Atlas Bayern: Planungsgrundlagen Solar - WMS)

Gemeinde	Grafengehaig
PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromproduktion)	8.855 MWh
PV-Potenzial auf Dachflächen (Leistung)	9,6 MWp
PV-Ausbaustand auf Dachflächen (Leistung)	1,1 MWp
Verbleibendes PV-Potenzial auf Dachflächen (Leistung)	8,5 MWp
Ausbaugrad (PV)	11 %
Anteil denkmalgeschützter Gebäude am PV-Dachflächenpotenzial	4,1 %
Solarthermie-Potenzial (Warmwasserbereitung; alternativ zu PV-Nutzung)	1.553 MWh
ANTEILE AM PV-DACHFLÄCHENPOTENZIAL NACH NUTZUNGSART	
Wohngebäude	38,2 %
Öffentliche Gebäude	2,1 %
Gebäude Gewerbe/Handel/Dienstleistungen	5,1 %
Industrielle Gebäude	6,7 %
Unbeheizte Gebäude	45,4 %
Sonstige Gebäude	2,6 %
Stand	31.12.2023

Abbildung 13 Solarenergie – Potenzial auf Dachflächen für das Gemeindegebiet Grafengehaig
(Quelle: Energieatlas Bayern)

Mit einer potenziellen Stromproduktion von über 8.800 MWh können mittels Wärmepumpen (Annahme: COP ~ 3,5) etwa 30.800 MWh Wärme generiert werden.

Zur Erinnerung: Die Gemeinde Grafengehaig hat einen ungefähren Gesamtwärmebedarf von ca. 9.928 MWh.

5.2.4 Biomasse

Biomasse kann neben Holz und Pellets auch Energiepflanzen, wie z. B. Mais aber auch Bioabfälle oder Gülle beinhalten.

Neben der klassischen Feststoffverbrennung können mit Hilfe von Blockheizkraftwerken (BHKW) neben der Wärme auch Strom gewonnen werden. Auch Biogasanlagen liefern Biogas, welches direkt verbrannt werden kann oder auch bei BHKWs zum Einsatz kommt.

Wichtig zu beachten ist, dass Biomasseheizungen - egal ob privat oder kommunalbetrieben – umweltfreundlicher sind, je kürzer die Lieferwege sind. Hat also eine Kommune viel Biomasse zur Verfügung, z. B. Holz, können die Einwohner ihre Biomasseheizungen ökologischer betreiben, sofern sie ihren Heizstoff aus ihrer unmittelbaren Umgebung beziehen.

Für die Gemeinde Grafengehaig errechnet der Energieatlas Bayern eine Energiemenge aus Waldderholz von 12 bis 15 GJ je Hektar Gemeindefläche:

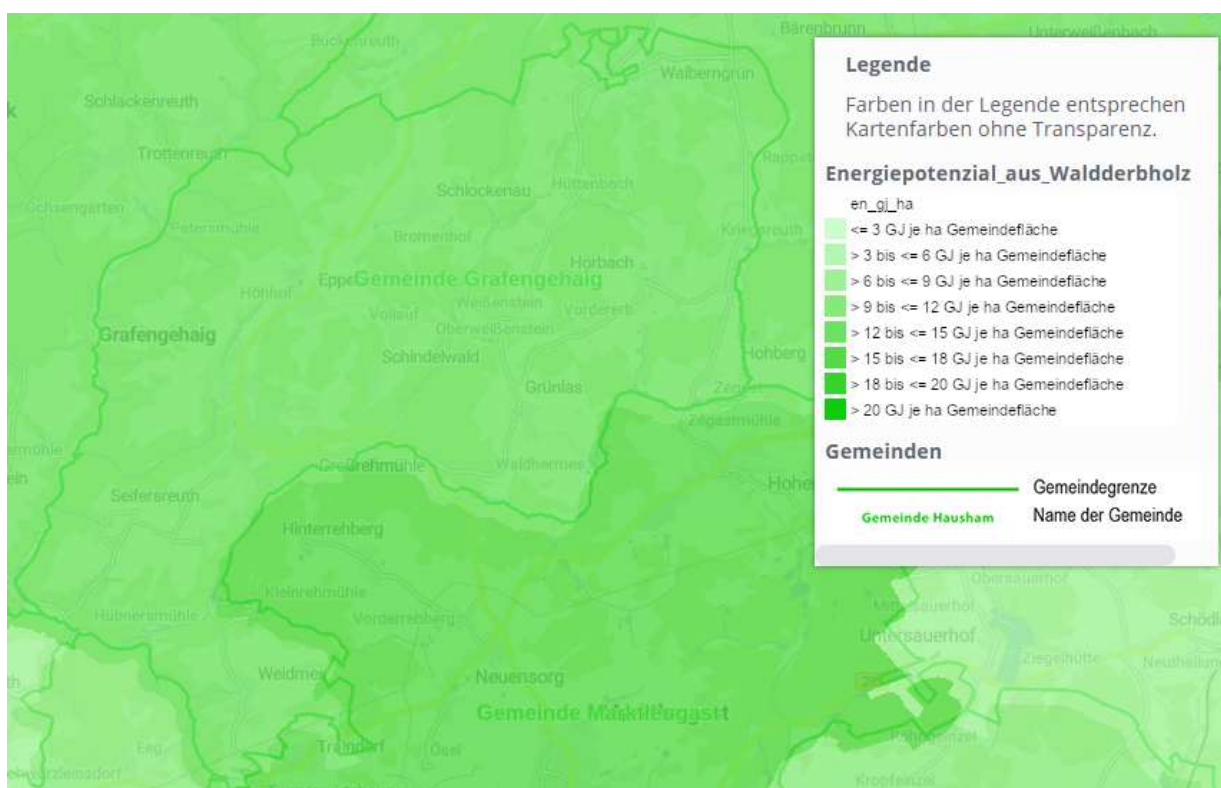


Abbildung 14 Energiepotenzial aus Waldderholz im Gebiet Grafengehaig
(Quelle: Energieatlas Bayern)

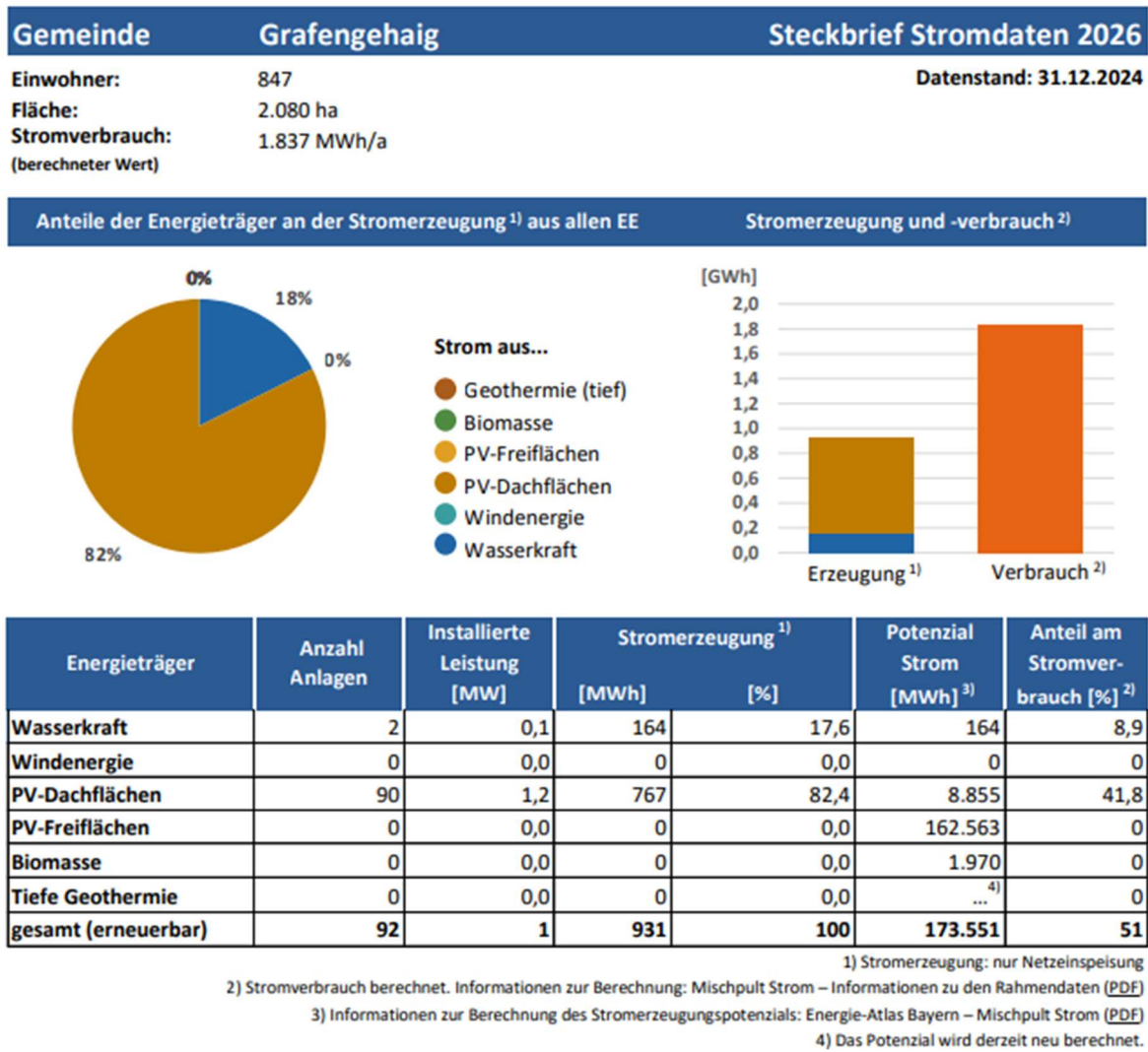
5.2.5 Wasserkraft

Während Gezeitenkraftwerke, große Laufwasser- oder auch große Speicherkraftwerke im ländlichen Oberfranken eher selten anzutreffen sind, gibt es vereinzelt kleinere Wasserkraftwerke mit deren Hilfe Strom erzeugt wird. Weil Wasser als natürliche Ressource praktisch ständig verfügbar ist und kontinuierlich zirkuliert, sind Wasserkraftwerke in der Lage, eine stabile, grundlastfähige Stromproduktion sicherzustellen.

So kann auch die Gemeinde Grafengehaig neben einem kleinen Kraftwerk (ca. 15 kW) im Hauptort auch im Ortsteil Guttenberger Hammer ein kleines Laufwasserkraftwerk vorweisen. Das Kraftwerk mit einer installierten Leistung von 81 kW trägt einen großen Teil bei der Erzeugung von erneuerbarem Strom in der Kommune bei. [7] So zeigt der Steckbrief Stromdaten 2026 vom Energieatlas Bayern, das 18 % des Stroms aus



Erneuerbaren Energien von diesem kleinen Wasserkraftwerk stammen. Die bereits vorhandenen Potenziale im Bereich der Wasserkraft werden von der Gemeinde daher vollständig genutzt. (Vgl. Abbildung 15)





5.3 Wärmepotenziale für Wärmenetze

Gemäß dem WPG ist die Errichtung und der Betrieb von Wärmenetzen eine kosteneffiziente und nachhaltige Möglichkeit innerhalb von Kommunen Wärme zur Verfügung zu stellen.

Bei einem Wärmenetz wird die Wärme von einer Zentrale aus, über ein Verteilernetz an die angeschlossenen Gebäude geliefert. Die Zentrale selbst, kann entweder aus einer oder mehreren reinen Wärmeerzeugungen (z. B. Hackschnitzelanlage, Großwärmepumpe, ...) bestehen, ein Wärmetauscher der mittels direkter Abwärme eines Prozesses (z. B. in Großindustrien) die Wärme bereitstellt oder eine Kombination aus beiden Varianten sein. In den Gebäuden werden sogenannte Übergabestationen verbaut, die die Wärme des Wärmenetzes in die Heizungsanlage oder den Pufferspeicher im Haus übertragen.

Ein Fern- bzw. Nahwärmenetz kann unter richtigen Bedingungen mehrere Häuser und Stadtteile bzw. Quartiere mit Wärme versorgen. Doch auch kleine Netze, die sogenannte Gebäudenetze, die nur ein paar wenige Gebäude mit Wärme versorgen, können rentabel sein.

Inwieweit für Grafengehaig Potenziale für Wärmenetze vorhanden sind, sollen die nachstehenden Unterpunkte genauer darstellen.

5.3.1 Industrielle/Gewerbliche Abwärme

In der Gemeinde Grafengehaig gibt es als mögliche Abwärme liefernde Industrie zum aktuellen Stand lediglich eine Firma, welche ihren Sitz in Eppenreuth hat. Auf Grundlage der in Kapitel 4.6 ersichtlichen Wärmelinien-dichte kristallisiert sich aber heraus, dass es eine umfangreiche Machbarkeitsstudie benötigt, um abschätzen zu können, ob ein Wärmenetz an dieser Stelle sinnvoll und rentabel ist.

Im Bereich der kleineren Gewerbetreibenden, wie z. B. Bäckereien, gibt es in Grafengehaig jedoch keine Abwärmelieferanten.

5.3.2 Abwärme Kläranlage

Da Kläranlagen ganzjährig eine Wassertemperatur im geklärten Abfluss von mindestens 7 bis 8 ° C zur Verfügung stehen haben, bieten sich die Anlagen als Wärmequelle für Wasser/Wasser-Wärmepumpen an.

Die Gemeinde Grafengehaig verfügt über sechs kommunale Kläranlage in Grafengehaig, Seifersreuth, Walberngrün, Schlockenau, Weidmes und Horbach.

Bei den letzten drei genannten Anlagen handelt es sich nicht um mechanische Kläranlagen, sondern um Teichkläranlagen.

Ob eine der Kläranlagen als Wärmequelle dienen kann, hängt unter anderem davon ab, welche Wassertemperaturen erreicht werden, wie hoch der Durchfluss bzw. das gespeicherte Wasservolumen ist und ob sich ein Anschluss an ein Wärmenetz wirtschaftlich gestalten lässt.



5.3.3 Biogas

Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat beschreibt Biogas als „eine wichtige Säule des zukünftigen Energiesystems, da Biogas speicherbar, flexibel nutzbar und grundlastfähig ist.“ [8]

Gerade im ländlichen Raum, wie in der Gemeinde Grafengehaig, bieten sich aufgrund der kurzen Transportwege und der vorhandenen Biomasse, Biogaserzeugungsanlagen an. Die Anlagen können das Gas speichern und bei Bedarf (z. B. bei Windstille) verwenden und so die Energienachfrage stillen. Nicht nur im Bereich der Wärme, sondern auch beim Strombedarf können Biogasanlagen somit ihren Teil zur Bedarfsdeckung beitragen. Darüber hinaus kann das Gas auch in die Hochdruckleitungen des Gasnetzes eingespeist werden. Biogaserzeugungsanlagen bieten sich daher vor allem entlang der Hochdruckleitungen des Gasnetzes an.



5.4 Wärmepotenziale für Hauseigentümer (Einzelversorgung)

Da das Zustandekommen eines Wärme- bzw. Gebäudenetzes stark von der vorhandenen Nachfrage abhängt und manche Netze trotz sehr hohem Anschluss-Interesse nicht wirtschaftlich sein werden, müssen auch die Potenziale für Einzelversorger betrachtet werden.

5.4.1 Wärmepumpe

Im Jahr 2024 wurden mehr als zwei Drittel der neu gebauten Gebäude mit Wärmepumpe beheizt. [9]

Die im Neubau bereits sehr stark vertretene Wärmepumpe kann aber auch in Bestandsgebäuden als erneuerbare Wärmequelle dienen. Mit fortschreitender Technik lassen sich mit Wärmepumpen höhere Vorlauftemperaturen erzielen, mit denen auch herkömmliche Heizkörper betrieben werden können. Eine signifikante Verschlechterung der Effizienz der Wärmepumpen lässt sich dabei nicht feststellen.

Es gibt verschiedene Arten von Wärmepumpen. Je nachdem welche örtlichen Gegebenheiten vorliegen bieten sich oft Luft/Wasser-Wärmepumpen und manchmal auch Wasser/Wasser-Wärmepumpen an. Aufgrund der hohen Preise im Tiefbau wird eher selten auf Sole/Wasser-Wärmepumpen zurückgegriffen.

Gerade auch im Zusammenspiel mit PV-Anlagen bieten sich Wärmepumpen als Heizquelle an. Die Wärmepumpen werden durch den elektrischen Strom betrieben und wandeln den Strom dann je nach COP (Coefficient of Performance) mit einem Faktor von 3 bis 4 in Wärme um. Das bedeutet, mit einer Kilowattstunde Strom werden zwischen drei und vier Kilowattstunden Wärme erzeugt. Kommt der Strom dann noch aus der eigenen PV-Anlage lässt sich mit einer Wärmepumpe klimaneutral Wärme erzeugen.

5.4.2 Wasserstoff

Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie hat mit der Bayerischen Wasserstoffstrategie 2.0 einen Grundstein für die Entwicklung und Forschung rund um das Thema Wasserstoff als Energieträger gelegt. Neben Forschungsinstituten und Industriebetrieben sind auch die örtlichen Gasnetzbetreiber wichtige Akteure bei der Gestaltung einer Wasserstoffzukunft in Bayern.

Auf Nachfrage beim LUK Helmbrechts, dem lokalen Gaslieferanten, bezüglich des Standes der Wasserstoffnetzplanung, erhielten wir folgende Aussage:

„Hinsichtlich der Thematik ‚Wasserstoffzukunft‘ kann ich Ihnen leider noch nicht viel Konkretes - gerade was den Zeitplan betrifft - sagen. Fakt ist, dass das Wasserstoffkernnetz relativ nahe an unseren bestehenden Gasleitungsnetzen (Bereich Döhlau) vorbeigehen soll, so dass zumindest schon einmal die ‚Autobahn‘ vorhanden ist. Wir befinden uns auch schon in Gesprächen mit dem entsprechenden Fernleitungsnetzbetreiber über einen Anschluss. Wie dann detailliert die Wasserstoffversorgung einzelner

Gemeinden dargestellt wird, befindet sich jedoch noch in Abstimmung.“ (LUK Helmbrechts, Dezember 2024)

Das erwähnte Wasserstoffkernnetz soll wie folgt entstehen:

Genehmigtes Wasserstoffkernnetz



Abbildung 16 Genehmigtes Wasserstoffkernnetz (Quelle: Bundesnetzagentur)

5.4.3 Biomasse

Was in Grafengehaig bereits mit ca. 35 % als Energieträger vertreten ist, sind Holz und Pellets. Beides fällt unter die Rubrik Biomasse. Gerade in ländlichen Räumen kann sich Biomasse als regenerative Energiequelle anbieten, da die Transportwege gering und die entsprechenden Holzmengen vorhanden sind.

Gerade für Häuser, die den benötigten Platzbedarf haben, können sich Biomasse-Heizungen anbieten.



5.4.4 Gas

Das GEG gibt im §71 die Vorgaben für den Einbau von Heizungsanlagen vor. Neben einigen Ausnahmeregelungen gilt, dass u.a. neue Gasheizungen mit mindestens 65 % erneuerbarer Quellen betrieben werden müssen.

Dies kann in Form von Hybridheizungen, Biogasheizungen oder Gasheizungen, die „H2-Ready“, also für Wasserstoff geeignet sind, ausgeführt werden.



5.5 Kostenvergleich der potenziellen Energiequellen

Um sowohl für die Einzelversorger und auch die Kommune als Ganzes einen Überblick zu verschaffen, werden in den folgenden Abschnitten die Kosten der einzelnen, potenziellen Energiequellen gegenübergestellt und anhand eines Rechenbeispiels aufgezeigt, wie sich die Kosten sowohl für einen Einzelversorger als auch die Kommune beim Umstieg auf erneuerbare Energien darstellen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Energiepreise der Potenziale dargestellt. Als Quelle dient der Marktpreisvergleich von Carmen e.V.. Sind andere Quellen verwendet worden, sind diese separat unter der Tabelle als Fußnote ausgewiesen.

Tabelle 4 Preise von Energiequellen (Quelle: Carmen e.V., Stand: Mai-August 2025)

Energiequelle	Preis [€/kWh]
Hackschnitzel	0,03825
Holz/Pellets	0,08088 ¹
Strom (Betrieb Wärmepumpe)	0,27 ²
Heizöl	0,0901
Gas	0,12805

¹ Mittelwert aus Preisen von Pelletes (5 to), Pellets (Sackware) und Scheitholz.

² Quelle: Verivox (Stand November 2024)

5.5.1 Rechenbeispiel für Kommunale Gebäude

Die kommunalen Gebäude in Grafengehaig (Dorfladen, Rathaus, MFH) werden momentan mit Gas beheizt, jedoch mittels eines Gebäudenetzes. Darüber hinaus kommt noch der Verbrauch der Frankenwaldhalle hinzu. Der durchschnittliche Gasverbrauch pro Jahr beläuft sich bei diesen Gebäuden auf 592.710 kWh.

Da Verbrenner-Heizungen das Gas oder auch die Biomasse nicht 1 : 1 in Wärme umwandeln können, wird ein Wirkungsgrad von 85 % angenommen. Der Wärmebedarf aller kommunalen Gebäude beträgt also ca. 503.804 kWh.

Die Kosten für die kommunalen Gebäude belaufen sich, je nach Energieträger dann auf:



Tabelle 5 Energiepreise je Energiequelle für kommunale Gebäude

	Energiequelle	Energiebedarf [kWh]	Preis [€/kWh]	Kosten [€]
Bestand	Gas	592.710	0,12805	75.897
Potenzial	Hackschnitzel	592.710	0,03825	22.671
Potenzial	Holz/Pellets	592.710	0,08088	47.938
Potenzial	Wärmepumpe	503.804		
		143.944 ¹	0,27	38.865

¹ Strombedarf bei Wärmepumpe mit COP von 3,5

Wie die Kostenübersicht zeigt, ist bei einer Umstellung der kommunalen Gebäude auf erneuerbare Quellen eine deutliche Kosteneinsparung zu sehen.

Was bei den Kosten nicht berücksichtigt wurde, sind die Investitionskosten und laufende Kosten bei:

- Herstellung eines Gebäudenetzes für die kommunalen Gebäude:
 - Tiefbau-Kosten (Herstellung und Verschließen von Gräben)
 - Leitungen (inkl. Verlegung)
 - Pufferspeicher/Übergabestationen
 - Investitionskosten für Zentrale (Wärmepumpe(n) oder Hackschnitzel-/Pelletsanlage)
 - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
 - Kosten für Belieferung (bei Hackschnitzelheizung oder Pelletsheizung)
 - Etc.
- Einzelbetrieb der kommunalen Gebäude:
 - Investitionskosten für Wärmepumpen/Hackschnitzel-/Pelletsheizungen
 - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
 - Kosten für Belieferung (bei Hackschnitzelheizung oder Pelletsheizung)
 - Etc.

Was ebenfalls nicht berücksichtigt wurde, sind weitere Vergünstigungen z. B. aufgrund von PV-Anlagenstrom, Sonderkonditionen bei der Belieferung von Hackschnitzeln/Pellets und Fördergelder. Beim Betrieb eines Gebäudenetzes sind auch Anschlussmöglichkeiten für benachbarte Wohnhäuser nicht auszuschließen, bei denen entsprechende Wärme-Verkäufe stattfinden können.



5.5.2 Rechenbeispiel für Einzelversorger

Für die Einzelversorger wird angenommen, dass es sich um ein 140 m² großes Wohnhaus handelt, welches vor 1978 gebaut wurde und somit einen spezifischen Wärmebedarf von 140 W/m² aufweist. Der Wärmebedarf des Gebäudes beläuft sich dann auf 39.200 kWh (bei 2.000 Volllaststunden).

Für die Berechnung wird angenommen, dass das Gebäude ebenfalls mit Gas beheizt wird. Um einen umfassenderen Vergleich machen zu können, wird als Alternative Energiequelle noch Heizöl betrachtet.

Die Kosten für den Einzelversorger belaufen sich dann auf:

Tabelle 6 Energiepreise je Energiequelle für Einzelversorger

	Energiequelle	Energiebedarf [kWh]	Preis [€/kWh]	Kosten [€]
Bestand	Gas	46.118 ¹	0,12805	5.905
Bestand	Heizöl	46.118 ¹	0,0901	4.155
Potenzial	Holz/Pellets	46.118 ¹	0,08088	3.730
Potenzial	Wärmepumpe	39.200 11.200 ²	 0,27	 3.024

¹ Energiebedarf bei einem Wirkungsgrad von 85 % der Verbrenner-Heizung.

² Strombedarf bei einer Wärmepumpe mit COP von 3,5.

Auch hier zeigt sich eine Kosteneinsparung beim Wechsel auf erneuerbare Energieträger.

In den Kosten nicht berücksichtigt sind Investitionskosten, Kosten für die Belieferung mit Holz/Pellets sowie Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen.

Auch hier sind Vergünstigungen durch PV-Strom-Anteile und Fördergelder nicht berücksichtigt.



5.6 Potenzielle CO₂-Emissionen im Bedarfsfeld „Wärme“

Um die mögliche Entwicklung der CO₂-Emissionen der Gemeinde Grafengehaig für das Bedarfsfeld „Wärme“ zu berechnen, werden die Anteile der Energieträger Heizöl und Gas auf die erneuerbaren Energiequellen Holz/Pellets, Strom, und Solar-, Geothermie und Wärmepumpe aufgeteilt.

Um das Klimaziel Bayerns für 2030 - eine Reduktion der CO₂-Emission pro Kopf um mindestens 65 % - zu erreichen, wird angenommen, dass alle Haushalte in der Gemeinde Grafengehaig, die mit fossilen Energieträgern heizen, auf erneuerbare Energien umsteigen.

Die Tabelle der CO₂-Emissionen sieht für das Klimaziel 2030 wie folgt aus:

Tabelle 7 CO₂-Emissionen Grafengehaig für Klimaziel 2030

Energieträger	Anteil [%] ¹	Absoluter Anteil [MWh]	CO ₂ -Faktor [tCO ₂ /MWh]	CO ₂ [t]
Holz/Pellets	50	4.964	0,0315 ²	156
Strom	6	596	0,363 ³	216
Solar-, Geothermie, Wärmepumpe	39	3.872	0,0306 ⁴	118
Fernwärme	4 ⁵	397	0,0315 ⁶	13
SUMME				504

¹ „bereinigter“ Anteil, da 1 % der Haushalte keinen Energieträger haben und entsprechend auch keine CO₂-Emission. Diese 1 % sind in der prozentualen Aufteilung der anderen Energieträger berücksichtigt, jedoch zu gering, um anhand der Zahlen sichtbar zu sein.

² Mittelwert aus CO₂-Faktoren von Holz (0,027 tCO₂/MWh) und Pellets (0,036 tCO₂/MWh)

³ CO₂-Faktor für deutschen Strommix gem. Umweltbundesamt Stand 2024

⁴ Annahme: Der 39 %-ige Anteil bezieht sich auf Wärmepumpen, die Strom beziehen. CO₂-Faktor gem. Angabe Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (El. Strom Energieträgerwechsel) = 0,107 tCO₂/MWh : COP (3,5) = 0,0306 tCO₂/MWh

⁵ Annahme: Die Anzahl der Gebäude in Gebäudenetzen verändert sich nicht.

⁶ CO₂-Faktor von Holz/Pellets. Annahme: Fernwärmelieferant erzeugt Wärme nur noch mit Hilfe von Holz/Pellets (0,0315 tCO₂/MWh)

Durch diese Annahmen sinken die CO₂-Emissionen pro Kopf um mehr als 70 % und erfüllen somit das Klimaziel 2030.

Bei den Annahmen wurde nicht berücksichtigt, dass zum einen Hauseigentümer ihre Gebäude energetisch verbessern, was zu einer Senkung des Gesamtwärmebedarfes führt. Zum anderen wurde auch die Senkung des CO₂-Faktors vom deutschen



Strommix nicht weiter betrachtet. Da der Ausbau von erneuerbaren Energien immer weiter voranschreitet, z. B. neue Windkraft-Anlagen, PV-Freiflächen-Anlagen, etc., wird auch der deutsche Strommix immer nachhaltiger.

Das Klimaziel 2040 wurde zwar von der bayerischen Regierung auf 2045, also auf das Bundesziel, verlängert, besagt aber immer noch, dass das Ziel eine Treibhausgasemission von 0 ist. Da immer eine Resttreibhausgasemission vorhanden sein wird, muss diese mittels technischer oder natürlicher Maßnahmen gebunden werden. Das können z. B. Bäumen sein oder Technologien, welches gezielt CO₂ aus der Luft holen und speichern.

Für Einzelverbraucher und auch für Kommunen ist das wichtigste Ziel die Treibhausgasemissionen so stark wie möglich zu senken.



6. Maßnahmenkatalog

Um die Zielwerte zu erreichen, aber auch um den allgemeinen Energiebedarf der Gemeinde zu senken, sind also entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

6.1 Effizienzmaßnahmen

Die Gebäude in der Gemeinde sind vollständig bzw. teilweise zu sanieren. Dies gilt nicht nur für die kommunalen Gebäude, sondern auch für private Haushalte. Durch die Sanierungsmaßnahmen sinkt der Gesamtenergiebedarf und somit auch die entstehenden CO₂-Emissionen.

6.2 Ausbau Erneuerbarer Energien

Durch den Ausbau erneuerbarer Energien in der Kommune findet die Energieerzeugung direkt vor Ort statt. Das macht die Gemeinde zum einen unabhängiger, aber auf der anderen Seite wird die Beschaffung der Energie auch günstiger (kürzere Transportwege). Darüber hinaus kann die Energie vom Erzeuger selbst verwendet werden, was vor allem für Privathaushalte von Interesse sein kann, aber auch ein (günstiger) Verkauf der Energie kann sich positiv auf die CO₂-Emissionen auswirken, da ansässige Haushalte ihre Energie ebenfalls „vor der Haustür“ erwerben.

6.3 Informationsmaßnahmen

Eine wichtige Maßnahme, um vor allem die Bürger immer wieder von der Wichtigkeit der CO₂-Einsparungen und der Energiewende zu überzeugen, sind Informationsmaßnahmen. Diese können in Form von Info-Veranstaltungen oder -Broschüren, Ansprechpartnern bei Fragen oder Schulungs-Veranstaltungen ausgeführt werden. Für die Gemeinde ist es vor allem wichtig, ihre Bürger transparent und regelmäßig zu informieren.

6.4 Weiterführende Planungen und Fortschreibung der Wärmeplanung

Gerade in Bezug auf potenzielle Wärmequellen, wie z. B. Kläranlagen, sollten diese immer wieder als Energiequelle in Betracht gezogen werden. Zwar kann es sein, dass eine momentane Nutzung aufgrund des aktuellen Technikstandes noch nicht gewährleistet werden kann, jedoch wird die Technik immer weiterentwickelt und verbessert sich.

Um eine solche potenzielle Wärmequelle, die zum aktuellen Zeitpunkt uninteressant erscheint, nicht zu vergessen, muss die Wärmeplanung der Gemeinde immer wieder in regelmäßigen Abständen fortgeschrieben werden.

Durch die Fortschreibung kann auch die Entwicklung in Bezug auf die umgesetzten Maßnahmen gut sichtbar gemacht werden und die nächsten Ziele/Meilensteine der Kommune festgehalten werden.

6.5 Empfehlung

Die erste Tendenz, bezüglich der zukünftigen Wärmeversorgung im Gemeindegebiet Grafengehaig, geht Richtung Einzelversorgung mit Hilfe von Wärmepumpen, Strom



und Biomasseheizungen. Gerade im Hinblick auf die sehr guten potenziellen PV-Erträge zeigt sich eine nachhaltige Möglichkeit Gebäude – egal ob als Einzelversorgung, Gebäude- oder Wärmenetz – zu heizen.

Nichtsdestotrotz sollte in Zukunft auch ein Augenmerk auf die Potenziale der Kläranlagen im Gemeindegebiet Grafengehaig gelegt werden. Sollten beispielsweise größere Baumaßnahmen an den Straßen innerhalb der Ortschaften geplant sein, beeinflusst das stark die Wirtschaftlichkeit eines neugeplanten Wärmenetzes.

Unabhängig von der schlussendlich gewählten Vorgehensweise für die Wärmeversorgung der Gemeinde Grafengehaig, ist es vor allem wichtig die dort lebenden Bürger abzuholen, ihnen die Möglichkeiten aufzuzeigen und sie transparent über etwaige Entscheidungen aktiv zu informieren.



QUELLENVERZEICHNIS

- [1] „de.statista.com,“ 29 November 2025. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167998/umfrage/weltweiter-energiemix-nach-energetraeger/>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [2] „www.bdew.de,“ Juli 2025. [Online]. Available: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/beheizung-des-wohnungsbestandes-in-deutschland/>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [3] „www.stmwi.bayern.de,“ [Online]. Available: <https://www.stmwi.bayern.de/energie/energiewende/kommunale-waermeplanung-in-bayern/>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [4] „www.co2online.de,“ [Online]. Available: <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/sanierung-modernisierung/>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [5] „buveg.de,“ [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [6] „www.umweltbundesamt.de,“ 20 Februar 2025. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/geothermie#oberflchnahe-geothermie>. [Zugriff am 02 Februar 2026].
- [7] „www.karten.energieatlas.bayern.de,“ [Online]. Available: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=684754,5562666&z=17&r=0&l=atkis,f2e2793f-2839-4982-b176-2981f3505271-layer-by_alkis_gmd_komplett,07f73c42-1a2f-41a1-9f14-461e1ac43304&t=wasser&cnids=11,12,121,20,10&mid=5. [Zugriff am 11 Februar 2026].
- [8] „www.bmleh.de,“ 19 August 2024. [Online]. Available: <https://www.bmleh.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/biogas.html>. [Zugriff am 26 Januar 2026].
- [9] „www.destatis.de,“ 4 Juni 2025. [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/06/PD25_N031_31_51.html. [Zugriff am 26 Januar 2026].