



ENERGIEAGENTUR
nordbayern



Kommunale Wärmeplanung

Gemeinde Hummeltal

Abschlussbericht

Diese Studie wurde erstellt von:

Isabella Schorsch

Dr. Florian Lach

Manuela Endres

Energieagentur Nordbayern GmbH

Kressenstein 19

95326 Kulmbach

Fon: 09221 / 82 39 - 0

Fax: 09221 / 82 39 - 29

E-Mail: info@ea-nb.de

Beauftragt durch die Gemeinde Hummeltal

vertreten durch Herrn Ersten Bürgermeister Patrick Meyer

Bearbeitungszeitraum:

Oktober 2025 bis Oktober 2026

Titelbild:

Gemeinde Hummeltal

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1. Ausgangslage	5
1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung	5
1.2 Kommunale Wärmeplanung	5
1.3 Die Rolle der Kommunen	6
1.4 Wärmewende in Hummeltal	7
1.5 Eignungsprüfung	8
2. Bestandsanalyse	10
2.1 Rahmendaten	10
2.1.1 Beschreibung des Gebiets	10
2.1.2 Flächennutzung	12
2.1.3 Klimatische Bedingungen	14
2.1.4 Demographie und demographische Entwicklung	15
2.1.5 Energieinfrastruktur	17
2.1.6 Kommunalen Energieverbrauch	18
2.2 Energiebilanz Strom	19
2.2.1 Stromverbrauch	19
2.2.2 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (EE)	20
2.2.3 Gegenüberstellung Stromverbrauch – bestehende erneuerbare Stromerzeugung	23
2.3 Energiebilanz Wärme	24
2.3.1 Gebäudebestand	24
2.3.2 Anlagen zur dezentralen Wärmeerzeugung	29
2.3.3 Gesamter Wärmebedarf und Wärmemix	32
2.4 Endenergie- und Treibhausgasbilanz	33
2.5 Gebäudescharfes Wärmekataster	35
2.5.1 Baualtersklassen Gebäudebestand	35
2.5.2 Jahreswärmebedarf je Gebäude	35
2.5.3 Wärmebedarfsdichte Gebäudebestand	36
3. Potenzialanalyse	38
3.1 Potenziale zur Bedarfsreduktion	39
3.1.1 Sanierungspotenzial Wohngebäude	39
3.1.2 Einsparpotenzial bei Sanierung eines Mustergebäudes	41
3.1.3 Gesamtes Reduktionspotenzial Wärme	47
3.1.4 Sanierungsgebiete	48
3.1.5 Wärmebedarfsdichte Zielszenario 2045	49
3.2 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien	50
3.2.1 Photovoltaik und Solarthermie	50
3.2.2 Potenziale für Strom aus Wind	54
3.2.3 Potenzial Oberflächennahe Geothermie	55
3.2.4 Potenzial für oberflächennahe Gewässer	58
3.2.5 Potenzial für Luftwärme	58
3.2.6 Biomassepotenzial	59
3.3 Potenziale zur Nutzung von Abwärme	60
3.3.1 Abwärme aus dem Kanalsystem	60

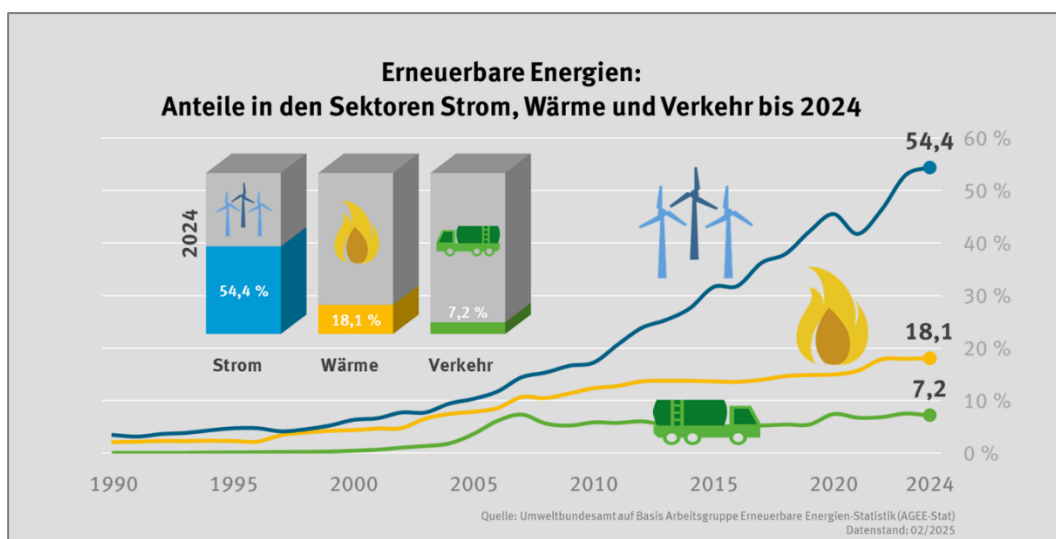
3.3.2	Abwärme an Kläranlagen	61
3.3.3	Industrielle und gewerbliche Abwärme	61
3.4	Zusammenfassung Potenzialanalyse	61
4.	Zielszenario CO₂-Neutrale Einzelversorgung	63
4.1	Wärmeplan Zielszenario 2045	63
4.2	Umsetzungsplan CO ₂ -neutrale Einzelversorgung	64
4.2.1	Wärmeversorgungssysteme CO ₂ -neutrale Einzelversorgung	65
4.2.2	Wirtschaftlichkeit und Wärmegestehungskosten CO ₂ -neutrale Einzelversorgung	68
4.3	Zielszenario bis 2045	72
4.3.1	Entwicklung zukünftiger Wärmebedarf und Wärmbereitstellung	72
4.3.2	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	74
4.4	Zusammenfassung des Zielszenarios	75
5.	Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen	76
5.1	Akteursbeteiligung und Bürgerinformation	76
5.2	Wärmewendestrategie und zeitlicher Ablauf	78
5.3	Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende	80
5.3.1	Prüfung Wärmenetzgebiete	81
5.3.2	Arbeitskreis Wärme und Monitoring Wärmeplanung	82
5.3.3	Ausbau erneuerbarer Energien zur Wärmeherzeugung	83
5.3.4	Ausbau Photovoltaik auf Dachflächen	84
5.3.5	Bürgerbeteiligung bei erneuerbaren Energieanlagen	85
5.3.6	Beratungsmanagement Nahwärmenetze	86
5.3.7	Sanierungsgebiete	87
5.3.8	Energieberatung für private Haushalte	88
5.3.9	Klimaneutrale kommunale Liegenschaften	89
5.3.10	Einbindung Gewerbebetriebe	90
6.	Zusammenfassung und Fazit	91
7.	Quartierssteckbriefe	94
7.1	Steckbrief Bärnreuth	95
7.2	Steckbrief Creez/Eichen	96
7.3	Steckbrief Gubitzmoos	97
7.4	Steckbrief Hinterkleebach	98
7.5	Steckbrief Moritzreuth	99
7.6	Steckbrief Muthmannsreuth	100
7.7	Steckbrief Neß	101
7.8	Pettendorf/Pettendorfermühle	102
7.9	Pittersdorf	103
7.10	Voitsreuth	104
7.11	Weiglathal	105
8.	Anhang	106
8.1	Abbildungsverzeichnis	106
8.2	Tabellenverzeichnis	108
8.3	Literaturverzeichnis	109
8.4	Abkürzungen	111
9.	Anhang Karten	113

1. Ausgangslage

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Bereitstellung von Wärme für Gebäude und Industrie ist für fast ein Drittel der deutschen CO₂-Emissionen verantwortlich. Nach den Gründen muss man nicht lange suchen: Dieser Sektor ist noch immer ausgesprochen stark von fossilen Energieträgern wie Erdgas oder Heizöl abhängig, und ein echter Fortschritt ist in den letzten Jahren kaum zu erkennen. 2024 lag der Anteil Erneuerbarer Energie beim Heizen erst bei rund 18 Prozent. Oder noch etwas drastischer formuliert: Von den rund 20 Millionen Heizungsanlagen in unseren Gebäuden wurden 2022 noch fast 16 Millionen mit Öl oder Gas betrieben. Die Aufgabe, die vor uns liegt, ist riesig.

Abbildung 1: Kaum Fortschritte bei Wärme- und Verkehrswende in Deutschland



Quelle: Umweltbundesamt / AGEE-Stat

Für die Energiewende in Deutschland ist deshalb - neben der Dekarbonisierung des Verkehrs - der möglichst vollständige Umstieg auf Erneuerbare Energien im Wärmesektor von entscheidender Bedeutung. Klimaneutralität bis 2045 bedeutet aber auch, dass die Zeit drängt. Wer heute eine neue Heizung einbaut, trifft eine langfristige Investitionsentscheidung und bindet sich für 20-30 Jahre an eine bestimmte Technologie. Wenn man davon ausgeht, dass die meisten Anlagen bis 2045 noch genau einmal erneuert werden, bleibt nicht mehr viel Spielraum für falsche Entscheidungen: Der nächste Schuss muss sitzen.

Der Bund tut also gut daran, den dringend notwendigen Umstieg auf erneuerbares Heizen durch konkrete Hilfestellungen und klare Vorgaben zu flankieren.

1.2 Kommunale Wärmeplanung

Ein zentrales strategisches Instrument für diese Umstellung ist die Kommunale Wärmeplanung, die seit Januar 2024 für alle Kommunen in Deutschland per Bundesgesetz verpflichtend eingeführt wurde. Ziel ist es, die Wärmeversorgung in unseren Städten und Gemeinden bis spätestens 2045 vollständig klimaneutral zu gestalten. Kommunen sollen mit der Wärmeplanung eine eigene Planungsgrundlage für die Transformation des Wärmesektors erarbeiten und diese Strategie in den nächsten zwei Jahrzehnten zielstrebig umsetzen.

Damit delegiert der Bund eine neue Aufgabe an die kommunale Ebene - für die Wärmeversorgung war man bislang nicht ausdrücklich zuständig. Besonders bei den kleineren Gemeinden hielt sich die Freude über diese Entscheidung zunächst in engen Grenzen. Ehrlicherweise muss man aber feststellen, dass die meisten praktischen Fragen, die im Zuge der Wärmewende verhandelt werden müssen, nur auf kommunaler Ebene geklärt werden können. Immerhin trägt der Bund durch den Ausgleich der entstehenden Kosten dem Konnexitätsprinzip Rechnung und belastet die Kommunen nicht noch finanziell, was durchaus bemerkenswert ist.

Mit der Wärmeplanung wird nun erstmals ein strukturierter Prozess für einen Teilbereich der Energiewende eingeführt. Er berücksichtigt die lokalen Gegebenheiten und zeigt auf, welche Versorgungsoptionen (wie Nah- oder Fernwärme, Wärmepumpen, Biomasse oder die Nutzung von Abwärme) in einem Ortsteil oder Straßenzug sinnvoll und wirtschaftlich umsetzbar sind. Gleichmaßen definiert er Zielszenarien und dafür erforderliche Maßnahmen.

Die Bundesregierung verfolgt mit der Wärmeplanung mehrere Kernziele: Zum einen soll Planungssicherheit für Bürgerinnen und Bürger sowie für Unternehmen geschaffen werden, damit Investitionen in Heizsysteme auf einer verlässlichen Grundlage erfolgen können. Zum anderen soll die Wärmeplanung den Ausbau erneuerbarer Energien und die Dekarbonisierung insgesamt beschleunigen. Darüber hinaus trägt die Wärmeplanung zur Resilienz und Unabhängigkeit unserer Energieversorgung bei, indem sie lokale Potenziale wie Solarthermie, Geothermie oder industrielle Abwärme aufzeigt, aber auch Strom aus Wind und Sonne einbezieht, der immer öfter im Überfluss zur Verfügung steht.

Somit liefert die Wärmeplanung die Datengrundlage für kommunale Entscheidungen und ermöglicht eine koordinierte Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen. Werden die Maßnahmen umgesetzt, sind sie der Schlüssel für eine sozialverträgliche, bezahlbare und nachhaltige Wärmewende in Deutschland.

1.3 Die Rolle der Kommunen

Kommunen stehen beim Klimaschutz in besonderer Verantwortung. Von allen staatlichen Institutionen haben sie den unmittelbarsten Kontakt zu den Bürgerinnen und Bürgern. So sind sie bei der Umsetzung der Energiewende stets Vorbild - ob sie wollen oder nicht. Zahlreiche Städte und Gemeinden nutzen ihre Gestaltungsmöglichkeiten in diesem Bereich aktiv und beweisen dadurch auch strategischen Weitblick: Klimaschutz ist immer auch eine Investition in die Zukunftsfähigkeit einer Region.

Überall, wo Bürgerenergieprojekte vorangetrieben und die Abhängigkeiten von fossilen Energieimporten reduziert werden, wo der Umstieg auf Erneuerbare forciert wird und wo es gelingt, Wertschöpfung in der Region zu halten, entstehen auch neue finanzielle Spielräume. Deshalb kann man oft schon heute Unterschiede erkennen zwischen Regionen, die sich dabei besondere Mühe gegeben haben, und denen, die ihre Hände eher in den Schoß gelegt haben. Diese Kluft wird sich in den nächsten Jahren vergrößern, umso angespannter die allgemeine Haushaltslage der Kommunen werden wird.

In diesem Kontext stellt die kommunale Wärmeplanung ein effektives Werkzeug dar, um fossile Abhängigkeiten zu überwinden und heimische Energieträger endlich flächendeckend im Wärmesektor zu etablieren. Doch gerade kleinere Gemeinden trauen sich aus nachvollziehbaren Gründen oft nicht zu, beispielsweise ein Wärmenetz eigenständig zu planen, zu bauen und zu betreiben.

Wichtig ist daher: Die Wärmeplanung verpflichtet die Kommune nicht zu irgendwelchen Maßnahmen. Als strategisches Planungsinstrument soll sie Städte und Gemeinden befähigen, wirtschaftlich sinnvolle Vorhaben zu identifizieren, sie entweder selbst umzusetzen oder die Umsetzung durch Dritte politisch zu

unterstützen, die relevanten Partner zusammenzubringen und die Bürgerinnen und Bürger beim Übergang zu erneuerbaren Heizsystemen beratend zu begleiten.

Die hier vorliegende Wärmeplanung skizziert eine realistische Route zur Klimaneutralität im Wärmesektor bis zum Jahr 2045 – sei es durch zentrale Lösungen wie Wärmenetze oder individuelle Ansätze wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasse. Letztlich kann dieses Konzept jedoch nur so gut sein wie seine praktische Realisierung. Es kommt also darauf an, den notwendigen Wandel hin zu erneuerbarem Heizen so aktiv wie möglich zu begleiten.

1.4 Wärmewende in Hummeltal

Trotz theoretisch vorhandener Wärmenetz-Optionen wird es beim Umstieg auf Erneuerbare Energien für den überwiegenden Teil der Privathaushalte und Betriebe in Hummeltal um dezentrale Einzellösungen gehen. Hierfür stehen eine Reihe von Optionen zur Verfügung. Die vorliegende Wärmeplanung zeigt einen gangbaren Weg auf, wie klimaneutrales Heizen bis 2045 erreicht werden kann.

Am Ende ist eine Wärmeplanung jedoch nur ein strategisches Instrument ohne unmittelbare konkrete Wirkung. Es kommt auf die nachfolgende Umsetzung an. Deshalb sollte sichergestellt sein, dass die Bürgerinnen und Bürger, aber auch die ortsansässigen Unternehmen für ihre Entscheidung über ein neues Heizsystem über alle relevanten Informationen verfügen.

Nicht unterschätzt werden sollte dabei der Beratungsbedarf. Da der Umstieg auf eine andere Technologie, zum Beispiel von Ölheizung auf Wärmepumpe, nicht trivial ist und immer eine ganzheitliche Betrachtung erfordert, besteht die Notwendigkeit für fachkundige neutrale Begleitung im Grunde, bis dieser Transformationsprozess abgeschlossen ist.

1.5 Eignungsprüfung

Für die Eignungsprüfung wird das Kurzgutachten des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie herangezogen. Diese Datenbasis wird ergänzt durch eine Auswertung von Luftbildern, vorhandenen Studien und Untersuchungen sowie Vorortkenntnissen der Energieagentur Nordbayern.

Die Eignungsprüfung soll folgende drei Ergebnisse liefern, die als Ausgangspunkt der kommunalen Wärmeplanung dienen und den notwendigen Planungsaufwand definieren und eventuell eingrenzen:

- Unterteilung des Gemeindegebietes in möglichst homogene Teilgebiete in einer für die weitere Bearbeitung sinnvollen Größenordnung.
- Ermittlung von Teilgebieten, die aller Wahrscheinlichkeit nach nicht für ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz geeignet sind. Hier ist eventuell eine verkürzte Wärmeplanung möglich.
- Identifikation von Teilgebieten, die aktuell schon fast vollständig mit erneuerbaren Energien und/oder unvermeidbarer Abwärme versorgt sind.

Für Weiler oder Einzelgehöfte, die nicht in Teilgebieten erfasst sind, ist eine dezentrale Wärmeversorgung zu priorisieren.

Tabelle 1: Eignungsprüfung Teilgebiete 1

Teilgebiete	Bärenreuth	Creez/Eichen	Gubitzmoos	Hinterklee- bach	Moritzreuth	Muthmanns- reuth
Wärmenetze	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Wärmenetzsignung	nein	nein	nein	nein	nein	nein
EE-Wärmequellen*	nein	nein	nein	nein	nein	nein
dichte Bebauung	nein	nein	nein	nein	nein	nein
hohe Wärmedichte	nein	nein	nein	nein	nein	nein
potentielle Großabnehmer	nein	nein	nein	nein	nein	nein
kein Gasnetz: Potenzial für H ₂ -Nutzung	nein	nein	nein	nein	nein	nein
kein Gasnetz: H ₂ Versorgung gesichert	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Gasnetz: H ₂ wirtschaftlich	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz
städtebaul. Sanierungsgebiet	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Bestand vor 77, kaum saniert	prüfen	prüfen	prüfen	prüfen	prüfen	prüfen
Verfahren	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt

* Biogasanlagen, Abwärme, Kläranlage, Abwassersammler, Flüsse, Seen

Tabelle 2: Eignungsprüfung Teilgebiete 2

Teilgebiete	Neß	Pettendorf/-mühle	Pittersdorf	Voitsreuth	Weiglathal
Wärmenetze	nein	nein	nein	nein	nein
Wärmenetzeignung	nein	nein	nein	nein	nein
EE-Wärmequellen*	nein	nein	nein	nein	nein
dichte Bebauung	nein	nein	nein	nein	nein
hohe Wärmedichte	nein	prüfen	prüfen	nein	nein
potentielle Großabnehmer	nein	prüfen	prüfen	nein	nein
kein Gasnetz: Potenzial für H ₂ -Nutzung	nein	nein	nein	nein	nein
kein Gasnetz: H ₂ Versorgung gesichert	nein	nein	nein	nein	nein
Gasnetz: H ₂ wirtschaftlich	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz	kein Gasnetz
städtebaul. Sanierungsgebiet	nein	nein	nein	nein	nein
Bestand vor 77, kaum saniert	prüfen	prüfen	prüfen	prüfen	prüfen
Verfahren	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht	vereinfacht	vereinfacht/ evtl. verkürzt	vereinfacht/ evtl. verkürzt

* Biogasanlagen, Abwärme, Kläranlage, Abwassersammler, Flüsse, Seen

Ergebnis Eignungsprüfung

- Eine Wärmenetzeignung ist aus den Angaben des Kurzgutachtens für die Teilgebiete Pettendorf/-Pettendorfermühle und Pittersdorf evtl. möglich.
- Die Teilgebiete Pettendorf/-Pettendorfermühle und Pittersdorf sind auf potenzielle Großabnehmer zu prüfen.
- Für alle Teilgebiete bleibt zu prüfen, inwieweit ein unsanierter Gebäudebestand mit Baujahr vor 1977 vorherrscht.
- Für 9 Teilgebiete wäre ein verkürztes Verfahren möglich ist. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wird allerdings ein einheitliches Verfahren für das gesamte Gemeindegebiet angestrebt.

Die Feststellung eines fehlenden Wärmenetzpotenzials im Rahmen der Eignungsprüfung bedeutet nicht, dass in diesen Teilgebieten die Errichtung eines Wärmenetzes ausgeschlossen oder unzulässig ist. Vielmehr bleibt es grundsätzlich möglich, auch dort ein Wärmenetz zu planen und umzusetzen, sofern dies technisch, wirtschaftlich oder aus anderen Gründen sinnvoll erscheint.

2. Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet eine zentrale Grundlage für die energetische Bewertung des Untersuchungsgebiets. Sie beschreibt zum einen die Methodik zur Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. Dabei werden die relevanten Energieverbräuche der Bereiche Strom und Wärme systematisch erfasst, bilanziert und hinsichtlich ihrer Emissionen bewertet. Ziel ist es, den aktuellen energetischen Ist-Zustand sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen transparent darzustellen.

Zum anderen umfasst die Analyse die detaillierte Erhebung des gebäudescharfen Wärmebedarfs. Hierbei werden für jedes Gebäude im Untersuchungsgebiet spezifische Daten wie Gebäudetyp, Baujahr, Nutzung und Größe berücksichtigt. Auf dieser Grundlage wird der jährliche Wärmebedarf berechnet und anschließend in einer räumlichen Darstellung visualisiert.

Aus diesen Einzelwerten wird schließlich die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte abgeleitet. Diese Kennzahl gibt an, wie hoch der Wärmebedarf pro Hektar Fläche in bestimmten Gebieten ist. Sie dient als wichtige Entscheidungsgrundlage für die Identifikation von Potenzialgebieten für Wärmenetze oder andere effiziente Wärmeversorgungslösungen.

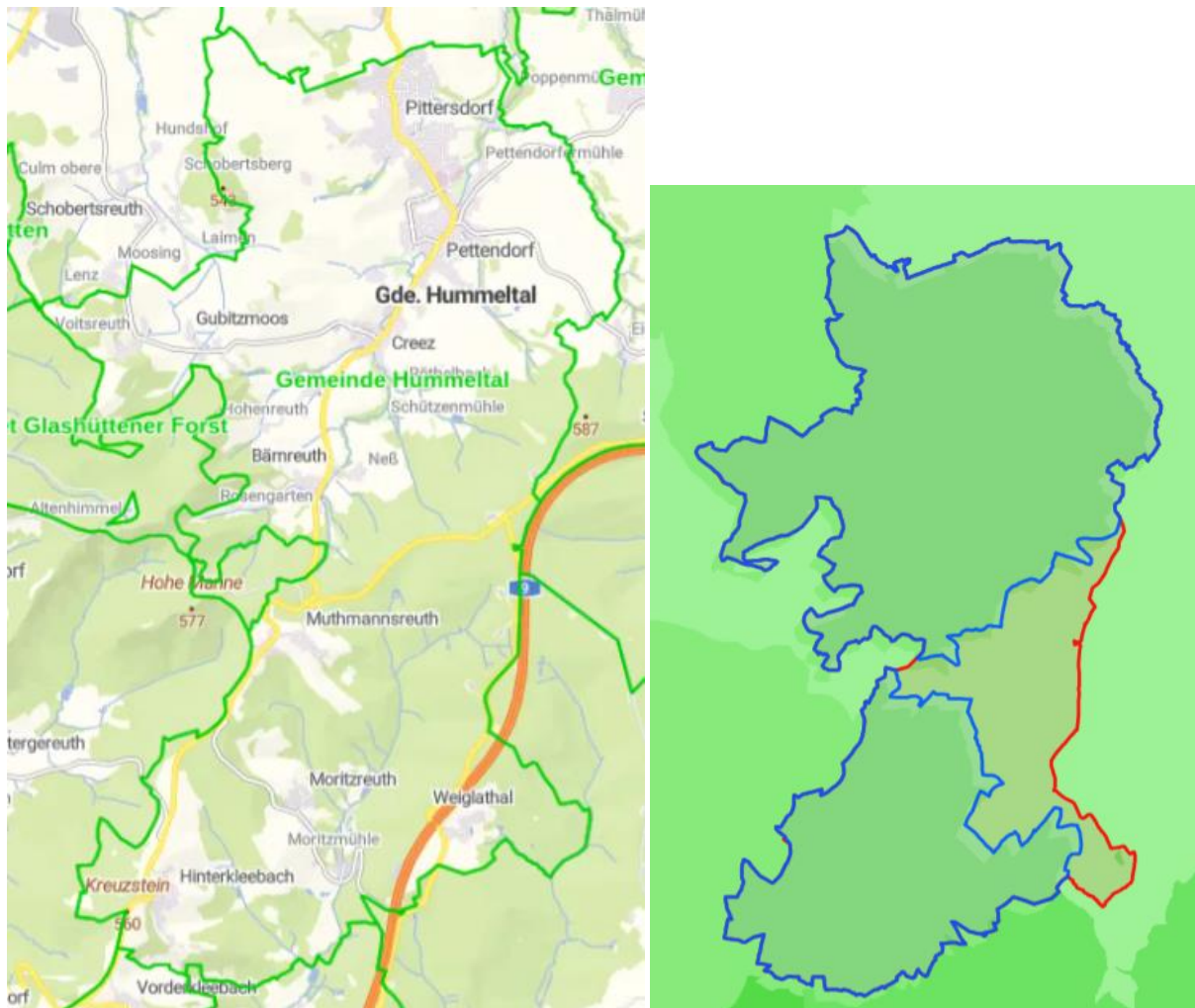
2.1 Rahmendaten

2.1.1 Beschreibung des Gebiets

Hummeltal gehört mit den Gemeinden Mistelbach und Gesees zur Verwaltungsgemeinschaft Mistelbach im Landkreis Bayreuth. Das gesamte Gemeindegebiet der Gemeinde Hummeltal umfasst 2.190 ha mit folgenden 20 Gemeindeteilen (mit Siedlungstyp):

Bärnreuth (Dorf), Creez (Dorf), Eichen (Einöde), Gubitzmoos (Weiler), Hinterkleebach (Dorf), Hohenreuth (Einöde), Moritzmühle (Einöde), Moritzreuth (Dorf), Muthmannsreuth (Dorf), Neß (Weiler), Neumühle (Einöde), Pettendorf (Pfarrdorf), Pettendorermühle (Einöde), Pittersdorf (Dorf), Rosengarten (Einöde), Röthelbach (Einöde), Schützenmühle (Einöde), Steinmühle (Weiler), Voitsreuth (Weiler), Weiglathal (Weiler).

Der Westteil des gemeindefreien Gebiets Lindenhardter Forst-Nordwest wurde am 01. Januar 2020 in das Gemeindegebiet Hummeltal eingegliedert. Damit entstand ein räumlich geschlossenes Gemeindegebiet.

Abbildung 2: Übersichtskarte Gemeindegebiet Hummeltal

Quelle: BayernAtlas

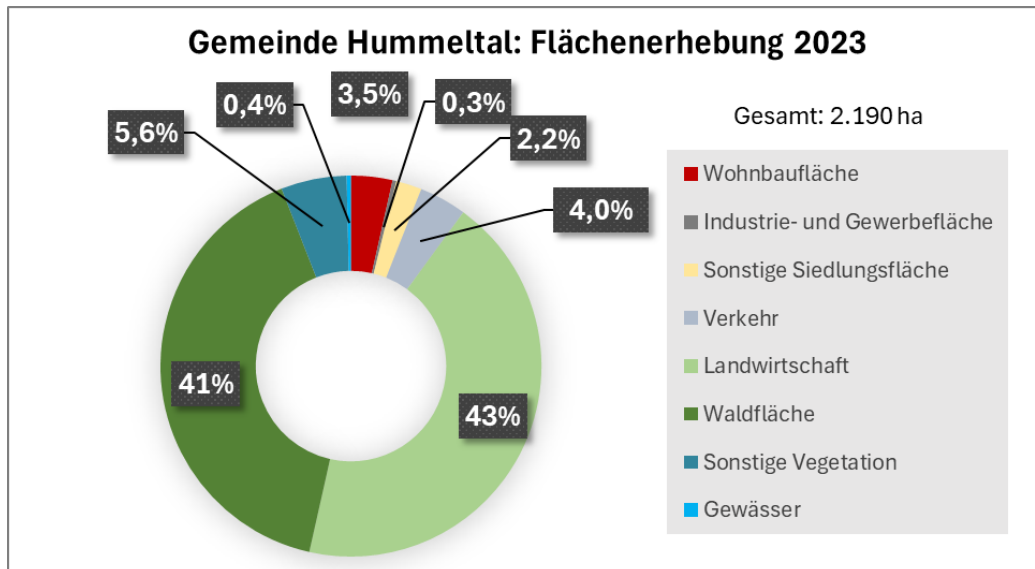
Von Mistelbach kommend führt die Staatsstraße 2163 einmal von Nord nach Süd durch das Gemeindegebiet weiter Richtung Pottenstein. Die A 9 grenzt im östlichen Bereich an das Gemeindegebiet Hummeltal bis sie dann angrenzend an Weiglathal direkt durch das Gemeindegebiet weiter Richtung Süden geht. Die nächsten Autobahnanschlüsse sind im Nordosten Bayreuth-Süd und im Süden Trockau.

Die Gemeinde Hummeltal ist in den Verkehrsverbund Großraum Nürnberg (VGN) integriert.

2.1.2 Flächennutzung

Von den 2.190 ha nehmen die Landwirtschaftsfläche mit 43 % und die Waldfläche mit 41 % den mit Abstand größten Flächenanteil ein. Siedlungsflächen haben insgesamt einen Anteil von rund 10 % am Gemeindegebiet.

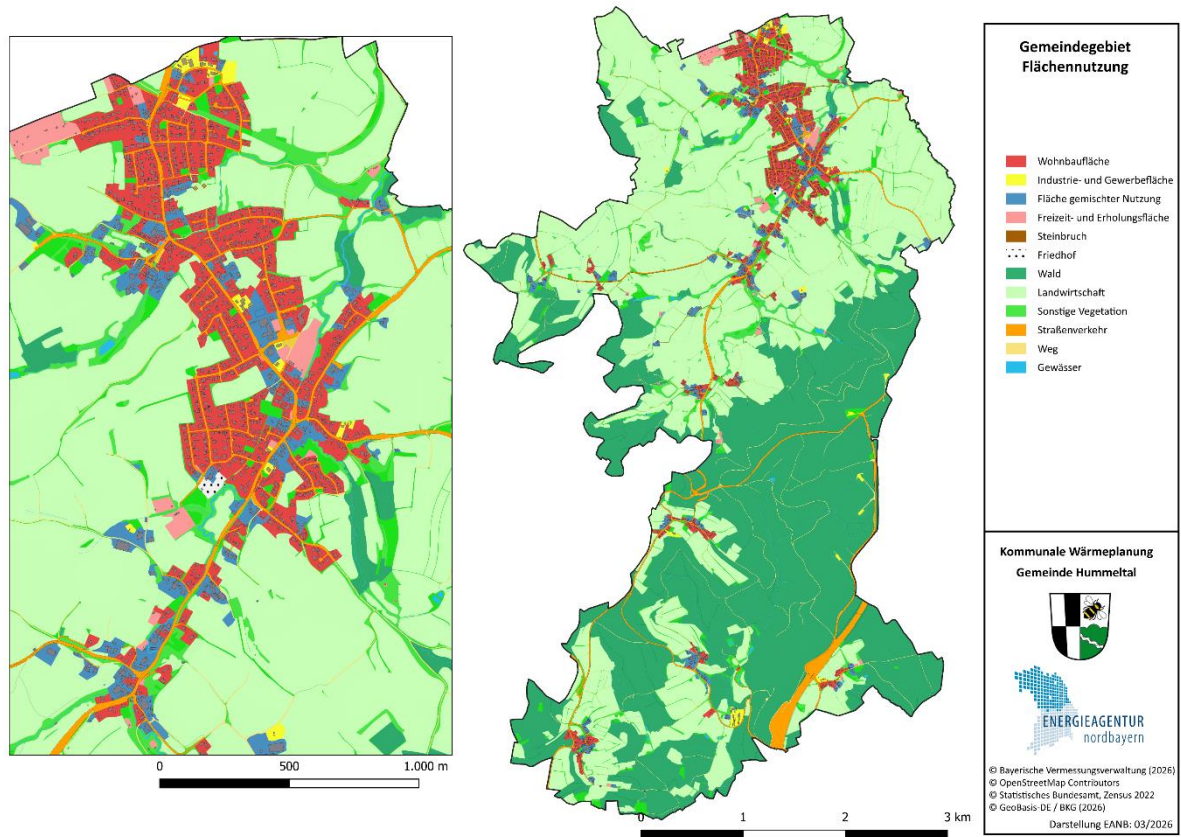
Abbildung 3: Flächennutzung Gemeindegebiet



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Statistik Kommunal

Folgende Abbildung zeigt die Flächennutzung im Gemeindegebiet:

Abbildung 4: Karte Flächennutzung Gemeindegebiet

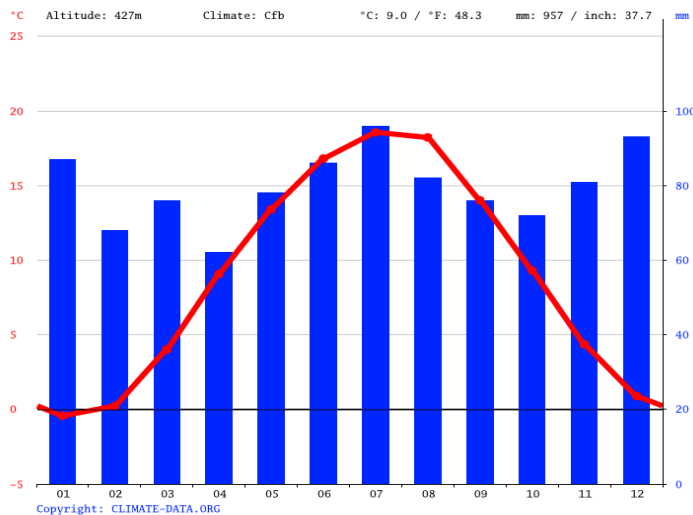


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Basis-Landschaftsmodell, Bay. Vermessungsverwaltung (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

2.1.3 Klimatische Bedingungen

In Hummeltal (ca. 430m Höhe) herrscht gemäßigtes, kontinentales Klima mit ausgeprägten Jahreszeiten. Die Niederschläge (insgesamt rd. 950-1000 mm/a) verteilen sich gut über das Jahr. Es gibt keine ausgeprägten Trockenmonate, jedoch ist im Frühjahr und im Herbst ein Rückgang der Niederschläge zu beobachten.

Abbildung 5: Klimadiagramm Hummeltal



Quelle: climate-data.org, Daten: 1991-2021 ECMWF / Copernicus Climate Change Service

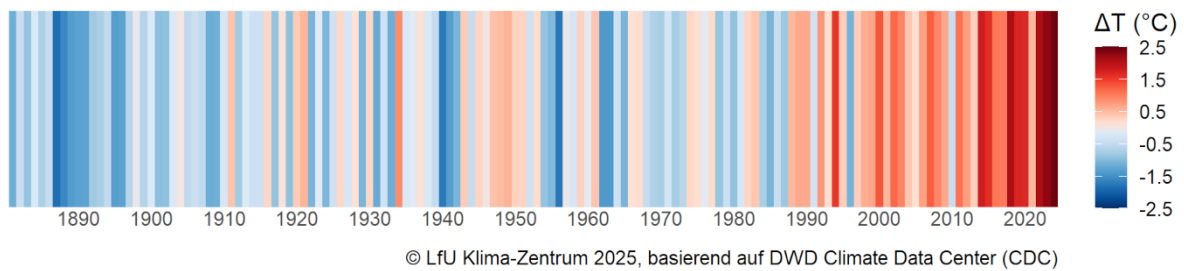
Die Jahresmitteltemperatur in Hummeltal liegt bei 9,0 °C, Tendenz steigend. Wärmster Monat ist der Juli mit einer Durchschnittstemperatur von 18,6 °C. Kältester Monat ist der Januar mit einem Mittelwert von -0,4 °C.

Tabelle 3: Klimatabelle Hummeltal

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Durchschnittstemperatur °C	-0.4	0.2	4	9.1	13.4	16.8	18.6	18.2	14	9.3	4.4	0.9
Min. Temperatur °C	-2.9	-3	0	4.1	8.6	11.9	13.8	13.7	9.9	6.1	2.1	-1.1
Max. Temperatur °C	2.1	3.7	8.3	13.9	17.8	21.1	22.9	22.6	18.2	12.9	7	3
Niederschlag / Regenfall mm	87	68	76	62	78	86	96	82	76	72	81	93
Luftfeuchtigkeit(%)	84%	81%	75%	67%	69%	68%	68%	69%	75%	81%	87%	86%
Regentage (d)	10	9	10	9	10	10	11	10	9	9	9	12
Durchschnittliche Sonnenstunden (Stunden)	2.4	3.7	5.2	8.0	9.0	10.2	10.3	9.4	6.5	4.3	2.7	2.2

Quelle: climate-data.org, Daten: 1991-2021 ECMWF / Copernicus Climate Change Service (Sonnenstunden: 1999-2019)

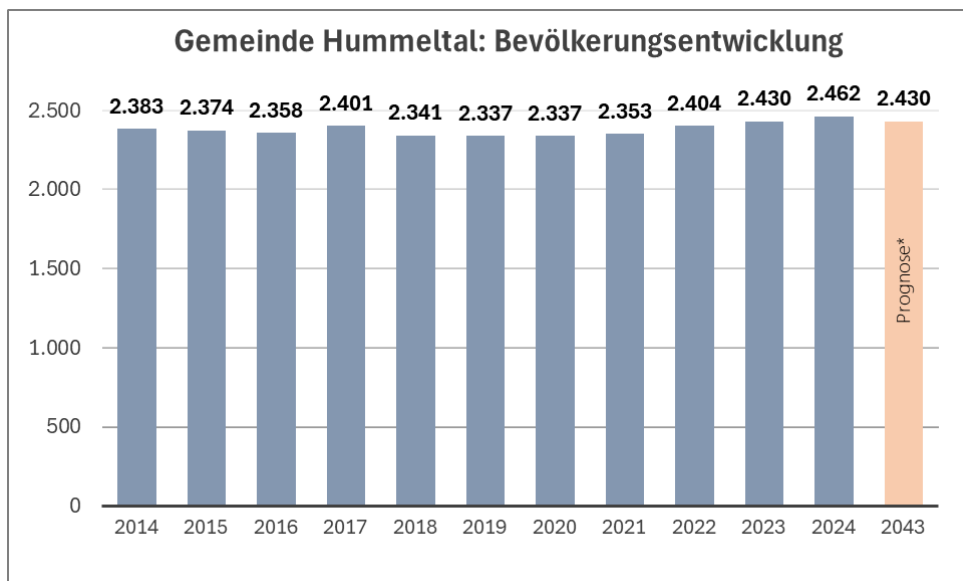
Wie stark sich der Trend zur Erderhitzung in den letzten Jahren noch beschleunigt hat, zeigen sehr anschaulich die „Climate Stripes“, eine Visualisierung der Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel. Die Erderwärmung durch den vom Menschen verursachten Klimawandel wirkt sich insbesondere seit den 2000er Jahren in Bayern immer stärker aus. 2024 lag die Abweichung bereits bei +2,5 Grad.

Abbildung 6: Climate Stripes für Bayern (1881-2024)

Diese Entwicklung zeigt eindrucksvoll, wie notwendig ein sofortiges Gegensteuern ist. Wichtigste Maßnahme im Kampf gegen eine Erdüberhitzung ist eine möglichst schnelle und umfassende Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen.

2.1.4 Demographie und demographische Entwicklung

Zum 31.12.2024 hatte die Gemeinde Hummeltal 2.462 Einwohner. Die Bevölkerungsdichte beträgt ca. 110 Einwohner pro Quadratkilometer und liegt somit über dem Durchschnitt des Landkreises Bayreuth mit 81 EW/km², aber deutlich unter dem bayerischen Mittel von 190 EW/km².

Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung

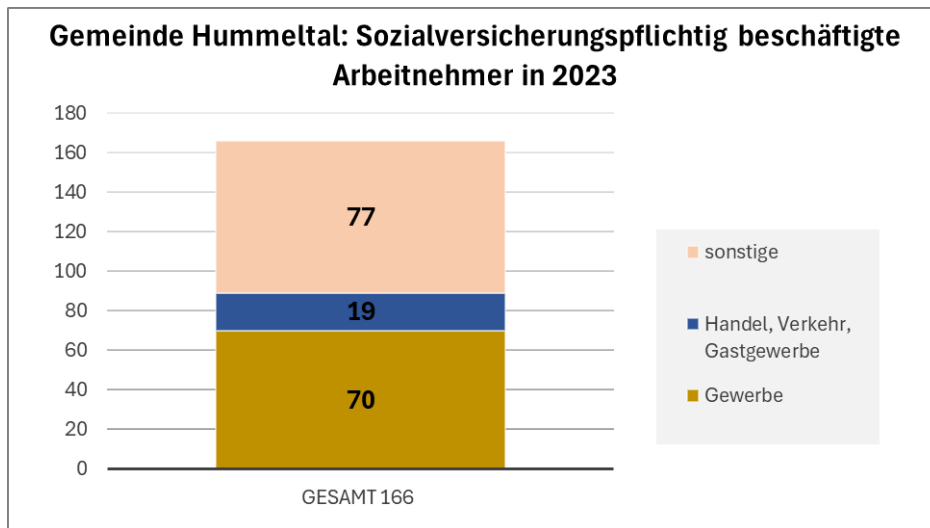
Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Statistik Kommunal (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

Seit 2014 ist die Einwohnerzahl in Hummeltal um ca. 3 % angestiegen. Für den Landkreis Bayreuth wird bis zum Jahr 2043 ein Bevölkerungsentwicklung im Bereich von -2,5 % bis unter 2,5 % im Vergleich zu 2023 prognostiziert¹. Übertragen auf Hummeltal würde dies im Jahr 2043 einer Einwohnerzahl von etwa 2.430 Personen entsprechen.

¹ Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2042, Bayerisches Landesamt für Statistik, 02/2024

Im Jahr 2023 waren in Hummeltal 166 sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer gemeldet. Der Großteil ist im produzierenden Gewerbe und in „Sonstigen“ Bereich tätig.

Abbildung 8: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte



Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Statistik Kommunal (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

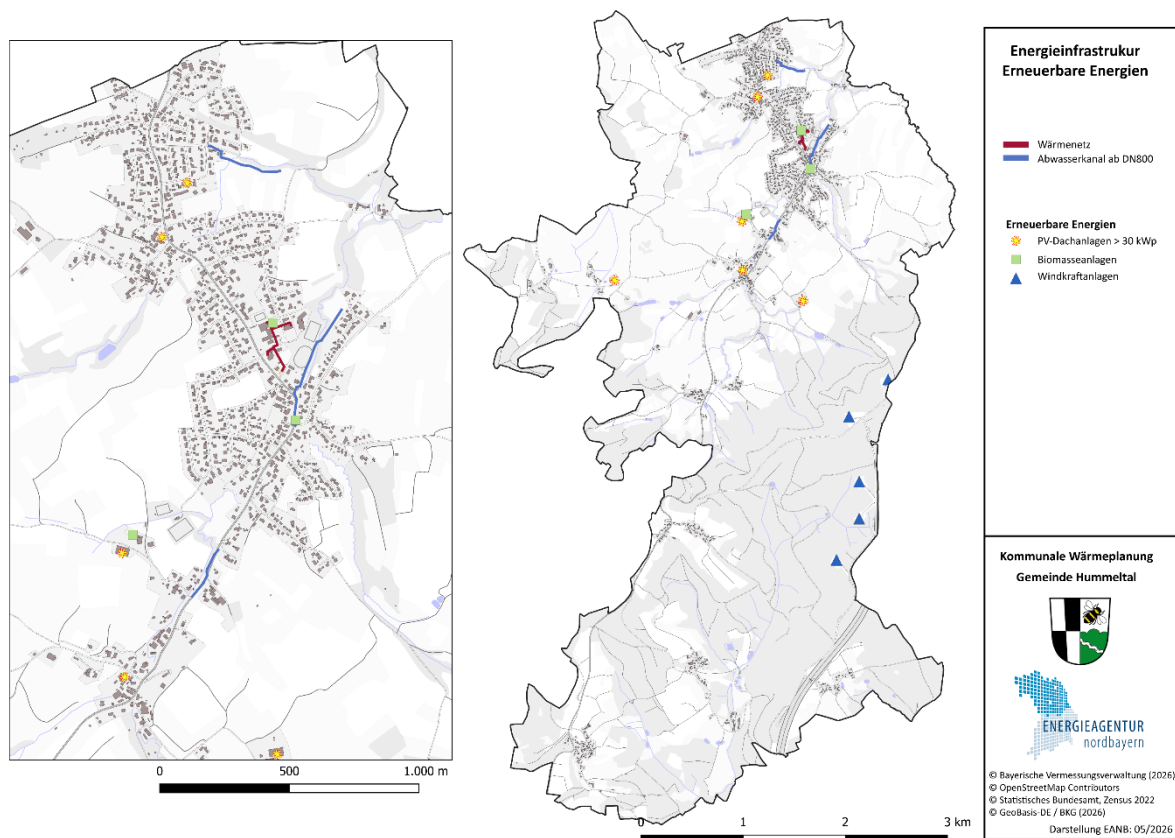
2.1.5 Energieinfrastruktur

Hummeltal ist an kein Erdgasnetz angeschlossen. In der folgenden Abbildung sind die aktuell vorhandenen, größeren Energieerzeugungsanlagen aufgezeigt. Aus Datenschutzgründen werden von den über 220 PV-Dachanlagen nur jene mit einer Leistung größer 30 kWp standortgenau angezeigt. Im östlichen Gemeindegebiet, nahe an der Grenze zu Gesees, Haag und Creußen befinden sich fünf Windkraftanlagen mit einer Leistung von je 3.075 kW (Inbetriebnahme 2014). Zusätzlich sind zwei Biogasanlagen in Betrieb. Während die 75 kWel Biogasanlage (Inbetriebnahme 2018) sich südwestlich von Pettendorf befindet ist die 55 kWel Biogasanlage (Inbetriebnahme 2020) auf Grund ihrer geringen Leistung auf den Ortskern verortet.

In der Infrastrukturkarte sind zudem die Abwasserkanalstränge mit einem Durchmesser ab DN 800 mit aufgenommen.

Seit 2023 ist im Ortskern von Pettendorf ein kommunales Wärmenetz in Betrieb.

Abbildung 9: Karte Energieinfrastruktur

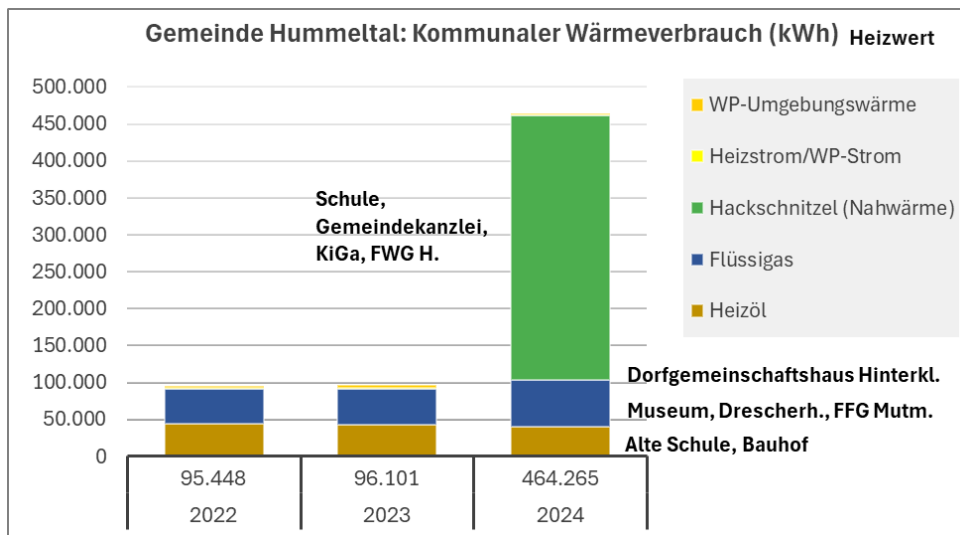


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Datenerhebung (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

2.1.6 Kommunalen Energieverbrauch

Folgende Abbildung zeigt den kommunalen Wärmeverbrauch der letzten drei Jahre:

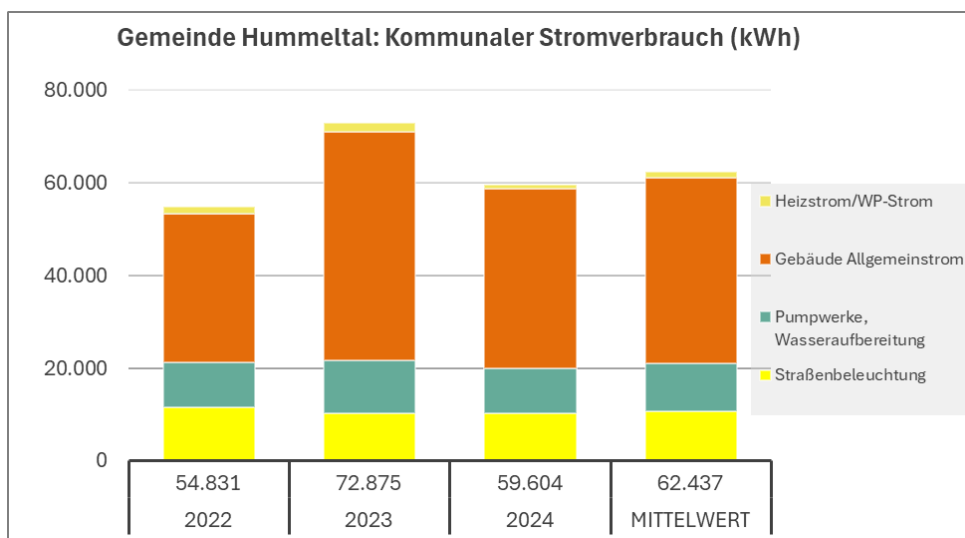
Abbildung 10: Kommunalen Wärmeverbrauch



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Gemeinde Hummeltal

Im Jahr 2023 ging das kommunale Wärmenetz im Zentrum von Pettendorf in Betrieb. Über eine Heizzentrale mit Holzhackschnitzel werden Schule, Gemeindekanzlei, KiGa und das Feuerwehrhaus Hummeltal versorgt. Zusätzlich soll der „Nahversorger“ (Bäckerei/Metzgerei) mit angeschlossen werden, sobald die Baumaßnahmen des Neubaus beendet sind. Leider liegen für die genannten Liegenschaften keine Wärmeverbrauchswerte vor dem Nahwärmeanschluss vor, so dass hier nur das Jahr 2024 als Verbrauchsjahr dient. Der Wärmeverbrauch lag im Jahr 2024 bei rund 460 MWh. Durch das Nahwärmenetz werden drei Viertel des Gesamtwärmeverbrauchs der kommunalen Liegenschaften über Erneuerbaren Energien bereitgestellt.

Abbildung 11: Kommunalen Stromverbrauch



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Gemeinde Hummeltal

Der kommunale Stromverbrauch lag im Mittel der Jahre 2022 bis 2024 bei rund 62 MWh. Die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED wurde bereits im Jahr 2022 abgeschlossen.

2.2 Energiebilanz Strom

Die Energiebilanz im Bereich Strom gibt Aufschluss darüber, wie viel elektrische Energie innerhalb des Gemeindegebiets in Hummeltal verbraucht und wie viel lokal erzeugt wird.

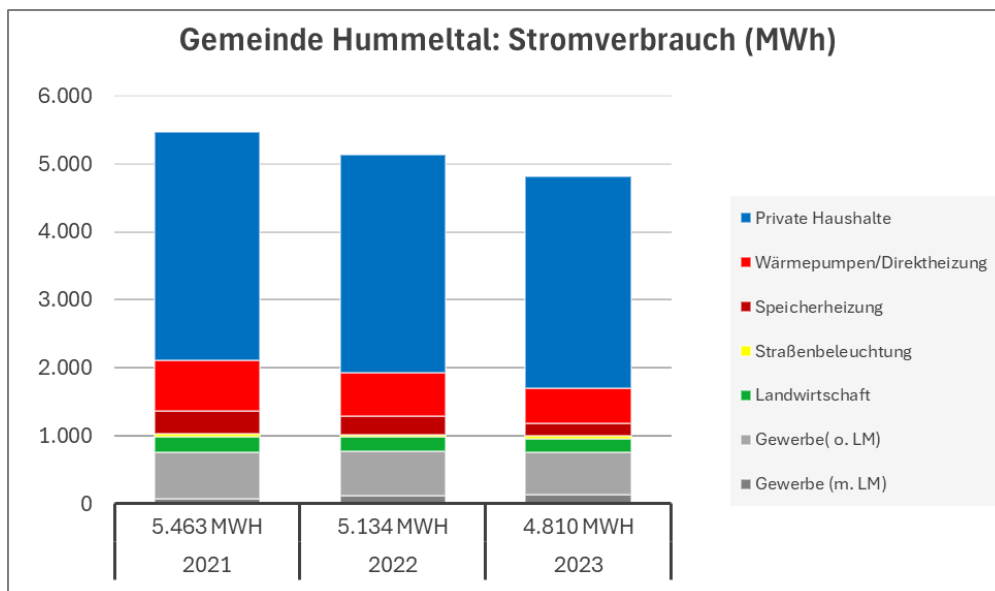
Der Stromverbrauch umfasst alle elektrischen Energieverbräuche von Haushalten, Gewerbe, Industrie und öffentlichen Einrichtungen. Parallel dazu spielt die Stromerzeugung durch erneuerbare Energien eine immer wichtigere Rolle. Ziel ist es, möglichst viel des lokalen Strombedarfs durch nachhaltige Quellen zu decken

Eine ausgeglichene oder sogar positive Energiebilanz – bei der mehr Strom erzeugt als verbraucht wird – stärkt die regionale Energieautarkie und trägt aktiv zum Klimaschutz bei.

2.2.1 Stromverbrauch

Durch die Bayernwerk Netz GmbH wurde der Gesamtstromverbrauch der Jahre 2021 bis 2023, unterteilt nach verschiedenen Verbrauchsgruppen, zur Verfügung gestellt.

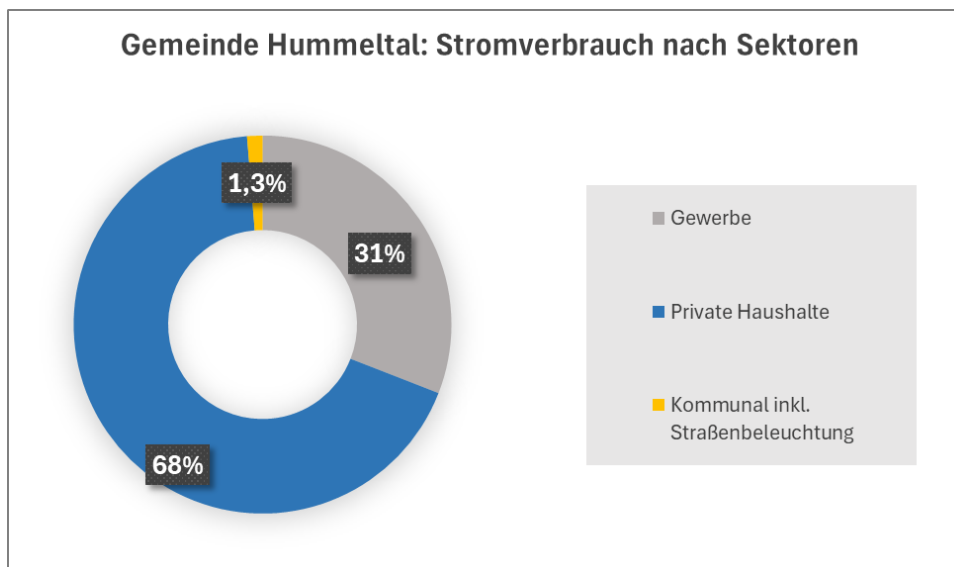
Abbildung 12: Stromverbrauch 2021-2023



Quelle: Eigene Darstellung (Daten: Bayernwerk Netz GmbH, kommunale Angaben)

Insgesamt ist der Stromverbrauch im Gemeindegebiet zwischen 2021 und 2023 um 12 % auf gut 4.810 MWh gesunken.

Vom gesamten Stromverbrauch entfallen rund 31 % auf Gewerbe. Der Anteil der privaten Haushalte liegt bei ungefähr 68 %.

Abbildung 13: Stromverbrauch nach Sektoren 2021-2023

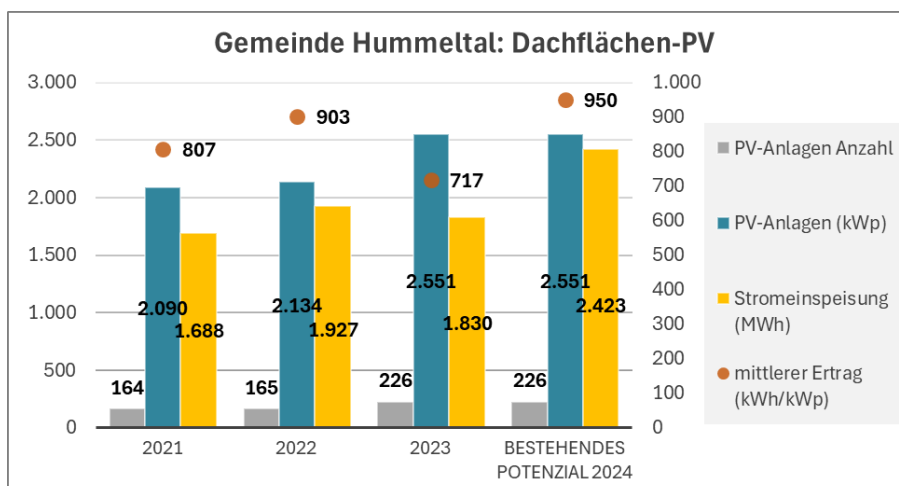
Quelle: Eigene Darstellung (Daten: Bayernwerk Netz GmbH, kommunale Angaben)

2.2.2 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (EE)

In Hummeltal wird erneuerbarer Strom bereits durch Photovoltaikanlagen und eine Windkraftanlage erzeugt (siehe auch: Energieinfrastruktur). Die jährlichen Strom-Einspeisemengen wurden durch Bayernwerk und die Stadtwerke Bayreuth zur Verfügung gestellt. Die Anlagendaten, wie Anzahl und Leistung) wurden dem Energieatlas entnommen. Dabei wurden kleine Anlagen (bis 2 kW; Balkonkraftwerke) nicht mitberücksichtigt.

2.2.2.1 Photovoltaik

Die Anlagenanzahl und die installierte Leistung ist in den drei Betrachtungsjahren um rund ein Viertel angestiegen. Im Bilanzjahr 2023 sind 226 PV-Dachanlagen mit einer Leistung von 2.550 kWp installiert. Die spezifische Einspeisemenge (kWh/kWp) variiert in den Jahren 2021 bis 2023 zwischen 700 bis 900 h. Die Einspeisemenge ist neben der Solarstrahlung auch abhängig vom Eigenverbrauch und dem Inbetriebnahmedatum größerer Anlagen im jeweiligen Jahr.

Abbildung 14: Dachflächen-PV 2022-2024

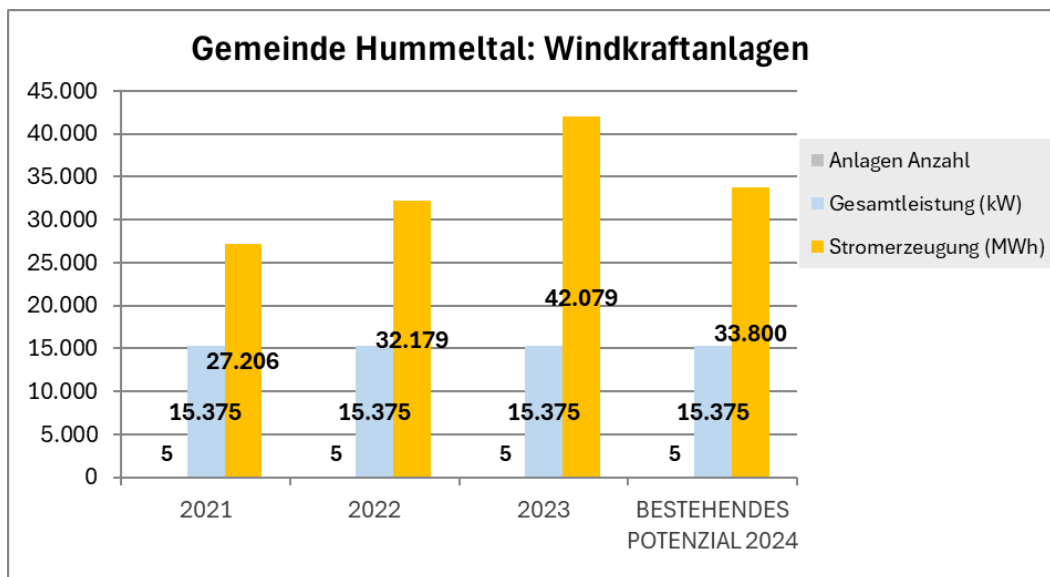
Quelle: Eigene Darstellung (Daten Bayernwerk)

Bei einem durchschnittlich zu erwartenden Ertrag von 950 kWh/kWp (= inkl. Eigenverbrauch) liegt das jährliche Stromerzeugungspotenzial des Anlagenbestands im Jahr 2024 bei rund 2.420 MWh.

2.2.2.2 Windkraft

Die Stromerzeugung bei Windkraftanlagen ist stark von der Windhöffigkeit abhängig. Im östlichen Gemeindegebiet, nahe an der Grenze zu Gesees, Haag und Creußen befinden sich fünf Windkraftanlage mit einer Leistung von je 3.075 kW (Inbetriebnahme 2014/2015). Das dargestellte bestehende Stromerzeugungspotenzial entspricht dem Mittelwert der Jahre 2021 bis 2023. Es entspricht einer Erzeugungsmenge von 33.800 MWh/a bei rund 2.200 Vollbenutzungsstunden.

Abbildung 15: Windkraftanlagen 2021-2023

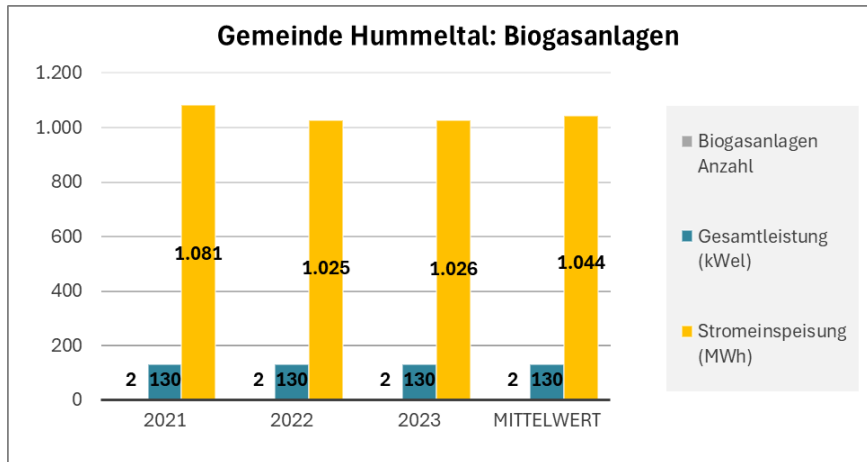


Quelle: Eigene Darstellung (Daten: Bayernwerk und Stadtwerk Bayreuth)

2.2.2.3 Biogas

Im Gemeindegebiet sind zwei Biogasanlagen in Betrieb, mit 75 kWel (Inbetriebnahme 2018) und 55 kWel (Inbetriebnahme 2020). Im Durchschnitt der Jahre 2021 bis 2023 lag die Stromeinspeisung bei etwas über 1.000 MWh/a

Abbildung 16: Biogasanlagen 2021-2023

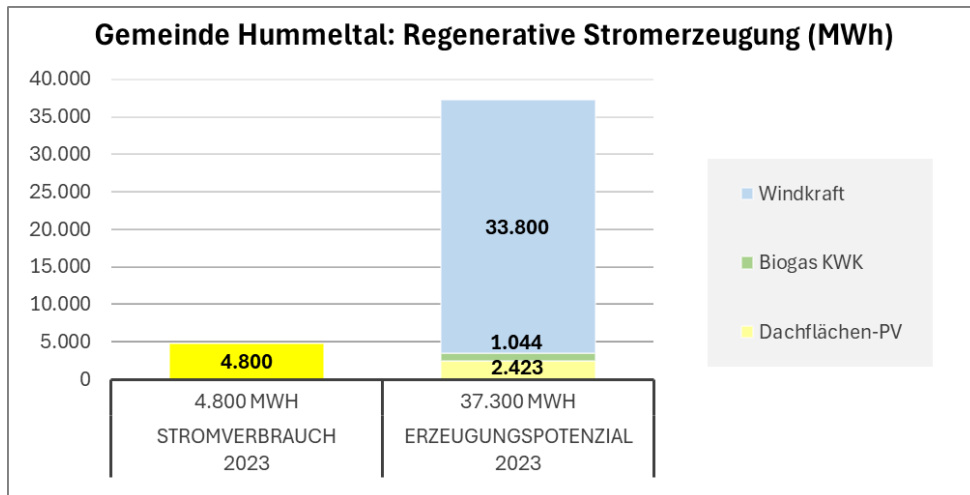


Quelle: Eigene Darstellung (Daten: Bayernwerk)

2.2.3 Gegenüberstellung Stromverbrauch – bestehende erneuerbare Stromerzeugung

Das bestehende Stromerzeugungspotenzial beträgt in Hummeltal jährlich rund 37.300 MWh. Dies übersteigt den aktuellen Stromverbrauch um das Sieben- bis Achtfache.

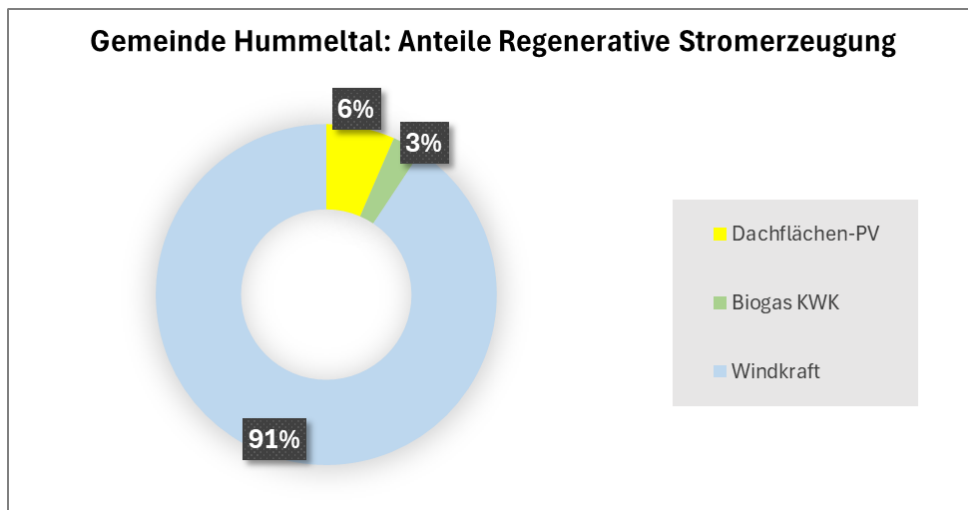
Abbildung 17: Stromverbrauch und erneuerbare Stromerzeugung



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datengrundlage: Bayernwerk/Stadtwerke Bayreuth)

Über 90 % der erneuerbaren Stromerzeugung entfallen auf Windkraft. Photovoltaik-Dachanlagen tragen derzeit 6 % bei, ihr Anteil wächst jedoch kontinuierlich durch den fortlaufenden Ausbau.

Abbildung 18: Anteile erneuerbare Stromerzeugung



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datengrundlage: Bayernwerk/Stadtwerke Bayreuth)

2.3 Energiebilanz Wärme

Der Wärmebedarf für das gesamte Gemeindegebiet wird anhand der digitalen Flurkarte (DFK) zur Bestimmung der Gebäudenutzung sowie dem 3D-Gebäudemodell (LoD 2) zur Berechnung der Nutz- bzw. Wohnflächen mittels spezifischer Kennwerte ermittelt. Die Ergebnisse werden mit den Daten für den Wohngebäudebestand und den Kkehrbuchdaten des Bayerischen Landesamtes für Statistik abgeglichen.

Im Gegensatz zum Wärmeverbrauch ist der Wärmebedarf keine gemessene, sondern eine berechnete Größe. Mit dem spezifischen Wärmebedarf ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) und der beheizten Nutz- bzw. Wohnfläche des Gebäudes lässt sich der absolute Wärmebedarf der Gebäude berechnen. Die Zuordnung, des je nach Baualter unterschiedlich hohen spezifischen Wärmebedarfs, erfolgt durch Auswertung von Bebauungsplänen und Daten des Zensus 2011. Dieser beinhaltet die Baualtersklasse von Wohngebäuden in einem Raster von 100 m Seitenlänge.

Der berechnete Wärmebedarf spielt innerhalb der Wärmeplanung eine wichtige Kenngröße und dient zur Erstellung des gebäudescharfen Wärmekatasters und darauf aufbauend als Grundlage für die strategische Planung und die Herleitung von Maßnahmen und Versorgungsoptionen.

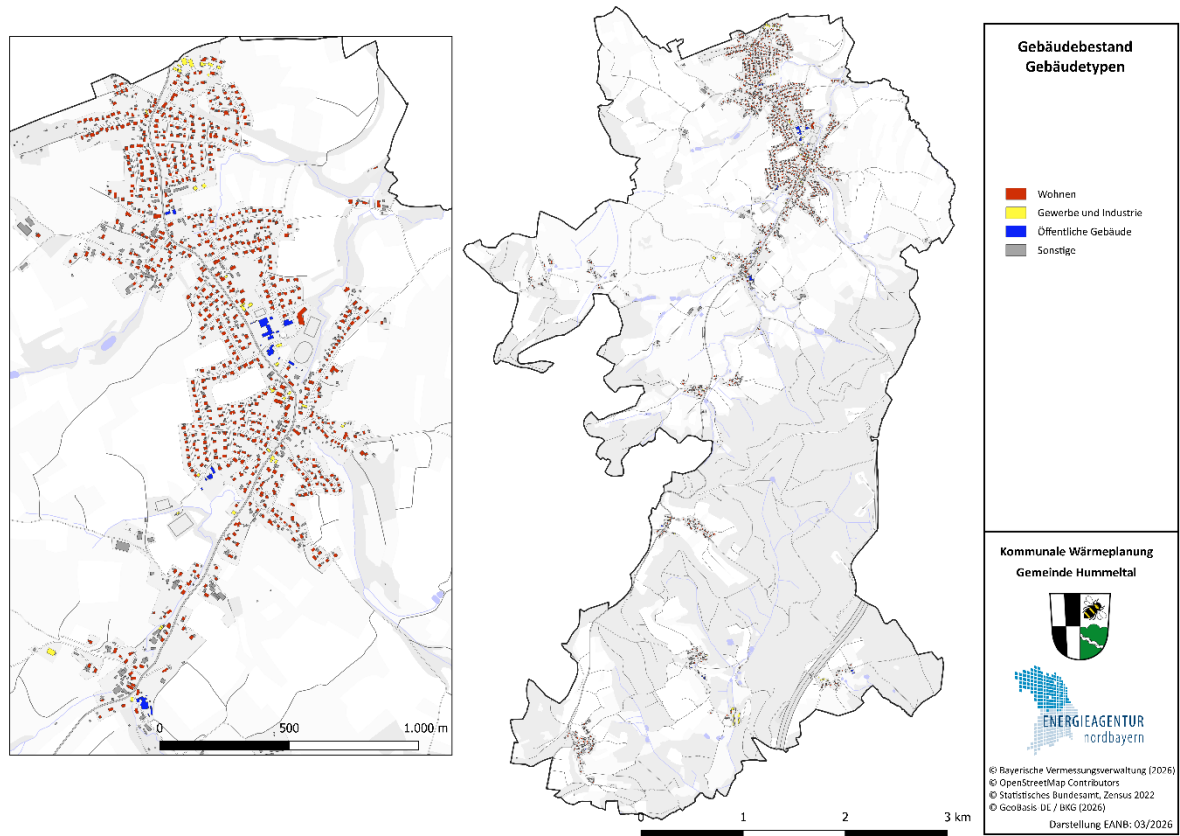
2.3.1 Gebäudebestand

Unter Berücksichtigung aller direkten und indirekten Emissionen sind Gebäude (Wohn- und Nichtwohngebäude) derzeit für bis zu 30 % der Treibhausgasemissionen (THG) in Deutschland verantwortlich. Das Bundes-Klimaschutzgesetz² fordert bis 2045 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Dieses Ziel ist nur durch eine Kombination aus energetischer Sanierung der Gebäudehülle und gleichzeitigem Umstieg auf eine klimaneutrale Wärmeerzeugung zu erreichen.

² Klimaschutzgesetz der Bundesregierung, 12.05.2021 und Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzgesetzes

Die Gebäudenutzung wird anhand der Angaben der digitalen Flurkarte (DFK) und dem 3D Gebäudemodell ermittelt³. Für das Gemeindegebiet Hummeltal sind 28 % Wohngebäude, 2 % Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe (auch Landwirtschaft) und 2 % öffentliche Gebäude angegeben. Die restlichen Gebäude sind „sonstige“ Nutzung wie z.B.: Garagen und unbeheizte Hallen.

Abbildung 19: Karte Gebäudetypen



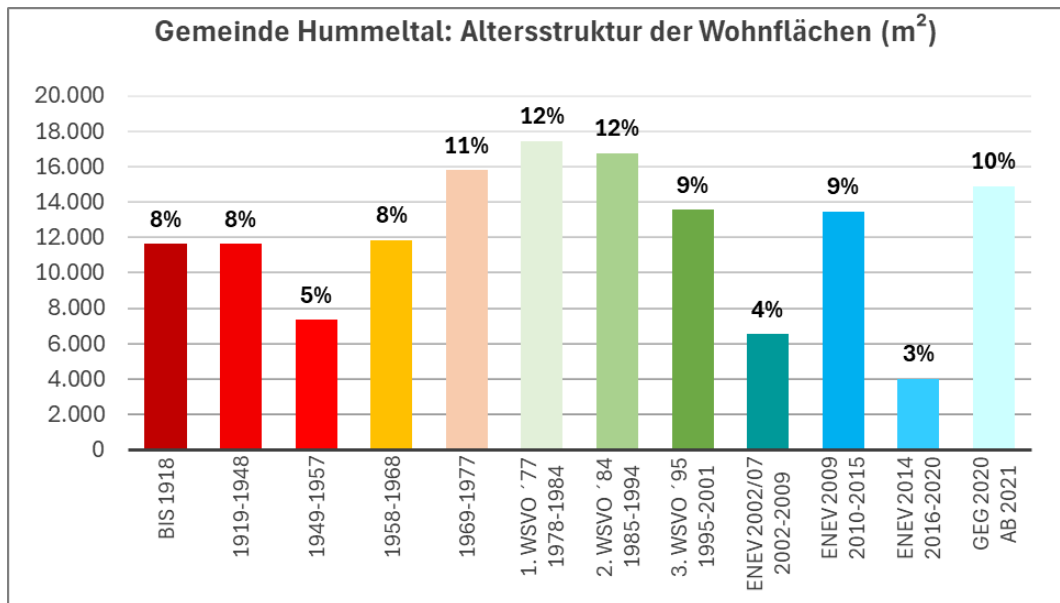
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage DFK (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

³ Außerdem werden Gebäudetypen aus OpenStreetMaps (OSM) integriert

2.3.1.1 Wohngebäude

Für den Wohngebäudebestand wird der Wärmebedarf anhand statistischer Datengrundlagen ermittelt. Folgende Abbildungen zeigen die Bautätigkeit in Abhängigkeit der Baualtersklassen im gesamten Gemeindegebiet:

Abbildung 20: Altersstruktur der Wohngebäude



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Statistik Kommunal, Bayerisches Landesamt für Statistik

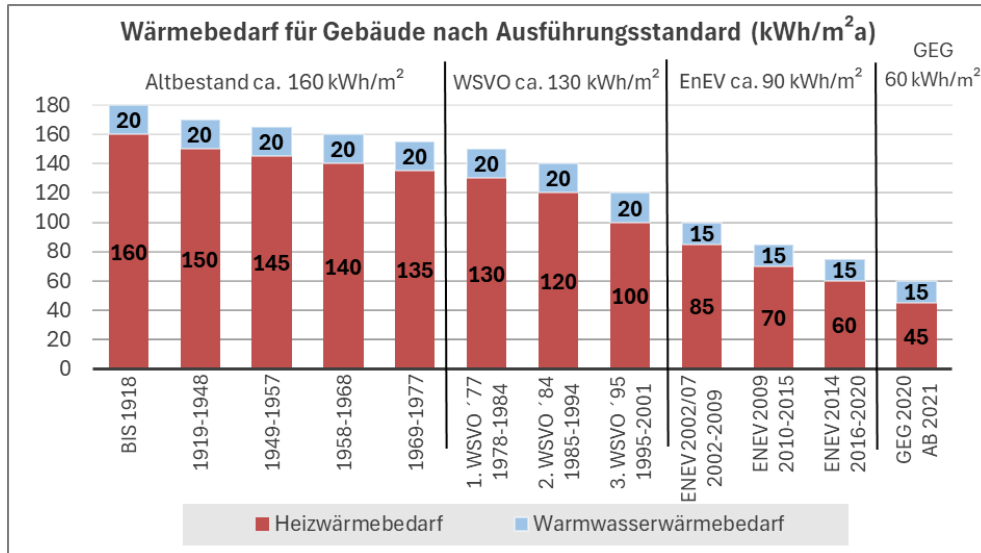
Insgesamt gibt es im Gemeindegebiet 1.261 Wohneinheiten in 806 Wohngebäuden. Knapp 40 % des Wohngebäudebestandes sind „Altbauten“, die bis 1977 vor der 1. Wärmeschutzverordnung (WSVO) errichtet wurden. Auch wenn vermutlich ein Großteil dieser Gebäude bereits teilsaniert ist, sind durch energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen weitere Einsparpotenziale zu realisieren. Dies trifft auch auf neuere Gebäude zu, die bis einschließlich zur 3. WSVO errichtet wurden.

Die gesamte Wohnfläche beläuft sich auf rund 145.000 m², das entspricht je Einwohner einer Fläche von 59 m².

2.3.1.2 Spezifischer Wärmebedarf

Folgende Abbildung zeigt den statistischen, spezifischen Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser für den Wohngebäudebestand nach Ausführungsstandard:

Abbildung 21: Wärmebedarf für Wohngebäude nach Ausführungsstandard



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Institut für Wohnen und Umwelt IWU; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

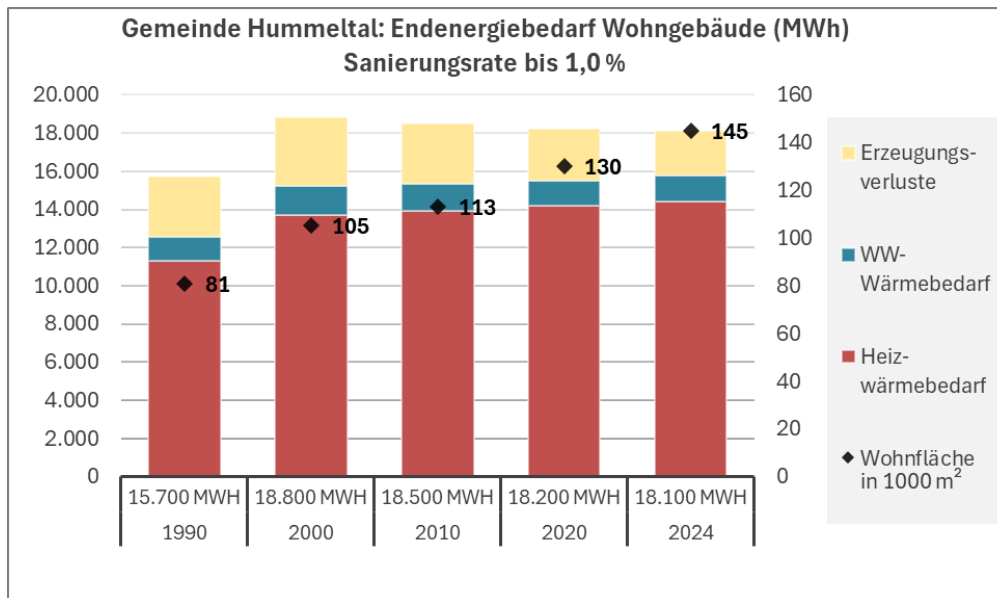
Während frühere Dämmvorschriften allein die Verhinderung von Schäden durch Kondensatausfall in den Bauteilen im Blickfeld hatten, sollte durch die Einführung der 1. WSVO im Jahr 1977 zum ersten Mal der Endenergiebedarf der Gebäude gesenkt werden. Seit der 3. WSVO von 1995 wird für Neubauten der Jahres-Heizwärmebedarf auf ca. 100 kWh/a je m² Wohnfläche begrenzt. In der Energie-Einsparverordnung (EnEV) von 2002 werden die Regelwerke für die Qualität der Gebäudehülle und der Effizienz der Anlagentechnik zusammengefasst. Die EnEV definiert demzufolge einen einzuhaltenden Jahres-Primärenergiebedarf. Eine Novellierung der EnEV im Jahr 2009 und 2014 führte zu einer weiteren Verbesserung der Energiestandards im Gebäudebereich.

Seit November 2020 ersetzt das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) die EnEV. Hier kam es zu geringfügigen Änderungen für den Neubau und die Sanierung. Mit der GEG-Novelle 2023 wurde eine weitere Verschärfung für die Neubauanforderungen eingeführt. Die vieldiskutierte Novelle zum Gebäude-Modernisierungsgesetz (GMG) für 2026 beinhaltet lediglich Änderungen für die Gebäudebeheizung, die Anforderungen für die Gebäudehülle bleiben unverändert bei ca. 45 kWh/m² für den Heizwärmebedarf.

2.3.1.3 Heizwärme- und Endenergiebedarf

Folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme und den Anstieg der Wohnfläche seit 1990. Hierbei wird ein zurückliegendes Sanierungsszenario für den Wohngebäudebestand simuliert. Die energetische Sanierungsrate liegt derzeit bei jährlich knapp einem Prozent.

Abbildung 22: Entwicklung Wohnfläche und Heizwärmebedarf 1990-2023



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes und die fortwährende Verbesserung der Neubauanforderungen sowie der Heiztechnik, wird der nötige Wärmebedarf immer effizienter erzeugt. Trotz des stetigen Wohnflächenzuwachses ist der Wärme-Energiebedarf im Wohngebäudesektor seit 2000 leicht rückläufig. Aufgrund der hohen Bautätigkeit in den 90er Jahren ist der Energiebedarf zwischen 1990 und 2024 insgesamt von 15.700 MWh auf 18.100 MWh um 18 % gestiegen. Dagegen hat die Wohnfläche im gleichen Zeitraum um 79 % zugenommen.

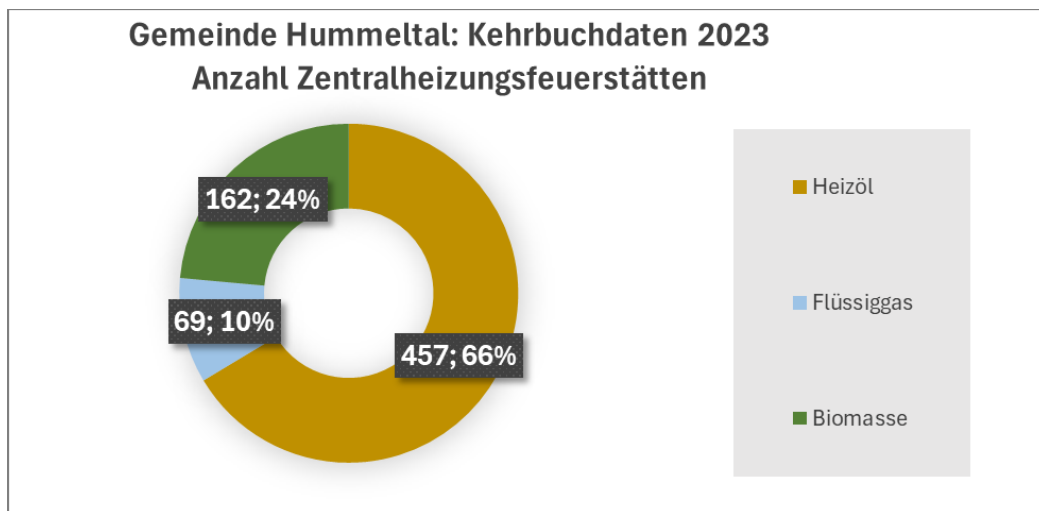
2.3.2 Anlagen zur dezentralen Wärmeerzeugung

Die dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen wurden anhand der Kehrbuchdaten, der geförderten Solarthermieranlagen und des Heizstroms ermittelt.

2.3.2.1 Kehrbuchdaten

Für das Jahr 2023 wurden die Kehrbuchdaten durch das Bayerische Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellt. Mit einem Anteil von 66 % dominieren die Heizölanlagen, gefolgt von Biomasseheizkesseln mit 24 % und Flüssiggasanlagen mit 10 %.

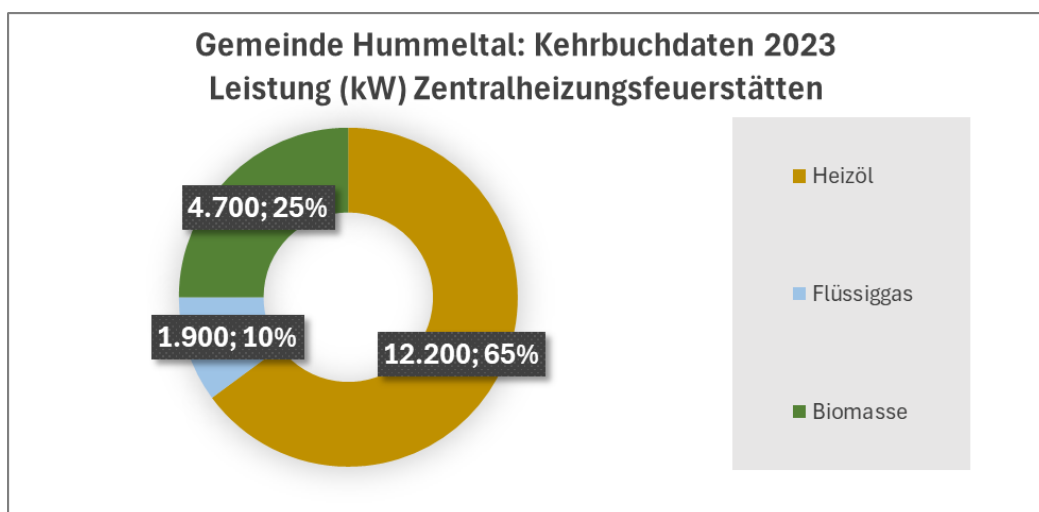
Abbildung 23: Anzahl Feuerstätten 2023



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Bayerisches Landesamt für Statistik

Bezogen auf die Heizleistung kommt es zu keiner größeren Verschiebung bei den Heizanteilen der fossilen Feuerstätten.

Abbildung 24: Leistung (kW) Feuerstätten 2023

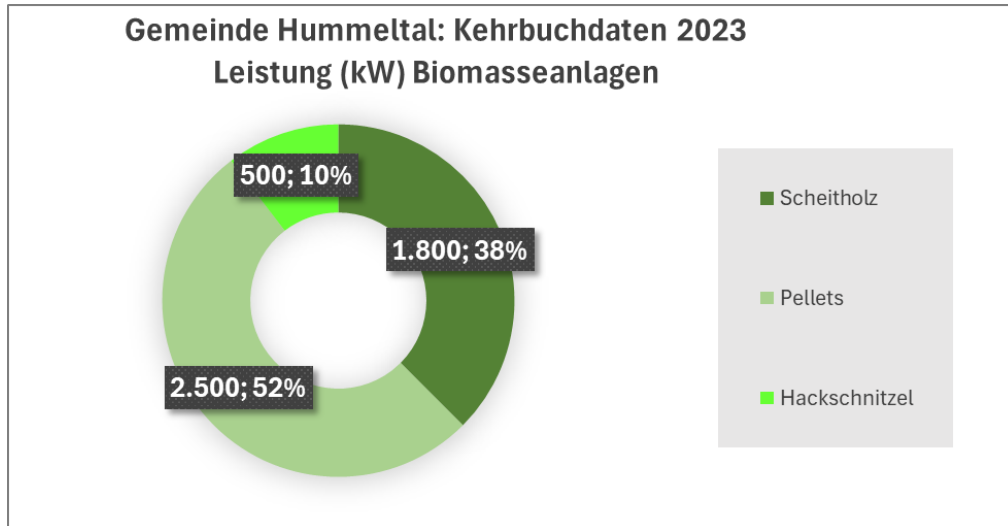


Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Bayerisches Landesamt für Statistik

2.3.2.2 Biomasse (Holz)

Bei den Biomasseanlagen kommen in Hummeltal Scheitholz-, Pellet- und Hackschnitzelkessel zum Einsatz.

Abbildung 25: Leistung (kW) Biomassekessel 2023



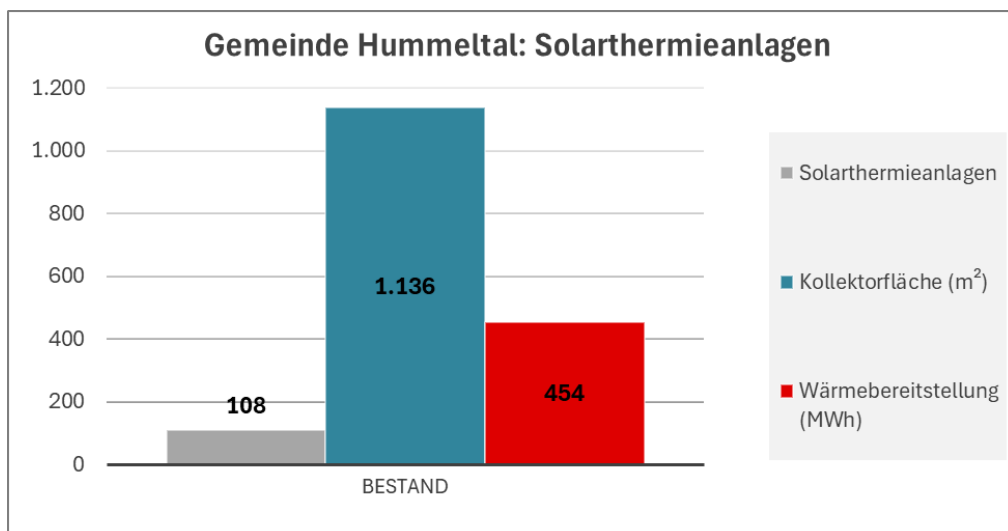
Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Bayerisches Landesamt für Statistik

Pelletkessel stellen mit einer Gesamtleistung von rund 2.500 kW und einem Anteil von 52 % die dominierende Technologie unter den Biomasseanlagen dar. An zweiter Stelle folgen Scheitholzessel mit einer installierten Leistung von 1.800 kW, entsprechend 38 %. Hackschnitzelanlagen nehmen mit 500 kW einen Anteil von 10 % an der Biomasseheizleistung ein.

2.3.2.3 Solarthermie

Solarthermische Anlagen erzeugen Wärme zur Warmwassererwärmung und/oder Heizungsunterstützung. Zur Datenerhebung kann hier auf den Solaratlas zurückgegriffen werden, der die geförderten Solarthermieranlagen bis 40 m² Kollektorfläche abbildet.

Abbildung 26: Solarthermieranlagen im Bestand



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Solaratlas

Im Jahr 2022 waren im Gemeindegebiet Hummeltal 108 geförderte Solarthermieranlagen mit rund 1.140 m² Kollektorfläche installiert, die in etwa 450 MWh Wärme erzeugen. Die durchschnittliche Anlagengröße liegt bei 10,5 m² Kollektorfläche.

2.3.2.4 Wärmepumpen

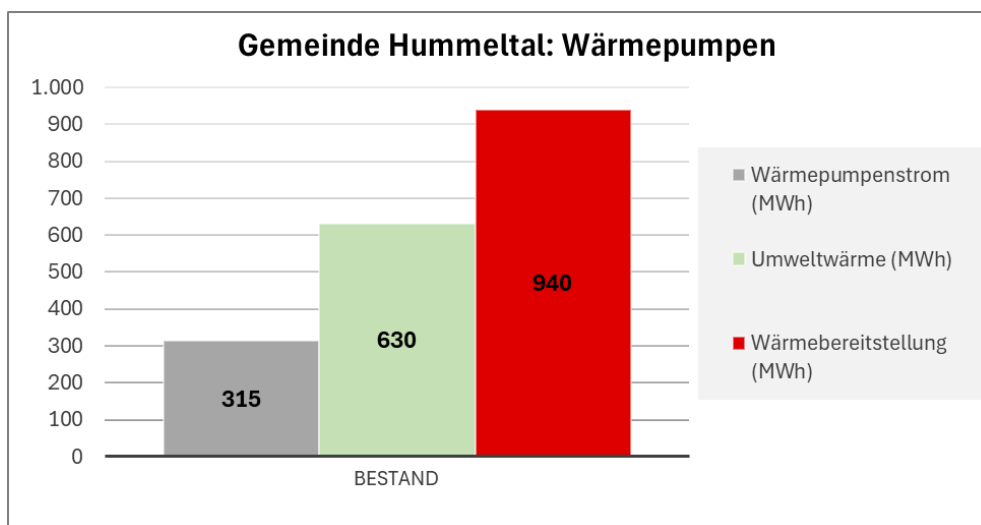
Eine Wärmepumpe erzeugt durch den Einsatz von Strom thermische Energie. Diese stammt aus einem Reservoir mit niedrigerer Temperatur (Umgebungswärme) welches auf ein höheres Temperaturniveau (Raumwärme) gebracht wird. Mit Wärmepumpen kann im Sommer auch gekühlt werden.

Für Wärmepumpen gibt es drei wesentliche Wärmequellen und Techniken:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe, entzieht die Energie aus der Umgebungsluft
- Sole-Wasser-Wärmepumpe, entzieht die Energie aus der Erde über Kollektoren oder Erdwärmesonden
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe, entzieht die Energie aus dem Grundwasser

Der Anteil der Wärmepumpen wurde auf Basis der Stromdaten der Bayernwerk Netz GmbH ermittelt. Zum Ansatz kommt ein Anteil von 6 % am Stromverbrauch für Hummeltal. Entsprechend 315 MWh Stromverbrauch erzeugen die Wärmepumpen aktuell jährlich rund 940 MWh Wärme. Dabei wurde eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3 angenommen.

Abbildung 27: Wärmepumpen im Bestand

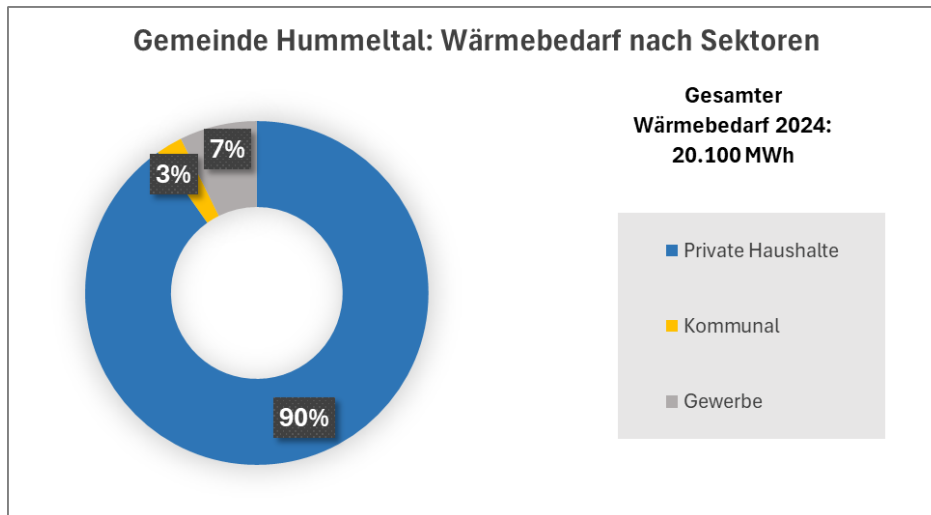


Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Bayernwerk Netz GmbH

2.3.3 Gesamter Wärmebedarf und Wärmemix

Anhand der Gebäudenutzung aus der digitalen Flurkarte (DFK) und den statistischen Daten des Wohngebäudebestandes erfolgt eine Berechnung des Wärmebedarfs für den gesamten Gebäudebestand im Gemeindegebiet Hummeltal.

Abbildung 28: Gesamter Wärmebedarf nach Sektoren 2024

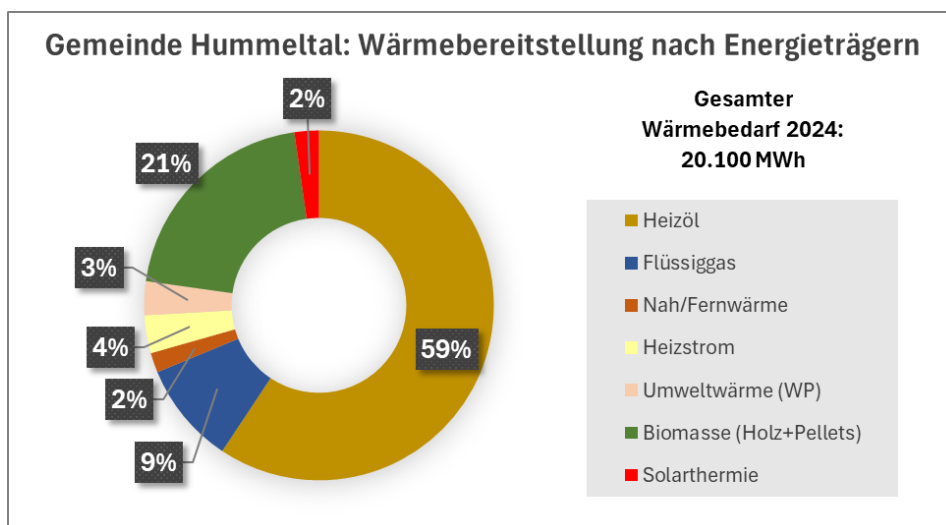


Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Für das Bilanzjahr 2024 ergibt sich ein gesamter, jährlicher Wärmebedarf von 20.100 MWh. Wohngebäude (private Haushalte) überwiegen deutlich mit einem Anteil von 90 %. Kommunale Gebäude machen 3 % des Wärmebedarfs aus. Büro- bzw. Gewerbegebäude liegen bei 7 %.

Anhand der Datenerhebung zum leitungsgebundenen Energieverbrauch und den dezentralen Wärmeerzeugern ergibt sich folgende Aufteilung der aktuellen Wärmebereitstellung:

Abbildung 29: Wärmebereitstellung nach Energieträgern 2024



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

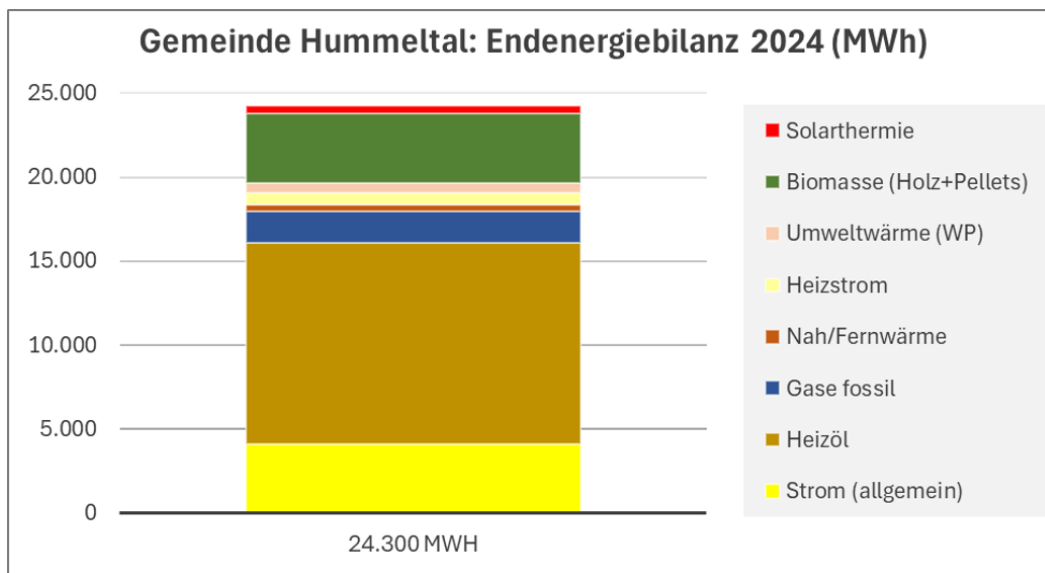
Derzeit werden noch 68 % der gesamten Wärme durch die fossilen Energieträger Heizöl und Flüssiggas erzeugt. Bei der erneuerbaren Wärmeerzeugung stellt Biomasse aus Holz mit einem Anteil von 21 % (inkl. Nahwärme 25 %) den größten Beitrag vor Wärmepumpen (inkl. Umweltwärme) und Solarthermie.

2.4 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zur Grundlage der kommunalen Klimaschutzaktivitäten wird eine Endenergiebilanz erstellt. Endenergie bezeichnet den Anteil der Primärenergie, der nach Erzeugungs- und Netzverlusten beim Endverbraucher ankommt – also jenen Teil, auf den die Kommune direkten Einfluss nehmen kann.

Die Endenergiebilanz bildet den gesamten Energieverbrauch innerhalb des Gemeindegebiets ab.

Abbildung 30: Endenergiebilanz 2024



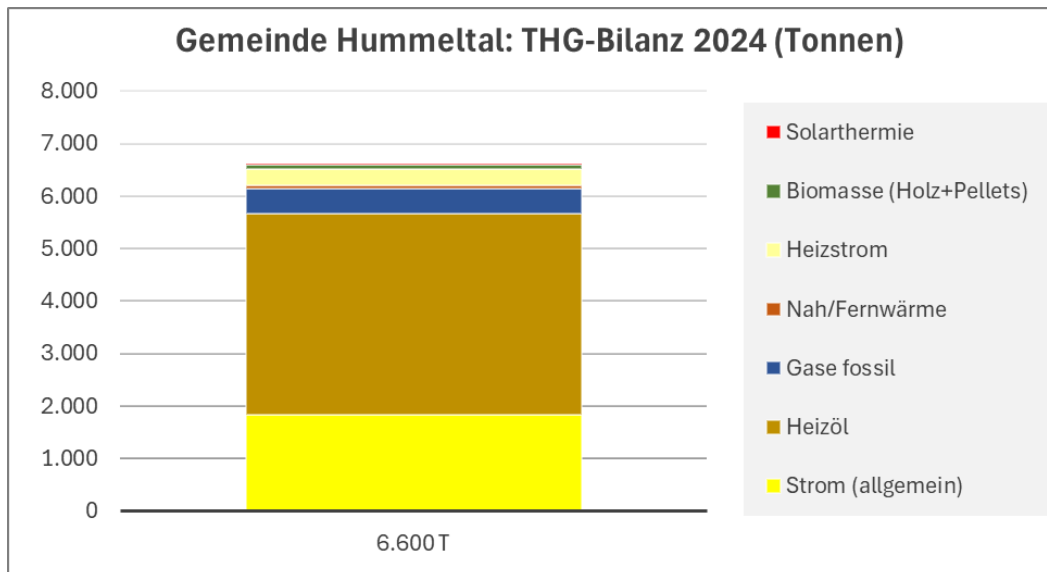
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

In Hummeltal werden insgesamt 24.300 MWh Endenergie pro Jahr verbraucht. Davon entfallen 17 % auf den sogenannten Allgemeinstrom, während der Wärmebereich mit 83 % den weitaus größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch ausmacht. Innerhalb des Wärmeverbrauchs dominieren fossile Energieträger wie Heizöl und Gase mit einem Anteil von 57 %. Diese Zahlen verdeutlichen die Dringlichkeit einer konsequenten und zügigen Wärmewendestrategie.

Die Treibhausgase Methan, Lachgas, Fluorchlorkohlenwasserstoffe etc. werden mit CO₂ zusammengefasst und in der hier vorliegenden Arbeit mit der Einheit CO₂-Äquivalent angegeben. Die Emissionen umfassen die gesamte Energieerzeugung inklusive der vorgelagerten Prozessketten (Life Cycle Assessment, LCA) – also alle Emissionen, die entlang der gesamten Vorkette entstehen: von Förderung bzw. Herstellung über Transport bis hin zur Entsorgung. Jedem Energieträger ist dabei ein spezifischer Emissionsfaktor zugeordnet.

Auf Basis der zuvor dargestellten Endenergiebilanz ergibt sich folgende Treibhausgasbilanz:

Abbildung 31: Treibhausgasbilanz 2024



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Die jährlichen THG-Emissionen in Hummeltal belaufen sich derzeit auf 6.600 Tonnen CO₂-Äquivalente. Davon entfallen 28 % auf den Bereich Allgemeinstrom und 72 % auf die Wärmebereitstellung.

Die aktuellen, personenbezogenen Emissionen (ohne Verkehr) liegen in Hummeltal bei etwa 2,7 Tonnen pro Einwohner und Jahr und liegen damit deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von ca. 6 Tonnen.

Gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz muss Deutschland bis spätestens 2045 klimaneutral sein. Bayern hat sein ursprüngliches Zieljahr 2040 inzwischen aufgegeben. Spätestens ab 2045 dürfen keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden. Durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien soll der Emissionsfaktor für Strom perspektivisch gegen null sinken.

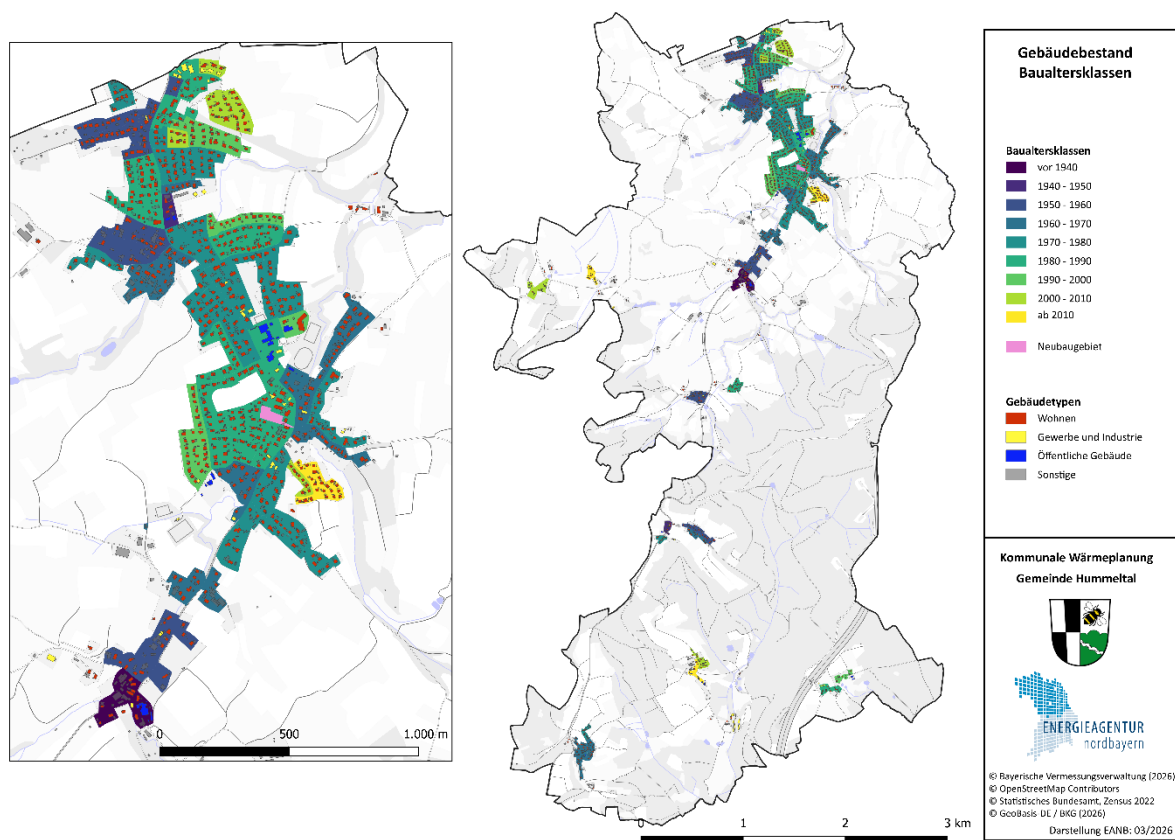
2.5 Gebäudescharfes Wärmekataster

Die Ergebnisse aus der Energiebilanz Wärme werden unter Berücksichtigung der gemeindebezogenen Baualtersklassen gebäudescharf in das GIS-System übertragen, um geeignete Quartiere bzw. Sektoren zur Ausweisung von Wärmenetz Eignungsgebieten ermitteln zu können.

2.5.1 Baualtersklassen Gebäudebestand

Die Zuordnung von Baualtersklassen erfolgt auf Grundlage der Bebauungspläne für ausgewiesene Baugebiete. Zusätzlich werden die Rasterdaten des Zensus 2022 zur Baualtersklasse von Wohngebäuden in die Bewertung einbezogen. In den Ortskernen herrscht häufig eine Mischnutzung mit überwiegend älterem Gebäudebestand.

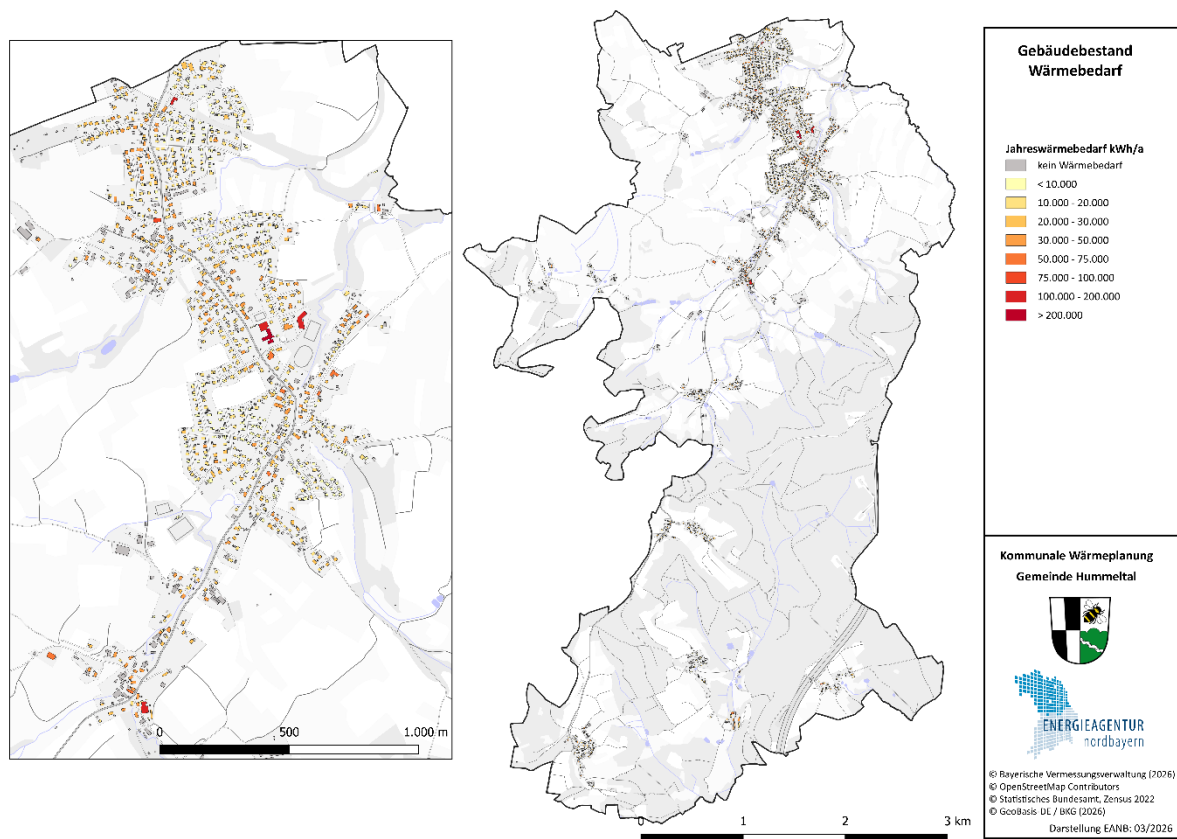
Abbildung 32: Karte Baualtersklassen der Quartiere



Quelle: Eigene Darstellung durch Auswertung Datengrundlage (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

2.5.2 Jahreswärmebedarf je Gebäude

Aus dem 3D-Gebäudemodell werden für jedes Gebäude überschlägige Wohn- bzw. Nutzflächen berechnet – basierend auf der Gebäudehöhe und der Grundfläche. Diese Flächenangaben werden mit statistischen Werten zum Wohngebäudebestand abgeglichen (siehe auch Abschnitt: „Energiebilanz Wärme / Wohngebäude“). Mithilfe spezifischer Wärmebedarfskennwerte (in kWh/m²) für die jeweiligen Baualtersklassen lässt sich jedem Gebäude ein individueller, gebäudescharfer Jahreswärmebedarf zuordnen.

Abbildung 33: Karte Wärmekataster – Jahreswärmebedarf je Gebäude

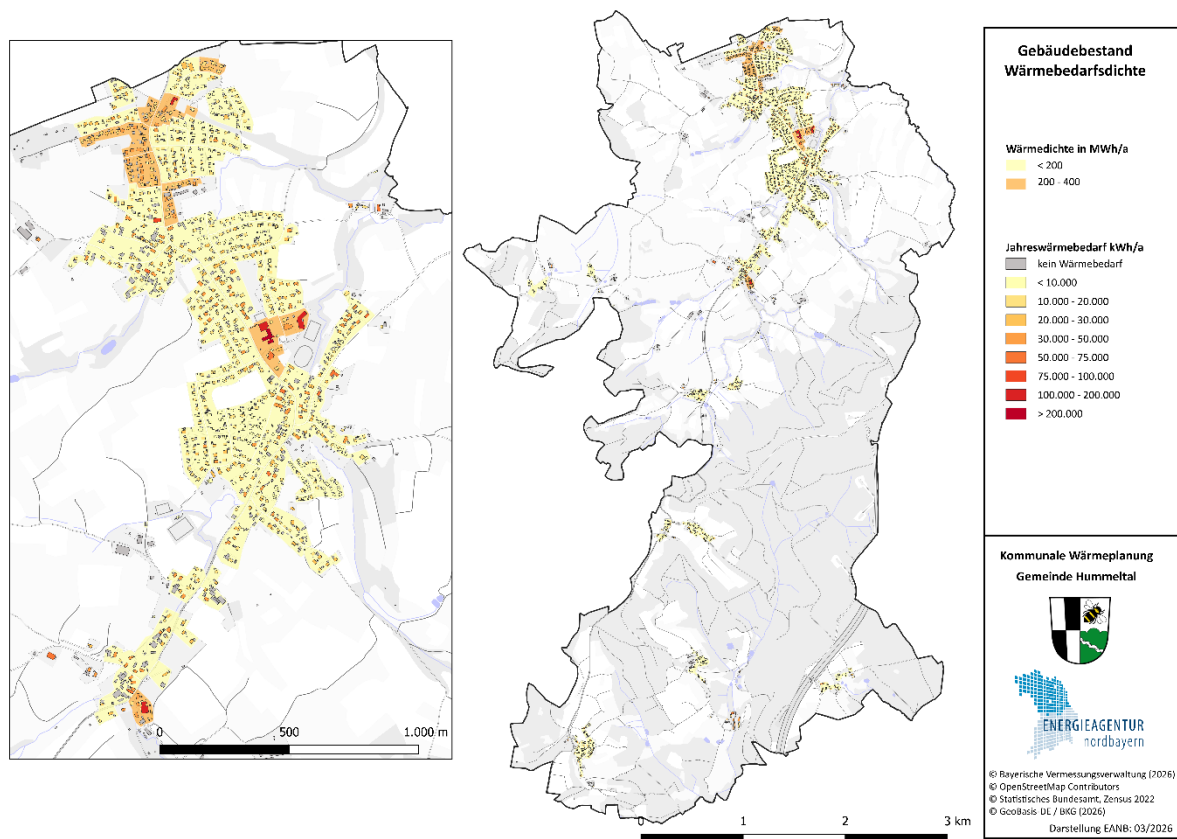
Quelle: Eigene Darstellung durch Auswertung Datengrundlage (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

2.5.3 Wärmebedarfsdichte Gebäudebestand

Ein erster Indikator für die Realisierbarkeit eines Wärmenetzes ist die Wärmebedarfsdichte im betrachteten Gebiet. Je höher diese Dichte, desto wahrscheinlicher ist eine wirtschaftlich tragfähige Umsetzung. Um die hohen Investitionskosten für die Infrastruktur zu amortisieren, ist ein ausreichender Wärmeabsatz über das Netz erforderlich.

Auf Basis der Clusterung nach Gebäudetypen und Baualtersklassen werden möglichst homogene Sektoren bzw. Quartiere gebildet. Durch die gebäudescharfe Berechnung des Wärmebedarfs lässt sich der sektorbezogene Bedarf in MWh pro Hektar (MWh/ha) ermitteln.

Die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte – also der Wärmebedarf der Gebäude in Relation zur Fläche – dient als zentrale Kennzahl zur Identifikation geeigneter Fokusgebiete für ein Wärmenetz. Sektoren mit dichter Bebauung und größeren Gebäuden weisen in der Regel eine höhere Wärmebedarfsdichte auf als beispielsweise Gebiete mit Ein- und Zweifamilienhäusern.

Abbildung 34: Karte Wärmekataster - Wärmebedarfsdichte Bestandsgebäude

Quelle: Eigene Darstellung durch Auswertung Datengrundlage (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Sektoren mit einer Wärmebedarfsdichte von mehr als 400 MWh/ha⁴ können unter Berücksichtigung weiterer Kriterien wie vorhandener Wärmenetze oder sogenannter Ankerkunden für eine zentrale Wärmeversorgung in Frage kommen. Als Ankerkunden gelten größere Einrichtungen mit konstant hohem Wärmebedarf, etwa Schulen, Gewerbebetriebe oder öffentliche Einrichtungen. Sie spielen eine zentrale Rolle bei der Planung und dem wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen.

Grundsätzlich wird für eine zentrale Wärmeversorgung eine Wärmebedarfsdichte von mindestens 600 MWh/ha empfohlen. In Hummeltal gibt es keine Gebiete mit einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 600 MWh/ha. Auch die 400 MWh/ha-Marke wird nicht überschritten.

In Sektoren mit einer Wärmebedarfsdichte unter 400 MWh/ha sind dezentrale Wärmeversorgungskonzepte in der Regel die erste Wahl. Kleine Wärmenetze (= Gebäudenetze) können aber auch hier in Einzelfällen durchaus sinnvoll sein.

⁴ In Anlehnung an Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung, KEA-BW, Dez. 2020

3. Potenzialanalyse

Aufbauend auf der Bestandsanalyse untersucht die Potenzialanalyse die Möglichkeiten zur zukünftigen, klimafreundlichen Wärmeversorgung im Gemeindegebiet. Ziel dieses Kapitels ist es, die technisch und grundsätzlich nutzbaren Potenziale für eine nachhaltige Wärmeerzeugung systematisch zu identifizieren und in ihrer Größenordnung abzuschätzen. Dabei spielen mehrere Säulen eine zentrale Rolle. Einerseits werden erneuerbare Energien als zentrales Potenzial für grüne Wärme betrachtet. Diese können beispielsweise Solarthermie, Geothermie, Biomasse oder auch Aquathermie umfassen. Andererseits werden Abwärmequellen innerhalb des Gemarkungsgebiets bewertet, wie etwa aus Abwasser oder aus möglichen industriellen oder gewerblichen Unternehmen. Auch Potentiale zur regenerativen Stromerzeugung werden untersucht (Kapitel 3.2), da ein erheblicher Anteil der Wärme in Zukunft mit Strom erzeugt werden wird (Sektorenkopplung). Die Potenzialanalyse betrachtet diese Optionen gebietsscharf, technologieoffen und ohne Vorfestlegung auf konkrete Maßnahmen oder Projekte. Sie dient damit als analytische Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios und die spätere Ableitung strategischer Handlungsempfehlungen. Zusätzlich wird untersucht, wie Energieeinsparung und Prozesseffizienz den Wärmebedarf in der Zukunft beeinflussen und reduzieren können.

Alle diese Informationen sind zentrale Bestandteile für die Entwicklung der Wärmewendestrategie an späterer Stelle. Sie zeigen den Rahmen auf, innerhalb dessen sich regionale, klimaneutrale Wärmeversorgungskonzepte bewegen können.

Wichtig ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die im Folgenden dargestellten Potenziale im Wesentlichen technische Potenziale darstellen. Diese bestimmen je Energiequelle, wie viel Ertrag mit üblichen technischen Anlagen auf den verfügbaren Flächen möglich ist. Dabei werden u.a. auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, ebenso wie technologische Grenzwerte. Allerdings werden wirtschaftliche Einflussfaktoren (bspw. Erschließungs- und Investitionskosten und deren Verhältnis zu möglichen Erträgen) nicht explizit einbezogen. Ob ein Potenzial auch wirtschaftlich gehoben werden kann, muss im Einzelfall beurteilt werden.

3.1 Potenziale zur Bedarfsreduktion

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude hat das größte Potenzial zur Reduktion der Wärmefachfrage im Gebäudesektor und sollte daher mit höchster Priorität verfolgt werden. Dabei gilt es sowohl die energetische Sanierungsrate zu erhöhen als auch die mit einer Sanierung erreichbaren Effizienzstandards zu verbessern. Parallel dazu muss die Wärmeerzeugung konsequent auf erneuerbare Energien umgestellt werden.

Nach der Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045⁵ muss die jährliche Sanierungsrate bei Wohngebäuden von derzeit etwa 1 % auf rund 1,7 % bis zum Jahr 2030 und auf mindestens 1,9 % bis 2040 steigen. Im Folgenden wird ausgehend von der Sanierung von Wohngebäuden das Einsparpotenzial für den gesamten Gebäudebestand abgeleitet.

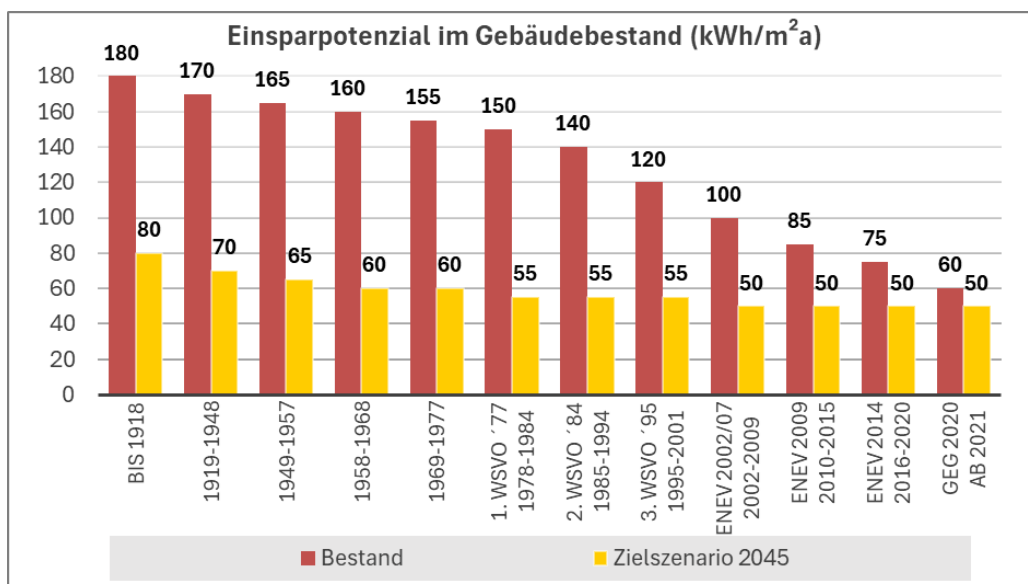
3.1.1 Sanierungspotenzial Wohngebäude

Die energetischen Anforderungen an Neubauten steigen, und dieser Trend beeinflusst auch die Gebäudesanierung. Gleichzeitig sinken die Baukosten für hocheffiziente Technologien wie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Passivhausfenster dank des technologischen Fortschritts. Die Bundesregierung fördert zudem die energieeffiziente Gebäudesanierung mit der „Bundesförderung Energieeffiziente Gebäude“ (BEG), sowohl für Einzelmaßnahmen als auch für Komplettsanierungen zum Effizienzhaus.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wird für das Zielszenario eine Verdopplung der Sanierungsrate bis 2045 auf 2,0 % angenommen, das Sanierungsniveau steigt in Richtung Komplettsanierung zum KfW-Effizienzhaus 70⁶.

Folgende Abbildung zeigt das durchschnittlich mögliche Einsparpotenzial für den Wohngebäudebestand bei einer Komplettsanierung:

Abbildung 35: Einsparpotenzial durch Sanierung im Wohngebäudebestand



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Institut für Wohnen und Umwelt IWU; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

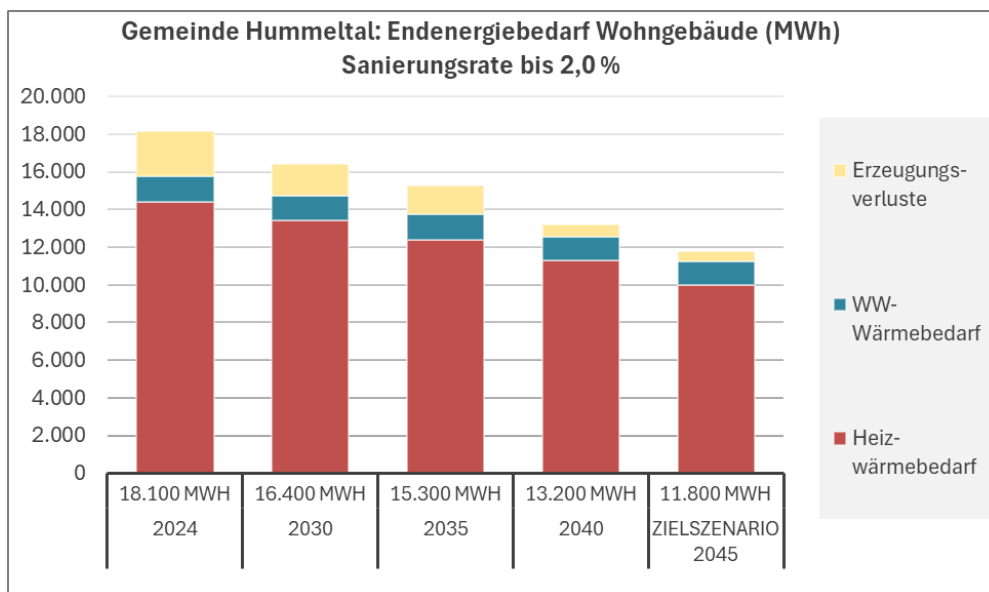
⁵ Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Prognos AG, 2022

⁶ Förderfähig durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau, www.kfw.de

Ältere und unsanierte Gebäude bieten das größte Einsparpotenzial bei der energetischen Sanierung. Durch eine umfassende Sanierung, bis hin zum Passivhausstandard, lassen sich auch noch deutlich höhere Reduktionen erzielen. Auch bei neueren Gebäuden, die bereits die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) erfüllen, sind im üblichen Sanierungszyklus von 20 bis 30 Jahren Maßnahmen wie der Fenstertausch zu Dreifachverglasung oder eine neue Dachdeckung mit Aufsparrendämmung sinnvoll.

Folgende Abbildung zeigt die Reduktion des Wärmeenergiebedarf bis zum Zielszenario 2045:

Abbildung 36: Reduktionspotenzial Wärmebedarf Wohngebäude Zielszenario 2045



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Der Wärmeenergiebedarf im Wohngebäudebereich kann bis zum Jahr 2045 um 35 % gesenkt werden – von derzeit 18.100 MWh/a auf etwa 11.800 MWh/a.

Durch die Erhöhung der Sanierungsrate auf bis zu 2 % jährlich ergibt sich bis 2045 ein kumulierter Sanierungsanteil von 60 % am gesamten Gebäudebestand. Das entspricht rechnerisch dem Anteil der Gebäude, die bis 1991 errichtet wurden.

Im folgenden Kapitel werden Einsparpotenziale bei Sanierung eines Mustergebäudes unterschiedlicher Baualtersklassen beschrieben.

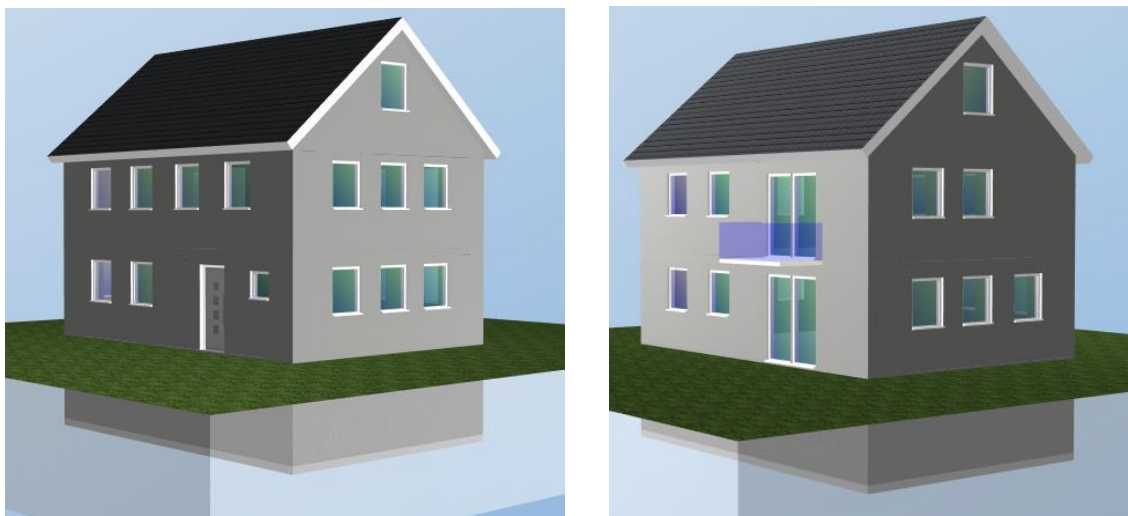
3.1.2 Einsparpotenzial bei Sanierung eines Mustergebäudes

Nachfolgend wird die Berechnung der Heizenergieeinsparung an einem Mustergebäude drei verschiedener Baualtersklassen dargestellt:

- Altbestand bis 1977
- WSVO 1977 bis 2001 (Wärmeschutzverordnung)
- EnEV 2002 bis 2020 (Energieeinsparverordnung)

Das Mustergebäude ist zweigeschossig mit ausgebautem Dach. Der Keller ist nicht beheizt. Das Gebäude hat eine Grundfläche von 9 m * 6 m und eine beheizte Wohnfläche von ca. 140 m².

Abbildung 37: 3D Simulation Mustergebäude



Quelle: Hottgenroth Energieberater

Die Bewertung des Mustergebäudes der verschiedenen Baualtersklassen erfolgt aufgrund des Endenergiebedarfs für das Heizen. Ausschlaggebend hierfür sind die Transmissionswärmeverluste⁷ der Gebäudehülle und die Verluste des Wärmeerzeugers.

Für die Sanierung des Mustergebäudes werden zwei Sanierungsniveaus berechnet:

- Sanierung Gebäudehülle nach Mindestanforderungen Gebäude-Energie-Gesetz (GEG)
- Sanierung Gebäudehülle nach Förderfähigkeit Bundesförderung-Energieeffiziente-Gebäude (BEG)

Die BEG fördert Einzelmaßnahmen bei energetischer Sanierung der Gebäudehülle mit 15 % Zuschuss. Bei Komplettsanierung mit Heizungstausch zum KfW-Effizienzhaus steht ein zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschuss, je nach Sanierungsniveau zwischen 10 % und 25 % zur Verfügung. (Stand 01/2026, www.kfw.de)

⁷ Der Transmissionswärmeverlust (HT) beschreibt, wie viel Wärme ein Haus über Wände, Fenster, Türen und Dach verliert. Er ist eine wichtige Kenngröße für die Energieeffizienz von Gebäuden und ein Grenzwert im Gebäude-Energie-Gesetz. Je kleiner der Wert ist, desto niedriger sind die Wärmeverluste.

3.1.2.1 Sanierung Mustergebäude Altbestand

Gebäude aus dieser Baualtersklasse haben einen durchschnittlichen Wärmebedarf für die Gebäudebeheizung, Warmwassererzeugung und Heizanlagenverluste von 180 kWh je m² Wohnfläche und Jahr. Bei 140 m² Wohnfläche ergeben sich jährlich rund 25.000 kWh Endenergiebedarf, bzw. 2.500 Liter Heizöl.

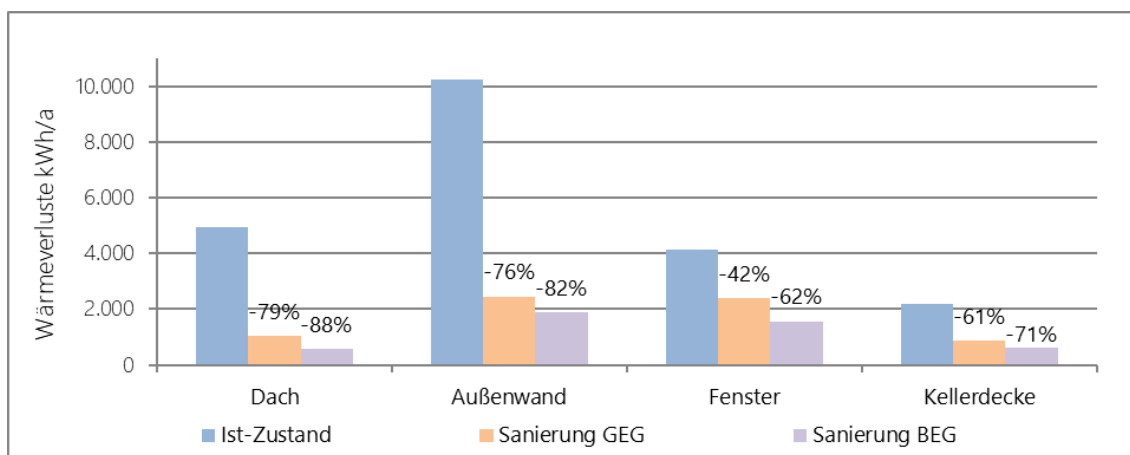
Folgende Tabelle zeigt die U-Werte⁸ für den Ist-Zustand und die Maßnahmen, die nach GEG und nach BEG durchgeführt werden müssen, um die jeweiligen Mindestanforderungen zu erfüllen. Hierbei ist berücksichtigt, dass in der Vergangenheit beim Altbestand bereits Effizienzmaßnahmen, wie z.B. Fenstertausch durchgeführt wurden.

Tabelle 4: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle Altbestand / Sanierung nach GEG und BEG

Bauteile Altbestand	U-Wert Ist-Zustand	U _{max} nach GEG	Dämmung ⁹ nach GEG	U _{max} nach BEG	Dämmung nach BEG
Dach	1,30	0,24	18 cm	0,14	28 cm
Außenwand	1,40	0,24	12 cm	0,20	16 cm
Fenster 2-Scheibenverglasung	2,70	1,30	2-Scheiben- Wärmeschutz- verglasung	0,95	3-Scheiben- Wärmeschutzver- glasung
Kellerdecke	1,00	0,30	8 cm	0,25	12 cm

Folgende Abbildung zeigt die jährlichen Transmissionswärmeverluste der Bauteile für den Ist-Zustand und die Reduktionspotenziale, die durch die beschriebenen Sanierungsmaßnahmen möglich sind.

Abbildung 38: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle Altbestand und Einsparpotenziale



Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Insgesamt verursachen im Ist-Zustand die Außenwände die größten Wärmeverluste, hier ist durch Sanierung auch das höchste Einsparpotenzial möglich. Die erhöhten Effizienzmaßnahmen nach BEG

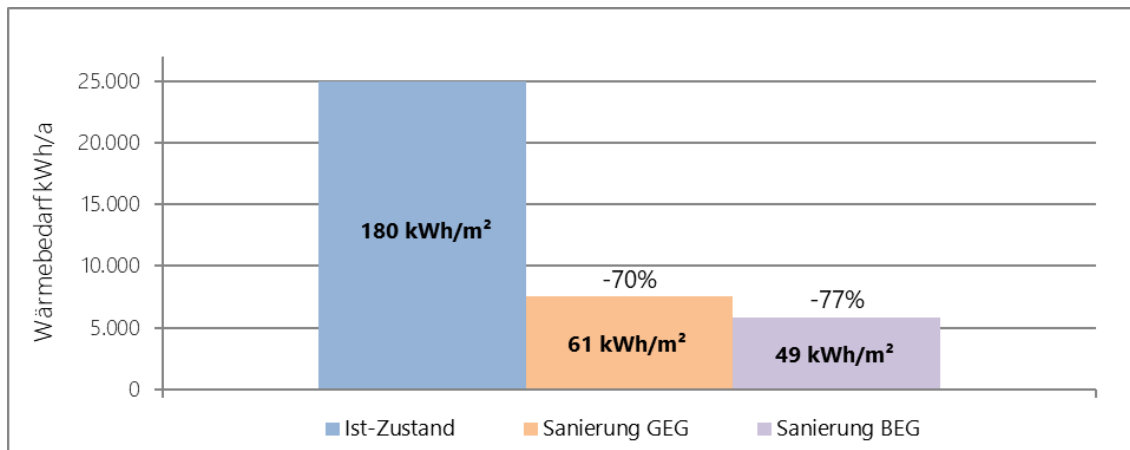
⁸ Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) gibt den Wärmestrom durch ein Bauteil von warmer zu kalter Seite an. Er beschreibt, welche Wärmemenge in einer Sekunde durch ein Quadratmeter großes Bauteil bei einem Temperaturunterschied von einem Grad (1 K) innen nach außen transportiert wird. Umso kleiner der Wert, desto Energieeffizienter ist das Bauteil.

⁹ Für die Dämmstoffe wird eine Wärmeleitgruppe (WLG) von 035 angesetzt. Die WLG gibt die Durchlassfähigkeit eines Materials für den Wärmestrom an. Je kleiner die WLG, desto besser die Wärmedämmung.

reduzieren die Wärmeverluste gegenüber den gesetzlichen Mindestanforderungen um zusätzlich zwischen 6 % bis 10 %.

Nach Umsetzung aller der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der gesamte Wärmebedarf bei Sanierung nach GEG um 70 % und bei Sanierung nach BEG um 77 %.

Abbildung 39: Endenergiebedarf Altbestand und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung



Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung beträgt für das Mustergebäude im Ist-Zustand 25.000 kWh/a bzw. 180 kWh/m²a. Bei Sanierung nach gesetzlichen Mindestanforderungen kann sich der Endenergiebedarf auf 7.600 kWh/a bzw. 61 kWh/m²a reduzieren, das entspricht in etwa dem aktuellen Neubaustandard. Bei Sanierung nach den Vorgaben der BEG-Förderung kann der Endenergiebedarf auf 5.800 kWh/a bzw. 49 kWh/m²a reduziert werden, das entspricht für die Gebäudehülle einem KfW-Effizienzhaus 70.

Bei Umsetzung von Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle ist ein BEG-Zuschuss in Höhe von 15 % möglich. Da der Altbestand der Gebäudekategorie „Worst Performing Building“ (WPB) entspricht erhöht sich der Tilgungszuschuss um 10 %. (Stand 01/2026, www.kfw.de)

3.1.2.2 Sanierung Mustergebäude Wärmeschutzverordnung

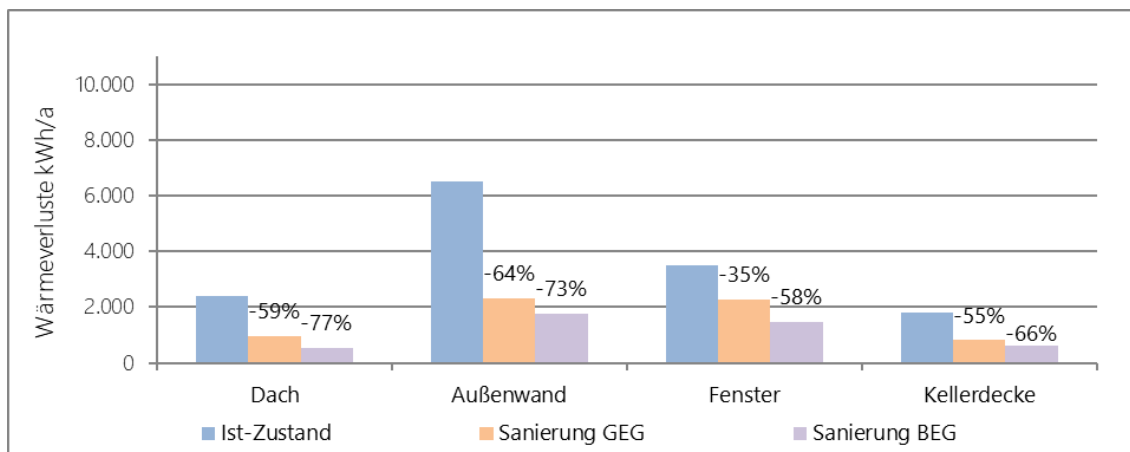
Gebäude aus dieser Baualtersklasse haben einen durchschnittlichen Wärmebedarf für die Gebäudebeheizung, Warmwassererzeugung und Heizanlagenverluste von 145 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr. Bei 140 m² Wohnfläche ergeben sich jährlich rund 20.000 kWh Endenergiebedarf, bzw. 2.000 Liter Heizöl.

Folgende Tabelle zeigt die U-Werte für den Ist-Zustand und die Maßnahmen, die nach GEG und nach BEG durchgeführt werden müssen, um die jeweiligen Mindestanforderungen zu erfüllen.

Tabelle 5: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle WSVO / Sanierung nach GEG und BEG

Bauteile Altbestand	U-Wert Ist-Zustand	U _{max} nach GEG	Dämmung ¹⁰ nach GEG	U _{max} nach BEG	Dämmung nach BEG
Dach	0,40	0,24	6 cm	0,14	16 cm
Außenwand	0,60	0,24	10 cm	0,20	12 cm
Fenster 2-Scheibenverglasung	1,90	1,30	2-Scheiben- Wärmeschutz- verglasung	0,95	3-Scheiben- Wärmeschutz- verglasung
Kellerdecke	0,60	0,30	6 cm	0,25	8 cm

Folgende Abbildung zeigt die jährlichen Transmissionswärmeverluste der Bauteile für den Ist-Zustand und die Reduktionspotenziale, die durch die beschriebenen Sanierungsmaßnahmen möglich sind.

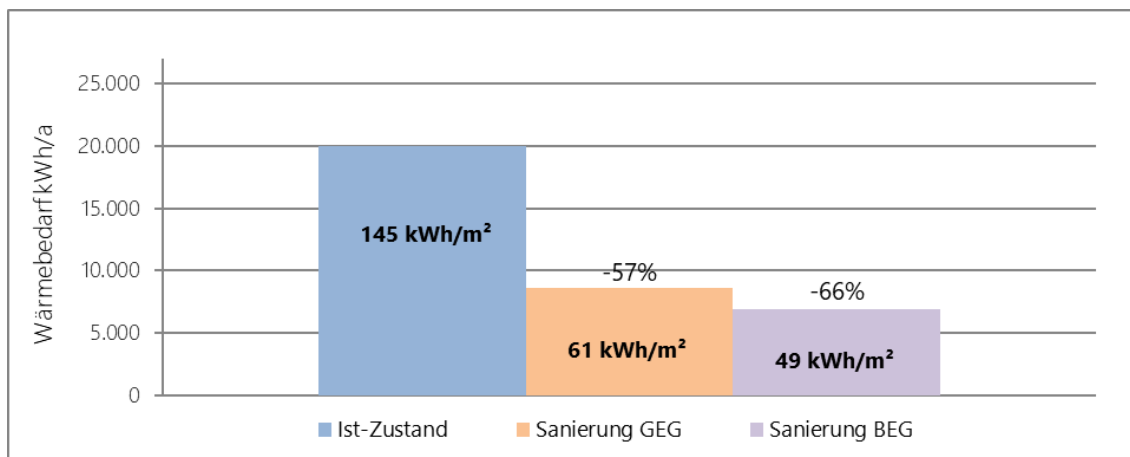
Abbildung 40: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle WSVO und Einsparpotenziale

Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Insgesamt verursachen auch hier die Außenwände im Ist-Zustand die größten Wärmeverluste. Der Unterschied zu Dach und Fenstern ist aber nicht mehr ganz so groß wie beim Altbestand.

Nach Umsetzung aller der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der gesamte Wärmebedarf bei Sanierung nach GEG um 57 % und bei Sanierung nach BEG um 66 %.

¹⁰ Dämmung beim Dach als Aufsparrendämmung, im Ist-Zustand ca. 12 cm Zwischensparrendämmung vorhanden.

Abbildung 41: Endenergiebedarf WSV0 und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung

Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung beträgt für das Mustergebäude im Ist-Zustand 20.000 kWh/a bzw. 145 kWh/m²a. Bei Sanierung nach gesetzlichen Mindestanforderungen kann sich der Endenergiebedarf auf 8.600 kWh/a bzw. 61 kWh/m² reduzieren, das entspricht in etwa dem aktuellen Neubaustandard. Bei Sanierung nach den Vorgaben der BEG-Förderung kann der Endenergiebedarf auf 6.900 kWh/a bzw. 49 kWh/m²a reduziert werden, das entspricht für die Gebäudehülle einem KfW-Effizienzhaus 70.

3.1.2.3 Sanierung Mustergebäude Energieeinsparverordnung

Gebäude aus dieser Baualtersklasse haben einen durchschnittlichen Wärmebedarf für die Gebäudebeheizung, Warmwassererzeugung und Heizanlagenverluste von 100 kWh je m² Wohnfläche und Jahr. Bei 140 m² Wohnfläche ergeben sich jährlich rund 14.000 kWh Endenergiebedarf, bzw. 1.400 Liter Heizöl.

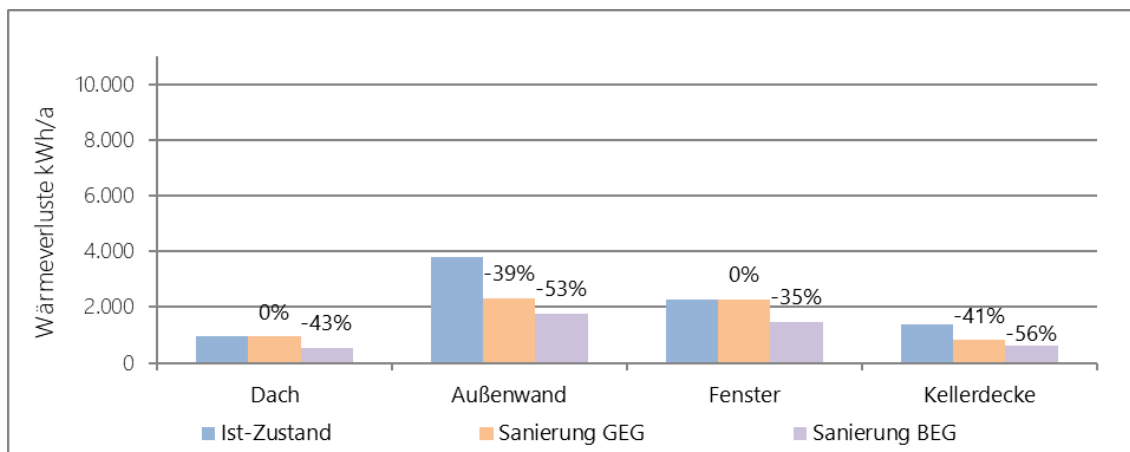
Folgende Tabelle zeigt die U-Werte für den Ist-Zustand und die Maßnahmen, die nach GEG und nach BEG durchgeführt werden müssen, um die jeweiligen Mindestanforderungen zu erfüllen.

Tabelle 6: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle EnEV / Sanierung nach GEG und BEG

Bauteile Altbestand	U-Wert Ist-Zustand	U _{max} nach GEG	Dämmung nach GEG	U _{max} nach BEG	Dämmung ¹¹ nach BEG
Dach	0,20	0,24	Keine Maßnahme	0,14	8 cm
Außenwand	0,28	0,24	4 cm	0,20	6 cm
3-Scheiben- Wärmeschutzver- glasung	1,30	1,30	Keine Maßnahme	0,95	3-Scheiben- Wärmeschutz- verglasung
Kellerdecke	0,35	0,30	2 cm	0,25	4 cm

Folgende Abbildung zeigt die jährlichen Transmissionswärmeverluste der Bauteile für den Ist-Zustand und die Reduktionspotenziale, die durch die beschriebenen Sanierungsmaßnahmen möglich sind.

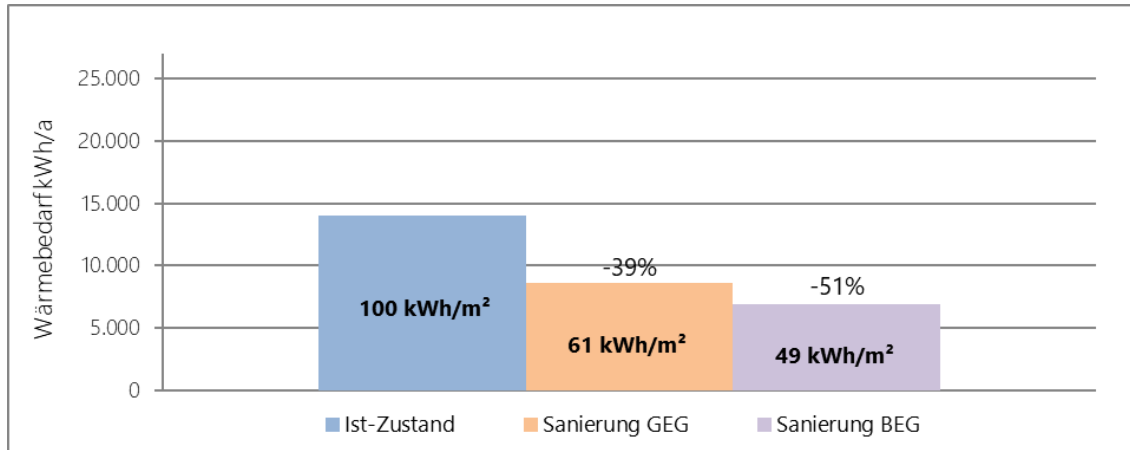
¹¹ Dämmung beim Dach als Aufsparrendämmung, im Ist-Zustand ca. 22 cm Zwischensparrendämmung vorhanden.

Abbildung 42: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle EnEV und Einsparpotenziale

Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Die angegebenen Dämmstoffdicken genügen, um die Anforderungen nach GEG und BEG zu erfüllen. Im Falle einer Sanierung sind trotzdem höhere Dämmstoffdicken zu empfehlen, da der Mehraufwand gering ist.

Nach Umsetzung aller der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der gesamte Wärmebedarf bei Sanierung nach GEG um 39 % und bei Sanierung nach BEG um 51 %.

Abbildung 43: Endenergiebedarf EnEV und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung

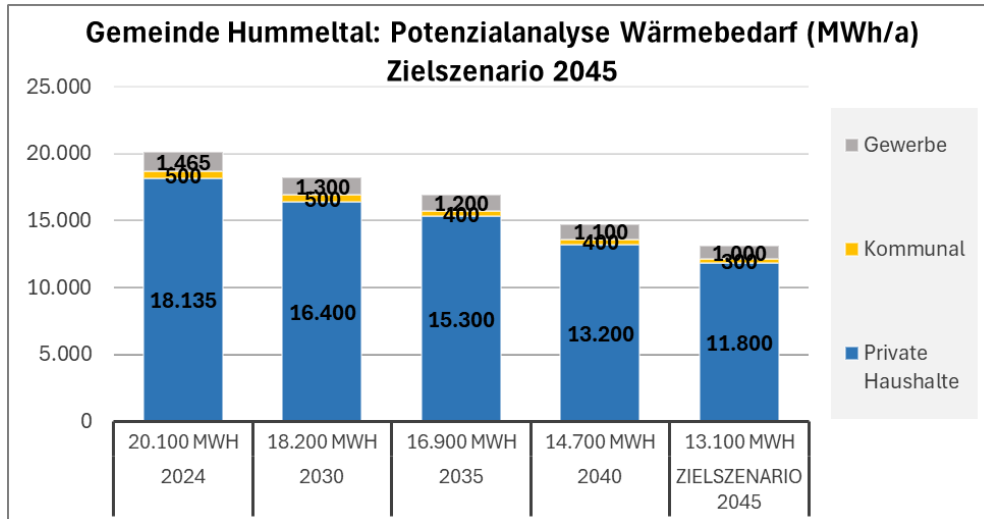
Quelle: Eigene Darstellung, Berechnung Hottgenroth Energieberater

Der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung beträgt für das Mustergebäude im Ist-Zustand 14.000 kWh/a bzw. 100 kWh/m²a. Bei Sanierung nach gesetzlichen Mindestanforderungen kann sich der Endenergiebedarf auf 8.600 kWh/a bzw. 61 kWh/m² reduzieren, das entspricht in etwa dem aktuellen Neubaustandard. Bei Sanierung nach den Vorgaben der BEG-Förderung kann der Endenergiebedarf auf 6.900 kWh/a bzw. 49 kWh/m²a reduziert werden, das entspricht für die Gebäudehülle einem KfW-Effizienzhaus 70.

3.1.3 Gesamtes Reduktionspotenzial Wärme

Das Sanierungsszenario für den Wohngebäudebestand (- 35 %) wird auf den Raumwärmebedarf des Nichtwohngebäudebestandes übertragen, auf Grund der Annahme, dass im Gewerbebereich kein nennenswerter Prozessenergieanteil vorhanden ist.

Abbildung 44: Reduktionspotenzial gesamte Wärmeenergie Zielszenario 2045



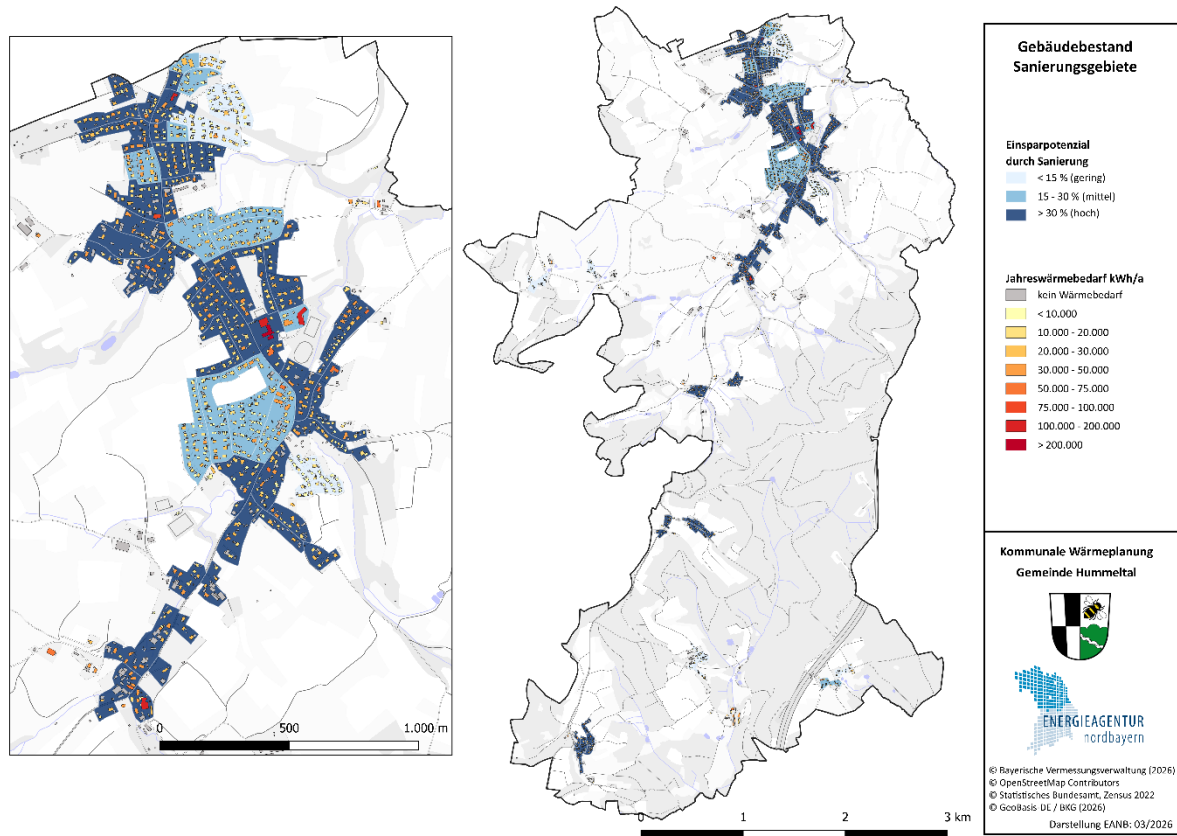
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Insgesamt wird für das Zielszenario bis 2045 eine Reduktion des gesamten Wärmeenergiebedarfs um 35 % von aktuell 20.100 MWh auf 13.100 MWh angenommen.

3.1.4 Sanierungsgebiete

Die folgende Karte zeigt das Potenzial zur energetischen Sanierung des Gebäudebestands für das Zielszenario bis 2045:

Abbildung 45: Karte Sanierungsgebiete Zielszenario 2045



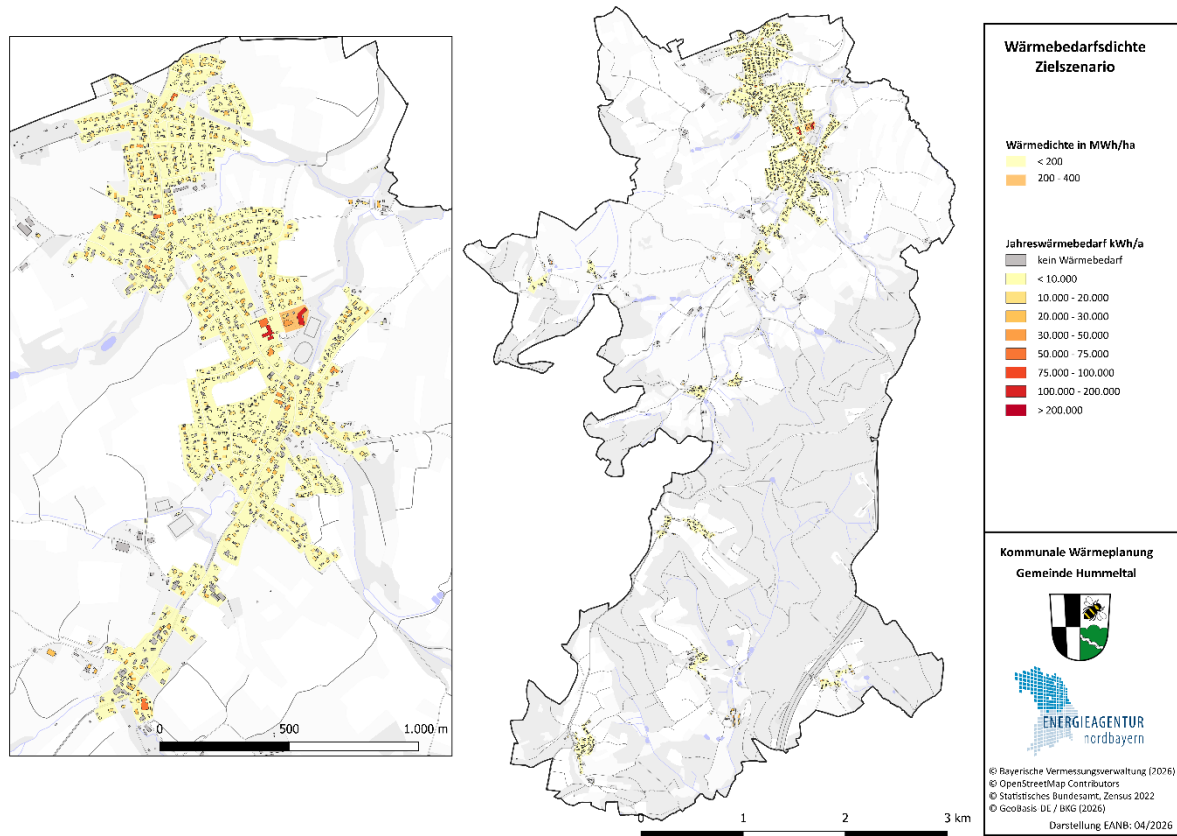
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Ein hohes Sanierungspotenzial ist vor allem in den Gebieten mit vorwiegendem Altbaubestand gegeben. Diese Gebiete werden mit einem Einsparpotenzial von über 30 % als besonders hervorzuhebende Sanierungsgebiete eingestuft.

3.1.5 Wärmebedarfsdichte Zielszenario 2045

Die folgende Abbildung zeigt die Wärmebedarfsdichte für das Zielszenario 2045:

Abbildung 46: Karte Wärmebedarfsdichte Zielszenario 2045



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Im angestrebten Zielszenario bis zum Jahr 2045 verringern sich die Wärmebedarfsdichten der einzelnen Sektoren infolge der angenommenen Gebäudesanierungsmaßnahmen erheblich. In der Gemeinde Hummeltal weist dann lediglich das Gebiet um das Seniorenheim eine Wärmebedarfsdichte über 200 MWh/ha auf.

Wie schon beschrieben sprechen neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung:

- **Bestehende Infrastruktur:** Ein bereits vorhandenes Wärmenetz kann als Ausgangspunkt für eine Erweiterung dienen und reduziert den Planungs- und Investitionsaufwand.
- **Ankerkunden:** Größere Abnehmer mit hohem Wärmebedarf, wie hier das Schulgebäude und der Kindergarten, erhöhen die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Netzes.
- **Geeigneter Standort für eine Heizzentrale:** Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen für eine zentrale Wärmeerzeugung ist ein entscheidender Erfolgsfaktor.
- **Synergien mit geplanten Infrastrukturmaßnahmen:** Maßnahmen wie Straßensanierungen, die Erneuerung bestehender Leitungen oder die Verlegung von Glasfaserleitungen können genutzt werden, um die Investitionskosten für den Netzausbau deutlich zu senken.

3.2 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien

Angesichts der Dringlichkeit, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu beenden, spielen erneuerbare Energien in einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Wärmeversorgung eine zentrale Rolle: Sie sind nicht nur der Schlüssel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, sondern auch eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung einer verlässlichen und bezahlbaren Energieversorgung vor Ort.

Die strategische Integration von erneuerbaren Energien in die lokale Wärmeplanung ermöglicht es Kommunen, ihre eigenen Ressourcen optimal zu nutzen und somit eine höhere Energieautarkie zu erreichen. Ansätze reichen hierbei von der Nutzung von Solarenergie, Geothermie und Umweltwärme bis über die Einbindung von Biomasse. Die Herausforderung liegt darin, diese vielfältigen Technologien intelligent zu vernetzen und in leistungsstarke, lokale Wärmenetze zu integrieren, die den unterschiedlichen Bedürfnissen von Wohngebäuden, Gewerbe und Industrie gerecht werden.

3.2.1 Photovoltaik und Solarthermie

Für die Nutzung von solarer Energie stehen sowohl PV-Anlagen als auch Solarthermieanlagen zur Verfügung. Erstere wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in elektrischen Strom um, welcher später beispielsweise in Wärmepumpen zur Wärmeversorgung genutzt werden kann. Letztere erzeugen direkt Wärme aus der Solarstrahlung auf einem Niveau von etwa 80 bis 150 °C abhängig von der Kollektorart.

Sowohl PV- als auch Solarthermieanlagen können auf der freien Fläche und auf Gebäudedächern installiert werden. Das lokal verfügbare Potenzial wird in den folgenden Kapiteln näher abgeschätzt.

3.2.1.1 Aufdach-Photovoltaik

Anhand des 3D-Gebäudemodells können in GIS die geeigneten Dachflächen nach Dachneigung und Himmelsrichtung herausgefiltert werden. In der Potenzialbetrachtung werden Flachdächer und geneigte Dächer mit einer Ausrichtung zwischen 90° Ost und 270° West, mit einer nutzbaren Dachfläche von mindestens 40 m² berücksichtigt.

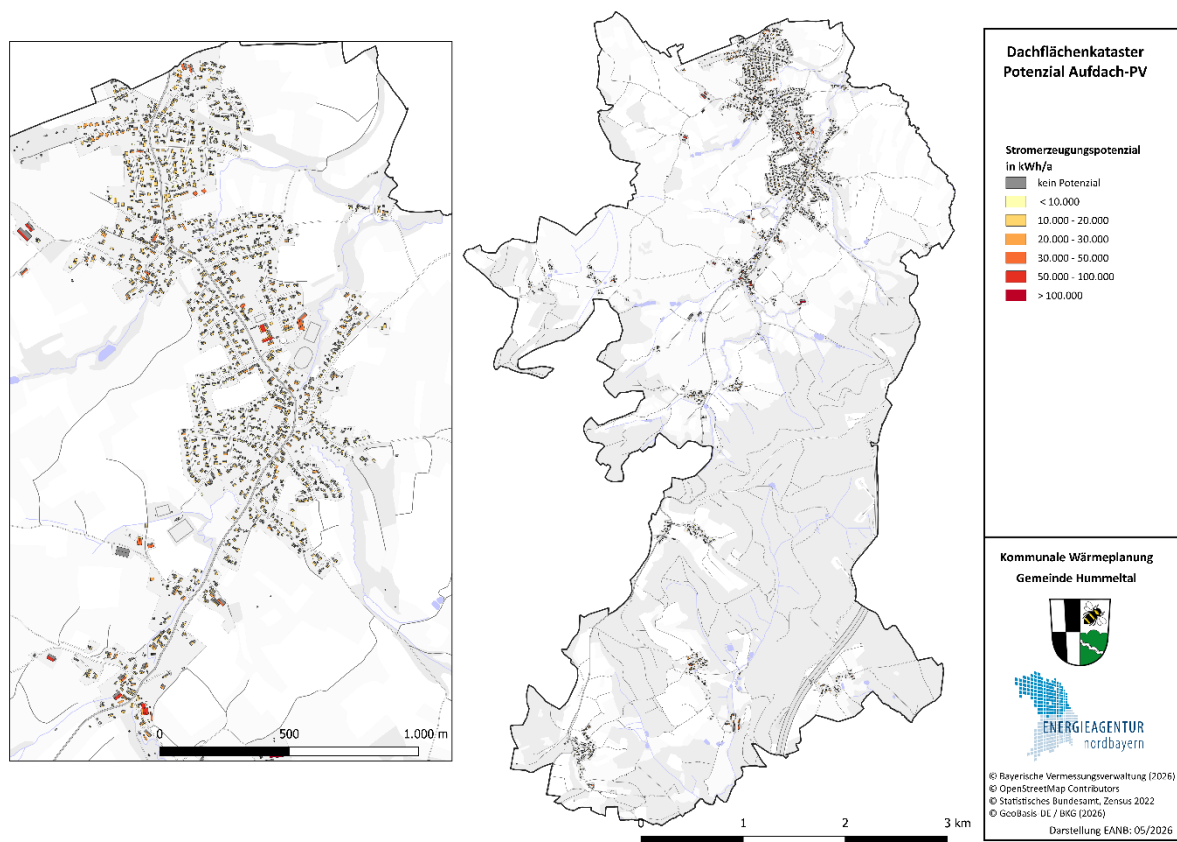
Bei den nutzbaren Dachflächen wird aufgrund von Schornsteinen, Gauben, Dachoberlichtern und statischen Einschränkungen ein Belegungsfaktor von 70 % berücksichtigt. Für die installierbare Kollektorleistung wird ein Faktor von 5 m² je kWp angesetzt. Der jährliche Stromertrag ergibt sich durch PV-Simulation mit aktuellen Wetter- und Einstrahlungsdaten.

Tabelle 7: Stromerzeugungspotenzial Aufdach-Photovoltaik

	nutzbare Dächer >40 m ²	nutzbare Dachfläche	Installierbare Leistung	Jährlicher Stromertrag
Aufdach-PV	1.306	110.000 m ²	15,4 MWp	16.400 MWh/a

Die aktuelle Stromerzeugung durch Aufdach-PV beträgt rund 2.400 MWh/a. Durch das vorhandene Dachflächenpotenzial ist eine Steigerung um mehr als das 6-Fache auf 16.400 MWh/a möglich.

Die folgende Abbildung zeigt das Dachflächenkataster mit dem möglichen Stromerzeugungspotenzial je Dachfläche:

Abbildung 47: Karte Potenzial Aufdach-PV / Dachflächenkataster

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage 3D-Gebäudemodell (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Durch die größere Flexibilität der Photovoltaik, insbesondere für Haushalte und Unternehmen, die ihren eigenen Strom erzeugen möchten, ist davon auszugehen, dass wie bisher, auch in Zukunft die Aufdach-Photovoltaik einen deutlich höheren Einsatz finden wird als die Aufdach-Solarthermie. So kann der Strom neben der Deckung des Allgemeinstrombedarfs zum Heizen mit einer Wärmepumpe oder direkten Warmwassererwärmung durch einen Heizstab genutzt werden und überschüssiger Strom im eigenen Batteriespeicher zwischengespeichert oder ins Stromnetz eingespeist werden.

3.2.1.2 Aufdach-Solarthermie

Derzeit werden in Hummeltal jährlich 450 MWh Wärme über Solarthermieranlagen bereitgestellt. Solarthermie beschränkt sich auf die Erzeugung von Wärme für Warmwasser und Heizungsunterstützung.

Für den Einsatz von Solarthermie eignen sich vor allem südausgerichtete Dachflächen. In der Gemeinde Hummeltal stehen hierfür rund 53.000 m² zur Verfügung, was etwa 48 % der ermittelten PV-Dachflächen entspricht. Bei einem Belegungsfaktor von 70 % und einer spezifischen Wärmeerzeugung von 400 kWh/m² ergibt sich daraus ein jährliches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 14.900 MWh.

Tabelle 8: Wärmeerzeugungspotenzial Aufdach-Solarthermie

	Installierbare Kollektorfläche	Jährlicher Wärmeertrag
Aufdach-Thermie	53.000 m ²	14.900 MWh/a

3.2.1.3 Freiflächen-Photovoltaik

Aktuell sind im Gemeindegebiet Hummeltal noch keine Freiflächen PV-Anlagen vorhanden.

Mit der EEG-Novelle 2023 wurde der potenziell vergütungsfähige Bereich entlang von Autobahnen und Schiene von 200 m Breite auf 500 m Breite erweitert. Anlagen in einem 200 m breiten Streifen beidseits von Autobahnen und mehrgleisigen Bahnstrecken sind privilegierte Bauvorhaben. Die A 9 führt zum Teil im östlichen Bereich am Gemeindegebiet entlang und geht im nordöstlichen Bereich auch direkt durch das Gemeindegebiet. Jedoch sind größtenteils die Bereiche, bis auf das Gebiet rund um Weiglathal bewaldet.

In Bayern können zudem Photovoltaik-Freiflächenanlagen in „landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten“ eine Förderung erhalten. Hierzu gehörten auch die landwirtschaftlichen Flächen in Hummeltal. Die Landwirtschaftsflächen haben mit 952 ha einen Anteil von 43 % am gesamten Gemeindegebiet.

Seit dem Solarpaket I (2024) greift die Ausschreibungspflicht erst ab 6 MWp; kleinere Anlagen erhalten eine direkte gesetzliche Vergütung, was die Umsetzung insbesondere für Bürgerenergie-Projekte vereinfacht. Neue Projekte müssen zudem zwingend drei von fünf Naturschutzkriterien (§ 37 Abs. 1a EEG) erfüllen. Bayern hat das Kontingent für solche Anlagen inzwischen auf 500 Zuschläge pro Jahr ausgeweitet.

Besondere Relevanz hat das im Februar 2025 in Kraft getretene Solarspitzenengesetz. Es regelt die Einspeisung neu, um temporäre Erzeugungsüberschüsse zu vermeiden. Für Neuanlagen bedeutet dies insbesondere, dass die Einspeisevergütung bei negativen Börsenstrompreisen bereits ab der ersten Viertelstunde ausgesetzt wird. Dies erhöht die Anforderungen an die Direktvermarktung und macht die Kombination der Freiflächenanlage mit Speichersystemen wirtschaftlich attraktiver, um den Strom in Zeiten mit geringem Angebot gewinnbringend einzuspeisen.

Besondere Formate wie Agri-PV erhalten weiterhin einen Technologiebonus (ca. 2,5 ct/kWh), müssen aber ebenfalls die neuen Anforderungen zur Vermeidung von Einspeisespitzen erfüllen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird für die Nutzung von Freiflächen-Solar ein Maximalwert von 2 % der Gemeindefläche angesetzt. Dies entspricht einer Fläche von rund 44 ha.

Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 0,8 bis 1,2 MWp je ha für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Hummeltal zwischen 1.090 kWh und 1.110 kWh je kWp ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 44 MWp bzw. 48.000 MWh jährlicher Stromerzeugung.

Tabelle 9: Stromerzeugungspotenzial Freiflächen-PV

	Fläche	Installierbare Leistung	Jährlicher Stromertrag
PV-Freiflächenpotenzial	44 ha	44 MWp	48.000 MWh/a

3.2.1.4 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieranlagen bieten insbesondere für Wärmenetze die Möglichkeit, nachhaltige und oftmals günstige Wärme bereitzustellen und können in vielfachen Systemkombinationen Einsatz finden. Insbesondere in den Sommer- und Übergangsmonaten kann zentrale Solarthermie Wärme in ein Wärmenetz einspeisen und so den Einsatz anderer Energieträger vermeiden. Wird Solarthermie mit saisonalen Speichern gekoppelt, kann sie auch ganzjährig signifikant zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen beitragen.

Das Vorgehen zur Bestimmung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen verläuft analog zur Betrachtung bei Freiflächen-PV-Anlagen. Ein wichtiges Standortkriterium ist jedoch ein maximaler Abstand zur nächstgelegenen Siedlung von 500 m. Dies soll verhindern, dass solare Wärme über technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft weite Distanzen zum Verbrauch transportiert werden muss. Zur Potenzialberechnung wird der gleiche Flächenansatz wie bei der Freiflächen-PV gewählt.

Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von ca. 6.000 m² Kollektorfläche je ha für Freiflächen-Solarthermie und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Hummeltal zwischen 350 kWh und 450 kWh je m² Kollektorfläche ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 263.000 m² Kollektorfläche und 105.000 MWh jährlicher Wärmeerzeugung.

Tabelle 10: Wärmeerzeugungspotenzial Freiflächen-Solarthermie

	Fläche	Installierbare Kollektorfläche	Jährlicher Wärmeertrag
Solarthermie-Freiflächenpotenzial	44 ha	263.000 m ²	105.000 MWh/a

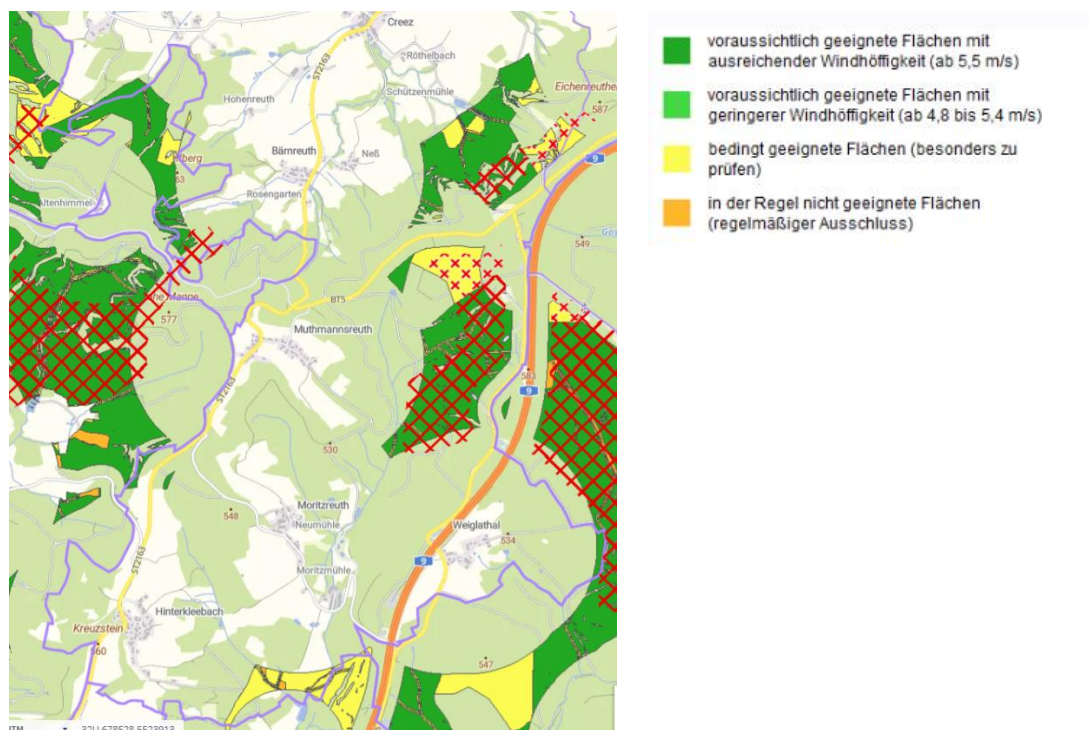
Durch den deutlich höheren Wirkungsgrad haben Solarthermieranlagen ein gut doppelt so hohes Energieerzeugungspotenzial. Bedenkt man jedoch, dass durch den Einsatz einer Großwärmepumpe mit einer kWh Strom und der Nutzung von Umgebungswärme drei kWh Wärme oder mehr erzeugt werden können, liegt der spezifische Wärmeertrag mittels PV-Freiflächenanlagen um gut 40 bis 80 % höher als durch Solarthermie-Freiflächenanlagen.

3.2.2 Potenziale für Strom aus Wind

Ein weiteres Strompotenzial für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung bietet die Nutzung von Windenergie. Der erzeugte erneuerbare Strom kann beispielsweise in Wärmepumpen eingesetzt werden, um Umweltwärme auf ein nutzbares Temperaturniveau zu heben. Die Erzeugungscharakteristik von Windenergie passt deutlich besser zum saisonalen Wärmebedarf als die von Photovoltaik: Sowohl der Wärmebedarf als auch die Windeinspeisung sind im Winter höher als im Sommer.

Im östlichen Gemeindegebiet Hummeltal, in der Nähe zur A 9, stehen 5 Windenergieanlage mit je 5.035 kW Leistung. Die Inbetriebnahme des Windparks erfolgte im Jahr 2014/2015. Somit ist schon ein beachtliches Potenzial gehoben worden. In den dem Gebiet rund um Altenhimmel soll ein weiterer interkommunaler Windpark mit rund vier Windkraftanlagen entstehen, wobei die Standorte sich nach derzeitiger Planung außerhalb des Gemeindegebiets Hummeltal befinden.

Abbildung 48: Gebietskulisse Windkraft



Quelle: Energieatlas

Das hier ausgewiesene Windkraftpotenzial bezieht sich somit ausschließlich auf das bereits umgesetzte Windkraftpotenzial in Höhe von rund 32.000 MWh, bezogen auf 15,4 MW und einer durchschnittlichen Vollbenutzungstundenanzahl von 2.100 h/a.

Tabelle 11: Stromerzeugungspotenzial Windenergie

Anzahl Anlagen	Installierbare Leistung	Jährlicher Stromertrag
5	15,4MWp	32.300 MWh/a

3.2.3 Potenzial Oberflächennahe Geothermie

Eine weitere mögliche erneuerbare Energiequelle ist die Nutzung von geothermischer Wärme. Oberflächennahe Geothermie bezieht sich dabei meist auf den Bereich bis 100 m unterhalb der Erdoberfläche. Die dort vorhandene Wärme kann durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden. Die Funktionsweise der Wärmepumpen erlaubt dabei, den Großteil der benötigten Energie aus der Umwelt zu beziehen und nur einen kleinen Teil in Form von Strom aktiv aufwenden zu müssen. Die im Erdreich gespeicherte Wärme kann dabei durch Erdwärmeüberträger entzogen und Wärmepumpen zugeführt werden. Unterschieden wird im Wesentlichen zwischen Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserwärme.

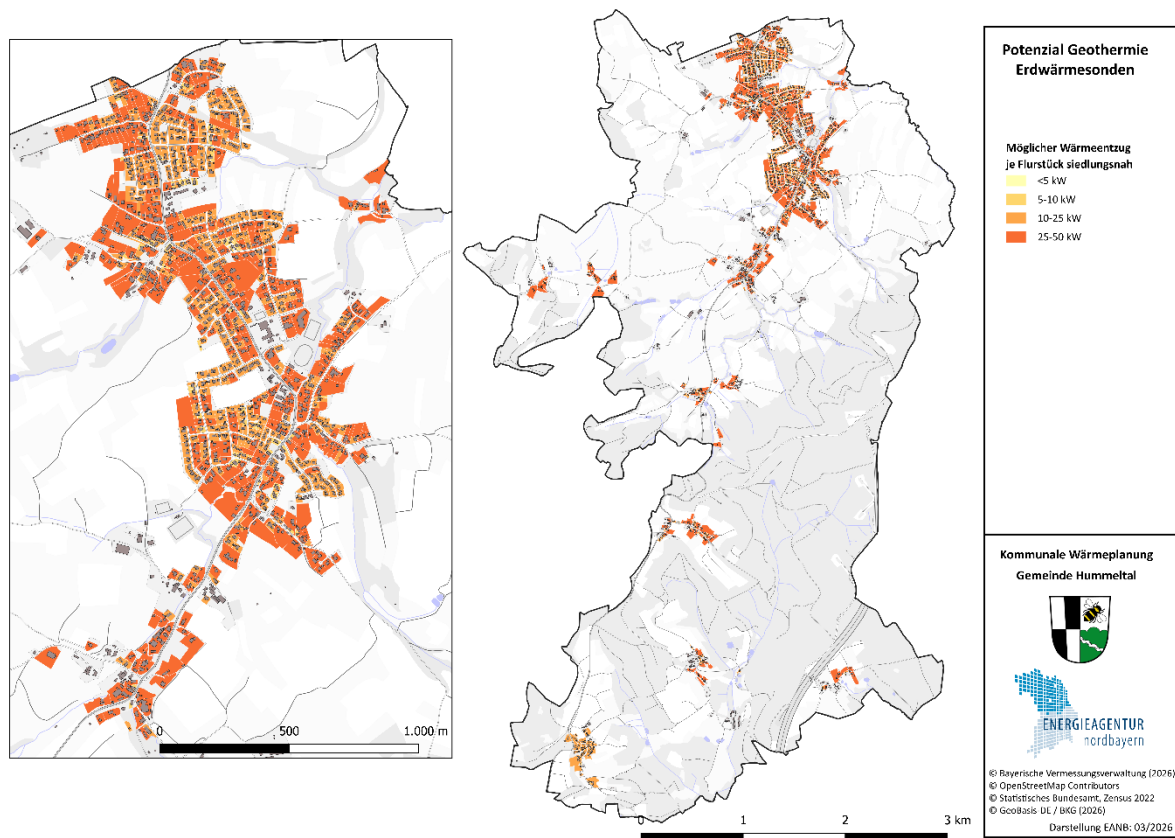
Laut Auskunft des Bayerischen Landesamts für Umwelt (Energieatlas Bayern) stehen in Hummeltal die Nutzung von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserwärme zur Verfügung.

3.2.3.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in der oberflächennahen Geothermie vertikale Bohrungen, die in der Regel bis zu 100 m tief in den Untergrund reichen. Sie nutzen die konstante Temperatur des Erdreichs, um über ein geschlossenes Rohrsystem eine Wärmeträgerflüssigkeit zu zirkulieren. Diese Wärme wird anschließend über eine Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau gebracht. Erdwärmesonden sind besonders effizient für die Wärmeversorgung von Gebäuden und eignen sich aber ebenso für den Einsatz in Wärmenetzen. Sie erfordern jedoch eine geologische Eignungsprüfung sowie Genehmigungen, insbesondere in Wasserschutzgebieten.

Folgende Abbildung zeigt das mögliche Wärmeentzugspotenzial je Flurstück:

Abbildung 49: Karte Wärmeentzugsleistung Erdsonden je Flurstück



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Technische Universität München, Lehrstuhl Hydrogeologie, AG Geothermie / Friedrich Alexander Universität, AG oberflächennahe Geothermie (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Unter Einbeziehung aller bebauten Flurstücke sowie gebäudenaher Flächen ergibt sich eine nutzbare Fläche von rund 1.100.000 m² für Erdsonden. Der jährliche Wärmeertrag aus dem Erdreich entspricht etwa 55.700 MWh. Der hierfür erforderliche Strombedarf für den Betrieb der Wärmepumpen ist in dieser Abschätzung noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 12: Wärmeentzugspotenzial Erdsonden

	Fläche	Spezifische Entzugsleistung	Jährlicher Wärmeertrag
Flurstücke Siedlungsnah	110 ha	51 W/m ²	55.700 MWh/a

Es ist zu beachten, dass die dargestellten Werte ein technisch erzielbares Potenzial widerspiegeln. Für die tatsächliche Umsetzung im Einzelfall sind stets standortbezogene Prüfungen erforderlich, um geologische, genehmigungsrechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

3.2.3.2 Erdwärmekollektoren

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden werden Erdwärmekollektoren typischerweise in einer Tiefe von 1 bis 3 Metern horizontal verlegt. Dies führt zwar zu geringeren Erschließungskosten, jedoch ist die Temperatur

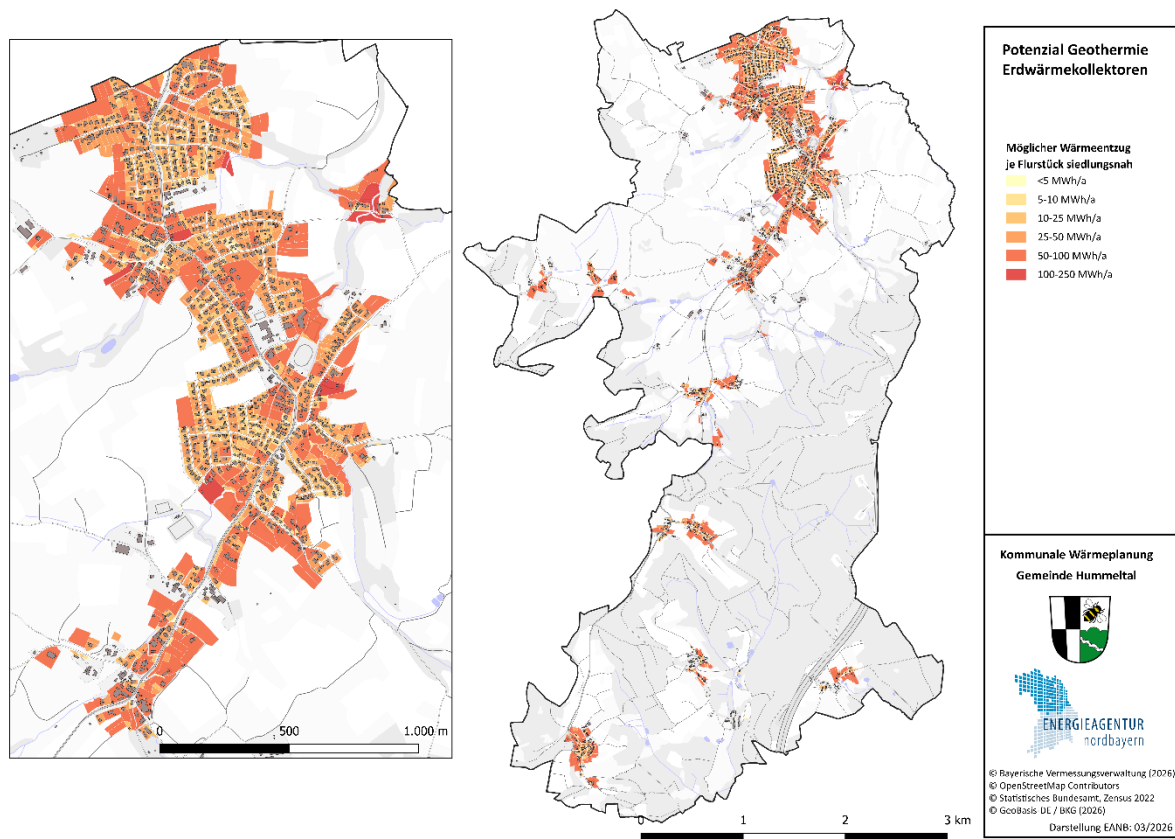
in dieser geringen Tiefe deutlich stärker von jahreszeitlichen Schwankungen abhängig. Insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten kann dies zu niedrigeren Wirkungsgraden führen.

Ein weiterer Nachteil ist der deutlich höhere Flächenbedarf: Üblicherweise wird angenommen, dass die Fläche der Erdwärmekollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Gebäudefläche betragen muss. Diese Wärmequelle steht sowohl für die Objekt-Einzelversorgung als auch für Wärmenetze mit Großwärmepumpen zur Verfügung, beispielsweise mit Agrothermie.

Die Erschließung für Wärmenetze erfolgt in der Regel in Ortsrandlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen – ein Konzept, das unter dem Begriff Agrothermie bekannt ist.

Folgende Abbildung zeigt das mögliche Wärmeentzugspotenzial je Flurstück:

Abbildung 50: Karte Wärmeentzugsenergie Erdkollektoren je Flurstück



Quelle: Eigene Darstellung auf Datengrundlage Technische Universität München, Lehrstuhl Hydrogeologie, AG Geothermie / Friedrich Alexander Universität, AG oberflächennahe Geothermie (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Unter Berücksichtigung aller bebauten Flurstücke sowie solcher in gebäudenaher Lage ergibt sich ein jährliches Wärmeentzugspotenzial aus dem Erdreich von rund 26.800 MWh. Der hierfür erforderliche Strombedarf für den Betrieb von Wärmepumpen wurde in dieser Abschätzung noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 13: Wärmeentzugspotenzial Erdkollektoren

	Fläche	Spezifischer Wärmeentzug	Jährlicher Wärmeertrag
Flurstücke Siedlungsnah	140 ha	19 kWh/m ²	26.800 MWh/a

Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei um ein technisch erzielbares Potenzial handelt. Für die tatsächliche Nutzung im Einzelfall ist stets eine individuelle Prüfung erforderlich. Dazu zählt insbesondere die Bewertung der verfügbaren Freifläche in Relation zur zu beheizenden Wohn- oder Nutzfläche, um sicherzustellen, dass ausreichend Kollektorfläche verlegt werden kann.

3.2.4 Potenzial für oberflächennahe Gewässer

Oberflächennahe Gewässer stellen eine weitere Option zur Nutzung erneuerbarer Umweltwärme dar. Mithilfe von Wärmepumpen kann die Temperatur des Wassers auf ein nutzbares Niveau angehoben und für Heizungszwecke eingesetzt werden.

Flüsse bieten dabei einen besonderen Vorteil: Ihre Wassertemperaturen schwanken im Jahresverlauf deutlich weniger als die der Umgebungsluft und liegen selbst im Winter meist deutlich über 0 °C. Dadurch kann die Wärmepumpe gerade in den heizintensiven Wintermonaten effizienter betrieben werden.

Zudem ermöglicht Wasser als Wärmequelle einen sehr guten Wärmeübergang. Bei Fließgewässern sorgt die natürliche Strömung für einen kontinuierlichen Wärmenachschub am Wärmeübertrager, wodurch auf zusätzliche Lüfter – wie sie bei Luft-Wasser-Wärmepumpen erforderlich sind – verzichtet werden kann. Wasser-Wasser-Wärmepumpen können dadurch deutliche Effizienzvorteile bieten.

Im Gemeindegebiet Hummeltal ist aufgrund der geringen Breite der Fließgewässer von keinem nennenswerten Nutzungspotenzial für die Wärmeversorgung auszugehen.

3.2.5 Potenzial für Luftwärme

Auch Umgebungsluft stellt ein nutzbares Potenzial für erneuerbare Wärme dar. Mithilfe von Wärmepumpen kann ihre Temperatur auf ein für die Wärmeversorgung geeignetes Niveau angehoben werden. Diese Energiequelle ist prinzipiell unbegrenzt verfügbar, weshalb eine quantitative Erfassung weder möglich noch zielführend ist.

Trotz ihrer unbegrenzten Verfügbarkeit sind bei der Nutzung von Umgebungsluft verschiedene fallabhängige Aspekte zu berücksichtigen. Dazu zählen technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen der Umsetzung ebenso wie baurechtliche Vorgaben (z. B. Abstandsregelungen zu Grundstücksgrenzen) und Anforderungen an den Lärmschutz.

3.2.6 Biomassepotenzial

Auch Biomasse steht als Ressource zur Erzeugung erneuerbarer Wärme zur Verfügung. Vorteilhaft ist dabei insbesondere die Transport- und Lagerfähigkeit von Biomasse ebenso wie die Möglichkeit, Wärme auf hohen Temperaturniveaus zu erzeugen. Allerdings verfolgt die Bundesregierung das Ziel, Biomasse effizient und ressourcenschonend einzusetzen. Sie soll daher vorrangig dort genutzt werden, wo keine sinnvollen Alternativen bestehen. Ein wesentlicher Grund dafür ist die hohe Nutzungskonkurrenz: Biomasse kann sowohl stofflich als auch energetisch in vielfältigen Anwendungsbereichen eingesetzt werden.

3.2.6.1 Holzartige Biomasse

Eine wesentliche Form der Biomasse für die energetische Nutzung ist holzartige Biomasse. Typisch sind hier verschiedene Holzbrennstoffe wie Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Eine Analyse der vorhandenen Flächen in Hummeltal zeigt eine gesamt verfügbare Waldfläche im Gemarkungsgebiet von 890 ha (siehe: Flächennutzung).

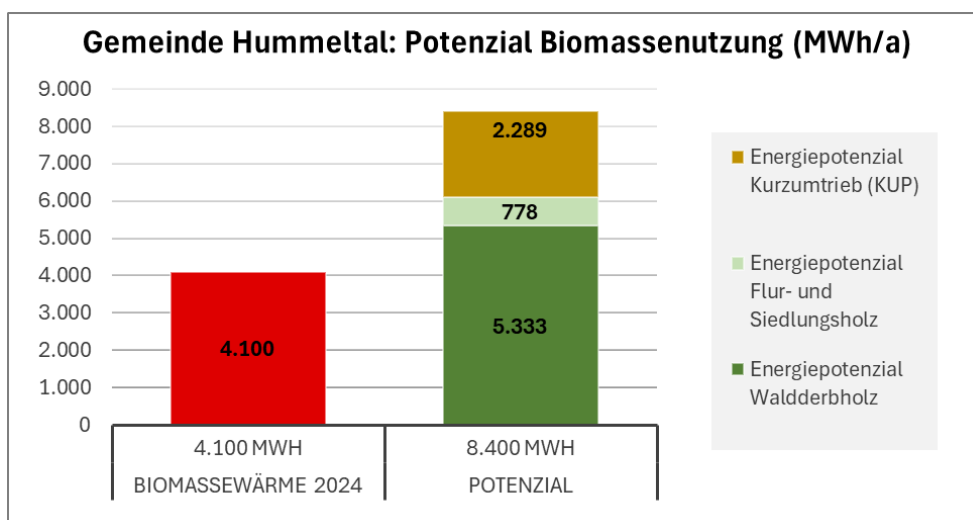
Im Energieatlas Bayern werden für jedes Gemeindegebiet folgende Biomassepotenziale ausgewiesen:

- Waldderholz, das ist die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser mit Rinde.
- Flur- und Siedlungsholz, die aus Flur- und Siedlungsholz jährlich nutzbaren Energiepotenziale.
- Kurzumtrieb, das Energiepotenzial von Ackerflächen mit Kurzumtriebsplantagen (KUP). Es handelt sich um eine Potenzialberechnung aus dem Projekt „KUP-Scout: Ein Pappel-Ertragsmodell für Bayern“.

In Hummeltal wird Biomasse bereits über dezentrale Biomassekessel genutzt. Diese werden mit Scheitholz, Hackschnitzeln und Holzpellets beschickt (siehe Abschnitt: Anlagen zur dezentralen Wärmeerzeugung / Biomasse). Dabei ist zu beachten, dass Holzpellets in der Regel nicht aus regionaler Biomasse stammen, sondern überwiegend Importware sind.

Folgende Abbildung zeigt die aktuelle Biomassewärme und das regionale Biomassepotenzial aus dem Energieatlas Bayern:

Abbildung 51: Potenzial holzartige Biomasse



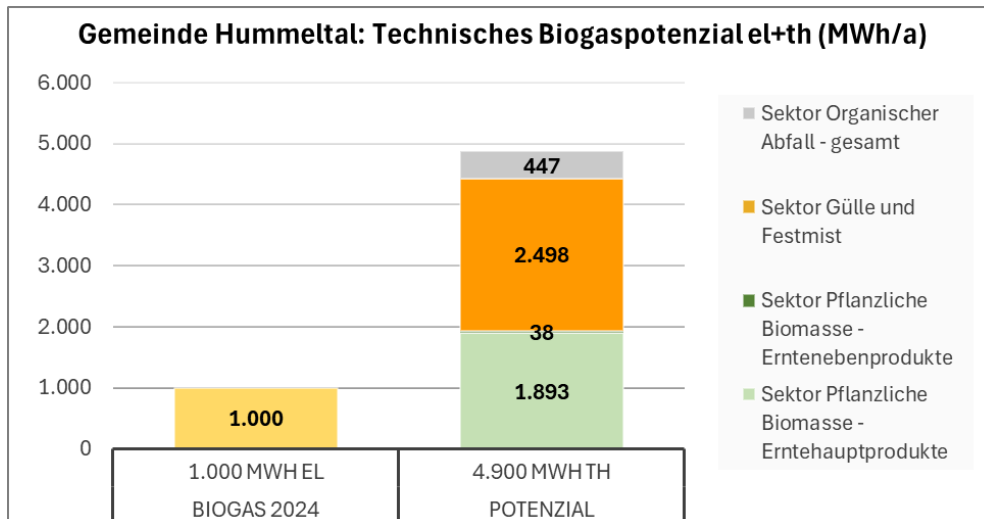
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Energieatlas Bayern (<https://www.karten.energieatlas.bayern.de>)

Regionale Biomasse ermöglicht sowohl für die dezentrale Wärmeerzeugung als auch für den Betrieb von möglichen Wärmenetzen ein Wärmepotenzial von 8.400 MWh pro Jahr.

3.2.6.2 Feuchte Biomasse auf Gras- und Ackerflächen

Auch feuchte Biomasse kann energetisch genutzt werden. Dazu zählen insbesondere Energiepflanzen wie Mais, die in Biogasanlagen vergoren werden. Neben den pflanzlichen Erntehauptprodukten sind auch Erntenebenprodukte, Gülle und Festmist sowie organischer Abfall theoretisch zur Biogaserzeugung geeignet. Das Biogas kann zur Wärme- und Stromerzeugung eingesetzt werden.

Abbildung 52: Biogaspotenzial



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Energieatlas Bayern (<https://www.karten.energieatlas.bayern.de>)

In Hummeltal sind zwei kleinere Biogasanlagen vorhanden, deren Stromerzeugungsmenge als elektrisches Potenzial ausgewiesen ist. Der Bau von Neuanlagen ist unwahrscheinlich. Das im Energieatlas ausgewiesene Potenzial für Biogas wird als maximales thermisches Potenzial dargestellt und beträgt 4.900 MWh/a (Energieinhalt Methan). Jedoch ist auch dies ein theoretischer Wert. Von einer Hebung dieses Potenzials ist bei den momentanen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht auszugehen.

3.3 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Auch die Nutzung von Abwärme bietet unter Umständen Potenzial zur Wärmebereitstellung. Fällt Abwärme auf hohem Temperaturniveau an, kann sie gegebenenfalls direkt zu Heizungszwecken, beispielsweise als Einspeisepunkt in ein Wärmenetz, verwendet werden. Abwärme auf niedrigerem Temperaturniveau kann durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Level gehoben werden.

3.3.1 Abwärme aus dem Kanalsystem

Eine weitere mögliche Abwärmequelle ist die Nutzung von Abwasser. Über Wärmepumpen kann die im Abwasser enthaltene Wärme genutzt und auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden. Um die Kanalisation als Wärmequelle für Wärmepumpen einsetzen zu können, müssen im Wesentlichen zwei Gegebenheiten erfüllt sein: Zunächst muss die Zugänglichkeit des Kanalisationsabschnitts gewährleistet werden können, um einen Wärmeübertrager installieren zu können. Darüber hinaus muss eine ausreichend hohe Trockenwasserabflussmenge vorhanden sein. Um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage am Ende der Kanalisation möglichst nicht zu beeinträchtigen, darf das Abwasser nicht zu stark abgekühlt werden. Sollen trotzdem noch ausreichende Energiemengen aus dem Abwasser gewonnen

werden, ist ein ausreichend hoher Durchfluss auch bei Trockenwetter erforderlich. Als Richtwert werden hier klassischerweise Trockenwasserabflussmengen von 15 l/s als Minimum genannt¹². Laut Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg¹³ sollte ein Einzugsbereich von 100 – 300 m um einen geeigneten Kanal für eine Abwärmenutzung nicht überschritten werden.

Für eine Abwärmenutzung aus dem Kanalsystem kommen nur Kanäle mit einer Größe von DN 800 und mehr und einer Trockenwasserabflussmengen von mindestens 15 l/s in Betracht. Da die Gemeinde keine Angaben zur Durchflussmenge bereitstellen kann, wird das theoretische Potenzial bezogen auf die Mindestmenge ausgewiesen, entsprechend 5.200 MWh/a

Tabelle 14: Wärmepotenzial Abwasserwärme

	Länge	Minstdurchflussmenge	Jährlicher Wärmeertrag
Kanal DN800 und größer	1.000 m	15 Liter/s	5.200 MWh/a

3.3.2 Abwärme an Kläranlagen

Die Wärme des Abwassers kann auch am Kläranlagenablauf genutzt werden und dort beispielsweise mit Großwärmepumpen zur Einspeisung in ein Wärmenetz dienen. Eine Einschränkung bei der Abkühlung des Temperaturniveaus der Abwassermengen wie im Kanalnetz herrscht bei der energetischen Nutzung am Kläranlagenausgang nicht. Damit ist eine höhere Temperaturspreizung möglich und die entnehmbare Wärme wird maximiert. Jedoch sind Kläranlagen meist in größerer räumlicher Entfernung zu Siedlungsflächen angeordnet.

Die Kläranlage der Verwaltungsgemeinschaft Mistelbach wurde aufgelöst. Das Abwasser wird zur zentralen Kläranlage in Bayreuth weitergeleitet, so dass hier kein Potenzial vorhanden ist

3.3.3 Industrielle und gewerbliche Abwärme

Industrie ist in Hummeltal nicht vorhanden. Auch ist kein gewerbliches Abwärmepotenzial bekannt bzw. im Energieatlas ausgewiesen.

3.4 Zusammenfassung Potenzialanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorangegangenen Potenzialbetrachtungen einheitlich zusammengeführt und verglichen. Es wird der aktuelle und prognostizierte Wärmebedarf dem in Hummeltal potenziell möglichen erneuerbaren Wärme- und Strompotenzial gegenübergestellt. Wie in den einzelnen Kapiteln bereits beschrieben, handelt es sich bei den einzelnen Potenzialen um technische Maximalpotenziale, deren Hebung jeweils in Einzelfällen zu prüfen ist.

Deutlich wird, dass die Gemeinde Hummeltal das Potenzial hat, ihren Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Das grundsätzlich verfügbare Potenzial übersteigt die aktuelle und künftige Nachfrage. Im Kontext der erneuerbaren Wärmeerzeugung sind insbesondere die großen Potenziale der

¹² Vgl. z. B. Buri und Kobel „Wärmenutzung aus Abwasser“ oder Bundesverband Wärmepumpe e. V. „Heizen und Kühlen mit Abwasser“

¹³ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

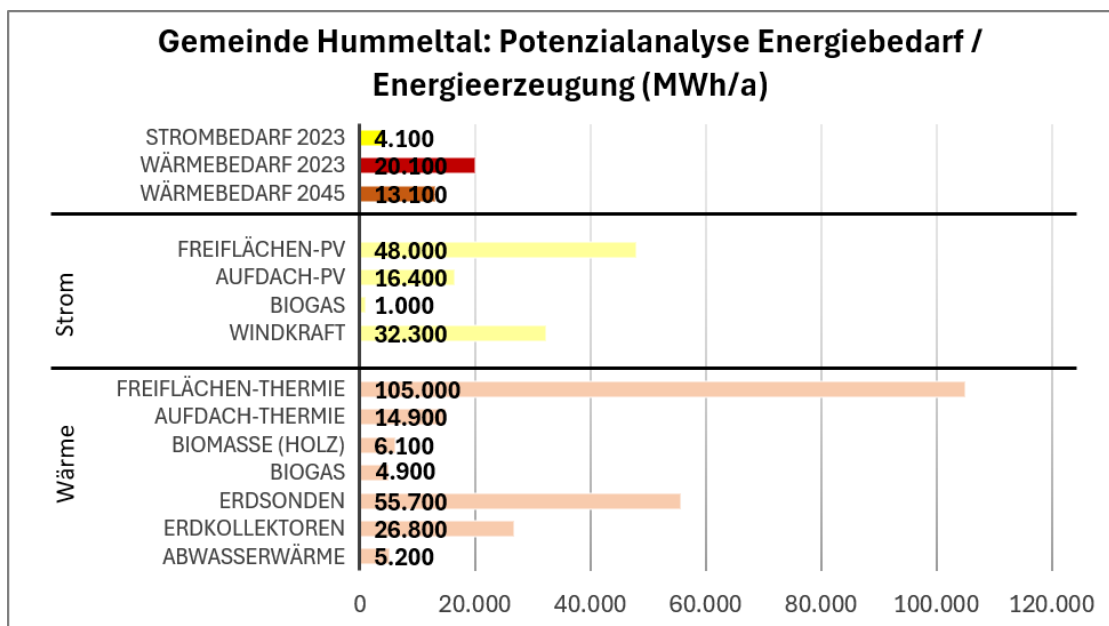
solaren Energieerzeugung, sowohl in Form von Photovoltaik als auch Solarthermie, aber auch der oberflächennahen Geothermie zu erwähnen. Insbesondere Freiflächen-Solarthermieanlagen haben in Hummeltal großes Potenzial, auch wenn dieses technisch und wirtschaftlich nur zu Bruchteilen, beispielsweise in Wärmenetzen, zu bergen sein wird. Gleiches gilt für oberflächennahe Geothermie. Diese hat zwar ein grundsätzlich hohes Potenzial, wird jedoch nur nach Einzelfallprüfung zum Einsatz kommen können. Das tatsächlich realisierbare Potenzial wird hier wesentlich geringer ausfallen als das technisch verfügbare.

Auch die Nutzung von Umgebungsluft kann einen zentralen Beitrag leisten, ist in der Abbildung aufgrund der grundsätzlich unbegrenzten Verfügbarkeit jedoch nicht aufgeführt. Etwas geringer fällt das Potenzial von Biomasse aus. Insbesondere regionale Biomasse sollte nur in gezielten Anwendungen nachhaltig Anwendung finden.

Durch die Elektrifizierung des Wärmebedarfs u.a. durch Wärmepumpen ist zusätzlich von einem gesteigerten Strombedarf auszugehen. Auch hier herrscht in Hummeltal ein erhebliches Potenzial. Hier ist insbesondere auf das sehr große Potenzial der Freiflächen-PV und der Windenergie hinzuweisen.

Die folgende Abbildung zeigt den aktuellen Strom- und Wärmebedarf sowie den prognostizierten Wärmebedarf bis zum Jahr 2045. Demgegenüber sind die regionalen Potenziale zur Erzeugung von Strom und Wärme dargestellt.

Abbildung 53: Gegenüberstellung Potenzialanalyse Energiebedarf und Energieerzeugung



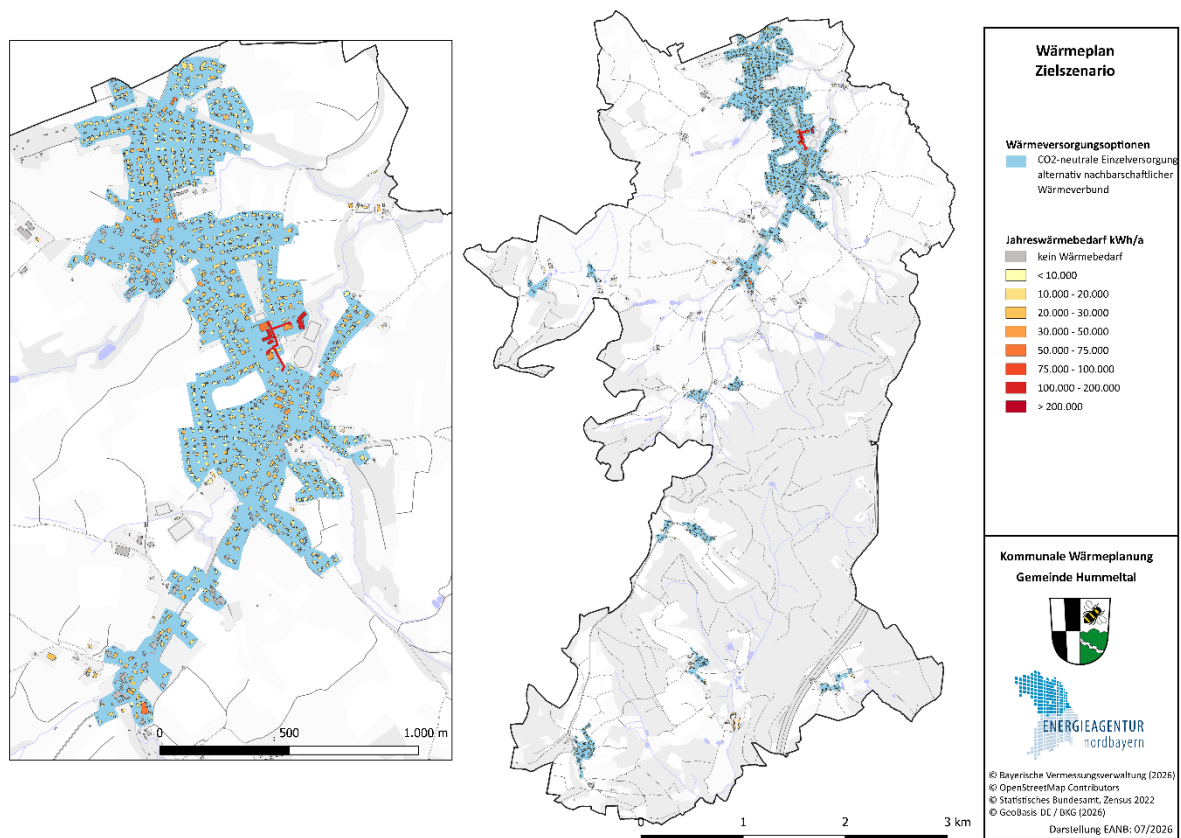
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

4. Zielszenario CO₂-Neutrale Einzelversorgung

4.1 Wärmeplan Zielszenario 2045

Wärmenetzeignungsgebiete leiten sich aus der Überlagerung der Wärmebedarfsdichte mit den Ergebnissen der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien ab. Diese Konstellation findet sich üblicherweise in verdichteten Siedlungsbereichen, insbesondere in Ortszentren. In der Gemeinde Hummeltal liegen solche strukturellen Voraussetzungen jedoch nicht vor. Aus diesem Grund wurden in Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung keine Wärmenetz Eignungsgebiete festgelegt.

Abbildung 54: Karte Wärmeplan Zielszenario 2045



Quelle: Eigene Darstellung aufgrund Potenzialanalyse (Maßstabsgerechter Plan im Anhang)

Die Feststellung eines fehlenden Wärmenetzpotenzials im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bedeutet nicht, dass in diesen Gebieten die Errichtung eines Wärmenetzes ausgeschlossen oder unzulässig ist. Vielmehr bleibt es grundsätzlich möglich, hier ein Wärmenetz oder einen nachbarschaftlichen Wärmeverbund zu planen und umzusetzen, sofern hierfür aus technischer, wirtschaftlicher oder sonstiger fachlicher Sicht die Rahmenbedingungen passen.

4.2 Umsetzungsplan CO₂-neutrale Einzelversorgung

In Gebieten, die sich nach den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung nicht für eine zentrale Wärmeversorgung eignen und im Wärmeplan als Bereiche für eine CO₂-neutrale Einzelversorgung ausgewiesen sind, müssen Gebäudeeigentümer bei einem Heizungstausch die Vorgaben des Gebäudemodernisierungsgesetzes beachten. Dabei sind insbesondere die Anforderungen an den Einsatz erneuerbarer bzw. treibhausgasarmer Energieträger bei neu installierten Heizungsanlagen zu berücksichtigen. Die Wahl der Wärmeversorgung sollte dabei langfristig auf eine klimaneutrale Wärmebereitstellung ausgerichtet werden, um die gesetzlichen Klimaschutzziele und die Treibhausgasneutralität bis 2045 zu unterstützen.

Das im Juli 2026 verabschiedete **Gebäude-Modernisierungs-Gesetz (GModG)** ersetzt das bisherige Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) und bildet die neue rechtliche Leitlinie für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Für die kommunale Wärmeplanung löst das GModG die Kopplung zwischen Planungsfortschritt und der vormaligen „65-Prozent-Pflicht“ für erneuerbare Energien beim Heizungstausch auf. Unverändert bleibt jedoch das im Bundes-Klimaschutzgesetz verankerte Ziel der Klimaneutralität des Gebäudesektors ab 2045.

Die Relevanten Punkte des GModG:

- **Abschaffung der 65%-Quote:**
Die Pflicht, beim Einbau einer neuen Heizung mindestens 65 % der Wärme aus erneuerbaren Energien zu gewinnen (vormals § 71 GEG), entfällt mit sofortiger Wirkung.
- **Entkopplung von der KWP:** Der Beschluss oder das Vorliegen einer kommunalen Wärmeplanung löst für Gebäudeeigentümer keine automatischen, verschärften Pflichten beim Heizungskauf mehr aus.
- **Fossile Optionen bleiben erlaubt:** Der Einbau klassischer Gas- oder Ölheizungen ist im Bestand weiterhin legal möglich.
- **„Biotreppe“ verpflichtende Beimischung:** Wer sich **nach dem 21. Juli 2026** für eine neue fossile Heizung entscheidet, muss schrittweise steigende Anteile an grünen Gasen (Biomethan, Wasserstoff) oder E-Fuels nutzen. Die genaue Ausgestaltung bleibt aber unklar.
 - **01.01.2029 10 %** (Erste Stufe der Beimischungspflicht. Heizkosten könnten durch den teureren Bio-Anteil leicht steigen).
 - **01.01.2030 15 %**
 - **01.01.2035 30 %** (Deutliche Erhöhung des regenerativen Anteils. Das wirtschaftliche Risiko für fossile Systeme nimmt zu.)
 - **01.01.2040 60 %** (Mehr als die Hälfte des Brennstoffs muss klimaneutral sein.)
 - **01.01.2045 100 %** (Gebäude in Deutschland dürfen nur noch vollständig klimaneutral beheizt werden.)

- **Wichtige Ergänzung für den Neubau ab 2030**

- Ab dem **01.01.2030** errichtete private Wohngebäude müssen standardmäßig den **Nullemissionsstandard** erfüllen. Die Anforderungen führen faktisch zu deutlich strengeren Vorgaben für den Einsatz fossiler Energieträger. Ob bestimmte Verbrennungsheizungen eingesetzt werden können, hängt davon ab, ob der Nullemissionsstandard des Gebäudes eingehalten wird.
- Ab dem **01.01.2030** sollen alle neu errichteten Wohngebäude standardmäßig mit einer Photovoltaik- oder Solarthermieranlage ausgestattet werden. Dies gilt auch für direkt an das Wohnhaus angrenzende neue Carports oder Garagen. Es gibt Ausnahmen bei technischer oder wirtschaftlicher Unzumutbarkeit.

4.2.1 Wärmeversorgungssysteme CO₂-neutrale Einzelversorgung

Für ein exemplarisches Einfamilienhaus (ca. 160 m² Wohnfläche) mit einem jährlichen Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser von 25.000 kWh (ca. 3.000 Liter Heizölverbrauch im Bestand) werden folgende dezentrale Wärmeversorgungsvarianten bewertet:

Variante 1: Luft-Wärmepumpe

Variante 2: Luft-Wärmepumpe mit PV-Dachanlage

Variante 3: Luft-Wärmepumpe mit PV-Dachanlage und Batteriespeicher

Variante 4: Geothermie-Wärmepumpe

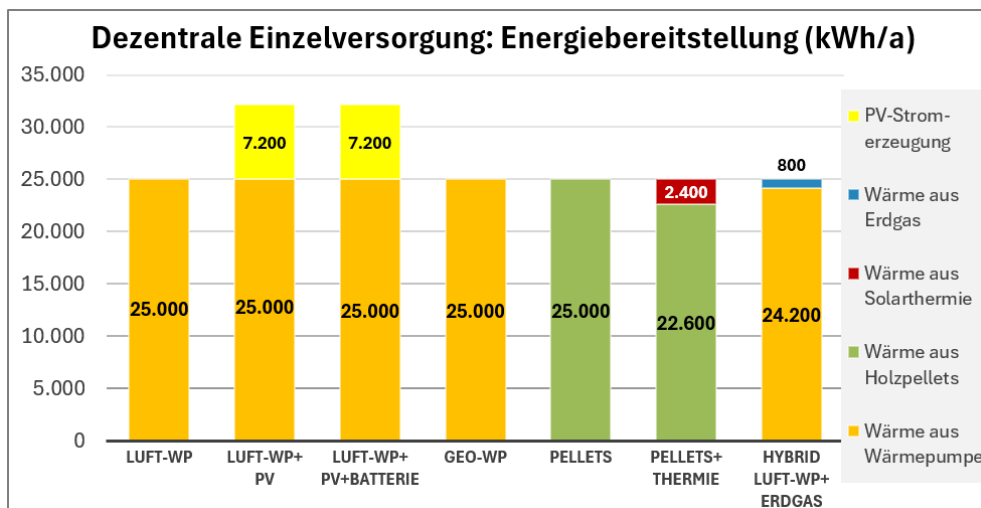
Variante 5: Holzpellets-Heizkessel

Variante 6: Holzpellets-Heizkessel mit Solarthermieranlage

Variante 7: Hybrid-Heizung Luft-Wärmepumpe + Erdgas-Brennwertkessel

Laut der Potenzialermittlung „Oberflächennahe Geothermie“ besteht in nahezu dem gesamten Gemeindegebiet ein ausreichendes Potenzial für den Einsatz von Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden (Variante 4). Für das betrachtete Einfamilienhaus werden bei einer erforderlichen Entzugsleistung von rund 10 kW entweder eine Kollektorfläche von etwa 300 m² oder 2 bis 3 Erdwärmesonden benötigt.

Folgende drei Abbildungen zeigen die Simulationsergebnisse zur Energiebereitstellung, den dafür nötigen Energiebezug der Heizungsanlagen und die daraus resultierenden Energiekosten:

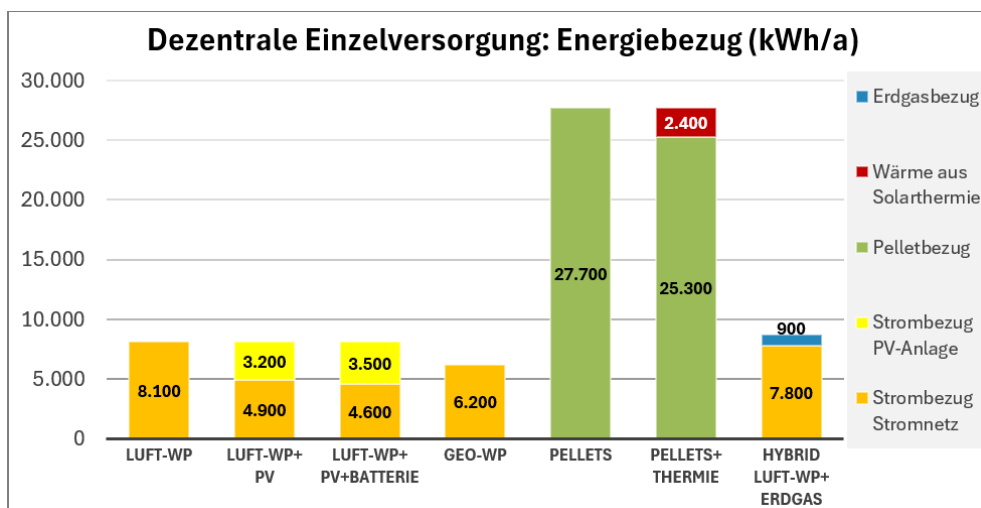
Abbildung 55: Energiebereitstellung CO₂-neutrale Einzelversorgung

Quelle: Eigene Darstellung, Simulation: nPro Energy

Das Beispielgebäude benötigt einen jährlichen Wärmebedarf von 25.000 kWh für Heizung und Warmwasser. In Varianten 2 und 3 werden zusätzlich der durch die PV-Dachanlage erzeugte Strom dargestellt.

Die Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (Variante 6) erreicht einen Deckungsanteil von rund 12 %.

Bei der Hybridheizung (Variante 7) übernimmt die Wärmepumpe einen Deckungsanteil von über 90 %. Der Erdgaskessel kommt nur an besonders kalten Tagen zur Spitzenlastabdeckung zum Einsatz.

Abbildung 56: Energiebezug CO₂-neutrale Einzelversorgung

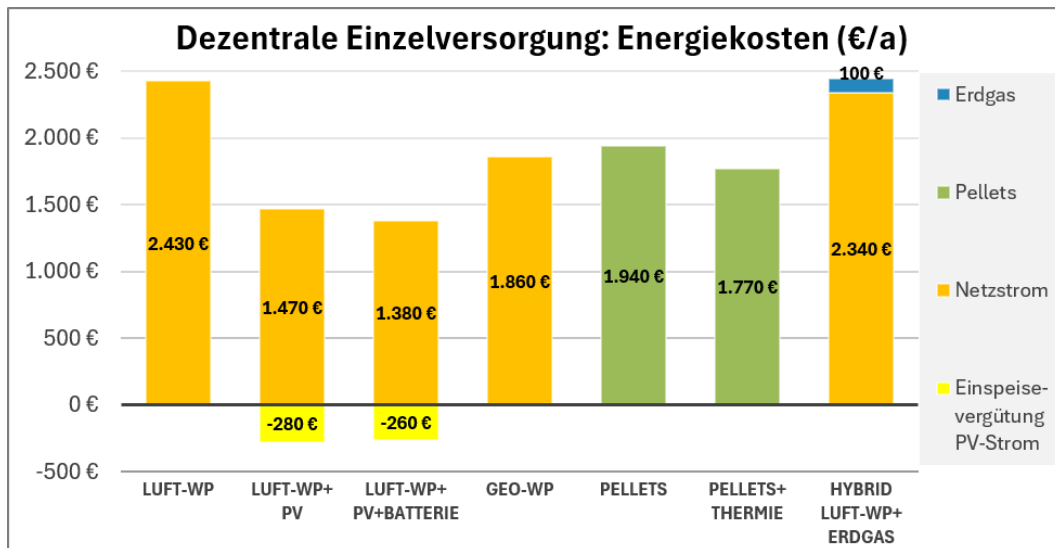
Quelle: Eigene Darstellung, Simulation: nPro Energy

Die Luft-Wärmepumpe erreicht eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,1. Durch die Photovoltaikanlage kann der Strombezug aus dem öffentlichen Netz um 40 % reduziert werden; ein Batteriespeicher senkt ihn zusätzlich um weitere 3 %. Die Geothermie-Wärmepumpe erzielt mit einer JAZ von 4,0 eine deutlich höhere Effizienz und benötigt dadurch rund 23 % weniger Strom als die Luft-Wärmepumpe.

In Variante 5 werden jährlich rund 5,8 t Holzpellets benötigt. Durch den Einsatz einer Solarthermieanlage reduziert sich der Pelletbedarf um etwa 9 % auf etwa 5,3 t pro Jahr.

In der Hybridvariante erreicht die Luft-Wärmepumpe sogar eine JAZ von 3,2 da die Spitzenlast durch den Erdgas-Brennwertkessel abgedeckt wird.

Abbildung 57: Energiekosten CO₂-neutrale Einzelversorgung



Quelle: Eigene Darstellung, Simulation: nPro Energy

Je nach gewähltem Energiesystem und dem daraus resultierenden Energiebezug liegen die jährlichen Energiekosten zwischen rund 2.440 € für die Hybridvariante und etwa 1.380 € für die Luft-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage und Batteriespeicher.

Bei den Varianten 2 und 3 ist zusätzlich der wirtschaftliche Nutzen der Photovoltaikanlage zu berücksichtigen. Dieser ergibt sich sowohl aus dem Eigenverbrauch des erzeugten Solarstroms für den Haushaltsstrombedarf als auch aus den Erlösen für überschüssigen Strom, der in das öffentliche Netz eingespeist wird.

Der Erdgaspreis ist infolge des Ukrainekriegs deutlich gestiegen und hat sich in den vergangenen Jahren auf einem Niveau von etwa 10 bis 13 ct/kWh eingependelt. Aktuelle geopolitische Spannungen im Nahen Osten und mögliche Beeinträchtigungen wichtiger Transportwege, wie der Straße von Hormus, erhöhen die Unsicherheiten an den Energiemärkten zusätzlich.

Die zukünftige Entwicklung der Erdgas- und Heizölpreise ist daher mit erheblichen Unsicherheiten behaftet und lässt sich nicht verlässlich prognostizieren. Vor dem Hintergrund geopolitischer Risiken, eines langfristig rückläufigen Angebots fossiler Energieträger sowie klimapolitischer Anforderungen ist jedoch davon auszugehen, dass eine Rückkehr zu den historisch niedrigen Preisniveaus der Vergangenheit eher unwahrscheinlich ist.

Viele Energieexperten erwarten daher, dass fossile Brennstoffe auch langfristig höheren Preisschwankungen unterliegen und im Mittel auf einem höheren Preisniveau verbleiben werden als vor den jüngsten geopolitischen Krisen.

4.2.2 Wirtschaftlichkeit und Wärmegestehungskosten CO₂-neutrale Einzelversorgung

Im Folgenden werden die Investitionen und Wärmegestehungskosten der verschiedenen dezentralen Wärmeversorgungsvarianten dargestellt. Darüber hinaus wird die derzeit verfügbare Fördersituation erläutert und bei der wirtschaftlichen Bewertung der einzelnen Varianten berücksichtigt.

Alle beschriebenen Heizungsvarianten sind als **Einzelmaßnahmen nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)**¹⁴ förderfähig. Auch der Anschluss an ein Wärmenetz erfüllt die Förderbedingungen.

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben beträgt:

- **28.000 €** für die erste Wohneinheit bzw. ein Einfamilienhaus

Der Förderhöchstbetrag für die erste Wohneinheit sinkt erstmalig am 01.02.2027 und danach halbjährlich jeweils zum 01.02. und 01.08. eines jeden Jahres um 750 Euro. Ab 01.08.2030 beträgt der Förderhöchstbetrag dann 22.000 €.

- **15.000 €** für die zweite bis sechste Wohneinheit
- **8.000 €** ab der siebten Wohneinheit

¹⁴[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)) (Stand Juli 2026)

Die **Zuschusshöhe** umfasst:

- **30 % Grundförderung**
- **16 % Klimageschwindigkeitsbonus**

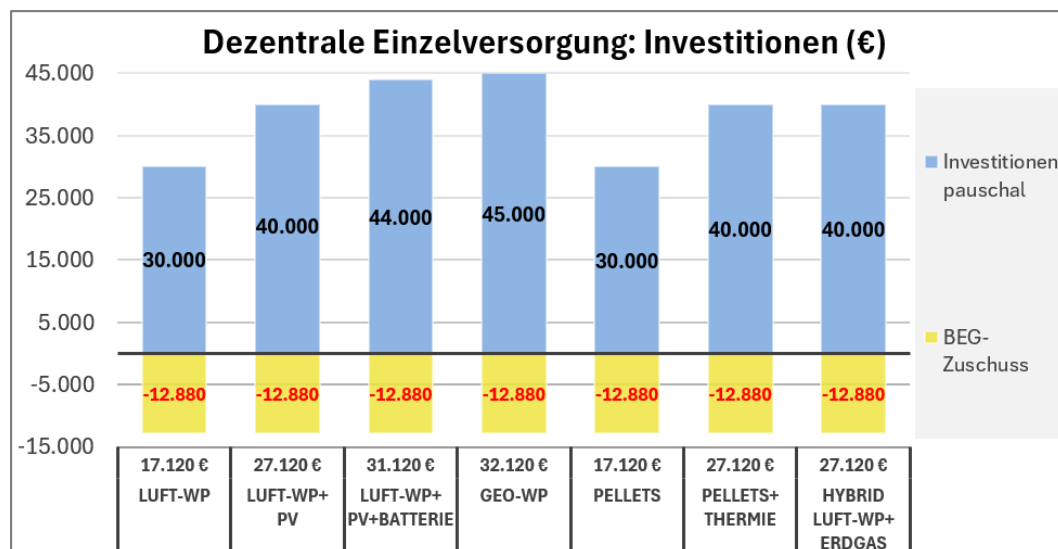
Der Klimageschwindigkeitsbonus sinkt erstmalig am 01.02.2027 und danach halbjährlich zum 01.02. und 01.08. eines jeden Jahres um 4 Prozentpunkte.

- **40 % Einkommensbonus** bei Selbstnutzung und einem Haushaltsjahreseinkommen bis 30.000 €
- **30 % Einkommensbonus** bei Selbstnutzung und einem Haushaltsjahreseinkommen bis 40.000 €
- **10 % Einkommensbonus** bei Selbstnutzung und einem Haushaltsjahreseinkommen bis 50.000 €
- Zusätzlich gibt es einen **Familienbonus** bei mindestens einem minderjährigem Kind im Haushalt

Die maximale Förderhöhe ist auf **70 % der förderfähigen Kosten** begrenzt. Bei einem Haushaltsjahreseinkommen von bis zu 40.000 Euro beträgt die Obergrenze bis zu 80 %.

Die folgende Abbildung zeigt die durchschnittlichen Investitionen der betrachteten Heizungsvarianten. Der mögliche BEG-Zuschuss in Höhe von 12.880 € ergibt sich aus der aktuellen Grundförderung von 30 % sowie dem Klimageschwindigkeitsbonus von 16 %. Beide Förderbestandteile beziehen sich auf den förderfähigen Höchstbetrag von 28.000 €.

Abbildung 58: Investitionen CO₂-neutrale Einzelversorgung



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

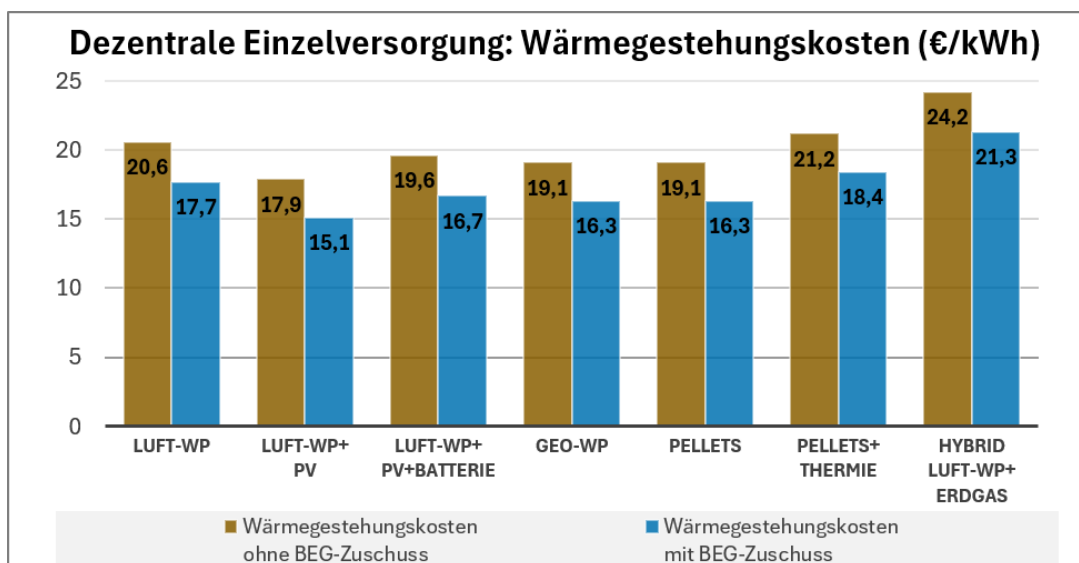
Die Luft-Wärmepumpe und die Pelletheizung weisen die geringsten Investitionen auf. Durch zusätzliche Anlagenkomponenten, wie beispielsweise eine Photovoltaikanlage, einen Batteriespeicher oder eine Solarthermieranlage, steigen die erforderlichen Investitionen entsprechend an.

Bei der Geothermie-Wärmepumpe hängen die Investitionen für Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden hingegen stark von den örtlichen Gegebenheiten und insbesondere von der Beschaffenheit des Untergrunds ab. Dadurch können die tatsächlichen Kosten je nach Standort deutlich variieren.

Die folgende Abbildung zeigt die Wärmegestehungskosten der betrachteten Heizungsvarianten. Diese geben die Kosten je erzeugter Kilowattstunde Wärme an und basieren auf den jährlichen Gesamtkosten der jeweiligen Anlage. In die Jahresgesamtkosten fließen sowohl die Investitionskosten als auch die Energie- und Wartungskosten ein. Die Berechnung erfolgt über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren und ermöglicht damit einen ganzheitlichen Vergleich der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit der einzelnen Wärmeversorgungssysteme.

Die Gegenüberstellung zeigt die Wärmegestehungskosten sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung des BEG-Zuschusses. Dadurch wird der Einfluss der aktuellen Förderbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Heizungsvarianten deutlich und ein Vergleich der Systeme mit und ohne Förderung ermöglicht.

Abbildung 59: Wärmegestehungskosten CO₂-neutrale Einzelversorgung



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Die Wärmegestehungskosten unterscheiden sich deutlich zwischen den betrachteten Heizungsvarianten und liegen ohne Berücksichtigung der BEG-Förderung zwischen 17,9 ct/kWh und 24,2 ct/kWh. Unter Einbeziehung des BEG-Zuschusses reduzieren sich die Wärmegestehungskosten um etwa 2,8 bis 3,0 ct/kWh und liegen zwischen 15,1 ct/kWh und 21,3 ct/kWh.

Die niedrigsten Wärmegestehungskosten weist die Luft-Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage auf. Mit BEG-Zuschuss betragen die Kosten lediglich 15,1 ct/kWh. Auch die Geothermie-Wärmepumpe und die Pelletheizung erzielen mit jeweils 16,3 ct/kWh niedrige Wärmegestehungskosten und liegen damit nur geringfügig über der Luft-Wärmepumpe mit Photovoltaik.

Die Kombination aus Luft-Wärmepumpe, Photovoltaikanlage und Batteriespeicher führt aufgrund der höheren Investitionskosten zu etwas höheren Wärmegestehungskosten von 16,7 ct/kWh. Dennoch liegt auch diese Variante auf einem wirtschaftlich attraktiven Niveau.

Höhere Wärmegestehungskosten ergeben sich für die reine Luft-Wärmepumpe mit 17,7 ct/kWh sowie für die Pelletheizung mit Solarthermieanlage mit 18,4 ct/kWh. Die höchsten Kosten weist die Hybridvariante aus Luft-Wärmepumpe und Erdgas-Brennwertkessel auf. Trotz Förderung liegen die Wärmegestehungskosten hier bei 21,3 ct/kWh.

Insgesamt zeigt die Auswertung, dass insbesondere Wärmepumpensysteme in Kombination mit erneuerbaren Energien die günstigsten Wärmegestellungskosten erreichen. Die aktuelle BEG-Förderung verbessert die Wirtschaftlichkeit aller förderfähigen Varianten deutlich und trägt wesentlich zur Senkung der Gesamtkosten bei.

4.3 Zielszenario bis 2045

Gemäß den Vorgaben des Klimaschutzgesetzes ist die Wärmeversorgung im Gebäudesektor spätestens bis zum Jahr 2045 vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen. Ziel ist eine treibhausgasneutrale Wärmebereitstellung ohne den Einsatz fossiler Energieträger. Der Betrieb von Öl-, Gas- oder sonstigen fossilen Heizungsanlagen ist ab diesem Zeitpunkt nicht mehr zulässig, sodass bereits heute die Weichen für eine zukunftsfähige, klimaneutrale Wärmeversorgung zu stellen sind.

Auch wenn die Bundesregierung wie in Kapitel 4.2 dargestellt mit dem angekündigten „Gebäude-Moderisierungs-Gesetz“ die Wärmewende zunächst entschleunigen möchte, muss das langfristige Ziel (auch als Bestandteil internationaler Vereinbarungen) bestehen bleiben: Fossile Heizungsanlagen sind bis spätestens 2045 vollständig zu ersetzen.

Das Zielszenario beschreibt deshalb den angestrebten Entwicklungspfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Hummeltal bis zum Jahr 2045. Es basiert auf den zentralen Erkenntnissen der Bestandsanalyse sowie der identifizierten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz.

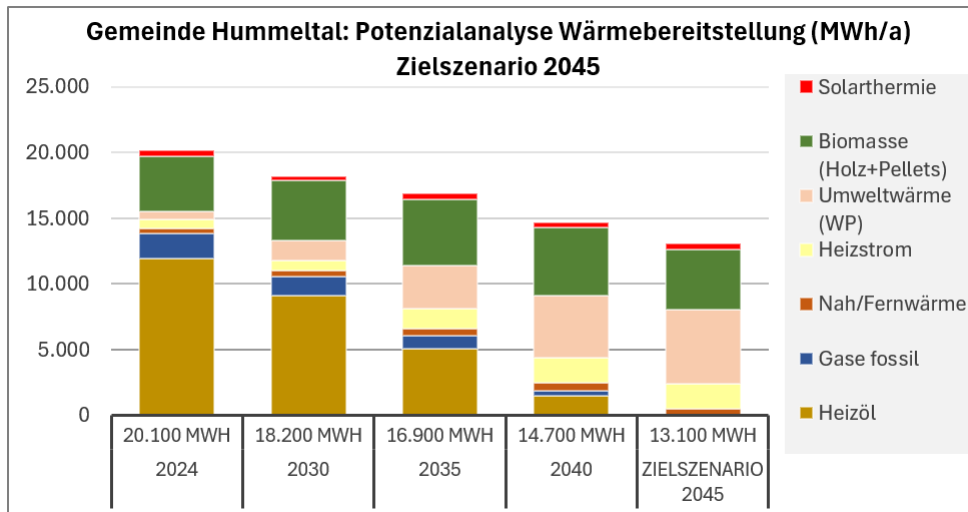
Als strategischer Orientierungsrahmen zeigt das Zielszenario auf, wie durch den konsequenten Einsatz dezentraler Versorgungslösungen, ergänzende Effizienzmaßnahmen im Gebäudebestand sowie den schrittweisen Ersatz fossiler Energieträger eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum vorgegebenen Zielzeitpunkt erreicht werden kann. Es dient der Gemeinde damit als Grundlage für zukünftige Entscheidungen und Prioritätensetzungen im Bereich der Wärmeversorgung.

4.3.1 Entwicklung zukünftiger Wärmebedarf und Wärmebereitstellung

Dank der umfassenden Gebäudesanierungen, die bis 2045 angestrebt werden (siehe Kapitel 3.1.3 „Gesamtes Reduktionspotenzial Wärme“), bietet sich ein erhebliches technisches Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen zur Deckung des Wärmebedarfs. Dies kann sowohl durch Luft- als auch durch Geothermie-Wärmepumpen erfolgen. Für größere Gebäude stellen Biomassekessel eine weitere Option dar. Solarthermie wird voraussichtlich eine eher untergeordnete Rolle spielen, da der auf der gleichen Fläche gewinnbare Strom aus einer Photovoltaik-Anlage flexibler einsetzbar ist.

Folgende Abbildung zeigt die Transformation der Wärmebereitstellung im Gebäudesektor:

Abbildung 60: Entwicklung Wärmebereitstellung Zielszenario 2045



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Im Jahr 2045 wird die Wärmeversorgung vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt. Die Prognose zeigt folgende Verteilung:

- Wärmepumpen übernehmen mit fast 60 % den größten Anteil, wobei etwa ein Viertel der dafür benötigten Energie aus Heiz- bzw. Wärmepumpenstrom stammt.
- Der dezentrale Biomasseanteil steigt von derzeit 21 % des Endenergiebedarfs auf rund 35 %. In Bezug auf die eingesetzte Endenergiemenge bedeutet dies eine leichte Erhöhung, um ca. 10 %.
- Nahwärme wird von 2 % durch Nachverdichtung auf rund 4 % ansteigen
- Solarthermie ist mit einem kleinen Prozentsatz beteiligt.
- Fossile Energieträger werden spätestens bis 2045 vollständig aus der Wärmeversorgung ausgeschlossen.

Diese Entwicklung unterstreicht die zentrale Bedeutung von Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie für die zukünftige Wärmeversorgung.

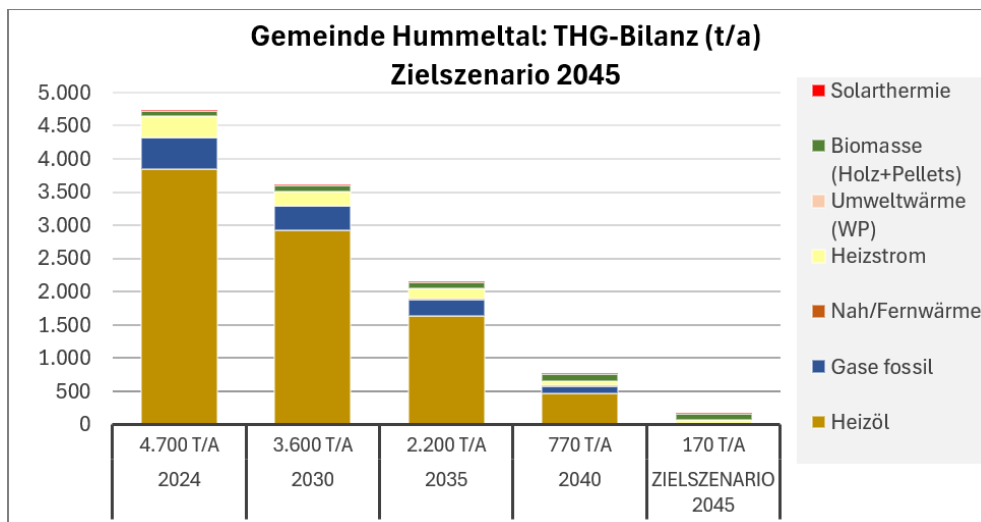
Biomasse sollte künftig ressourcenschonend, effizient und vorzugsweise dort eingesetzt werden, wo andere erneuerbare Wärmeoptionen nur eingeschränkt zur Verfügung stehen, um eine nachhaltige und langfristig tragfähige Wärmeerzeugung sicherzustellen.

4.3.2 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die geplante Transformation der Energieträgerstruktur – insbesondere der schrittweise Rückgang von Erdgas und Heizöl – führt zu einer kontinuierlichen und signifikanten Reduktion der Treibhausgasemissionen. Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor ist die fortlaufende Verbesserung des Emissionsfaktors für Netzstrom, die durch den überregionalen Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung erzielt wird.

Diese Entwicklungen leisten einen substantziellen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur Verbesserung der Umweltbilanz der kommunalen Wärmeversorgung.

Abbildung 61: Entwicklung THG-Emissionen bis 2045



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Im betrachteten Szenario bis 2045 können die Treibhausgasemissionen im Wärmesektor der Gemeinde Hummeltal um ca. 96 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2024 reduziert werden. Während im Jahr 2024 noch rund 4.700 Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht wurden, verbleiben im Jahr 2045 lediglich 170 Tonnen.

Auch auf individueller Ebene zeigt sich die Wirkung der Transformation deutlich: Die spezifischen Emissionen pro Einwohner sinken von derzeit 1,9 Tonnen pro Jahr auf rund 70 kg im Zieljahr 2045.

4.4 Zusammenfassung des Zielszenarios

Neben der Gebäudesanierung, die zur Optimierung der Gebäudeeffizienz und Reduktion des Primärenergiebedarfs beiträgt, ist eine zügige Umstellung auf erneuerbare Energieträger von größter Bedeutung. Nur durch das Zusammenspiel dieser Maßnahmen können die gewünschten Ergebnisse erzielt werden.

Wärmenetze werden in der Gemeinde Hummeltal voraussichtlich keine maßgebliche Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung spielen. Stattdessen ist vorgesehen, den überwiegenden Teil der Gebäude dezentral mit erneuerbaren Heizsystemen zu versorgen. Hierbei wird die Wärmebereitstellung vor allem auf Wärmepumpen und ergänzend auf Biomasseanlagen umgestellt.

Insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen werden aufgrund ihrer breiten Einsatzbarkeit, vergleichsweise geringen Investitionskosten und ihrer guten Eignung für den dezentralen Einsatz eine zentrale Rolle einnehmen. Voraussetzung für einen effizienten Betrieb dieser Technologien sind energetisch optimierte Gebäude. Eine gute Wärmedämmung sowie ein insgesamt niedriger Wärmebedarf ermöglichen es, das Effizienzpotenzial von Wärmepumpen optimal auszuschöpfen und einen wirtschaftlichen sowie klimafreundlichen Betrieb sicherzustellen.

Das übergeordnete Ziel aller Klimaschutzbemühungen ist die Klimaneutralität. Dies bedeutet, dass nur noch so viele Treibhausgase emittiert werden, wie auf natürliche oder technische Weise durch Senken gebunden werden können. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es entscheidend, alle verfügbaren erneuerbaren Energiequellen umfassend zu nutzen.

Trotz Klimaneutralität bleibt ein Grundstock an Emissionen bestehen. Da auch erneuerbaren Energien Emissionen für den nicht regenerativen Anteil zugeordnet werden, verbleiben selbst bei einer 100-prozentigen Energieversorgung durch erneuerbare Energien Restemissionen, die durch CO₂-Senken aufgenommen werden müssen. Regionale und überregionale CO₂-Senken sind Wälder, extensiv bewirtschaftete Wiesen, Biotop, Feuchtgebiete, Moore und Meere.

5. Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Mit dem Wärmeplanungsgesetz hat der Bund die Kommunen offiziell zu Hauptakteuren der Wärmewende bestimmt. Während Berlin die gesetzlichen Leitplanken definiert, liegt die operative Last der Planung und Umsetzung nun vor Ort - die Kommunen tragen damit quasi den wesentlichen Teil der Verantwortung für ein Gelingen der Wärmewende bis 2045. Gleichzeitig kommt ausgerechnet aus Berlin und München immer wieder politisches Störfeuer und bringt die wichtigsten Werkzeuge für diesen Umstieg ohne Not in Misskredit: Wärmepumpen funktionieren angeblich nicht in Bestandsgebäuden, kleine Photovoltaikanlagen verlieren wohl bald ihre feste Einspeisevergütung und Windkraft wird zu einer „Übergangslösung“ heruntgestuft. Die angekündigte Neufassung des Gebäude-Energie-Gesetzes (bzw. Gebäude-Modernisierungs-Gesetzes) tut ein Übriges.

Hoffnung macht, dass die Verantwortlichen auf kommunaler Ebene meist am langfristigen Erfolg der Energiewende interessiert sind und von der Notwendigkeit engagierter Klimaschutzmaßnahmen nicht erst überzeugt werden müssen. Die Wärmewende ist bei den Kommunen also in guten Händen.

Die Erarbeitung eines Wärmeplans ist der erste Schritt auf einem langen Weg. Bürger und Unternehmen haben nun Planungssicherheit, ob sie auf Wärmenetze hoffen können oder eher in dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasse investieren müssen. Die Kommune hat erstmals detaillierten Aufschluss über den Wärmesektor vor Ort und damit reichlich Material für künftige Planungen.

Die eigentliche Arbeit steht aber erst noch bevor. Die kommenden fast zwei Jahrzehnte müssen zielstrebig für den flächendeckenden Übergang zum Heizen mit Erneuerbaren Energien genutzt werden.

Diese Umsetzung erfordert ein integriertes und strategisch abgestimmtes Vorgehen, das technische, organisatorische und kommunikative Aspekte gleichermaßen berücksichtigt. Die nachfolgenden Teilkapitel konkretisieren die zentralen Handlungsfelder, die für eine erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung bis 2045 notwendig sind.

Im Fokus stehen die Einbindung relevanter Akteure, die Entwicklung einer übergeordneten Wärmewendestrategie sowie die Darstellung der damit verbundenen Vorteile für Umwelt, Klima und Wertschöpfung, sowohl für die Kommune selbst als auch für ihre Bürger und Unternehmen.

Darauf aufbauend werden konkrete Maßnahmen zur Umsetzung beschrieben, ergänzt durch eine Kommunikationsstrategie zur Förderung von Akzeptanz und Beteiligung. Abschließend werden Instrumente zur Verstetigung und zur systematischen Umsetzungskontrolle vorgestellt, um langfristig sicherzustellen, dass das Ziel bis spätestens 2045 erreicht wird.

5.1 Akteursbeteiligung und Bürgerinformation

Für eine erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung kommt es darauf an, die relevanten Akteure vor Ort frühzeitig einzubinden. Hier geht es zum Beispiel um kommunale Entscheidungsträger, Energieversorger, Wärmenetzbetreiber, Landwirte, Eigentümer, Bürger oder Unternehmen. Ziel ist nicht nur die Berücksichtigung unterschiedlicher Interessengruppen, sondern vor allem die Einbindung von Fachwissen über die Gegebenheiten vor Ort und die Nutzung vorhandener Synergien. Diese Mitwirkung auf Augenhöhe verbessert letztlich auch die Akzeptanz für die erarbeiteten Maßnahmen.

Da in der Gemeinde Hummeltal keine Wärmenetzeignungsgebiete ausgewiesen werden und die Datengrundlage auch keine Ansatzpunkte für gemeinschaftliche Gebäudeversorgungen liefert, wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine gesonderten Gespräche mit einzelnen Akteuren geführt. Die

Kommune konnte zudem keine Ansprechpartner benennen, die bereits konkrete Planungen oder Vorhaben im Bereich der zukünftigen Wärmeversorgung verfolgen. Vor diesem Hintergrund ergab sich im Rahmen der Bearbeitung kein konkreter Anlass für eine weitergehende Akteursbeteiligung.

Unabhängig davon spielt auch die transparente Information der Bürgerinnen und Bürger eine zentrale Rolle. Sie soll dazu beitragen, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung nachvollziehbar zu vermitteln, offene Fragen zu klären und die Bevölkerung frühzeitig über die zukünftige Entwicklung der Wärmeversorgung in Hummeltal zu informieren. Da für das Gemeindegebiet insbesondere dezentrale Wärmeversorgungslösungen von Bedeutung sind, wird im Rahmen der Bürgerinformationsveranstaltung ein besonderer Schwerpunkt auf die verschiedenen Möglichkeiten dezentraler Heizsysteme gelegt. Dabei sollen insbesondere die für die örtlichen Gegebenheiten relevanten Optionen erläutert und deren grundsätzliche Eignung eingeordnet werden. Die Bürgerinnen und Bürger erhalten zudem die Möglichkeit, Fragen zu stellen und sich über die weiteren Schritte der Gemeinde zu informieren. Auf diese Weise sollen Unsicherheiten abgebaut, die Eigeninitiative der Gebäudeeigentümer unterstützt und eine frühzeitige Auseinandersetzung mit den individuellen Möglichkeiten zur zukünftigen Wärmeversorgung angeregt werden.

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung fanden in Hummeltal folgende Termine und Gespräche zur Abstimmung, Information und Beteiligung statt:

- **30.10.2025 Projektauftritt**

Zum Projektauftritt im Oktober 2025 wurde gemeinsam mit dem Ersten Bürgermeister der Gemeinde Hummeltal, Patrick Meyer, mit dem Ersten Bürgermeister der Gemeinde Mistelbach, Matthias Mann, dem Ersten Bürgermeister der Gemeinde Gesees, Harald Feulner, sowie dem Geschäftsleiter der Verwaltungsgemeinschaft Mistelbach, Lutz Lippert, zunächst die kommunale Wärmeplanung und deren Zielsetzung kurz vorgestellt. Anschließend wurden das Vorgehen zur Datenerhebung abgestimmt und der geplante Projektablauf skizziert. Zeitgleich wurden die Bürgerinnen und Bürger auf den Homepages der Gemeinden über den Start der kommunalen Wärmeplanung informiert.

- **10.06.2026 Vorstellung der Zwischenergebnisse im Gemeinderat**

Bei einer Zwischenpräsentation im Juni 2026 wurden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse im Rahmen einer Gemeinderatssitzung präsentiert und erläutert.

- **14.10.2026 Bürgerveranstaltung**

Die Präsentation der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung erfolgt im Rahmen einer öffentlichen Bürgerinformationsveranstaltung. Den Bürgerinnen und Bürgern werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie die daraus abgeleiteten Optionen für das weitere Vorgehen vorgestellt. Da für die Gemeinde Hummeltal insbesondere dezentrale Wärmeversorgungslösungen von Bedeutung sind, wird zudem auf verschiedene Möglichkeiten dezentraler Heizsysteme eingegangen. Im Anschluss besteht die Möglichkeit, Fragen zu den Ergebnissen und zur individuellen zukünftigen Wärmeversorgung zu stellen sowie Aspekte der lokalen Wärmewende zu diskutieren.

Zusätzlich zu den genannten Terminen erfolgten zahlreiche weitere Abstimmungen und Kontakte mit der Gemeindeverwaltung, um die einzelnen Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung regelmäßig abzustimmen und den Bearbeitungsstand zu besprechen.

5.2 Wärmewendestrategie und zeitlicher Ablauf

Schon der Begriff „Wärmewendestrategie“ zeigt die Größe der Aufgabe. Es braucht einen systematischen Ansatz zur Dekarbonisierung des Wärmesektors, der die notwendigen Handlungsschritte zeitlich gliedert. Dabei wird unterschieden zwischen kurzfristigen Zielen, deren Umsetzung sofort oder in den nächsten fünf Jahren geplant wird, und langfristigen Zielen, die in den nächsten zehn Jahren oder bis zum Zieljahr 2045 umgesetzt werden sollen. Ziel der Strategie ist es, einen verlässlichen Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherzustellen.

Im Gemeindegebiet Hummeltal sind keine potenziellen Wärmenetzgebieten vorhanden. Auch liegen von Seiten der Gemeinde oder anderer Akteure keine Pläne für die mögliche Umsetzung eines Wärmenetzes vor. Allenfalls kann sich in einzelnen Gebieten die Umsetzung eines nachbarschaftlichen Wärmeverbunds (Gebäudenetz) ergeben. Die zeitnahe Beantwortung der Fragestellung, ob eine Nahwärmenetz kommt, ist ein wichtiges Signal für alle betroffenen Anwohner bzw. Gebäudeeigentümer, um hier so früh wie möglich Planungssicherheit zu geben. Für Hummeltal bedeutet dies, dass sich jeder Gebäudeeigentümer eigenständig um die Umsetzung der CO₂-neutralen Beheizung seines Gebäudes bis 2045 kümmern muss.

Der Ausbau erneuerbarer Energien mit Beteiligung der Bürger, im Falle Hummeltal insbesondere Freiflächen-PV, sollten ebenfalls angegangen werden. Auch der Ausbau von PV auf Dachflächen wird für das Gelingen der Wärmewende eine wichtige Rolle spielen. Dabei sollte auch die Einrichtung von Wärme- und Batteriespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung in Betracht gezogen werden. Die Planungen für einen Ausbau der Windkraft sind im Rahmen der Regionalplanung zu sehen. Im Gemeindegebiet von Hummeltal ist von keinem weiteren hebbaren Windpotenziale auszugehen.

Die langfristigen Ziele bis 2045 sind in erster Linie die Begleitung der Haushalte, die bei der Dekarbonisierung auf Einzellösungen angewiesen sind. Dies geschieht vor allem durch unabhängige praxisorientierte Beratung. Dies kann auch dazu beitragen, die durchschnittliche jährliche Sanierungsquote auf ca. 2 % zu stabilisieren. Bis 2045 muss die komplette Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien abgeschlossen sein.

Für eine erfolgreiche Wärmewende in Hummeltal ist ein ganzheitlicher Ansatz notwendig, der neben technischen Maßnahmen auch den Aufbau angemessener kommunaler Strukturen und - im Rahmen der finanziellen und personellen Möglichkeiten - die Sicherstellung ausreichender personeller Kapazitäten umfassen sollte. Diese Ressourcen gewährleisten nicht nur die Implementierung, sondern auch die langfristige Effizienz und Optimierung der Wärmewende-Maßnahmen.

Um die Bürgerinnen und Bürger aktiv bei der Wärmewende zu unterstützen, ist ein starkes unabhängiges Energieberatungsangebot wichtig. Sowohl Energieberatungen vor Ort als auch Informationskampagnen und Infoveranstaltungen sind notwendig. Es gilt, das Bewusstsein für Energieeffizienz und eine Abkehr von fossilen Brennstoffen zu schärfen, die Vorteile Erneuerbarer Energie nachdrücklich zu vermitteln und die Umsetzung konkreter Sanierungsmaßnahmen voranzutreiben. Im Landkreis Bayreuth ist eine kostenlose „Klimaschutzberatung“ für Privathaushalte in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Oberfranken bereits etabliert. Bürger sollten verstärkt auf diese Möglichkeit hingewiesen werden.

Im Abstand von jeweils fünf Jahren ist eine Fortschreibung der Wärmeplanung vorzunehmen, dabei sind Ziele und Maßnahmen gegebenenfalls an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

Für den zeitlichen Ablauf der Wärmewendestrategie und die Handlungsschritte in den einzelnen Sektoren wird folgender „Fahrplan“ vorgeschlagen:

Tabelle 15: Sektoren und zeitlicher Ablauf der Wärmewendestrategie

Kommune	Start heute	<ul style="list-style-type: none"> • Beschluss des Wärmeplans (i.d.R. Kenntnisnahme) • Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses • Bereitstellung von personellen Kapazitäten für Wärmewende innerhalb der Kommune • Prüfung (auch Flächensicherung) und Umsetzung erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen, v.a. Freiflächen-PV • Entwicklung eines Modells zur Bürgerbeteiligung
	In den nächsten 5 Jahren	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung von Monitoring- und Optimierungsmaßnahmen • Fortschreibung des Wärmeplans, § 25 WPG
	Langfristig	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der Wirksamkeit und Zielerreichung und ggf. regulatorische Anpassungen • Prüfung weiterer Fokusgebiete zur Umsetzung (evtl. weitere Fokusgebiete benennen)
	Bis 2045	<ul style="list-style-type: none"> • Dekarbonisierung aller kommunalen Gebäude
Gebäude (Wohnen und Kommunal)	Start heute	<ul style="list-style-type: none"> • Intensivierung des Bürgerberatungsangebots • Einführung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften, Entwicklung eines Sanierungsfahrplans • PV-Offensive auf kommunalen und privaten Dächern sowie versiegelten Flächen (z.B. Parkplatz Überdachungen) • Fortführung energetischer Sanierungen kommunaler Gebäude • Anreize für Erneuerbare Energieprojekte/ Bürgerprojekte schaffen
	In den nächsten 5 Jahren	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung von Monitoring- und Optimierungsmaßnahmen • Fortschreibung des Wärmeplans, § 25 WPG
	Langfristig	<ul style="list-style-type: none"> • Erreichen der Ziele für die Gebäudesanierung • Sanierungsziele und Zielüberprüfung • Die Energieversorgung kommunaler Liegenschaften ist überwiegend klimaneutral • Neue Quartiere/Baugebiete sollen klimaneutral geplant werden
	Bis 2045	<ul style="list-style-type: none"> • Vollständig klimaneutraler Gebäudebestand

5.3 Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewende

Kernbestandteil des Wärmeplans ist die Identifizierung von Maßnahmen, die zunächst den Einstieg in die Wärmewende markieren und langfristig die Erreichung des angestrebten Zielszenarios ermöglichen. Dies können sowohl "harte" Maßnahmen mit messbarer THG-Einsparung als auch "weiche" Maßnahmen sein, etwa im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage.

Im Folgenden werden die wichtigsten Maßnahmen vorgestellt und genauer erläutert:

5.3.1 Prüfung Wärmenetzgebiete

Inhalt / Beschreibung	<p>Im vorliegenden Wärmeplan sind keine Eignungsgebiete für Wärmenetze ausgewiesen. Im Zuge der Untersuchung ergaben sich keine erfolgversprechenden Ansätze für die Errichtung einer gemeinschaftlichen Wärmeversorgung. Dies ist jedoch nur eine Momentaufnahme.</p> <p>Für die kommenden Jahre bleibt es die kontinuierliche Aufgabe der Kommune, mögliche Ansätze zu prüfen und ggf. positiv zu begleiten.</p>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung kontinuierlich, aber v.a. im Rahmen der 5-jährlichen Fortschreibung • Unterstützung der Akteure durch die Kommune
Beteiligte	mögl. Wärmenetzbetreiber, Gemeindeverwaltung, mögl. Abnehmer
Anmerkungen	Eine Machbarkeitsstudie (Modul 1 BEW) wird aktuell zu 50 % vom Bund gefördert. (Bundesförderung effiziente Wärmenetze -> BAFA)
Beispiele / Links	

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.2 Arbeitskreis Wärme und Monitoring Wärmeplanung

Inhalt / Beschreibung	Zur Sicherstellung der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung sollte ein Arbeitskreis Wärme eingerichtet und entweder kommunal geführt oder zumindest kommunal begleitet werden. Eine zentrale Aufgabe dieses Gremiums soll die Erstellung eines regelmäßigen (am besten jährlichen) Monitorings im Sinne eines Kurzberichts zum aktuellen Umsetzungsstand sein. Darüber hinaus stellt der Arbeitskreis sicher, dass die Ziele und Belange der kommunalen Wärmewendestrategie in die laufenden und zukünftigen Planungen der Gemeindeentwicklung einfließen.
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Gründung Arbeitskreis Wärme • Festlegung von Zuständigkeiten • Einführung und Pflege Monitoring/Controlling
Beteiligte	Arbeitskreis Wärme, Gemeindeverwaltung, mögl. Wärmenetzbetreiber, Gewerbetreibende, Gebäudeeigentümer
Anmerkungen	Im Sinne aller Beteiligten sollte sowohl die Häufigkeit der Treffen also auch die Detailtiefe des Monitorings auf das Notwendige beschränkt werden. Ziel ist eine effektive Steuerung des Prozesses und ggf. Nachjustierung zwischen den alle 5 Jahre stattfindenden Fortschreibungen.
Beispiele / Links	

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.3 Ausbau erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung

Inhalt / Beschreibung	<p>Der Ausbau von Freiflächen-Photovoltaik (und ggf. Solarthermie) in Form von größeren Anlagen sollte an geeigneten Standorten gezielt vorangetrieben werden. Besonders im Zusammenhang mit potenziellen Wärmenetzgebieten kann die Energieversorgung durch PV-Anlagen und/oder solarthermische Systeme einen sinnvollen Beitrag zur regenerativen Wärmebereitstellung leisten und meist auch die Kosten reduzieren.</p> <p>Generell ist die Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien die wichtigste Grundlage für eine erfolgreiche Wärmewende. Wegen ihrer Erzeugungsspitzen im Winterhalbjahr ist die Windkraft hierfür besonders geeignet.</p>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende Potenzialstudien durch künftige potenzielle Betreiber oder Dienstleister • Kontaktaufnahme mit Grundstückseigentümern durch künftige potenzielle Betreiber oder Kommune
Beteiligte	Potenzieller Betreiber, Gemeindeverwaltung, Grundstückseigentümer, Netzbetreiber
Anmerkungen	Der Aufbau weiterer EE-Erzeugungskapazitäten ist in jedem Fall sinnvoll. Auch hier bietet sich zur Optimierung der Wertschöpfung vor Ort ein gemeinschaftlicher Ansatz (Kommune/Bürger/örtliche Betreiber) an.
Beispiele / Links	<p>Solarthermisch unterstützte Wärmenetze:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Hallerndorf ➔ Büsingen <p>PV-unterstützte Wärmenetze:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Bundorf

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.4 Ausbau Photovoltaik auf Dachflächen

Inhalt / Beschreibung	<p>Auch wenn der Ausbau der Dachflächen-Photovoltaik in den letzten Jahren überall stark zugelegt hat: Noch immer ist der größte Teil des Potenzials (meist rund 90 Prozent) auf unseren Dächern ungenutzt. Für die nächsten Jahre gilt es, den Ausbau der Stromproduktion auf dem eigenen Dach noch stärker voranzutreiben. Ziel muss es sein, mindestens ein Drittel der geeigneten Dächer zu belegen.</p> <p>Die preiswerte Eigenstromerzeugung (momentan ist PV so günstig wie nie, zudem gelten in Deutschland Steuerbefreiung und andere Vorzüge) ist eine wichtige Grundlage für eine bezahlbare Wärmewende. Zudem lässt sich der erzeugte Strom auch für Haushalt oder Mobilität nutzen.</p>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Solarkataster Lkr. BT und vorhandene Beratungsangebote besser bekannt machen bzw. intensiv bewerben • PV-Kampagnen für unterschiedliche Zielgruppen (EFH, Mieter, Gewerbe etc.) • Information über Mieterstrommodelle und Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung, perspektivisch: Energy Sharing • Information zu Batteriespeichern
Beteiligte	Gemeindeverwaltung, Energieberatung des Landkreises, Energieagentur, Energieberater, örtliche PV-Fachunternehmen
Anmerkungen	<p>„Im Winter scheint die Sonne kaum“:</p> <p>Im Zusammenspiel mit einer Wärmepumpe kann eine richtig dimensionierte PV-Anlage übers Jahr rund 30 Prozent der benötigten Heizenergie bereitstellen. In Kombination mit einem Batteriespeicher sogar mehr.</p>
Beispiele / Links	<p>Solarkataster Lkr. BT: https://www.solare-stadt.de/region-bayreuth/</p> <p>Solarkampagne (KlimaKommune Hessen): https://www.klima-kommunen-hessen.de/files/content/downloads/Solarkampagne/Solarkampagne_Handlungsleitfaden_final.pdf</p>

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.5 Bürgerbeteiligung bei erneuerbaren Energieanlagen

Inhalt / Beschreibung	<p>Wenn es darum geht, die regionale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien zu stärken, ist auch der Kapitaleinsatz von Bürgerinnen und Bürgern gefragt. Insbesondere durch die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften oder vergleichbaren Beteiligungsmodellen kann die Bereitschaft zur Mitwirkung am Ausbau der Erneuerbaren vor Ort geweckt und gezielt gebündelt werden. In jedem Fall wird die Akzeptanz für den Ausbau vor Ort deutlich erhöht.</p> <p>Hummeltal ist Mitglied der ILE „Rund um Neubürg“, die aus 10 Städten und Gemeinden des westlichen LK Bayreuth besteht. Innerhalb der ILE werden Projekt zur Stärkung der Region vorangebracht. Hier könnte auch das Thema Bürgerenergie gut mit platziert werden.</p>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines geeigneten Bürgerbeteiligungsmodells • ggf. weitere Beratung durch Genossenschaftsverband, Bündnis Bürgerenergie, Kreditinstitute • Suche nach geeigneten Projekten
Beteiligte	ILE, Kommune, Projektierer/Betreiber, Genossenschaftsverband, vorhandene Genossenschaften, interessierte Bürger
Anmerkungen	Eine finanzielle Beteiligung der Kommune ist meist sinnvoll.
Beispiele / Links	<p>Genossenschaftsverband Bayern → http://www.gv-bayern.de</p> <p>Bürgerenergiegenossenschaft EWERG, Erlangen → http://www.ewerg.de</p>

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.6 Beratungsmanagement Nahwärmenetze

Inhalt / Beschreibung	Zur Unterstützung eines genossenschaftlichen bzw. gemeinschaftlichen Ansatzes bei der Umsetzung von Wärmenetzen sollte auf Landkreisebene (oder auf Ebene des Regierungsbezirks oder der Planungsregion) ein Kompetenzarbeitskreis ins Leben gerufen werden. Seine Aufgabe ist es, insbesondere in kleineren Ortsteilen die Gründung von Wärmenetzen oder kleinerer Wärmeverbünde – ggf. als Genossenschaft - zu initiieren und zu begleiten, evtl. sogar in Form eines Coachings. Der Arbeitskreis soll als Plattform für Austausch, Beratung und Motivation dienen. Kommunen mit entsprechenden Kompetenzen können dabei ihr Wissen einbringen. Ziel ist der schrittweise Aufbau von gemeinschaftlich/genossenschaftlich betriebenen Wärmenetzen in der Region.
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Runden Tisch mit den entsprechenden Akteuren unterstützen • Festlegen von Zuständigkeiten • ggf. Begleitung konkreter Projekte in Form von „Coaching“
Beteiligte	Landkreis, ggf. RvOFr, Kommune, Initiativgruppen, bestehende Genossenschaften/Wärmenetze, Genossenschaftsverband Bayern
Anmerkungen	Der Aufwand für einen Runden Tisch mit regelmäßigen Treffen ist überschaubar, eine permanente Begleitung einzelner Projekte deutlich aufwendiger
Beispiele / Links	<p>Kümmerer für die Umsetzung von Wärmenetzen im Lkr. Neumarkt → https://www.reginagmbh.de/klimaschutz/</p> <p>Genossenschaftsverband Bayern → www.gv-bayern.de</p> <p>Bürgerenergie Lkr. Aschaffenburg → www.bla.energy.de</p>

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.7 Sanierungsgebiete

Inhalt / Beschreibung	Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse zur Wärmereduktion wurde aufgezeigt, dass in weiten Teilen des Gemeindegebiets ein hohes Einsparpotenzial durch Gebäudesanierungen besteht. Vor Ort sollte daher eine gezielte Sanierungsberatung erfolgen, kombiniert mit einer Offensive zum Heizungstausch. Durch zusätzliche Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln soll die Sanierungsrate – insbesondere in den identifizierten „Sanierungsgebieten“ – zeitnah und nachhaltig erhöht werden.
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Bürgerinformation durch Veranstaltungen und Kampagnen • ggf. Kooperation mit Energieberatern, Heizungsbauern und Bauunternehmen • Unterstützung bei der Umsetzung (siehe auch Energieberatung für private Haushalte)
Beteiligte	Gemeindeverwaltung, Landratsamt Klimaschutzmanagement, Energieberater, Energieagentur Oberfranken, örtl. Handwerksbetriebe
Anmerkungen	<p>Bei Sanierung mehrerer gleichartiger Gebäude kommt u.U. auch eine „Serielle Sanierung“ in Betracht. Gute Ansätze hierzu vermittelt die Initiative „Energiesprung“ der dena</p> <p>➔ https://www.energiesprung.de/</p>
Beispiele / Links	<p>Klimaschutzmanagement des Landkreises:</p> <p>➔ https://klima.landkreis-bayreuth.de/ueber-uns/klimaschutzmanagement</p> <p>Klimaschutzberatung Energieagentur Oberfranken e.V.:</p> <p>➔ https://energieagentur-oberfranken.de/index.php/beratung/beratung</p>

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.8 Energieberatung für private Haushalte

Inhalt / Beschreibung	Zur Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten könnte eine geförderte Erstberatung angeboten werden. Diese soll für die Bürgerinnen und Bürger kostenfrei bzw. stark vergünstigt erfolgen. Ergänzend ist eine gezielte Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln vorgesehen, um bestehende Hemmschwellen abzubauen, die Attraktivität energetischer Sanierungen zu erhöhen und die Sanierungsquote nachhaltig zu steigern. Ein besonderer Fokus sollte dabei auf Maßnahmen zur Energieeffizienz sowie auf der Nutzung lokaler Erzeugungspotenziale – insbesondere durch Aufdach-Photovoltaik und Solarthermie – liegen.		
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung einer Projektgruppe mit Energieberatern, Handwerkervertretern und Banken • Definition von Maßnahmenpaketen (evtl. Unterstützung von externen Beratern) • Erstellung von Projektunterlagen (Flyern) • Bekanntmachung in örtlichen Medien, Energieplattform, Banken 		
Beteiligte	Landratsamt, Energieberater, Handwerksbetriebe, Sparkasse (Banken), Energieagentur Oberfranken		
Anmerkungen			
Beispiele / Links	<p>Klimaschutzmanagement des Landkreises:</p> <p>➔ https://klima.landkreis-bayreuth.de/ueber-uns/klimaschutzmanagement</p> <p>Klimaschutzberatung Energieagentur Oberfranken e.V.:</p> <p>➔ https://energieagentur-oberfranken.de/index.php/beratung/beratung</p>		

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.9 Klimaneutrale kommunale Liegenschaften

Inhalt / Beschreibung	<p>In den kommunalen Gebäuden sollten der Umbau auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung und die Reduzierung des Heizenergiebedarfs aufgrund ihrer Vorbildwirkung vorrangig behandelt werden. Die unterschiedlichen Nutzungsarten wie Schulen, Verwaltungsgebäude, Kindergärten oder auch Hallen machen daraus eine anspruchsvolle Aufgabe. Im Rahmen der Wärmeplanung wurden bereits die Energieverbräuche der Liegenschaften erfasst. Der Aufbau eines kommunalen Energiemanagements ist der nächste logische Schritt. Dadurch können auch geringinvestive Maßnahmen herausgearbeitet werden.</p> <p>Für die wichtigsten öffentlichen Gebäude sollte dann ein Sanierungsfahrplan mit Priorisierung der einzelnen Maßnahmen entwickelt werden. Dazu gehört auch die Prüfung, auf welchen kommunalen Dächern noch Eigenstromerzeugung durch PV möglich ist.</p> <p>Ziel: Klimaneutraler Gebäudebestand bis 2045</p>		
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines kommunalen Energiemanagements • Sanierungsfahrplan für die größten kommunalen Energieverbraucher • Priorisierung (nach Liegenschaften und effizientesten Maßnahmen) • Herbeiführung politischer Beschlüsse, Akquise der Mittel • Umsetzung Schritt für Schritt • Öffentlichkeitswirksame Darstellung (zur Motivation der Bürger) 		
Beteiligte	Gemeindeverwaltung, Energieberater, Planer, Architekten		
Anmerkungen	Daueraufgabe bis 2045		
Beispiele / Links	<p>Der Bund fördert Sanierungsfahrplan und Sanierungsmaßnahmen</p> <p>➔ BAFA</p> <p>Kommunales Energiemanagement</p> <p>➔ Energieagentur Nordbayern</p>		

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

5.3.10 Einbindung Gewerbebetriebe

Inhalt / Beschreibung	Auch Unternehmen müssen in die kommunale Wärmewende eingebunden werden. Ziel ist es, insbesondere auch kleinere Gewerbebetriebe bei der Umstellung auf klimaneutrales Heizen zu unterstützen. Dies kann durch Beratung zum Anschluss an ein Wärmenetz geschehen, aber auch durch Information darüber, welche dezentralen Lösungen zur Verfügung stehen und was sich im Hinblick auf das Gebäude und die Gesamtsituation besonders eignet. Ebenso ist die Einbindung möglicher Abwärmequellen denkbar.
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Information/Anschreiben Gewerbebetriebe • kontinuierliches Beratungsangebot • evtl. Runder Tisch mit regelmäßigem Erfahrungsaustausch
Beteiligte	Gemeindeverwaltung, Gewerbebetriebe, Wirtschaftsförderung, Energieberater, IHK, HWK, Energieagentur
Anmerkungen	
Beispiele / Links	

Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Priorität	gering	mittel	hoch
Aufwand	gering	mittel	hoch
Kosten	gering	mittel	hoch

6. Zusammenfassung und Fazit

Die Energieagentur Nordbayern hat diese Kommunale Wärmeplanung für das gesamte Gemeindegebiet in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde Hummeltal erstellt. Sie ist ein wichtiges strategisches Hilfsmittel und unterstützt die Kommune selbst, Netzbetreiber und Energieversorger sowie die Bürgerschaft und die örtlichen Gewerbebetriebe bei der langfristigen Planung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse zeigt zunächst den aktuellen Zustand des Wärmesektors. Hierzu wurde der gesamte auf Heizenergie angewiesene Gebäudebestand hinsichtlich Alter, Nutzung und Typ gebäudescharf analysiert. Anschließend wurde der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude durch Kombination unterschiedlicher Datenquellen ermittelt. Auswertungen von Daten der lokalen Energieversorger / Netzbetreiber sowie der Schornsteinfeger erlaubten, die aktuelle Wärmeversorgung der einzelnen Gebäude abzubilden und zu bewerten. Die Ergebnisse wurden kartographisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Rund 28 % der Gebäude in Hummeltal sind Wohngebäude, davon sind knapp 40 % vor der 1. Wärmeschutzverordnung (1978) entstanden und haben ein entsprechend hohes Sanierungspotenzial. Insgesamt beträgt der Endenergieverbrauch in Hummeltal rund 24.300 MWh/a, wovon 83 % im Wärmebereich eingesetzt werden. Dort haben die fossilen Energieträger Heizöl und (Flüssig-)Gase einen Anteil von knapp 69 %. Dies zeigt sowohl die Größe der Aufgabe als auch die Dringlichkeit einer engagierten Wärmewendestrategie.

Insgesamt werden aktuell 4.730 Tonnen CO₂-Äquivalente für Wärmezwecke ausgestoßen.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurde untersucht, welche erneuerbaren Energien für eine künftige Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Dabei wurde einerseits die Nutzung erneuerbarer Energieträger wie Windkraft, Photovoltaik und Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, oberflächennahe Gewässer, Biomasse, Wasserkraft und Luftwärme bewertet. Andererseits wurde analysiert, welche Abwärmequellen vorhanden sind und wie diese genutzt werden können. Zusätzlich wurde aufgezeigt, welches Potenzial Energieeinsparung durch Sanierung birgt.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Hummeltal alle Möglichkeiten hat, seinen Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Insbesondere Solarenergie, Umgebungsluft und oberflächennahe Geothermie haben großes Potenzial, aber auch Biomasse steht in ausreichendem Umfang zur Verfügung. Für eine Versorgung der Liegenschaften mit Heizenergie wird man nur einen kleinen Teil dieses Potenzials heben müssen.

Wichtigster Hebel für einen erfolgreichen Umstieg auf klimaneutrales Heizen ist auch in Hummeltal die weitestgehende Elektrifizierung des Wärmesektors, vor allem durch den Einsatz von Wärmepumpen, Direktheizungen oder Power-to-Heat-Lösungen. Dadurch ist von einem deutlich steigenden Strombedarf auszugehen. Doch auch hier herrscht in Hummeltal ein erhebliches Potenzial. Dabei ist insbesondere Frei- und Dachflächen-Photovoltaik zu nennen, die einen wichtigen Beitrag leisten kann, auch wenn sie im Winterhalbjahr nur eingeschränkt zur Verfügung steht. Windkraftanlagen können diese jahreszeitliche Schwäche ausgleichen. Hier wurde bereits durch die fünf bestehende Windkraftanlagen ein erhebliches Potenzial umgesetzt.

Zielszenario

Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden zusammengeführt, um ein Zielszenario zu entwickeln, das für die kommenden zwei Jahrzehnte den Entwicklungspfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizziert. Aufgrund der insgesamt geringen Wärmedichten und/oder fehlender Ankernkunden konnten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Wärmenetzungsgebiete ausgewiesen werden.

Entsprechend liegt der Schwerpunkt der zukünftigen Wärmeversorgung in der Gemeinde Hummeltal auf dezentralen Lösungen, insbesondere auf gebäudeindividuellen und/oder kleinräumigen erneuerbaren Wärmeerzeugungssystemen. Hier haben Wärmepumpen das Potenzial, weite Teile der benötigten Wärme bereitzustellen. Luft/Wasser-Wärmepumpen sind dabei stets die naheliegendste Option, aber auch oberflächennahe Geothermie in Form von Kollektoren oder Sondenbohrungen kann zum Einsatz kommen. Ein stärkerer Ausbau von Biomasse-Heizungen in Form von Stückholz oder Pellets ist vor allem aufgrund beschränkter Potenziale nur im geringen Umfang zu erwarten.

Im Zielszenario bis 2045 können die Treibhausgasemissionen der Gemeinde Hummeltal im Wärmesektor gegenüber dem Ausgangsjahr 2024 um ca. 96 % reduziert werden. Während im Jahr 2024 noch rund 4.700 Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht wurden, verbleiben im Jahr 2045 lediglich 170 Tonnen. Die spezifischen Emissionen pro Einwohner sinken von derzeit etwa 1,9 Tonnen pro Jahr auf rund 70 kg im Zieljahr 2045.

Umsetzungsstrategie

Zur Erreichung dieser ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Zu diesem Zweck wurden Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, welche von Maßnahmen zur Potenzialerschließung, über Anreize für Sanierung und Heizungsumstellung bis hin zu Beratung und Bewusstseinsbildung bei den Bürgern reichen.

Für Hummeltal wurden zentrale Maßnahmen abgeleitet und in Steckbriefen detailliert beschrieben. Auch wenn sich in den nächsten Jahren noch Optionen für Wärmenetze ergeben könnten: Die Mehrheit der Haushalte wird nicht von einer gemeinschaftlichen Lösung profitieren können. Hier muss durch entsprechende Unterstützungsangebote, vor allem eine dauerhafte intensive Beratung, die Umstellung auf klimafreundliche Einzellösungen gefördert werden.

Die kommunale Wärmeplanung bildet somit eine wichtige Grundlage für eine klimafreundliche und zukunftssichere Energieversorgung im Wärmesektor.

Fazit

Mit den entwickelten Maßnahmen und Strategien steht der Kommune nun ein klarer Handlungsrahmen zur Verfügung, um die Wärmeversorgung Jahr für Jahr nachhaltiger zu gestalten, die Abhängigkeit von fossilen Importen weiter zu reduzieren, die Wertschöpfung in der Region zu steigern und gleichzeitig aktiven Klimaschutz zu betreiben.

Die Einbindung der Verwaltung, relevanter Akteure und der Öffentlichkeit hat bereits im Rahmen der Erstellung dieses Konzepts gezeigt, wie wichtig Transparenz und Zusammenarbeit für den Erfolg solcher Vorhaben ist. Dies wird auch für die nun anstehende Umsetzung die Maxime bleiben.

Respekt vor der Größe der Aufgabe ist durchaus angebracht. Rund 68 % Prozent der Heizungen in Hummeltal werden noch überwiegend mit fossiler Energie betrieben. Auch der Sanierungsbedarf an Fassaden, Fenstern und Dächern ist enorm. Wie soll der komplette Umstieg in nicht einmal zwei Jahrzehnten zu schaffen sein?

Für eine richtige Einordnung ist es hilfreich, sich in Erinnerung zu rufen: Klimaneutralität bedeutet nicht, dass alle Gebäude bis 2045 vollsaniert sein müssen. Sicher wird jede durchgeführte Effizienzmaßnahme den Umstieg auf Erneuerbare erleichtern. Aber die große Sanierungswelle wird aller Voraussicht nach nicht kommen. Stattdessen wird man sich auf das beschränken müssen, was zeitlich möglich und finanziell tragbar ist.

Aber Klimaneutralität im Wärmesektor erreicht man vor allem durch einen Wechsel des Energieträgers im Heizungskeller - also Öl und Gas raus und erneuerbare Energie rein. Hierfür ist keine Raketentechnik erforderlich - die Lösungen sind verfügbar, und sie werden von Jahr zu Jahr besser und wirtschaftlicher.

In den allermeisten Gebäuden in Hummeltal muss in den nächsten 20 Jahren **noch genau ein Mal** die Heizung erneuert werden. Dann gilt es, die richtige Entscheidung zu treffen. Dieser Wärmeplan bietet dafür eine gute Grundlage.

7. Quartierssteckbriefe

Die Quartierssteckbriefe bündeln für jeden Ortsteil die zentralen energetischen, baulichen und strukturellen Merkmale. Sie ermöglichen eine vergleichende Bewertung der Wärmebedarfe, der bestehenden Wärmeversorgungsstrukturen sowie der lokalen Potenziale für erneuerbare Energien und Effizienzmaßnahmen. Damit bilden die Quartierssteckbriefe eine erste Entscheidungsgrundlage für die Entwicklung geeigneter Wärmeversorgungsstrategien auf Quartiersebene.

1. Bärnreuth
2. Creez/Eichen
3. Gubitzmoss
4. Hinterkleebach
5. Moritzreuth
6. Muthmannsreuth
7. Neß
8. Pettendorf/Pettendorfermühle
9. Pittersdorf
10. Voitsreuth
11. Weiglathal

Bildquellen: BayernAtlas

7.1 Steckbrief Bärnreuth	Einwohner 42	Wohngebäude 11
	Anteil am Gesamtwärmebedarf 1,4 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
	Wärmebedarf aktuell	232 MWh/a
	Wärmebedarf 2045 saniert	130 MWh/a
	Sanierungspotenzial	hoch
	Gasnetz vorhanden?	nein
	Wärmenetz vorhanden?	nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.2 Steckbrief Creez/Eichen		Einwohner 147	Wohngebäude 38
		Anteil am Gesamtwärmebedarf 8 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen	
	Wärmebedarf aktuell	1.373 MWh/a	
	Wärmebedarf 2045 saniert	766 MWh/a	
	Sanierungspotenzial	hoch	
	Gasnetz vorhanden?	nein	
	Wärmenetz vorhanden?	nein	

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse		●		
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden		●		
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.3 Steckbrief Gubitzmoos

Einwohner
22

Wohngebäude
9

Anteil am Gesamtwärmebedarf
0,2 %



Vorwiegende
Nutzungsart

Wohnen

Wärmebedarf
aktuell

40 MWh/a

Wärmebedarf
2045 saniert

35 MWh/a

Sanierungs-
potenzial

gering

Gasnetz
vorhanden?

nein

Wärmenetz
vorhanden?

nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.4 Steckbrief Hinterkleebach		Einwohner 66	Wohngebäude 31
		Anteil am Gesamtwärmebedarf 4 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen	
	Wärmebedarf aktuell	717 MWh/a	
	Wärmebedarf 2045 saniert	394 MWh/a	
	Sanierungspotenzial	hoch	
	Gasnetz vorhanden?	nein	
	Wärmenetz vorhanden?	nein	

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.5 Steckbrief Moritzreuth

Einwohner
34

Wohngebäude
16

Anteil am Gesamtwärmebedarf
1,0 %



Vorwiegende
Nutzungsart

Wohnen

Wärmebedarf
aktuell

159 MWh/a

Wärmebedarf
2045 saniert

143 MWh/a

Sanierungs-
potenzial

gering

Gasnetz
vorhanden?

nein

Wärmenetz
vorhanden?

nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.6 Steckbrief Muthmannsreuth	Einwohner 85	Wohngebäude 30
	Anteil am Gesamtwärmebedarf 3,4 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
	Wärmebedarf aktuell	560 MWh/a
	Wärmebedarf 2045 saniert	335 MWh/a
	Sanierungspotenzial	hoch
	Gasnetz vorhanden?	nein
	Wärmenetz vorhanden?	nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.7 Steckbrief Neß	Einwohner 13	Wohngebäude 6
	Anteil am Gesamtwärmebedarf 1,0 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
	Wärmebedarf aktuell	170 MWh/a
	Wärmebedarf 2045 saniert	118 MWh/a
	Sanierungspotenzial	mittel
	Gasnetz vorhanden?	nein
	Wärmenetz vorhanden?	nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.8 Pettendorf/Pettendorfermühle	Einwohner 895	Wohngebäude 267
	Anteil am Gesamtwärmebedarf 27 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
	Wärmebedarf aktuell	4.460 MWh/a
	Wärmebedarf 2045 saniert	3.030 MWh/a
	Sanierungspotenzial	mittel
	Gasnetz vorhanden?	nein
	Wärmenetz vorhanden?	nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			●	
Solarthermie / PV	●			
Biomasse		●		
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.9 Pittersdorf

Einwohner
1.146

Wohngebäude
388

Anteil am Gesamtwärmebedarf
50 %



Vorwiegende Nutzungsart

Wohnen

Wärmebedarf aktuell

8.200 MWh/a

Wärmebedarf
2045 saniert

5.370 MWh/a

**Sanierungs-
potenzial**

hoch

**Gasnetz
vorhanden?**

nein

**Wärmenetz
vorhanden?**

Wärmeverbund
Grundschule

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			●	
Solarthermie / PV	●			
Biomasse		●		
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.10 Voitsreuth		Einwohner 19	Wohngebäude 5
		Anteil am Gesamtwärmebedarf 0,3 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen	
	Wärmebedarf aktuell	56 MWh/a	
	Wärmebedarf 2045 saniert	52 MWh/a	
	Sanierungspotenzial	gering	
	Gasnetz vorhanden?	nein	
	Wärmenetz vorhanden?	nein	

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren	●			
Wärmepumpe Erdwärmesonden	●			
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

7.11 Weiglathal	Einwohner 28	Wohngebäude 11
	Anteil am Gesamtwärmebedarf 1,8 %	
	Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
	Wärmebedarf aktuell	295 MWh/a
	Wärmebedarf 2045 saniert	225 MWh/a
	Sanierungspotenzial	mittel
	Gasnetz vorhanden?	nein
	Wärmenetz vorhanden?	nein

Potenziale	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				●
Solarthermie / PV	●			
Biomasse	●			
Wärmepumpe Luft	●			
Wärmepumpe Erdwärmekollektoren		●		
Wärmepumpe Erdwärmesonden		●		
Grüne Gase				●
Abwärme				●
sonstiges				●

8. Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kaum Fortschritte bei Wärme- und Verkehrswende in Deutschland	5
Abbildung 2: Übersichtskarte Gemeindegebiet Hummeltal	11
Abbildung 3: Flächennutzung Gemeindegebiet	12
Abbildung 4: Karte Flächennutzung Gemeindegebiet	13
Abbildung 5: Klimadiagramm Hummeltal	14
Abbildung 6: Climate Stripes für Bayern (1881-2024)	15
Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung	15
Abbildung 8: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte	16
Abbildung 9: Karte Energieinfrastruktur	17
Abbildung 10: Kommunaler Wärmeverbrauch	18
Abbildung 11: Kommunaler Stromverbrauch	18
Abbildung 12: Stromverbrauch 2021-2023	19
Abbildung 13: Stromverbrauch nach Sektoren 2021-2023	20
Abbildung 14: Dachflächen-PV 2022-2024	20
Abbildung 15: Windkraftanlagen 2021-2023	21
Abbildung 16: Biogasanlagen 2021-2023	22
Abbildung 17: Stromverbrauch und erneuerbare Stromerzeugung	23
Abbildung 18: Anteile erneuerbare Stromerzeugung	23
Abbildung 19: Karte Gebäudetypen	25
Abbildung 20: Altersstruktur der Wohngebäude	26
Abbildung 21: Wärmebedarf für Wohngebäude nach Ausführungsstandard	27
Abbildung 22: Entwicklung Wohnfläche und Heizwärmebedarf 1990-2023	28
Abbildung 23: Anzahl Feuerstätten 2023	29
Abbildung 24: Leistung (kW) Feuerstätten 2023	29
Abbildung 25: Leistung (kW) Biomassekessel 2023	30
Abbildung 26: Solarthermieranlagen im Bestand	30
Abbildung 27: Wärmepumpen im Bestand	31
Abbildung 28: Gesamter Wärmebedarf nach Sektoren 2024	32
Abbildung 29: Wärmebereitstellung nach Energieträgern 2024	32
Abbildung 30: Endenergiebilanz 2024	33
Abbildung 31: Treibhausgasbilanz 2024	34
Abbildung 32: Karte Baualtersklassen der Quartiere	35
Abbildung 33: Karte Wärmekataster – Jahreswärmebedarf je Gebäude	36
Abbildung 34: Karte Wärmekataster - Wärmebedarfsdichte Bestandgebäude	37
Abbildung 35: Einsparpotenzial durch Sanierung im Wohngebäudebestand	39
Abbildung 36: Reduktionspotenzial Wärmebedarf Wohngebäude Zielszenario 2045	40
Abbildung 37: 3D Simulation Mustergebäude	41
Abbildung 38: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle Altbestand und Einsparpotenziale	42
Abbildung 39: Endenergiebedarf Altbestand und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung	43
Abbildung 40: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle WSVO und Einsparpotenziale	44
Abbildung 41: Endenergiebedarf WSVO und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung	45
Abbildung 42: Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle EnEV und Einsparpotenziale	46

Abbildung 43: Endenergiebedarf EnEV und Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung	46
Abbildung 44: Reduktionspotenzial gesamte Wärmeenergie Zielszenario 2045	47
Abbildung 45: Karte Sanierungsgebiete Zielszenario 2045	48
Abbildung 46: Karte Wärmebedarfsdichte Zielszenario 2045	49
Abbildung 47: Karte Potenzial Aufdach-PV / Dachflächenkataster.....	51
Abbildung 48: Gebietskulisse Windkraft	54
Abbildung 49: Karte Wärmeentzugsleistung Erdsonden je Flurstück	56
Abbildung 50: Karte Wärmeentzugsenergie Erdkollektoren je Flurstück	57
Abbildung 51: Potenzial holzartige Biomasse	59
Abbildung 52: Biogaspotenzial	60
Abbildung 53: Gegenüberstellung Potenzialanalyse Energiebedarf und Energieerzeugung.....	62
Abbildung 54: Karte Wärmeplan Zielszenario 2045.....	63
Abbildung 55: Energiebereitstellung CO ₂ -neutrale Einzelversorgung	66
Abbildung 56: Energiebezug CO ₂ -neutrale Einzelversorgung.....	66
Abbildung 57: Energiekosten CO ₂ -neutrale Einzelversorgung.....	67
Abbildung 58: Investitionen CO ₂ -neutrale Einzelversorgung.....	69
Abbildung 59: Wärmegestehungskosten CO ₂ -neutrale Einzelversorgung	70
Abbildung 60: Entwicklung Wärmebereitstellung Zielszenario 2045	73
Abbildung 61: Entwicklung THG-Emissionen bis 2045	74

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eignungsprüfung Teilgebiete 1	8
Tabelle 2: Eignungsprüfung Teilgebiete 2	9
Tabelle 3: Klimatablelle Hummeltal.....	14
Tabelle 4: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle Altbestand / Sanierung nach GEG und BEG	42
Tabelle 5: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle WsVO / Sanierung nach GEG und BEG.....	44
Tabelle 6: Übersicht U-Werte der Gebäudehülle EnEV / Sanierung nach GEG und BEG	45
Tabelle 7: Stromerzeugungspotenzial Aufdach-Photovoltaik.....	51
Tabelle 8: Wärmeerzeugungspotenzial Aufdach-Solarthermie	52
Tabelle 9: Stromerzeugungspotenzial Freiflächen-PV	53
Tabelle 10: Wärmeerzeugungspotenzial Freiflächen-Solarthermie.....	53
Tabelle 11: Stromerzeugungspotenzial Windenergie	54
Tabelle 12: Wärmeentzugspotenzial Erdsonden	56
Tabelle 13: Wärmeentzugspotenzial Erdkollektoren	57
Tabelle 14: Wärmepotenzial Abwasserwärme	61
Tabelle 15: Sektoren und zeitlicher Ablauf der Wärmewendestrategie.....	79

8.3 Literaturverzeichnis

- ages GmbH. (2007). *Verbrauchskennwerte 2005. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland*. Münster.
- Bayerische Vermessungsverwaltung. (2023). *Energieatlas Bayern*. Von Energieatlas Bayern: www.energieatlas.bayern.de abgerufen
- Bayerisches Landesamt für Statistik. (2023). *Regionalisierte. Beiträge zur Statistik Bayerns*,.
- Bayerisches Landesamt für Statistik. (2023). *Statistik kommunal*.
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. (2021). *Demographie-Spiegel für Kulmbach*. Abgerufen am September 2013 von <https://www.statistik.bayern.de/statistik/demwa/>
- Bundesnetzagentur. (2022). *Genehmigung des Szenariorahmens 2023-2037/2045*. Von netzausbau.de: https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bedarfsermittlung/2037/SR/Szenarioahmen_2037_Genehmigung.pdf abgerufen
- Bundesnetzagentur. (30. 01 2024). *Marktstammdatenregister*. Von marktstammdatenregister.de: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt. (2005). *Energie aus Kanalabwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer*. Osnabrück/Bern.
- DGS Landesverband Franken. (2023). *Photovoltaik für die Versorgung vor Ort*. DGS Franken.
- FNB. (01. 12 2023). *Wasserstoffnetz 2050: für ein klimaneutrales Deutschland*. Von fnb-gas.de: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2050/> abgerufen
- Fraunhofer ISE. (2021). *Kurzstudie: Batteriespeicher an ehemaligen Kraftwerksstandorten*. Freiburg: Fraunhofer ISE.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. (12. 11 2021). *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem*. Von ise.fraunhofer.de: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html> abgerufen
- Haakh, F., & Störzer, G. (10. 10 2015). *Innovative Anwendungen von Turbinen im Fernleitungsnetz der Landeswasserversorgung. LW-Schriftenreihe*, 76-85. Von lw-online.de: https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/schriftenreihe/Beitrag_7_Haakh_Stoerzer_2015.pdf abgerufen
- IEA. (Januar 2024). *Renewables 2023*. Von International Energy Agency: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023> abgerufen
- Landkreis Kulmbach. (01. 12 2023). *Wasserstoff-Modellregion "HyStarter"*. Von Landkreis Kulmbach: <https://www.landkreis-kulmbach.de/umwelt-wirtschaft-verkehr/klimaschutz/wasserstoff-modellregion-hystarter> abgerufen
- Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung. (19. 01 2021). *Strom von der Hauswand – Gebäudefassaden bieten großes Potenzial für die Gewinnung von Solarenergie*. Abgerufen am 26. 09 2023 von ioer.de: <https://www.ioer.de/presse/aktuelles/strom-von-der-hauswand-gebäudefassaden-bieten-grosses-potenzial-fuer-die-gewinnung-von-solarenergie>
- NRW.Energy4Climate. (10. 10 2023). *Eine Pumpe als Turbine im Trinkwassernetz in Iserlohn*. Von KlimaExpo NRW: https://www.klimaexpo.nrw/eine_pumpe_als_turbine_im_trinkwassernetz_in_iserlohn abgerufen
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Berlin.

- pvXchange. (30. 01 2024). *Preisindex Januar 2024*. Von www.pvxchange.com:
<https://www.pvxchange.com/Preisindex> abgerufen
- Schill, W.-P., Zerrahn, A., Kemfert, C., & Hirschhausen, C. (2018). *Die Energiewende wird nicht an Stromspeichern scheitern*. Von [diw.de](http://www.diw.de):
https://www.diw.de/de/diw_01.c.591373.de/diw_aktuell/die_energiewende_wird_nicht_an_stromspeichern_scheitern.html abgerufen
- Stefanizzi, M. (2020). Selection, control and techno-economic feasibility of Pumps as. *Renewable Energy*.
- Stucki, B. (November 2013). Abwasserwärmenutzung im Kanal.
- UmbauStadt. (2023). *ISEK Kulmbach Fortschreibung*. Kulmbach: UmbauStadt PartGmbH.

8.4 Abkürzungen

ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung Energieeffiziente Gebäude
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ in t /a	Kohlenstoffdioxidemissionen in Tonnen pro Jahr
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäude-Energie-Gesetz
GIS	Geoinformationssystem
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
HKW	Heizkraftwerk
H _o	oberer Heizwert
H _u	unterer Heizwert
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
LfU	Landesamt für Umwelt
NF	Nutzfläche
PEV	Primärenergieverbrauch
pHH	private Haushalte
PV	Photovoltaik

THG	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.
WSVO	Wärmeschutzverordnung
wb	witterungsbereinigt, Witterungsbereinigung
WW	Warmwasser

9. Anhang Karten

1. Gemeindegebiet Flächennutzung
2. Energieinfrastruktur Erneuerbare Energien
3. Gebäudebestand Gebäudetypen
4. Gebäudebestand Baualtersklassen
5. Gebäudebestand Wärmebedarf
6. Gebäudebestand Wärmebedarfsdichte
7. Gebäudebestand Sanierungsgebiete
8. Wärmebedarfsdichte Zielszenario 2045
9. Wärmeplan Zielszenario 2045
10. Dachflächenkataster – Potenzial Aufdach-PV
11. Oberflächennahe Geothermie – Standorteignung
12. Oberflächennahe Geothermie – Wärmeentzugsenergie Erdwärmekollektoren
13. Oberflächennahe Geothermie – Wärmeentzugsleistung Erdwärmesonden