

Auftraggeber



Gemeinde Grassau
Marktstraße 1
83224 Grassau

Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Grassau



Bahnhofstraße 4
83209 Prien a. Chiemsee
DEUTSCHLAND

Tel.: +49 8051 68 65-0
Fax: +49 8051 68 65-22
info@ing-Kess.de
www.ing-Kess.de

Stand: 20.03.2026
Bearbeiter: Annalena Böhmer
Geprüft: B.Eng. Nicole Piegsa

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Inhaltsverzeichnis

1	Kommunale Wärmeplanung.....	4
1.1	Aufgabenstellung der kommunalen Wärmeplanung.....	4
1.2	Vorhabenbeteiligte	4
1.3	Vorgehensweise und Gesetzliche Rahmenbedingungen.....	5
1.3.1	Bestandsanalyse	5
1.3.2	Potenzialanalyse.....	5
1.3.3	Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios	5
1.3.4	Strategie und Maßnahmenkatalog	6
1.3.5	Voraussetzungen und Förderung	6
1.3.6	Zusammenfassung	7
1.3.7	Monitoring und Überarbeitung	8
2	Bestandsanalyse	9
2.1	Gemeindestruktur und geographische Lage.....	9
2.2	Gebäude- und Siedlungsstruktur	9
2.2.1	Baualtersklasse	10
2.2.2	Gebäudenutzung	11
2.3	Wärmebedarf	13
2.4	Fernwärmenetz im Bestand	16
2.5	Wärmeerzeugung und CO ₂ -Emissionen.....	20
3	Potenzialanalyse Energieeinsparung.....	22
4	Potenzialanalyse erneuerbare Energien	25
4.1	Biomasse	25
4.2	Umweltwärme	26
4.2.1	Außenluft	27
4.2.2	Oberflächennahe Geothermie	27
4.2.3	Flusswasser	41
4.2.4	Kläranlagenauslauf	46
4.3	Wasserstoff/Biomethan.....	49



4.4	Tiefe Geothermie	49
5	Zielszenarien und Entwicklungspfad	52
5.1	Wärmebezogene Kennzahlen der Clustergebiete	52
5.1.1	Wärmedichte	52
5.1.2	Wärmeliniendichte	53
5.2	Zielpfad	55
5.3	Cluster	56
5.3.1	Fernwärmebestand	56
5.3.2	Fernwärmeverdichtung	57
5.3.3	Prüfgebiete für Wärmenetze	60
5.3.4	Dezentrale Wärmeversorgung	65
5.3.5	Quartiersnahe Wärmeversorgung	66
5.3.6	Überblick Wärmenetzplanung	67
5.4	Clustersteckbriefe	70
5.5	Vollkostenrechnung Wärmeversorgungssysteme	71
6	Strategie und Maßnahmenkatalog	73
6.1	M1: BEW – Transformationsplan für das bestehende Wärmenetz	73
6.2	M2: BEW – Ausbau Fernwärmenetz und Dekarbonisierung Wärmeerzeugungsanlagen ..	74
6.3	M3: Dezentrale Wärmeversorgungsmaßnahmen	75
6.4	M4: Sanierung des Gebäudebestands	77
6.5	M5: Wärmeversorgungskonzepte in Neubaugebieten	77
7	Akteursbeteiligung	78
8	Verstärkungsstrategie	79
9	Controlling und Monitoring	80
10	Kommunikationsstrategie	82
11	Abbildungsverzeichnis	84
12	Tabellenverzeichnis	87
13	Anlagen	88

1 Kommunale Wärmeplanung

1.1 Aufgabenstellung der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein wichtiges Werkzeug für Städte und Gemeinden, um ihre Wärmeversorgung perspektivisch nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten. Dabei entwickeln die Kommunen eine langfristige Strategie, die auf ihre individuellen Gegebenheiten vor Ort eingeht. Ziel ist es, den Wärmebedarf zu analysieren und Maßnahmen zu planen, um diesen künftig zu senken sowie mit erneuerbaren Energien und emissionsfreien Technologien zu decken. Durch diese Planung erhalten die Kommunen ein Planungsinstrument, um die Energiewende im Wärmebereich zügiger und effizienter voranzutreiben. Der Ansatz ist ganzheitlich und auf das Ziel der Klimaneutralität ausgerichtet, was den Verantwortlichen eine klare Orientierung für die nächsten Jahre bietet. Wichtig ist, dass ein Wärmeplan keine detaillierte, quartiersbezogene Planung für konkrete Wärmenetze ersetzt. Die gesetzlichen Vorgaben im Klimaschutzgesetz regeln, welche Inhalte und Befugnisse die Wärmeplanung haben. Die Pflicht der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung gilt für alle Gemeinden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden folgende Punkte besonders betrachtet:

- Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
- Potenzialanalyse möglicher Einsparpotenziale und lokale erneuerbare Energieträger
- Zielszenario und Entwicklungspfade zum Erreichen der Treibhausgas-Minderungsziele
- Strategie- und Maßnahmenkatalog hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung

1.2 Vorhabenbeteiligte

Die Beteiligten im Rahmen der vorliegenden kommunalen Wärmeplanung werden folgend aufgelistet:

Auftraggeber ist die

Gemeinde Grassau

Marktstraße 1

83224 Grassau

vertreten durch Bürgermeister Herr Stefan Kattari.

Für die Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurde das

Ingenieurbüro ing Kess GmbH

Bahnhofstraße 4

D-83209 Prien am Chiemsee

vertreten durch die Geschäftsführer Thomas Gmeindl, Christian Bichler und Sebastian Drax beauftragt.

Unterstützt wurde die kommunale Wärmeplanung durch das

Ökomodell Achenal e.V.

Marquartsteiner Straße 3

83224 Staudach-Egerndach

vertreten durch die Geschäftsführerin Angelika Maier.

1.3 Vorgehensweise und Gesetzliche Rahmenbedingungen

Mit dem im Dezember 2023 verabschiedeten Gesetz zur Wärmeplanung und Dekarbonisierung von Wärmenetzen (WPG) hat die deutsche Bundesregierung eine gesetzliche Grundlage geschaffen, um alle Kommunen bundesweit zur verbindlichen Wärmeplanung zu verpflichten. Zusätzlich soll auch die leitungsgebundene Wärmeversorgung ausgebaut, sowie die Beheizungsstruktur im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung umgestellt werden, um die festgelegten Klimaschutzziele des Bundesklimaschutzgesetzes (BKG) zu erreichen. Das WPG verpflichtet Kommunen mit über 100.000 Einwohner bis Mitte 2026 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen, bis 2028 müssen auch kleinere Kommunen mit einer Einwohnerzahl unter 100.000 eine entsprechende Wärmeplanung vorweisen. Finanzielle Unterstützung kommt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Umwelt. In der entsprechenden Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld ist eine Förderung bis 90 % möglich, sofern der Förderantrag bis 31.12.2023 eingereicht wurde. Aktuell wird der Aufwand der Kommunen zur Erstellung der kommunale Wärmeplanung über das Konnexitätsprinzip ausgeglichen.

Die Entwicklung eines nachhaltigen Wärmeversorgungskonzepts auf kommunaler Ebene gliedert sich in vier zentrale Schritte:

1.3.1 Bestandsanalyse

Zunächst erfolgt eine umfassende Bestandsaufnahme, bei der Daten zu Gebäuden, Siedlungsstrukturen und der bestehenden Energieinfrastruktur gesammelt und ausgewertet werden. Ziel der Bestandsanalyse ist es den aktuellen Wärmebedarf, die Wärmeerzeugung und die damit verbundenen CO₂-Emissionen im betrachteten Gebiet zu erfassen. Die Datengrundlage hierzu kann vielfältig sein. Zum Beispiel können Bebauungspläne, Informationen von Kaminkehrer-Unternehmen, Daten aus geographischen Informationssystemen (GIS) und Gebäudeinformationen wie Nutzungsart, Energienutzungsfläche und Baualtersklasse als Informationsquelle dienen.

1.3.2 Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wird untersucht, welche regenerativen Energiequellen oder unvermeidbare Abwärme bereits im beplanten Gebiet zur Wärmeversorgung genutzt werden und darüber hinaus verfügbar sind. Des Weiteren wird geprüft, inwieweit das Potenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs durch die Sanierung von Gebäuden besteht.

1.3.3 Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios

Neben der Verpflichtung der Kommunen bis 2045 die Treibhausgasneutralität zu erreichen, obliegt es diesen auch, einen konkreten Fahrplan mit Maßnahmen zu entwickeln, zur Erreichung des Zielbildes der Treibhausgasneutralität. Dieser zeigt auf, wie eine klimaneutrale, sichere und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung erreicht werden kann.

In diesem Schritt werden Entwicklungspfade modelliert. Dabei werden Annahmen zum zukünftigen zu erwartenden Sanierungsfortschritt der Gebäude zugrunde gelegt, welcher einerseits die Energieeinsparung und andererseits die Transformation bestehender fossiler Wärmeerzeuger hin zu

erneuerbaren Wärmequellen einschließt. Das Ziel der Treibhausgasneutralität erfordert eine Transformation auf mehreren Ebenen. Vom Ausbau von Wärmenetzen, der Integration erneuerbarer Energien und bis hin zur Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeerzeugung.

Das Zielbild beinhaltet zudem eine räumliche Differenzierung: Es werden Gebiete identifiziert, die sich besonders für den Ausbau oder die Verdichtung von Wärmenetzen eignen, ebenso wie Bereiche, in denen eine dezentrale Versorgung auf Basis individueller Systeme sinnvoller ist. Diese sogenannte Wärmeversorgungsstrategie wird kartografisch dargestellt und bildet die Grundlage für die strategische Umsetzung.

1.3.4 Strategie und Maßnahmenkatalog

Auf Basis der durchgeführten Analysen und des Zielbilds werden konkrete Strategien und Maßnahmen abgeleitet, um die identifizierten Potenziale zu nutzen und das Ziel der klimafreundlichen Wärmeversorgung zu erreichen. Dabei wird zwischen übergeordneten, gemeindeweiten Maßnahmen und lokal begrenzten Vorhaben unterschieden.

Die Maßnahmen können unterschiedliche Ebenen betreffen – von planerischen und rechtlichen Instrumenten über Investitionen in Infrastruktur bis hin zu Informationsprogrammen für Bürgerinnen und Bürger. Die Ergebnisse dienen der Verwaltung und dem Gemeinderat als Grundlage für weitere Planungen im Bereich Gemeindeentwicklung und Energie.

Zur Sicherstellung der Wirksamkeit werden für jede Maßnahme Ziel, Vorgehen, Zuständigkeiten, Zeitrahmen sowie Priorisierung beschrieben. Darüber hinaus wird eine regelmäßige Erfolgskontrolle vorgesehen, um Fortschritte zu dokumentieren und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

1.3.5 Voraussetzungen und Förderung

Für eine erfolgreiche Durchführung der Kommunalen Wärmeplanung (KWP) sind bestimmte methodische, organisatorische und technische Voraussetzungen zu erfüllen. Dazu gehört zunächst eine einheitliche und systematische Vorgehensweise, die nicht nur die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit Nachbarkommunen ermöglicht, sondern auch die Grundlage für eine mögliche Zusammenführung mehrerer KWPs im Rahmen interkommunaler Projekte schafft. Ebenfalls entscheidend ist die Sicherstellung der Datenhoheit: Alle erhobenen Daten und Analyseergebnisse verbleiben bei der Kommune. Idealerweise werden diese Daten in das kommunale Geoinformationssystem (GIS) integriert, sodass sie dauerhaft verfügbar, bearbeitbar und auswertbar sind.

Besonders wichtig ist, dass die Daten gebäudescharf vorliegen. Dies ist nicht nur für ein präzises Monitoring notwendig, sondern auch für die gesetzlich vorgeschriebene Fortschreibung des Wärmeplans. Selbstverständlich müssen dabei alle datenschutzrechtlichen Anforderungen eingehalten werden, beispielsweise durch Pseudonymisierung personenbezogener Daten, wo dies erforderlich ist. Durch die Nutzung des GIS während des Projekts können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kommune die erhobenen Daten und Analysen nach Übermittlung der Daten nachvollziehen und für eigene Auswertungen weiter nutzen und fortschreiben. Gleichzeitig stellt diese Vorgehensweise sicher, dass die Ergebnisse der KWP auch für weiterführende Projekte, wie etwa Machbarkeitsstudien oder den Bau und Betrieb von Wärmenetzen, verfügbar und wiederverwendbar sind.

Die wesentlichen Voraussetzungen lassen sich zusammenfassend wie folgt darstellen:

- Einheitliche und systematische Vorgehensweise zur Vergleichbarkeit und für interkommunale Kooperationen
- Sicherung der Datenhoheit – alle erhobenen Daten verbleiben bei der Kommune
- Integrationsmöglichkeit in das kommunale GIS zur dauerhaften Nutzung und Auswertung
- Gebäudescharfe Datenbasis für Monitoring und Fortschreibung
- Einhaltung der Datenschutzanforderungen (z. B. Pseudonymisierung personenbezogener Daten)
- Weiternutzbarkeit der Ergebnisse für Folgeprojekte

Die Gemeinde Grassau hat für die Erstellung dieses Wärmeplans eine Förderung im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative gemäß Förderrichtlinie 4.1.11 erhalten. Entsprechend orientiert sich der vorliegende Plan an den dort beschriebenen Vorgehensweisen und Empfehlungen. Für Maßnahmen, die über den Umfang einer kommunalen Wärmeplanung hinausgehen, wie beispielsweise detaillierte Machbarkeitsstudien oder die Umsetzung konkreter Investitionsprojekte, ist gegebenenfalls die Beantragung zusätzlicher Fördermittel erforderlich. Für einen Transformationsplan im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) für das bereits bestehende Wärmenetz ist bereits ein Bewilligungsbescheid durch das Bafa erteilt worden.

1.3.6 Zusammenfassung

Der Kommunale Wärmeplan erfüllt eine doppelte Funktion: Einerseits werden einzelne Phasen des Planungsprozesses und deren Ergebnisse dokumentiert, andererseits dient er als operatives Planungswerkzeug, anhand dessen die Kommune das definierte Zielszenario schrittweise realisieren kann. Damit der Plan seine Funktion als Steuerungsinstrument dauerhaft erfüllen kann, ist eine kontinuierliche und regelmäßige Aktualisierung der Daten sowie der abgeleiteten Maßnahmen erforderlich.

Der Wärmeplan enthält folgende wesentliche Elemente:

Beschreibung der Vorgehensweise und Ergebnisse der einzelnen Phasen

Darstellung der Entstehungsphase – von der Startphase über die Bestandsanalyse und Potenzialanalyse bis hin zur Entwicklung des Zielszenarios und der Umsetzungsstrategie. Jede Phase wird nachvollziehbar beschrieben.

Beschreibung des Zielszenarios

Konkrete Darstellung, wie die zukünftige Wärmeversorgung in der Kommune aussehen soll. Hier werden Zielwerte, Prioritäten und angestrebte Maßnahmen erläutert.

Steckbriefe der einzelnen Maßnahmen

Jede Maßnahme wird detailliert beschrieben mit Ziel, zeitlichem Horizont, Zuständigkeit und einem erläuternden Text. Beispiele sind Gebäudesanierungen oder Ausbau von Wärmenetze zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeherzeugung.

Steckbriefe der einzelnen Cluster

Für jedes Cluster werden die relevanten Daten dokumentiert. Dazu gehören Kennzahlen wie

Wärmebedarf, eine kartographische Darstellung im GIS sowie eine textliche Beschreibung der spezifischen Gegebenheiten und Perspektiven.

1.3.7 Monitoring und Überarbeitung

Die kommunale Wärmeplanung ist kein einmaliger Vorgang, sondern ein kontinuierlicher Prozess, der die Kommune langfristig begleitet und unterstützt. Ziel ist es, die erarbeiteten Strategien nicht nur auf Papier festzuhalten, sondern aktiv in die Realität zu überführen und flexibel auf Veränderungen reagieren zu können.

Ein zentraler Bestandteil ist das regelmäßige Monitoring und die Aktualisierung des Wärmeplans. Gesetzlich vorgeschrieben ist ein fünfjähriger Zyklus, in dem die Planung überprüft, angepasst und auf den aktuellen Stand gebracht wird. Auf diese Weise bleibt der Plan stets aktuell und dient als verlässliche Grundlage für politische und praktische Entscheidungen.

Die erhobenen Daten und Ergebnisse werden außerdem in Folgeprojekte übertragen, beispielsweise bei der konkreten Planung und Umsetzung von Wärmenetzen oder Sanierungsmaßnahmen. Die Wärmeplanung fungiert somit als Ausgangspunkt für Investitionen und konkrete Handlungsschritte.

Eine kontinuierliche Dokumentation des Gebäude- und Infrastrukturzustands ist ein weiterer zentraler Aspekt. Auch der Fortschritt bereits umgesetzter Maßnahmen wird kontinuierlich analysiert, sodass Erfolge sichtbar werden und bei Bedarf Anpassungen vorgenommen werden können.

Übergeordnetes Ziel aller Monitoring- und Umsetzungsaktivitäten ist die Erreichung der CO₂-Neutralität bis 2045. Durch die kontinuierliche Kontrolle der Fortschritte, die frühzeitige Identifikation von Abweichungen und die Möglichkeit, zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, wird sichergestellt, dass die Wärmeplanung dynamisch, flexibel und anpassungsfähig bleibt. So entwickelt sich der kommunale Wärmeplan zu einem lebendigen Instrument, das sowohl den aktuellen technischen Möglichkeiten, den rechtlichen Rahmenbedingungen als auch den Bedürfnissen der Kommune gerecht wird.

2 Bestandsanalyse

2.1 Gemeindestruktur und geographische Lage

Die Gemeinde Grassau liegt im oberbayerischen Landkreis Traunstein, etwa 5 km südlich des Chiemsees. Grassau besteht aus insgesamt 31 Gemeindeteilen. Auf einer Gesamtgemeindefläche von 35,78 km² beträgt der Anteil der Waldfläche 37 %. In der Gemeinde leben 6.961 Einwohner¹ (Stand 30.09.2025), was einer Einwohnerdichte von ca. 195 Einwohnern pro Quadratkilometer entspricht. Neben den Einwohnern profitieren vor allem Urlauber, Touristen und Zweitwohnsitzinhaber von den vielfältigen Freizeitmöglichkeiten vor Ort. Grassau verfügt zudem über das Gewerbegebiet „Gewerbepark Grassau“. Der Tourismus und das ansässige Gewerbe spielen eine zentrale Rolle in der Gemeinde und beeinflusst maßgeblich die Gebäude- und Siedlungsstruktur.

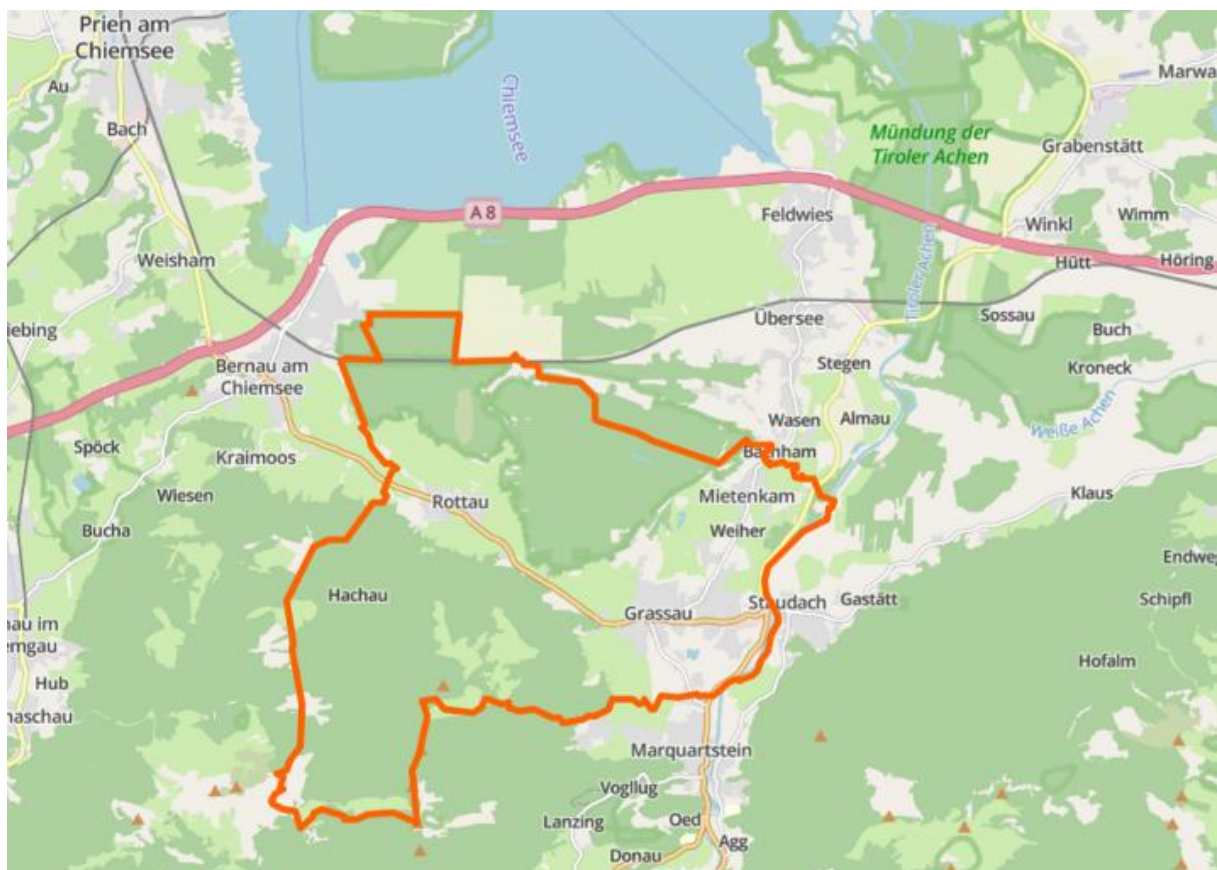


Abbildung 1: Lageplan Grassau [openstreetmap]

2.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Gebäude- und Siedlungsstruktur bildet eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung, da sie stark mit der Höhe des Wärmebedarfs zusammenhängt und die Wahl geeigneter Versorgungsstrategien beeinflusst. Dicht bebaute Quartiere mit hohem Wärmebedarf bieten beispielsweise gute Voraussetzungen für leitungsgebundene Lösungen wie Nah- bzw.

¹ [Markt Grassau, Landkreis Traunstein - BayernPortal](#)

Fernwärmenetze, während in ländlichen geprägten Bereichen dezentrale Lösungen auf Basis erneuerbarer Energien sinnvoller sein können. Durch die Analyse der Siedlungsstruktur können so gezielt Maßnahmen abgeleitet werden, die sowohl den örtlichen Gegebenheiten entsprechen als auch die langfristige Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung unterstützen. Grundlage der Datenerhebung bilden die Ergebnisse des Kurzgutachtens der bayerischen Landesregierung (im Weiteren mit „Kurzgutachten“ abgekürzt), sowie des Zensus 2022.

2.2.1 Baualtersklasse

Die Analyse der Baualtersklassen in der Gemeinde Grassau stellt einen wichtigen Bestandteil der Bestandsanalyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dar. Anhand der Baujahre der Gebäude lassen sich Rückschlüsse auf den energetischen Zustand, die Wärmebedarfe sowie auf mögliche Sanierungspotenziale (siehe Absatz 3) ziehen.

Eine Aufteilung der Gebäude in Baualtersklassen ermöglicht eine gezielte Priorisierung: ältere Quartiere und Siedlungen eignen sich insbesondere für Effizienzmaßnahmen und können zugleich attraktive Gebiete für den Anschluss an leitungsgebundene Wärmeversorgungen darstellen. Neubaugebiete hingegen weisen meist geringere Bedarfe auf, können jedoch durch den frühzeitigen Einsatz erneuerbarer Energien oder Netzanbindungen langfristig zur Dekarbonisierung beitragen.

In Grassau sind, laut dem Zensus 2022, rund 80 % der Gebäude, vor dem Jahr 2000 gebaut worden (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3). Der hohe Altbaubestand in der Gemeinde bringt ein hohes Sanierungspotenzial mit sich.

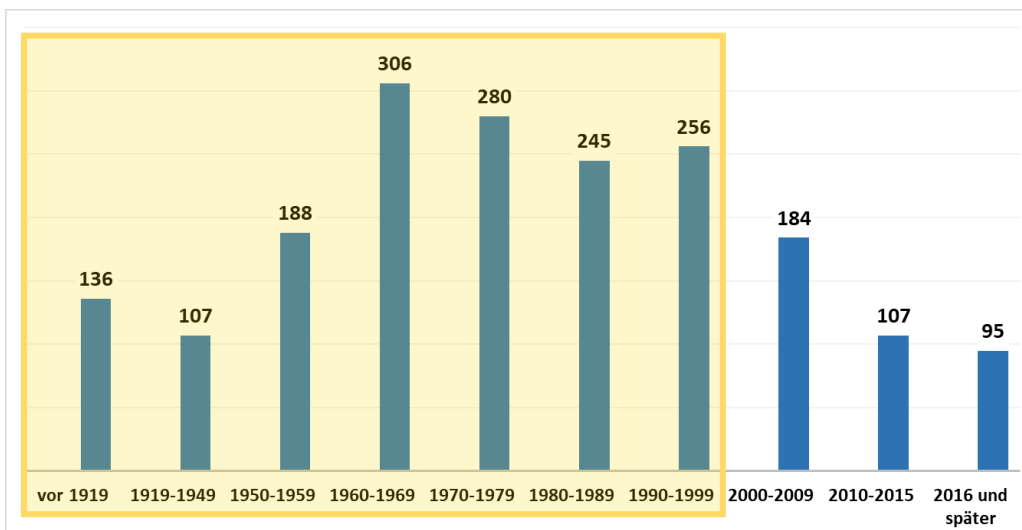


Abbildung 2: Gebäudeanzahl je Baualtersklasse [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Die Kategorisierung des Baualters auf Basis des Kurzgutachtens orientiert sich einerseits an den Vorgaben des Leitfadens für Wärmeplanung (Stand Juni 2024, im Weiteren mit „Leitfaden“ abgekürzt) zum verkürzten Verfahren, welcher Gebäude mit Baujahr vor 1977 als besonders sanierungsrelevant ausweist. Hintergrund ist die 1977 in Kraft getretene Wärmeschutzverordnung, die als erste verbindliche Vorschrift in Deutschland den Wärmeschutz bei neuen Gebäuden regelte.

Andererseits verschärfte die Einführung der EnEV im Jahr 2002 die energetischen Mindestanforderungen an den Neubau wesentlich, was wiederum zu einem besseren energetischen

Standard und somit einem geringeren spezifischen Wärmebedarf von Neubauten geführt hat. In Abbildung 3 ist die Einordnung der Gebäude in der Gemeinde in die beschriebenen Kategorien kartographisch dargestellt. Dabei ist erkennbar, dass der Großteil der Gebäude vor 2002 erbaut wurde und somit von einem erhöhten Energieeinsparpotenzial durch Sanierung auszugehen ist.

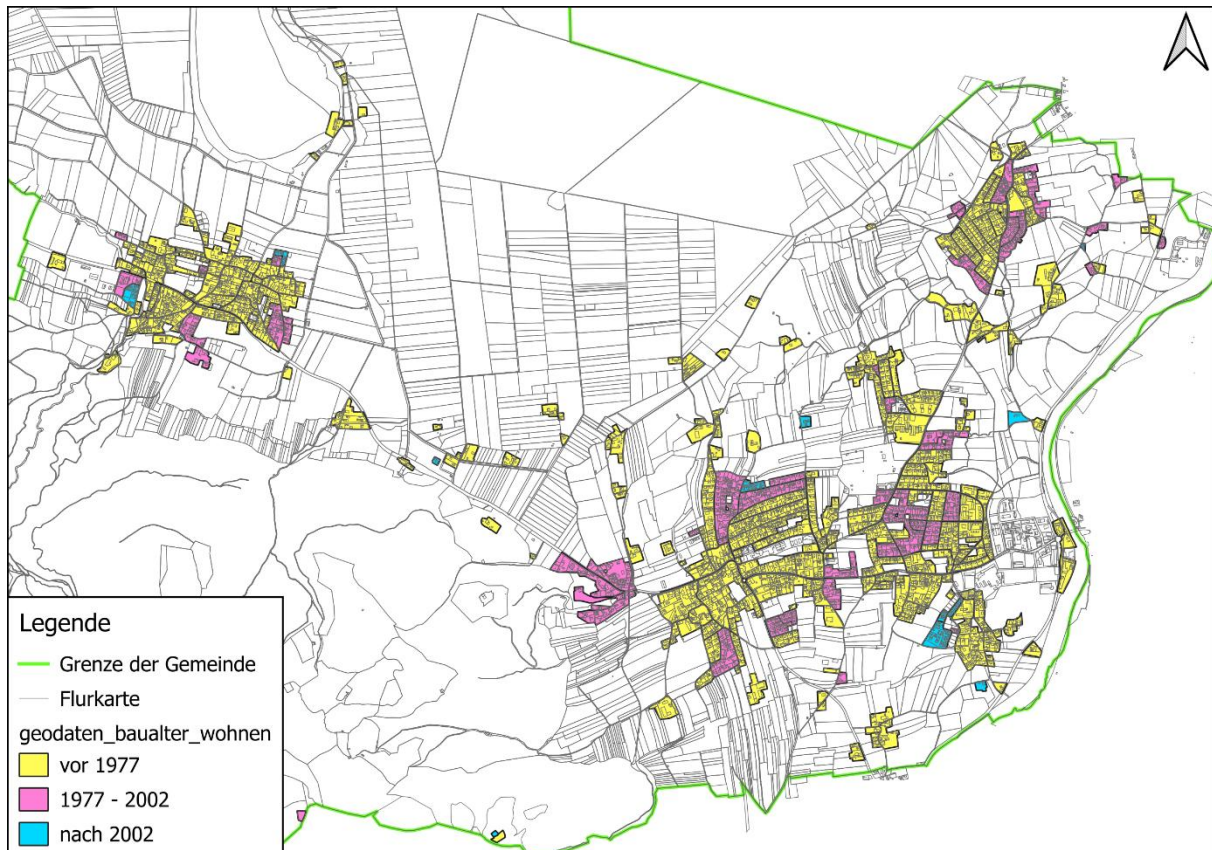


Abbildung 3: Kategorisierung Baujahr [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

2.2.2 Gebäudenutzung

Die Betrachtung der Gebäudenutzung ermöglicht Rückschlüsse auf die Verteilung der Wärmebedarfe und die Ausgestaltung möglicher Versorgungslösungen.

In Grassau sind insgesamt 2.070 Gebäude mit Wohnnutzung erfasst und 1.963 Gebäude mit gemischt genutzter Fläche (Kombination von Wohnen und Gewerbe). In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass die Wohngebiete und die Gebäude mit gemischter Nutzung den größten Anteil der bebauten Fläche ausmachen und vorrangig in zusammenhängenden Quartieren organisiert sind. Sie verursachen einen hohen Anteil am Gesamtwärmebedarf (siehe Absatz 2.3), was sie zu einem zentralen Fokus für Sanierungsmaßnahmen und die Planung von Wärmenetzen macht. In einigen Gebieten mit Wohngebäuden sowie gemischt genutzten Gebäuden (Kombination von Wohnen und Gewerbe), gibt es bereits eine zentrale Wärmeversorgung – zum einen im Ortskern Grassau, zum anderen im Gemeindeteil Rottau.

Industrie- und Gewerbeflächen weisen einen hohen, aber stark nutzungsabhängigen Energiebedarf auf. Ihre Einbindung in die Wärmeplanung erfordert eine individuelle Betrachtung, insbesondere hinsichtlich Lastprofilen und Versorgungssicherheit. Das Gewerbegebiet wird dementsprechend gesondert

betrachtet. Die Gebäude sind zum Teil bereits an das Wärmenetz angeschlossen. Sondernutzungen wie öffentliche Einrichtungen oder Sportanlagen haben spezifische Anforderungen, die bei den weiteren Planungen über die kommunale Wärmeplanung hinaus berücksichtigt werden müssen.

Nicht relevante Flächen wie der Friedhof sind zwar nicht Teil der Wärmeversorgung, spielen aber eine Rolle bei der räumlichen Abgrenzung. Insgesamt ermöglicht die differenzierte Betrachtung der Gebäudenutzung eine gezielte und effiziente Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten, abgestimmt auf die lokalen Gegebenheiten und Bedarfe.

In Abbildung 5 sind die Anteile der verschiedenen Gebäudetypen an der Gesamtgebäudeanzahl zu erkennen.

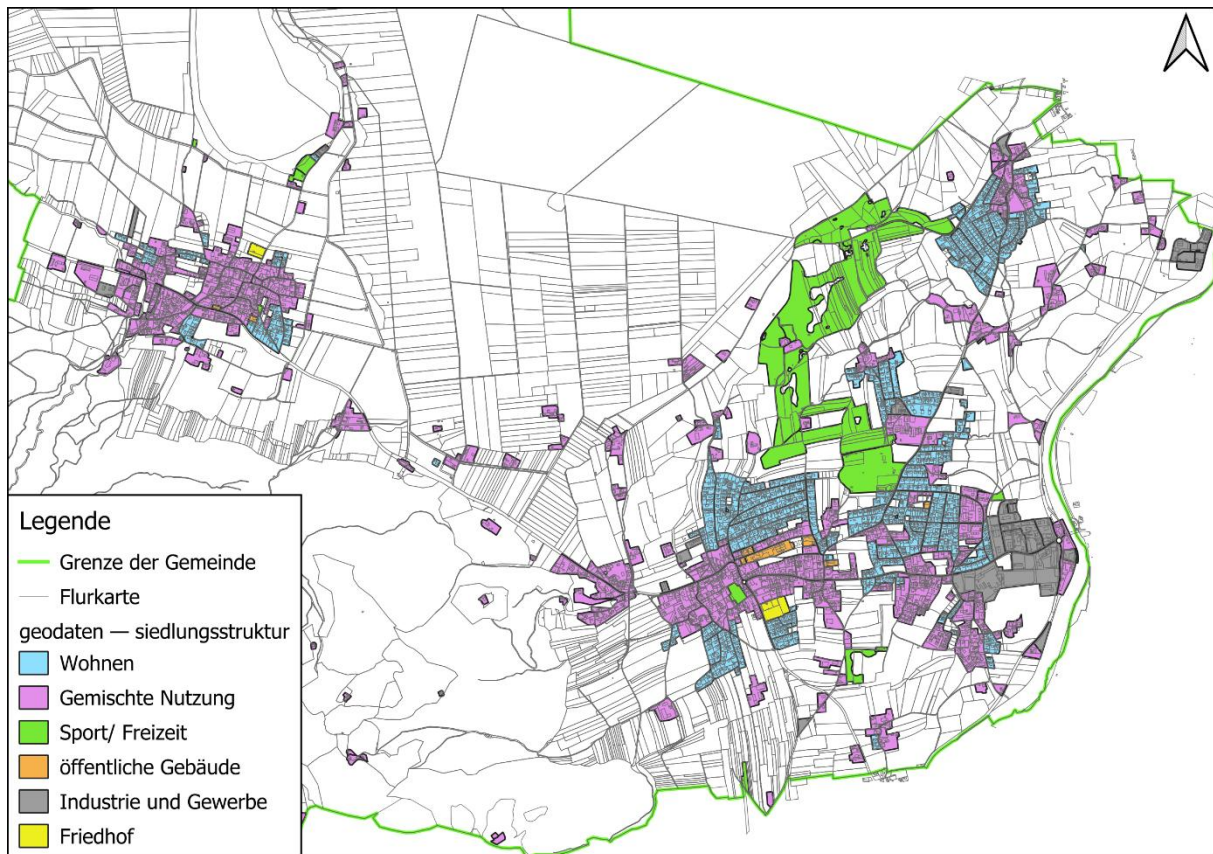


Abbildung 4: Kategorisierung Gebäudenutzung [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Siedlungsstruktur Grassau

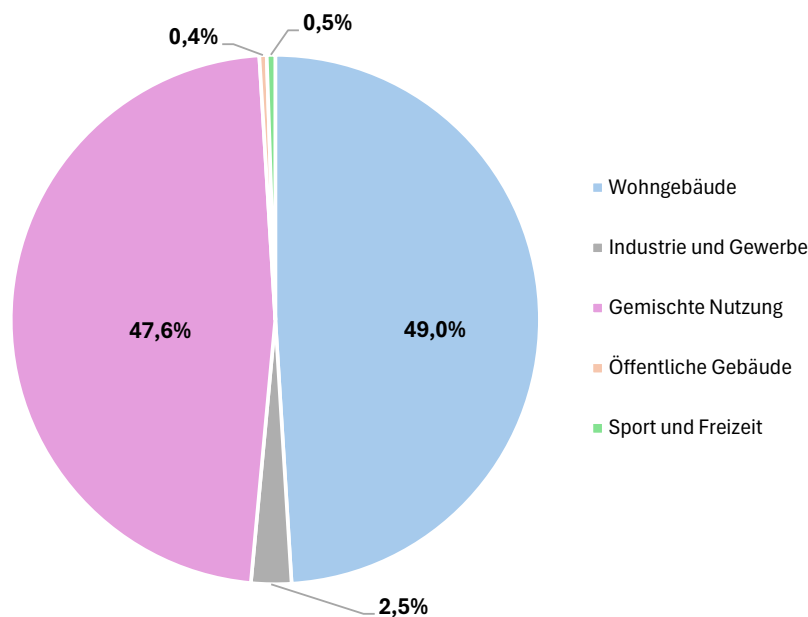


Abbildung 5: Siedlungsstruktur - Anteil der verschiedenen Gebäudenutzungsarten an der gesamten Gebäudeanzahl [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

2.3 Wärmebedarf

Aus dem gebäudescharfen Wärmekataster [Kurzgutachten] ergibt sich ein detailliertes Bild des Wärmebedarfs in der Gemeinde, das zugleich als Grundlage dient, um Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung zu entwickeln. Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Leitfadens für die kommunale Wärmeplanung wird so eine Basis geschaffen, um Potenziale für erneuerbare Energien und Netzausbau zielgerichtet zu bewerten.

Die Ermittlung des Wärmebedarfs in der Gemeinde erfolgt im Wesentlichen auf Grundlage der im Rahmen des Kurzgutachtens zur kommunalen Wärmeplanung bereitgestellten Daten sowie ergänzender Informationen lokaler Akteure, wie der Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR.

Der gebäudespezifische Wärmebedarf stellt die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung dar und umfasst den jährlichen Endenergiebedarf für Raumwärme und Wasserbereitung. Auf Basis des Kurzgutachtens ergibt sich in der Gemeinde Grassau ein Jahresgesamtwärmebedarf von rund 68 GWh. Die Analyse der räumlichen Wärmebedarfsverteilung zeigt deutlich, dass es sowohl Bereiche mit sehr hohem als auch mit niedrigem spezifischen Wärmebedarf gibt (vgl. Abbildung 6). Insbesondere im Ortszentrum und Gewerbegebiet der Gemeinde Grassau lässt sich ein konzentrierter Wärmebedarf feststellen, der auf den ersten Blick für eine gute Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung spricht. Vor dem Hintergrund des bestehenden Fernwärmenetzes erscheint es sinnvoll, das Potenzial für eine Nachverdichtung sowie für eine Erweiterung der bestehenden Infrastruktur systematisch zu untersuchen. Ziel sollte es sein, die Effizienz und Ausdehnung der zentralen Wärmeversorgung weiter zu optimieren und unter wirtschaftlichen Aspekten zusätzliche Gebäude an das Netz anzuschließen.

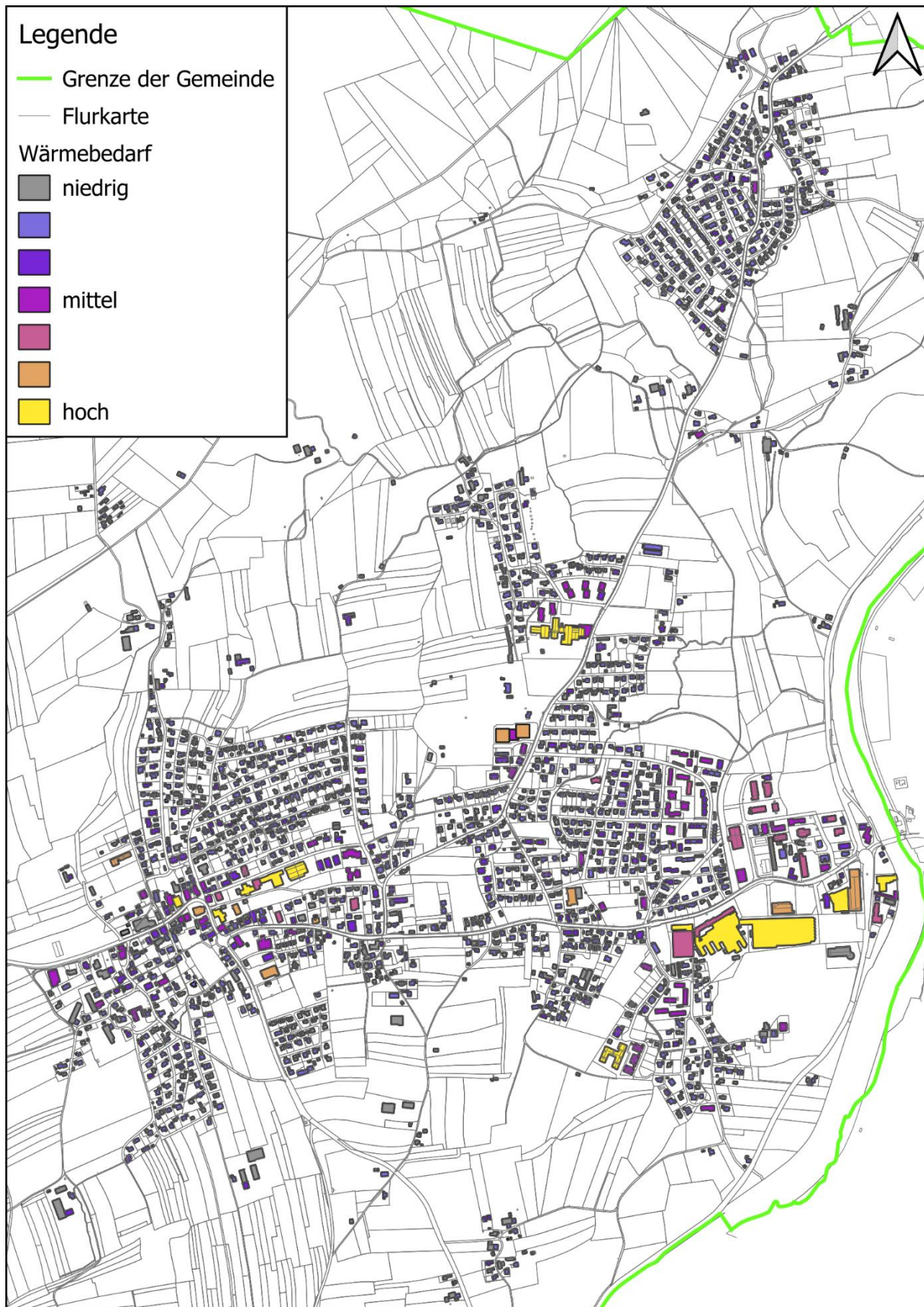


Abbildung 6: Gebäudespezifischer Jahreswärmebedarf Grassau [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

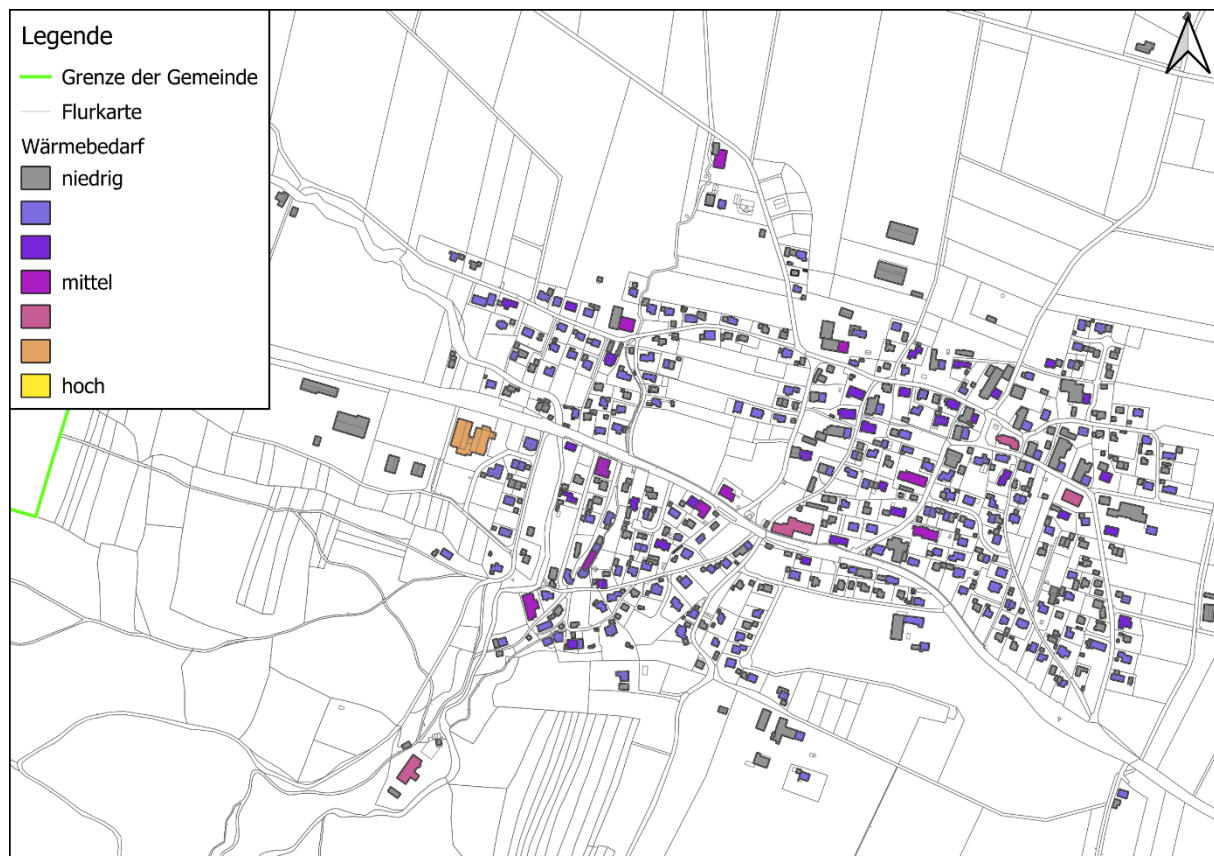


Abbildung 7: Gebäudespezifischer Jahreswärmebedarf Rottau [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Betrachtet man die Verteilung des Gesamtwärmebedarfs der Gemeinde auf die verschiedenen Gebäudetypen, zeigt sich, dass analog zur Siedlungsstruktur die Wohngebäude sowie gemischt genutzte Gebäude den Hauptteil des Wärmebedarfs ausmachen (vgl. Abbildung 8). In Abbildung 9 wird deutlich, dass der ältere Gebäudebestand in Grassau einen wesentlichen Anteil am gesamten Wärmebedarf einnimmt. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass viele Gebäude vor dem Jahr 1977 errichtet wurden. Vor 1977 existierten noch keine konkreten gesetzlichen Regelungen zum energetischen Standard von Gebäuden. Deshalb weisen diese Gebäude häufig einen deutlich höheren spezifischen Wärmebedarf auf als Gebäude jüngerer Baualtersklassen.

Bei Gegenüberstellung des auf statistischen ermittelten Wärmebedarfs im Kurzgutachten mit den realen Wärmeverbrauchsdaten der Fernwärme traten leichte Abweichungen auf. Unter Einbezug der Realdaten ergibt sich ein korrigierter Wärmebedarf in Höhe von 63,3 GWh/a (zum Vergleich: Wärmebedarf auf Basis des Kurzgutachtens liegt bei 68 MWh/a). Diese Abweichungen werden in der kommunalen Wärmeplanung ausschließlich im Zuge der Berechnungen zu derzeitigen Wärmeerzeugung sowie dem damit einhergehenden CO₂-Ausstoß in Absatz 2.5 berücksichtigt sowie im Absatz 5.3.6 zur Berechnung der Wärmebelegungsdichte herangezogen. Für alle künftigen Betrachtungen zur Entwicklung des Wärmenetzes sind diese Abweichungen ebenfalls zu berücksichtigen.

Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf die Gebäudestruktur

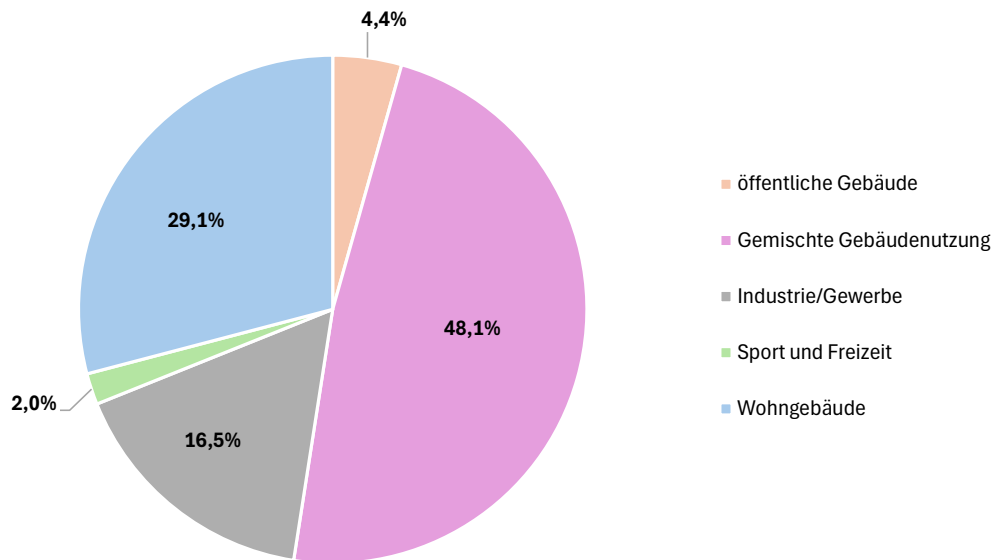


Abbildung 8: Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf die Gebäudestruktur [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf Baualterklassen

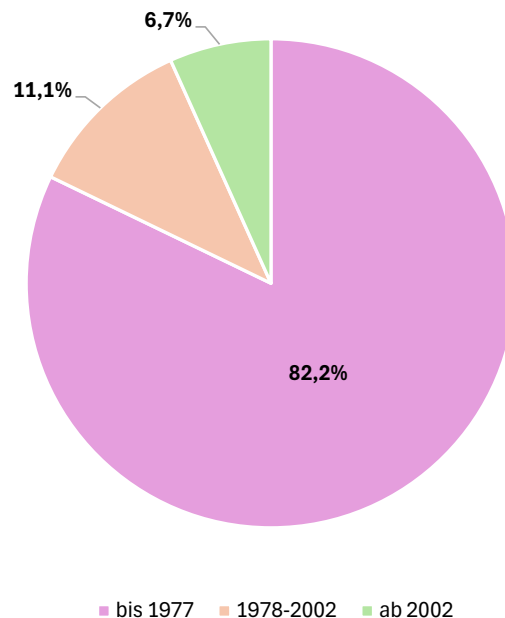


Abbildung 9: Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf die Baualterklassen [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

2.4 Fernwärmenetz im Bestand

Die Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR betreibt im Kernort Grassau sowie im Ortsteil Rottau zwei regenerativ geprägte Wärmenetze, die im Wesentlichen durch Biomasseheizwerke gespeist werden. Die Wärmeversorgung erfolgt ausgehend von zwei Energiezentralen in Grassau und Rottau, von denen aus ein stetig wachsendes Fernwärmenetz die angeschlossenen Verbraucher versorgt. Das

Fernwärmenetz in Grassau versorgt 422 Gebäude (Stand 2024) über ein rund 22,3 km langes Fernwärmenetz. Das Biomasseheizwerk Grassau befindet sich in der Eichelreuth 22. Es bildet den Hauptstandort der Wärmeerzeugung und verfügt über zwei Biomassekessel mit einer Feuerungswärmeleistung von 3,2 MW bzw. 3,5 MW. Zur Abdeckung von Spitzenlasten sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist zusätzlich ein Ölkessel mit einer Leistung von 5,5 MW installiert. Ergänzt wird die Wärmeerzeugung durch Rauchgaskondensationsanlagen sowie die Einspeisung von Abwärme aus Holzvergasern des Biomassehof Achentals und einem Blockheizkraftwerk. Die Wärmeerzeugung im Jahr 2025 des Standortes Grassau beträgt rund 27.500 MWh. Die im Jahr 2025 an Verbraucher verkaufte Wärmemenge lag bei rund 20.700 MWh. Damit deckt die Fernwärme rund 33 % des Gesamtwärmebedarfs in der Gemeinde Grassau ab.

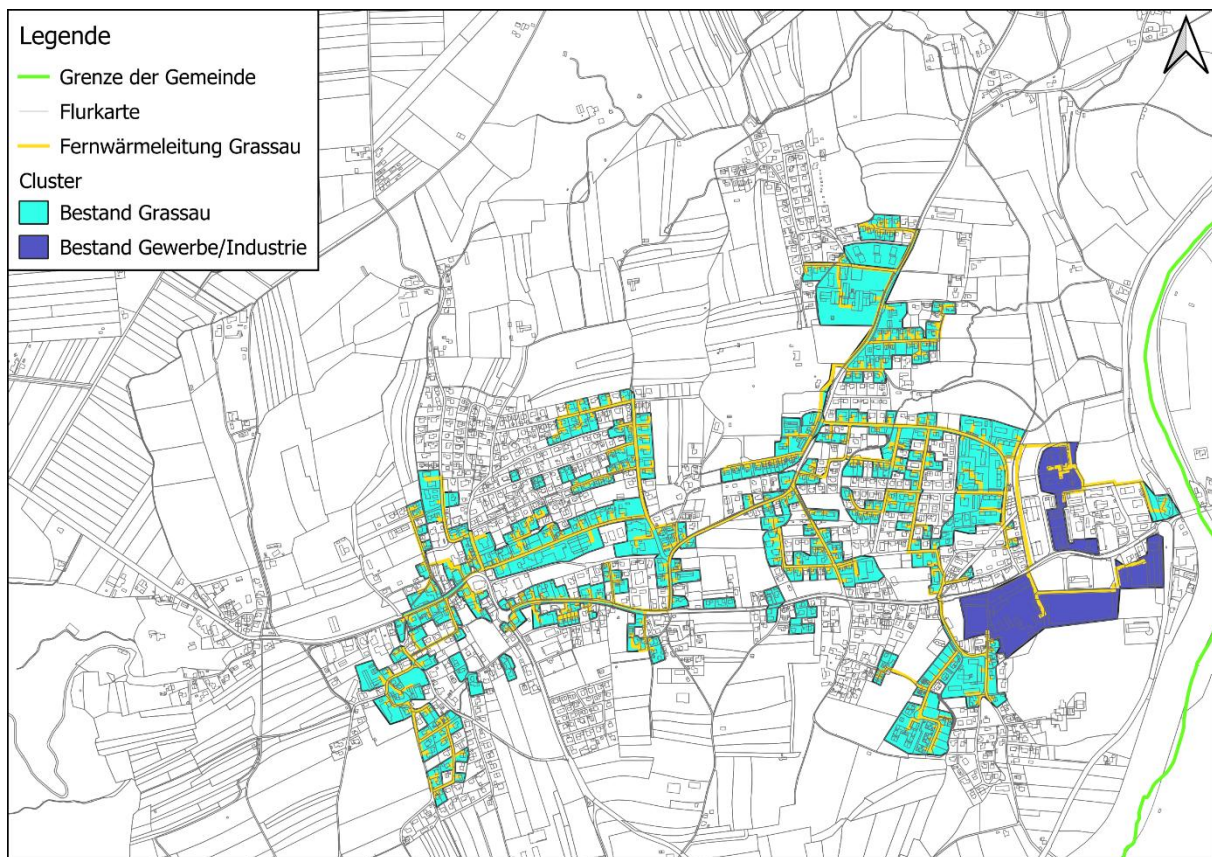


Abbildung 10: Fernwärmenetzbestand/Versorgte Liegenschaften Grassau (Stand Oktober 2025)
[Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]

In Rottau versorgt das rund 4,7 km lange Fernwärmenetz ca. 140 Gebäude (Stand 2024). Im Biomasseheizwerk Rottau am Bastackerweg 14 ist ein Biomassekessel mit einer Leistung von 1,55 MW sowie ein Ölkessel mit 1,6 MW installiert. Ergänzt wird die Wärmeerzeugung durch eine Rauchgaskondensationsanlage. Die jährliche Wärmeerzeugung für das Jahr 2026 wird auf rund 4.200 MWh prognostiziert. Davon werden etwa 3.570 MWh an die Verbraucher abgegeben. Damit deckt die Fernwärme in Rottau rund 5,6 % des Gesamtwärmebedarfs in der Gemeinde Grassau ab.

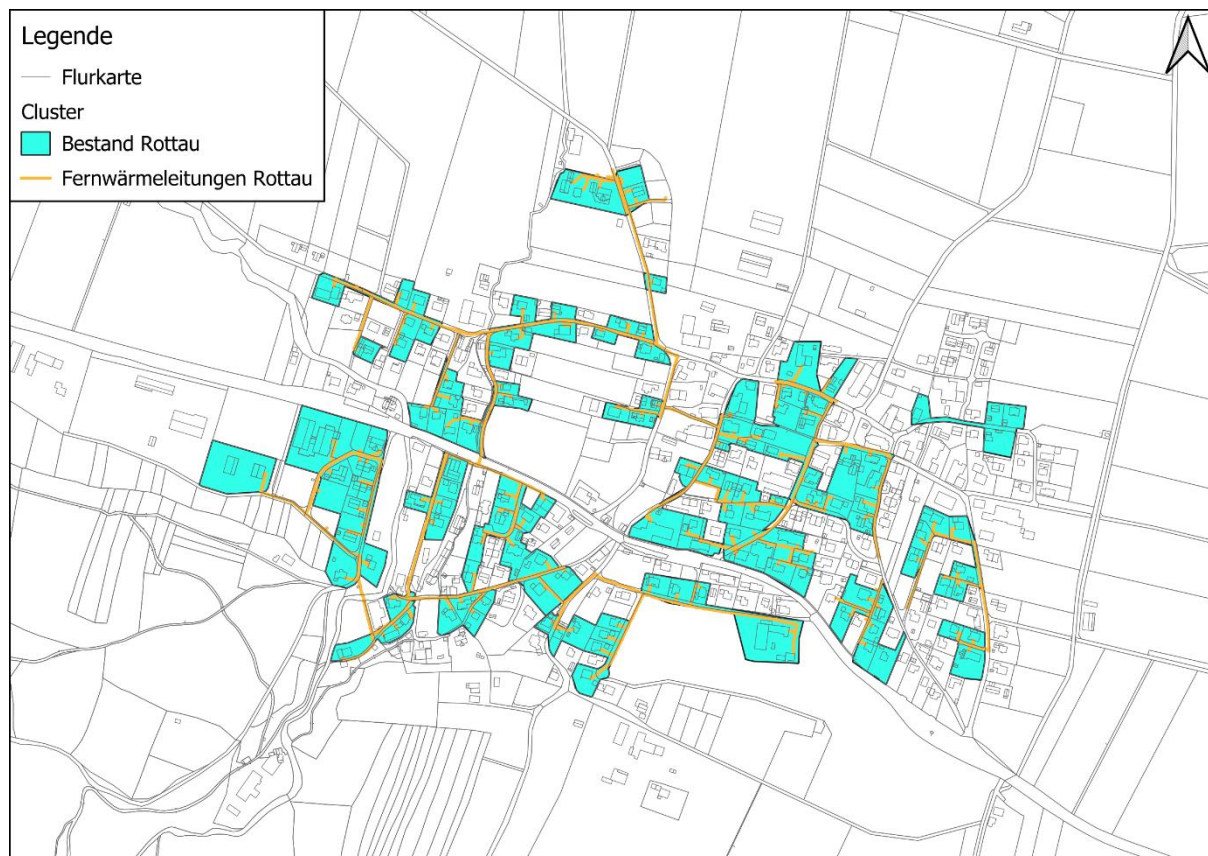


Abbildung 11: Fernwärmenetzbestand/Versorgte Liegenschaften Rottau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]

Der primäre Energieträger zur Wärmeerzeugung der beiden Heizwerke ist feste Biomasse in Form von Holzhackschnitzeln. Die installierten Ölkessel dienen der Redundanz und der Abdeckung von Spitzenlasten, insbesondere in Zeiten hoher Wärmenachfrage. Die Zusammensetzung der Wärmeerzeugung nach Energieträgern ist in Abbildung 12 für Grassau und in Abbildung 13 für Rottau dargestellt.

Die bestehenden Wärmenetze werden kontinuierlich erweitert. Aktuell sind Netzausbauten im Kernort Grassau in der Bahnhofstraße, der Moosbacherstraße sowie perspektivisch im Nußbaumweg geplant. Auch die Versorgung des Ortsteils Mietenkam soll näher untersucht werden.

Insgesamt stellen die Wärmenetze einen wichtigen Baustein der kommunalen Energiewende dar. Durch den hohen Anteil erneuerbarer Energien leisten sie einen erheblichen Beitrag zur Reduktion fossiler Brennstoffe und zur Senkung von CO₂-Emissionen, während gleichzeitig eine zuverlässige und zukunftssichere Wärmeversorgung für Haushalte und Betriebe gewährleistet wird. Im Abschnitt 4 werden Potenziale betrachtet, welche zu einer Reduzierung der fossilen Spitzenlasterzeuger in den Fernwärmenetzen beitragen können.

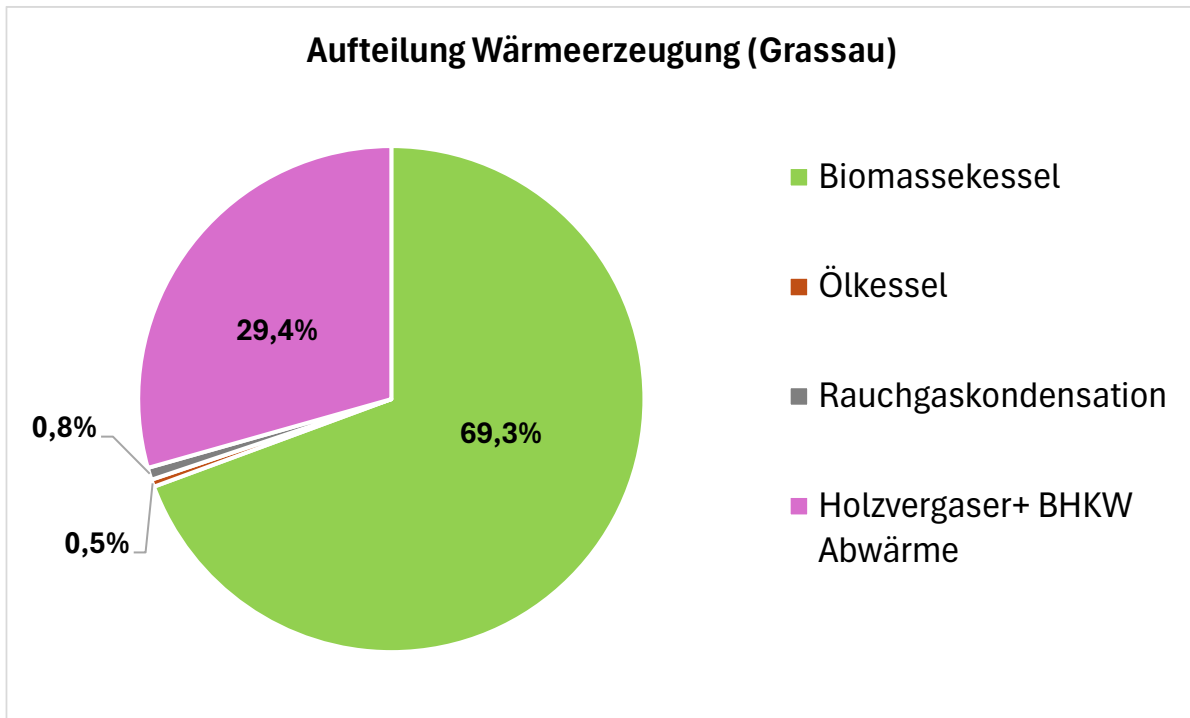


Abbildung 12: Wärmeerzeugung 2024 Fernwärmenetz Grassau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]

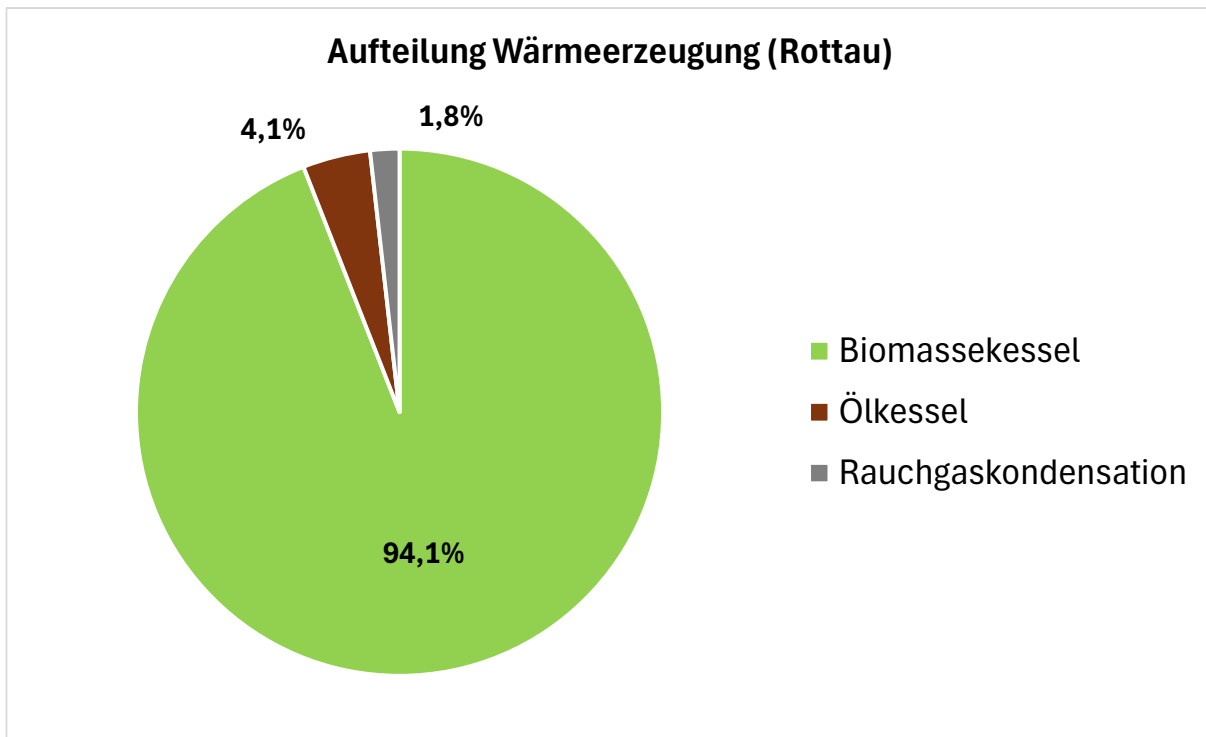


Abbildung 13: Wärmeerzeugung 2024 Fernwärmenetz Rottau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]

2.5 Wärmeerzeugung und CO₂-Emissionen

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde auch die aktuelle Wärmeerzeugung analysiert. Auf Basis der Daten des Zensus 2022 sowie Angaben der Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR ergibt sich zur Deckung des Wärmebedarfs von 63,3 GWh/a eine derzeitige Wärmeerzeugung wie sie in Abbildung 14 dargestellt ist. Daraus wird ersichtlich, dass 39 % des Wärmebedarfs in Grassau durch fossile Energieträger gedeckt werden. Da es in Grassau kein Erdgasnetz gibt, fällt der Großteil auf den fossilen Energieträger Heizöl.

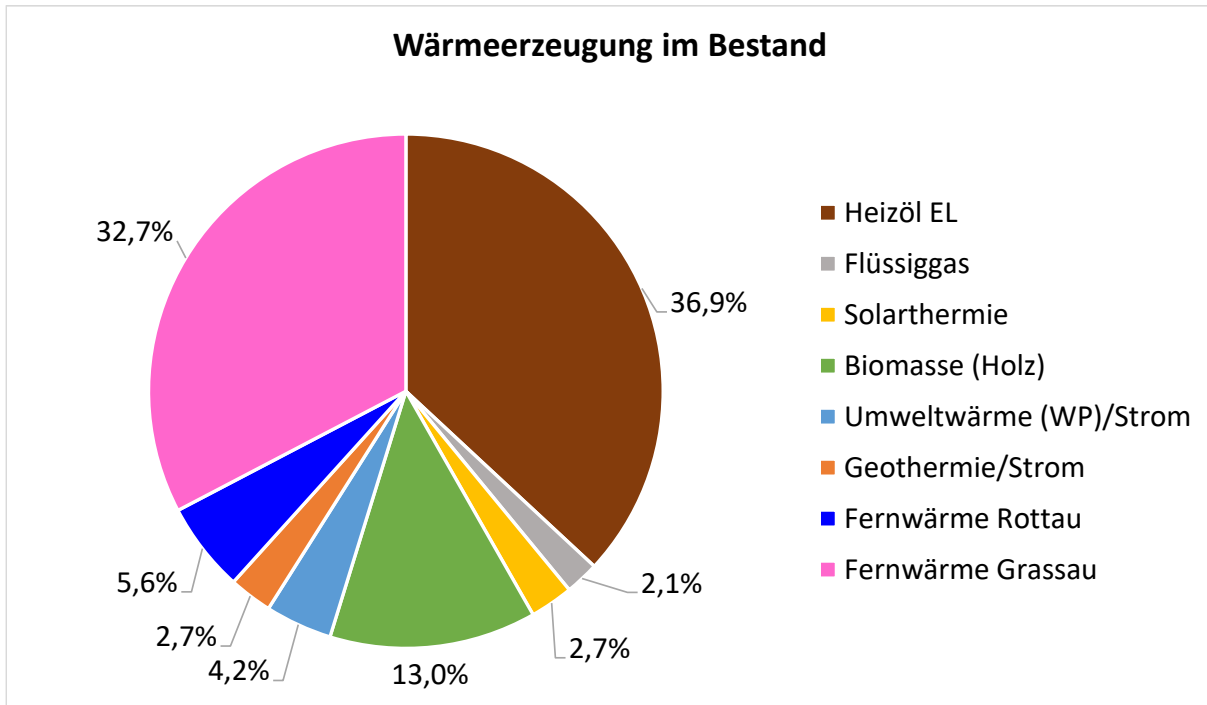


Abbildung 14: Wärmeerzeugung im Bestand [Zensus 2022; Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]

Auf Basis der Verteilung in Abbildung 14 ergibt sich unter Ansatz der CO₂-Faktoren gemäß AGFW - FW 309-6 sowie der Bescheinigung der Fernwärme nach AGFW – FGW 309-1 ein jährlicher Gesamt-CO₂-Ausstoß in Höhe von 8.473 Tonnen. Aus Abbildung 15 geht hervor, dass der Hauptanteil der Emissionen mit knapp 79 % durch die Wärmeerzeugung aus Heizöl entsteht, während die Fernwärme trotz höherer Wärmeerzeugung einen wesentlich geringeren Anteil der CO₂-Emissionen erzeugt. Die zentralen Werte der Berechnung zur CO₂-Bilanz sind in Anlage A1 dargestellt.

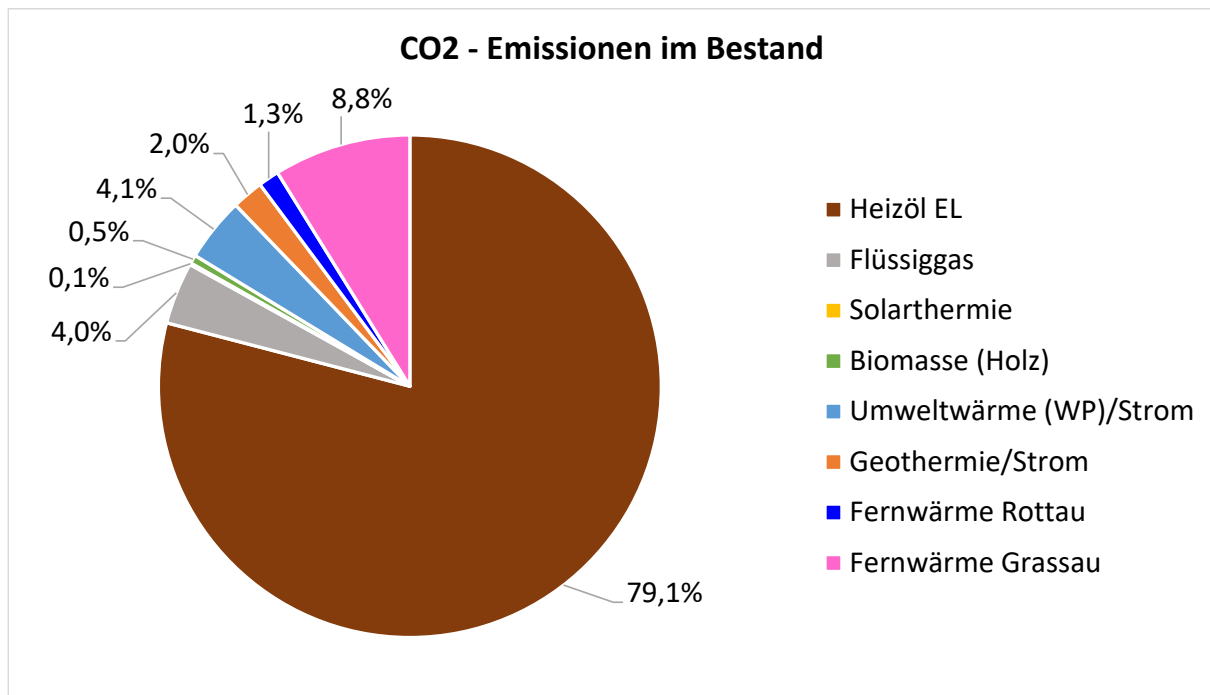


Abbildung 15: Jährliche CO₂-Emissionen im Bestand [Zensus 2022; Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; AGFW; eigene Darstellung]

3 Potenzialanalyse Energieeinsparung

Die im Gebäudeenergiegesetz (GEG) definierten Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden sowie den Einsatz erneuerbarer Energien haben maßgeblichen Einfluss auf den Energiebedarf und die daraus resultierenden notwendigen Vorlauftemperaturen in Heizsystemen. Durch die darin verankerten energiepolitischen Maßnahmen zielt das GEG darauf ab, den Bedarf an thermischer Energie auf Verbraucherseite deutlich zu senken. Infolgedessen kann der Einsatz fossiler Brennstoffe reduziert und der Anteil erneuerbarer sowie nicht brennstoffgebundener Energiequellen signifikant erhöht werden. Darüber hinaus spielt in diesem Kontext die energetisch optimierte Ausführung von Neubauten sowie die energetische Sanierung bestehender Gebäude eine wesentliche Rolle zur Erreichung der Treibhausgasminderungsziele. Im Zuge dieser Entwicklungen trägt auch die Modernisierung und Optimierung bestehender Heizsysteme wesentlich dazu bei, die erforderlichen Vorlauftemperaturen abzusenken – ein wichtiger Schritt zur Effizienzsteigerung und zur Integration moderner, regenerativer Wärmeerzeugungssysteme.

Die sekundäre Optimierung hat maßgeblichen Einfluss auf die Auslegung und Struktur von Wärmenetzen. Wichtige Parameter wie Vor- und Rücklauftemperaturen sowie Erzeugerleistungen müssen frühzeitig analysiert und bewertet werden. Förderprogramme von BAFA und KfW unterstützen gezielt den Ausbau und die Sanierung bestehender Anlagen – insbesondere im privaten Gebäudebestand – durch attraktive Zuschüsse und Finanzierungskonditionen.

Die zumeist älteren Wohngebäude weisen einen unterschiedlichen Sanierungsbedarf auf. Konkret liegt der Fokus auf der Ertüchtigung der älteren Bestandsgebäude mit schlechtem energetischem Standard. Analog zu aktuellen Förderprogrammen wird hier grundsätzlich die Erreichung eines unter wirtschaftlichen, städtebaulichen und energetischen Gesichtspunkt sinnvollen KfW-Effizienzhausstandards angestrebt, welcher individuell für jedes Gebäude ermittelt werden muss. Zur Ausarbeitung der gebäudespezifischen Maßnahmen ist es sinnvoll einen Energieberater hinzuzuziehen. Durch verschiedene Maßnahmen, welche im Nachfolgenden ausgeführt sind, kann die Reduzierung des Energiebedarfs auf Gebäudeseite nachhaltig realisiert werden.

Das Energieeinsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierungen ist in der Gemeinde Grassau signifikant und stellt einen zentralen Hebel zur Reduktion der zukünftigen Treibhausgasemissionen dar. Auf Grundlage der im Kurzgutachten erhobenen Gebäudedaten sowie der Vorgaben im dazugehörigen Technikkatalog zeigt sich, wie in Abbildung 16 dargestellt, dass bereits bei einer konventionellen Sanierungsrate, die einer typischen Sanierungsmotivation entspricht, eine jährliche Wärmebedarfsreduktion von etwa 1,6 % im Gemeindegebiet erreichbar ist. Bis zum Zieljahr 2045 summiert sich diese Einsparung auf rund 33 % auf, wodurch der heutige jährliche Wärmebedarf von etwa 68 GWh auf 45,8 GWh sinken würde.

Bei einer ambitionierteren Sanierungsstrategie, die eine intensivere Modernisierung der Gebäudehülle sowie den verstärkten Einsatz effizienter Anlagentechnik umfasst, lässt sich der Wärmebedarf sogar um rund 46 % bis 2045 reduzieren. Dies entspricht einer durchschnittlichen Reduktion von etwa 2,3 % pro Jahr. In diesem Szenario würde der jährliche Wärmebedarf der Gemeinde im Jahr 2045 lediglich noch 36,6 GWh betragen.

In Abbildung 17 ist das Potenzial zur gebäudespezifischen Nutzwärmereduktion durch eine Sanierung dargestellt. Im gesamten Gemeindegebiet lässt sich je Gebäude ein Reduktionspotenzial von 8 bis 12 % feststellen.

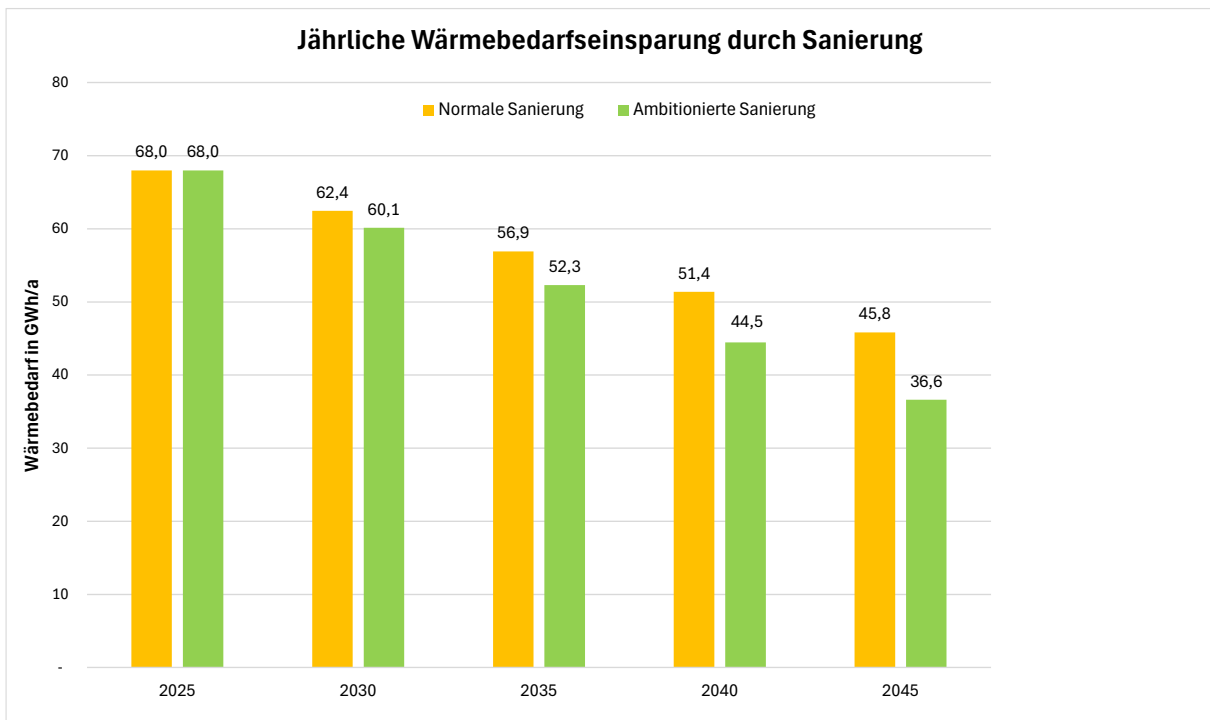


Abbildung 16: Gesamtwärmebedarfsreduktion durch Sanierung [Technikkatalog; Leitfaden; Kurzgutachten; eigene Darstellung]

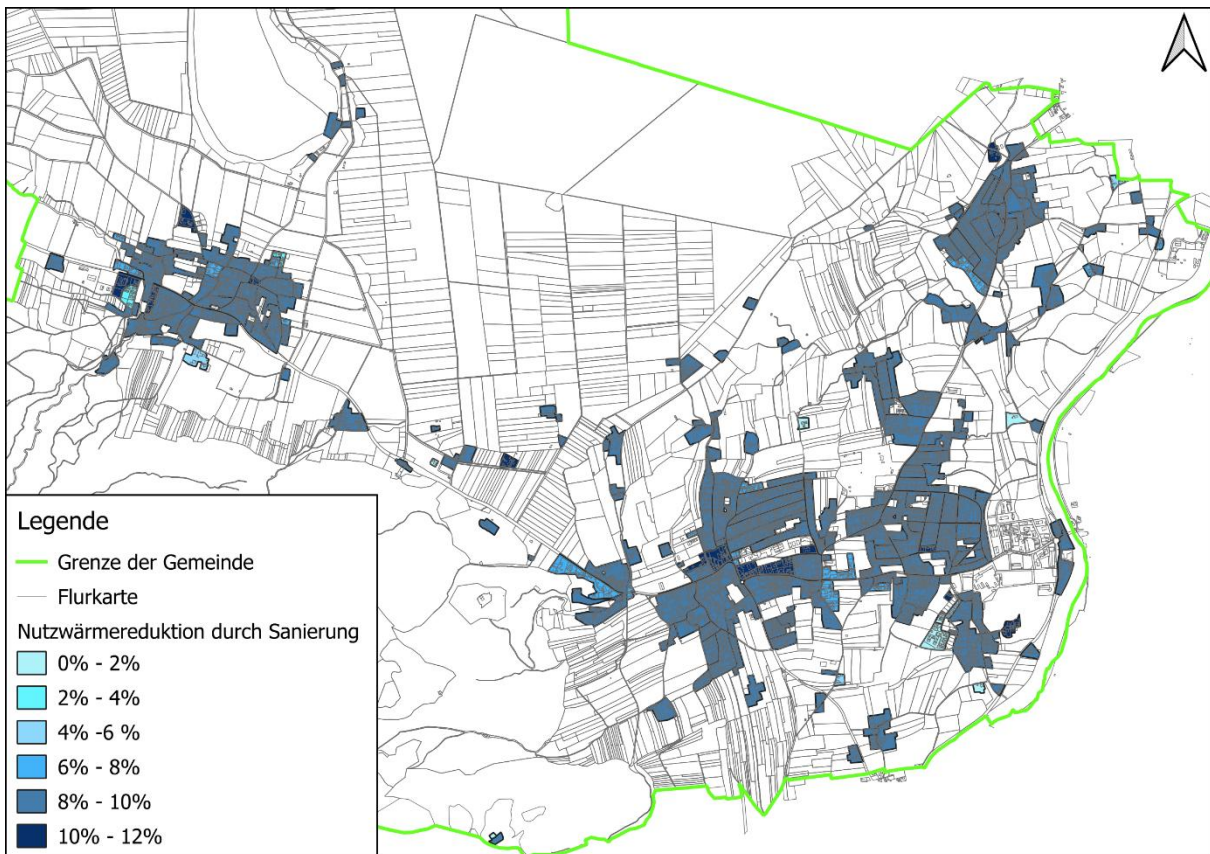


Abbildung 17: Gebäudespezifische Nutzwärmereduktion durch Sanierung bis 2045 [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Die daraus resultierende Verringerung des Gesamtwärmebedarfs führt zu einer Senkung der Investitions- und Betriebskosten für Wärmeerzeugungsanlagen. Zudem erleichtert der geringere Wärmebedarf in Kombination mit geringeren Vorlauftemperaturen moderner Flächenheizungen die Nutzung erneuerbarer Niedertemperaturwärmequellen mittels Wärmepumpen.

Darüber hinaus leistet die verminderte Wärmeproduktion einen entscheidenden Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen, was für das Erreichen der gesetzlichen Klimaschutzziele – insbesondere der THG-Neutralität bis 2045 – von zentraler Bedeutung ist. Eine ambitionierte energetische Sanierungsstrategie ist somit nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch ein wesentlicher Bestandteil einer wirtschaftlich und strukturell tragfähigen kommunalen Wärmeplanung.

4 Potenzialanalyse erneuerbare Energien

4.1 Biomasse

Forstwirtschaftliches Potenzial

Vor der Potenzialermittlung zur Wärmeerzeugung mittels Biomasse in Form von Holz, soll zunächst auf das Thema „Nachhaltigkeit“ in Bezug zu Biomasse eingegangen werden.

Holz als temporärer CO₂-Speicher

Während des Wachstums wird Kohlenstoff aus der Umgebung im Holz gebunden. Wird das Holz wieder verbrannt, wird das gebundene CO₂ wieder frei. Somit kann Holz als temporärer CO₂-Speicher betrachtet werden. Aus diesem Grund wäre es falsch Biomasse grundsätzlich als umweltfreundliche Energiequelle zu betrachten. Betrachtet man ausschließlich das bei der Verbrennung freiwerdende CO₂, so ergeben sich Emissionen, die weit über den Emissionen von Erdgas oder Heizöl liegen. Da es viele Jahre dauert bis das CO₂ durch neue Bäume im Rahmen von Aufforstungen gebunden wird, ist es langfristig nicht sinnvoll Waldbestände zur Wärmeerzeugung abzuholzen.

Nutzung von Biomasse

Neben dem Energiesektor werden auch im Bausektor erhebliche CO₂-Emissionen verursacht. Um diese zu verringern, muss auf nachwachsende Rohstoffe wie Holz zurückgegriffen werden. Aus diesem Grund ist es wichtig mit der nachhaltig verfügbaren Biomasse zu haushalten und diese nicht ausschließlich zur Wärmeerzeugung zu verwenden.

Doch auch bei nachhaltig gewonnener Biomasse ist nicht alles für den Bausektor nutzbar. Dünne Zweige und Äste mit einem Durchmesser von unter 7 cm (mit Rinde) liegen unter der sogenannten Derbholz-Grenze und stellen somit einen für den Bausektor nicht mehr wirtschaftlich verwertbaren Anteil am Rohholz dar. Aufgrund wirtschaftlicher Aspekte und hohen Qualitätsansprüchen, wird das Holz häufig nicht mehr bis zur Derbholzgrenze aufgearbeitet. Das übrigbleibende Waldrestholz eignet sich dabei wiederum zur Wärmeerzeugung. Sonstige Ausschuss- und Nebenprodukte wie Rindenabzug, Ernteverluste und Sägerestholz sind ebenfalls nachhaltige Biomassequellen für die Energieerzeugung.

Der Anteil an Sägenebenprodukten liegt bei Nadelholz (ohne Rinde) bei ca. 40 %.

Potenzial von Biomasse in der Gemeinde Grassau

Laut Regionalatlas Deutschland beträgt der Anteil der Fläche für Wald an der Gesamtfläche der Gemeinde Grassau 37 % (vgl. Abbildung 18). Bei einer Gesamtgemeindefläche von 35,8 km² ergibt sich somit eine rechnerische Waldfläche von 1.330 Hektar. Um ein Potenzial abschätzen zu können, wird zuerst das theoretische Potenzial abgeschätzt. 1.330 Hektar Wald stehen zur Gewinnung von nachhaltiger Biomasse zur Verfügung. Abschätzungen zufolge fällt pro Jahr ein Holzbrennstofftrag aus dem Wald in Höhe von 11,6 m³/ha (bestehend aus Sägerestholz & Waldrestholz) an. Aus diesem Bestand können somit ca. 15.400 m³ nachhaltige Biomasse jährlich generiert werden. Unter Annahme eines Hackgutgewichts von 0,25 Tonnen je m³ entspricht dies ca. 3.850 Tonnen nachhaltige Biomasse. Unter Berücksichtigung des Wassergehalts des Holzes, wird der Energiegehalt mit 35 % Feuchtegehalt berechnet. Somit ergibt sich mit der nachhaltig verfügbaren Biomasse aus der Waldfläche ein Energiegehalt von rund 12.200 MWh im Jahr. Die Wärmeerzeugung der beiden Fernwärmenetze beträgt im Vergleich dazu nach aktuellen Erkenntnissen bereits rund 31.700 MWh/a.

Neben der rechnerischen Verfügbarkeit der Biomasse gilt es jedoch auch die konkrete Lage der Waldflächen in der Gemeinde zu berücksichtigen. In Grassau sind die Waldflächen größtenteils an Hängen und Bergen sowie in Naturschutzgebieten verortet. Somit ist die Bewirtschaftung dort als eher schwierig einzustufen beziehungsweise teilweise ausgeschlossen. Somit kann in diesen Arealen nur schwer nachhaltige Biomasse aus dem Waldbestand generiert werden. Darüber hinaus befindet sich ein Großteil der Waldfläche nicht im Eigentum der Gemeinde. Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass das reale Potenzial aufgrund der Lage sowie der Eigentumsverhältnisse nur schwer abzuschätzen ist und das Potenzial deshalb für den Aufbau oder die Erweiterung einer zentralen Wärmeversorgung nicht weiter betrachtet wird.

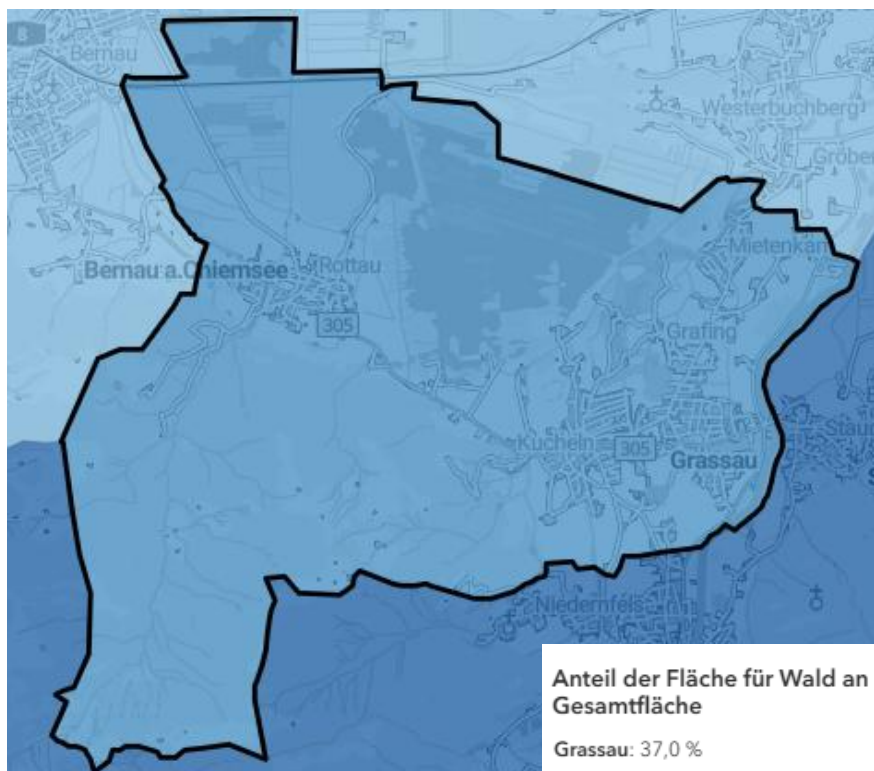


Abbildung 18: Anteil Waldfläche in der Gemeinde Grassau [Regionalatlas Deutschland]

4.2 Umweltwärme

Als Umweltwärme wird die thermische Energie bezeichnet, welche in der Umgebungsluft, dem Erdreich oder Wasser vorhanden ist. Da die Temperaturen dieser Quellen i.d.R. weit unter den für die Heizung benötigten Temperaturen liegen, bedarf es einer Temperaturerhöhung mittels Wärmepumpe. Unterschieden werden grundsätzlich drei Wärmepumpenarten in Abhängigkeit der Wärmequelle.

- **Luft-Wasser Wärmepumpen** – Nutzung der Umgebungsluft als Quelle
- **Sole-Wasser Wärmepumpen** – Nutzung der Erdwärme mittels Erdsonden oder Erdkollektoren
- **Wasser-Wasser Wärmepumpen** – Nutzung von Grundwasser, Fluss / Seewasser, sowie Abwasser

Im Folgenden soll das Potenzial verschiedener Wärmequellen auf deren nachhaltige Verfügbarkeit untersucht werden.

4.2.1 Außenluft

Die Umgebungsluft stellt prinzipiell eine praktisch unbegrenzte Wärmequelle dar, da sie jederzeit verfügbar ist und keine direkten Rohstoffkosten verursacht. Luft-Wärmepumpen nutzen diese Energie effizient für Heizzwecke, insbesondere bei moderaten Außentemperaturen.

Die Leistungsfähigkeit von Luft-Wärmepumpen ist jedoch temperaturabhängig. So sinkt ihre Effizienz bei niedrigen Außentemperaturen und die entnehmbare Wärme pro Kubikmeter Luft ist durch Vereisungsrisiken begrenzt. Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Lufttemperatur ist die Effizienz einer solchen Anlage besonders an kalten Wintertagen stark eingeschränkt. Der COP (Coefficient of Performance) gibt dabei die Effizienz des Systems an, indem er den thermischen Output der Wärmepumpe mit dem elektrischen Input ins Verhältnis setzt. Bei sinkender Quelltemperatur muss somit ein immer größerer Temperaturhub auf die gewünschte Vorlauftemperatur realisiert werden, wofür ein immer größerer Anteil elektrischer Energie benötigt wird. Somit ist gerade in den Monaten mit dem höchsten Wärmebedarf mit der geringsten Effizienz zu rechnen.

Zudem benötigen Luft-Wärmepumpen ausreichend Platz und können Geräuschemissionen verursachen, was in dicht bebauten Gebieten problematisch sein kann. Entsprechende Schallgrenzwerte sind bei der Standortwahl zur Installation einer Luft-Wasser-Wärmepumpe einzuhalten.

Trotz dieser Einschränkungen bietet die Luft ein hohes Potenzial, insbesondere in Kombination mit Solarthermie, Photovoltaik oder anderen Wärmepumpensystemen für Wohngebäude und kleinere Gewerbeanlagen. In Regionen, in denen keine anderen Wärmequellen verfügbar sind, kann die Luft sogar die einzige nutzbare, regenerative Wärmequelle darstellen.

Einordnung des Potenzials

Luft-Wasser-Wärmepumpen bieten in Grassau ein reales und vielseitig nutzbares Potenzial für die kommunale Wärmewende – sowohl im Rahmen einer zentralen Wärmeversorgung über ein Fernwärmenetz als auch für die dezentrale Versorgung einzelner Gebäude. Die Technologie nutzt die Umgebungsluft als Wärmequelle, was sie nahezu überall einsetzbar macht, und keine aufwendige Erschließung erfordert. In den kalten Wintermonaten, in denen die Temperaturen in Grassau regelmäßig unter 0 °C fallen, sinkt zwar die Effizienz der Wärmepumpen (COP), doch kann dieser Nachteil durch die Kombination mit erneuerbarem Strom, etwa aus Photovoltaik, weitgehend kompensiert werden. Damit bleibt die Luft-WP auch unter ökologischen Gesichtspunkten eine sinnvolle Lösung.

Besonders attraktiv ist die Technologie durch ihren geringen Platzbedarf und die vergleichsweise niedrigen Investitionskosten gegenüber anderen erneuerbaren Wärmequellen wie der oberflächennahen Geothermie. Dies macht sie sowohl für Neubauten als auch für die Nachrüstung im Gebäudebestand wirtschaftlich interessant. Für eine erfolgreiche Umsetzung müssen jedoch Effizienz, Stromverfügbarkeit und Lärmschutz sorgfältig geprüft werden – insbesondere in ruhigen Wohnlagen. Insgesamt stellt die Luft-Wärmepumpe eine Option dar, die einen wichtigen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Grassau leisten kann.

4.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie stellt eine wichtige Option für eine dezentrale, regenerative Wärmeversorgung dar. Sie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme in Tiefen bis ca. 400 m und bei

Temperaturen von bis zu 25 °C – sowohl zur Heizung als auch zur Kühlung von Gebäuden. Ihr großer Vorteil liegt in der flächigen Verfügbarkeit und den saisonal stabilen Temperaturverhältnissen im Untergrund. Die Ermittlung des Potenzials zur Nutzung oberflächennaher Wärme werden drei Systeme genauer betrachtet:

- Erdwärmesonden,
- Erdwärmekollektoren und
- Grundwasserwärmepumpen.

Als Grundlage zur Bewertung des Bodens hinsichtlich seiner Eignung zur Nutzung der Systeme dient die Datensatzdokumentation des Kurzgutachtens der bayerischen Landesregierung, welche Datenquellen der TU-München des Lehrstuhls für Hydrogeologie nutzen.

Im Folgenden soll auf die Eignung der verschiedenen Wärmepumpensysteme im Gemeindegebiet Grassau eingegangen werden. Zur Einordnung ist in der folgenden Abbildung eine Übersicht über die Standorteignung für oberflächennahe Geothermie im Gemeindegebiet dargestellt.

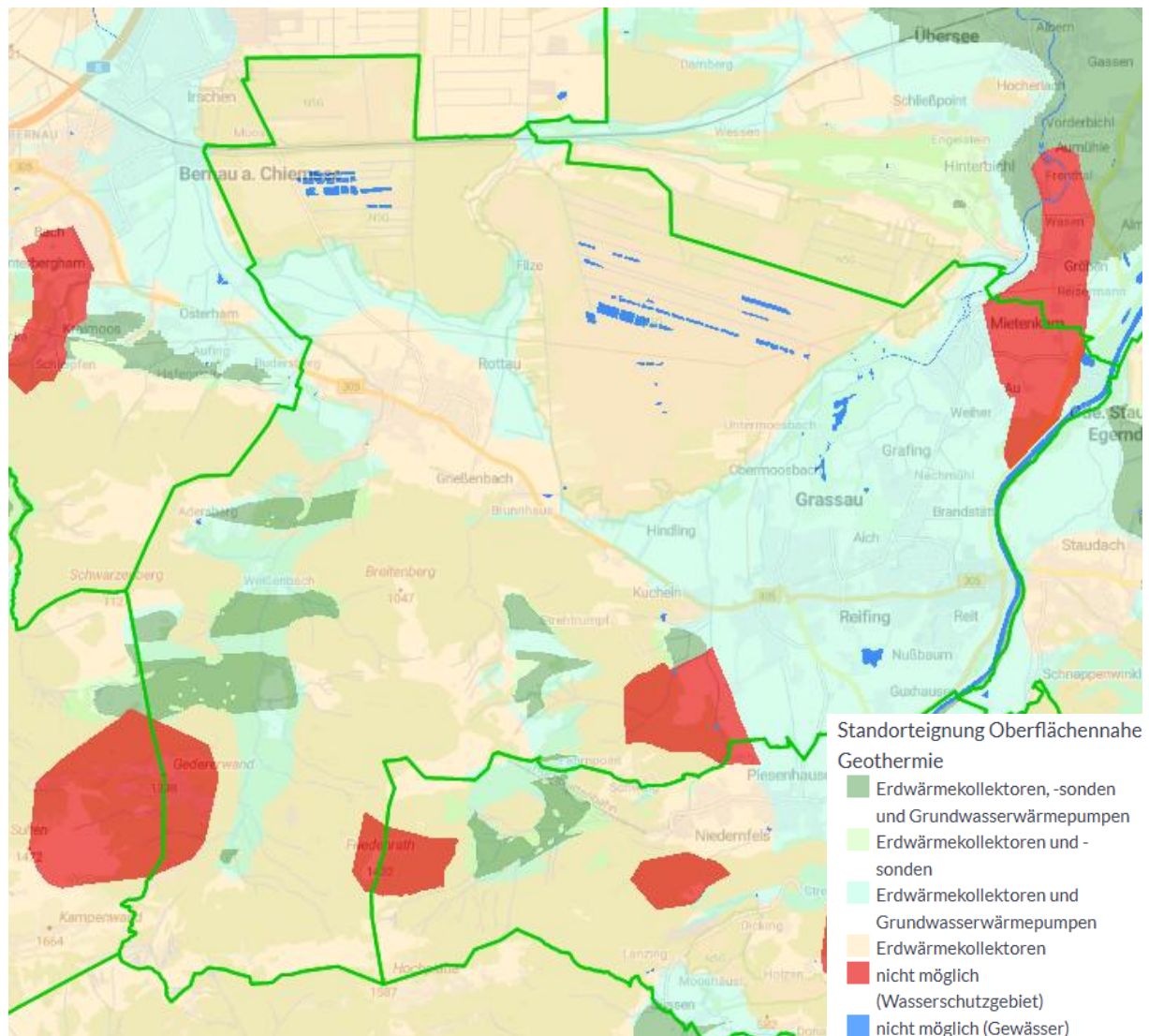


Abbildung 19: Gesamtübersicht Standorteignung oberflächennahe Geothermie [Umweltatlas]

4.2.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden (EWS) erschließen Umweltwärme aus dem Untergrund über vertikale Bohrungen, in denen ein geschlossenes Rohrsystem installiert ist. In diesem Kreislauf zirkuliert eine frostsichere Sole, die dem Erdreich Wärme entzieht und zur Wärmepumpe transportiert. Dort wird das Temperaturniveau auf das für Heizung und Warmwasser benötigte Niveau angehoben, bevor die abgekühlte Sole wieder in den Untergrund zurückgeführt wird. Aufgrund der ganzjährig vergleichsweise stabilen Quelltemperaturen eignen sich Erdwärmesonden insbesondere für Anwendungen mit niedrigen Vorlauftemperaturen, etwa in gut sanierten Gebäuden oder in Verbindung mit (kalten) Nahwärmenetzen. Mit Sondenfeldern, einer großen Anzahl an Sonden nebeneinander, können auch größere Versorgungsgebiete erschlossen werden. Die Umsetzbarkeit hängt maßgeblich von den lokalen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen, verfügbaren Flächen sowie genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. in Wasserschutzgebieten) ab. Zudem sind bei dichter Bebauung ausreichende Sondenabstände und die langfristige Regeneration des Untergrunds zu berücksichtigen.

Ermittlung des Potenzials

Die Datengrundlage enthält die thermische Entzugsleistung [kW] für die Anzahl von bis zu 20 Erdwärmesonden pro Flurstück. Diese Anzahl der Sondenbohrungen wurde im Zuge des Kurzgutachtens als Maximum festgelegt. Aus rechtlicher Sicht bestehen keine konkreten Vorgaben hinsichtlich einer maximal zulässigen Anzahl an Sonden je Flurstück. Maßgeblich für die zulässige Anzahl sind vielmehr die geologischen Rahmenbedingungen, der Schutz des Grundwassers, der zulässige Wärmeentzug sowie die einzuhaltenden Mindestabstände. Diese Faktoren definieren in der Praxis die maximal realisierbare Anzahl an Sonden.

In die Berechnung fließen standortspezifische Rahmenbedingungen ein:

- die zulässige Bohrtiefe
- Mindestabstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen,
- ein Sondenabstand von mindestens 6 Metern sowie
- definierte Ausschlussgebiete (z.B. Wasserschutzbereiche)

Das Potenzial wird ausschließlich für Flächen mit vorhandenem Wärmebedarf ausgewiesen. Die Ergebnisse des Kurzgutachtens bieten eine erste Einschätzung zur Eignung eines Standorts für die Nutzung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene. Die Berechnungen basieren auf geologisch-hydrogeologischen Grundlagendaten des Bayerischen Landesamts für Umwelt. Eine detaillierte Bewertung im Einzelfall ist lokal möglich.

Laut dem Leitfadens „Erdwärmesonden in Bayern“ des Bundesverband Wärmepumpe e. V. sind Erdwärmesonden in wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten beziehungsweise bei empfindlichen hydrogeologischen Verhältnissen grundsätzlich nur in Ausnahmefällen zulässig. In solchen Fällen sind zusätzliche Inhalts- und Nebenbestimmungen erforderlich. Bohrungen in Wasserschutzgebieten – und damit auch Erdwärmesonden – sind in der Regel nicht zulässig.

Abbildung 20 zeigt, dass der Großteil des Gemeindegebietes nicht oder nur eingeschränkt für die Installation von Erdwärmesonden geeignet ist.

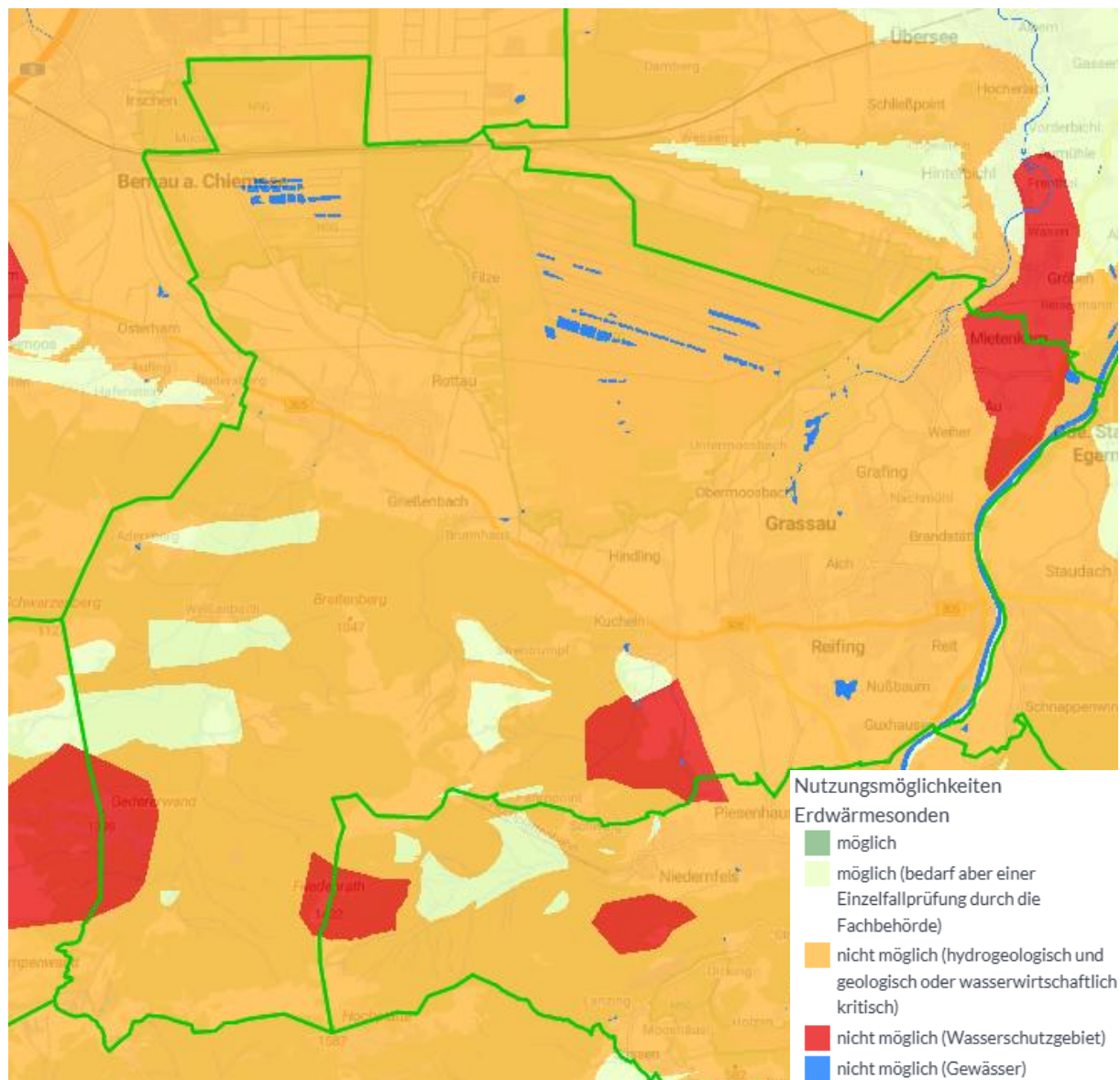


Abbildung 20: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden [Umweltatlas]

In Abbildung 21 ist die spezifische Wärmeentzugsleistung je Flurstück dargestellt. Die Entzugsleistung einer Erdwärmesonde ist die thermische Leistung, die dem Erdreich entzogen und der Wärmepumpe zugeführt wird und stellt einen zentralen Faktor für die Bewertung des Potenzials dar.

Aus der Farbcodierung wird ersichtlich, dass im Betrachtungsgebietes mit einer Entzugsleistung von maximal 25 kW gerechnet werden kann. In weiten Teilen der Gemeinde (u.a. in Rottau und Mietenkam) ist kein Potenzial für die Installation von Sonden gegeben (siehe Abbildung 21). Das bedeutet, dass zur Deckung des Wärmebedarfs, entweder besonders tiefe Sonden oder eine große Anzahl an Bohrungen realisiert werden müssten. Dies kann die wirtschaftliche Tragfähigkeit und die technische Umsetzbarkeit deutlich einschränken – insbesondere bei größeren Versorgungsvorhaben. Genau wie in Abbildung 20 sind auch hier die Ausschlussgebiete gekennzeichnet, welche einen Großteil der Gemeindefläche ausmachen. Die wenigen bestehenden Erdwärmesonden untermauern die Einschätzung, dass im Gemeindegebiet kaum Potenzial vorhanden ist.

Eine individuelle Analyse der standortspezifischen geologischen Bedingungen ist grundsätzlich unerlässlich, um das tatsächliche Potenzial belastbar einschätzen zu können und eine Übernutzung des Erdreichs sowie Risiken wie Vereisung zu vermeiden.

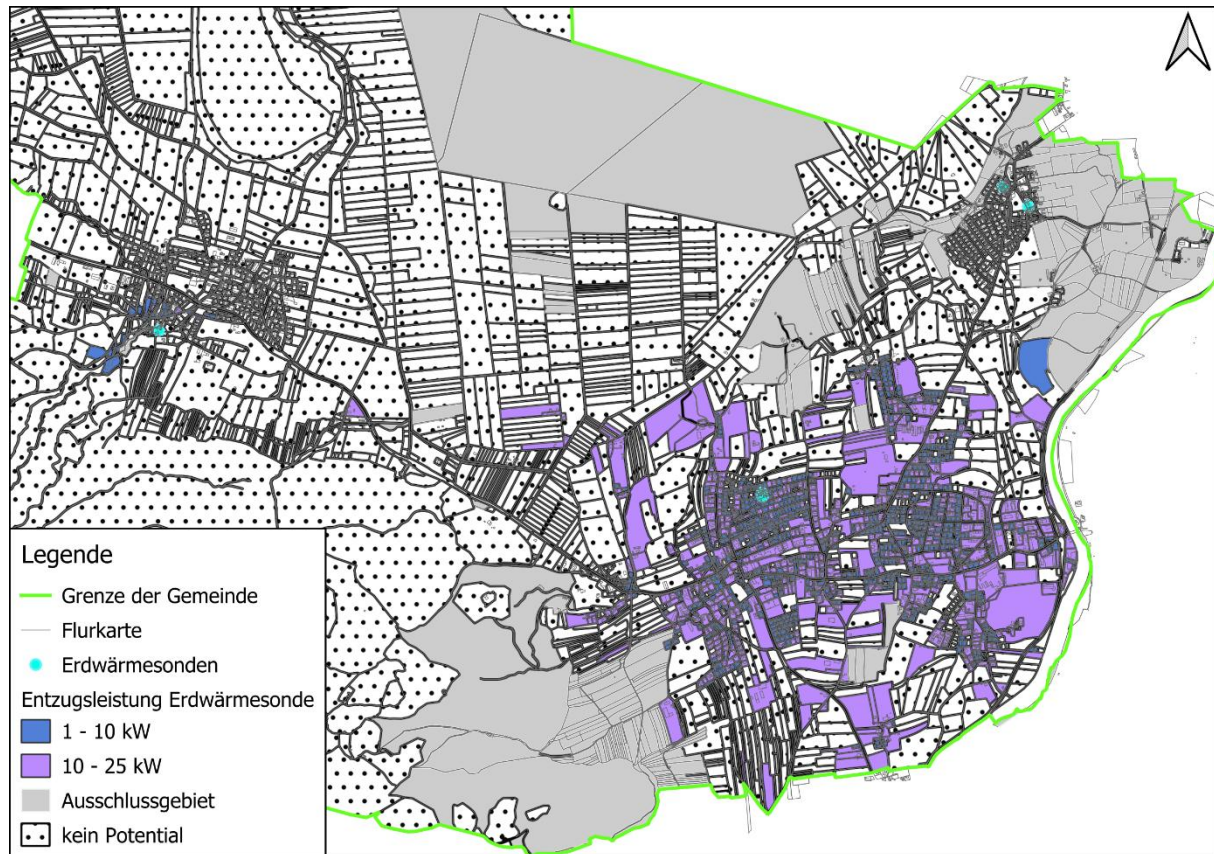


Abbildung 21: Thermische Entzugsleistung für die umsetzbare Anzahl an Erdwärmesonden je Flurstück (für Flurstücke mit Wärmebedarf) [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Einordnung des Potenzials

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Einsatz von Erdwärmesonden im Großteil des Grassauer Gemeindegebietes als kritisch und nur unter bestimmten Voraussetzungen sinnvoll einzustufen ist. Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt stark von der spezifischen Entzugsleistung des Untergrunds ab. Ist diese gering, wären für eine ausreichende Wärmeversorgung eine sehr große Anzahl an Sonden erforderlich, was den Aufwand und die Kosten erheblich steigert.

Zwar bieten Erdwärmesonden Vorteile wie eine lange Lebensdauer, konstante Effizienz über das Jahr hinweg und einen geringen oberirdischen Platzbedarf, doch stehen dem auch hohe Investitionskosten, ein erhöhter Planungs- und Genehmigungsaufwand sowie das technische Risiko der nicht ausreichenden Regeneration des Erdreichs gegenüber. Diese Faktoren schränken die Wirtschaftlichkeit und die technische Machbarkeit insbesondere für größere/flächendeckende Versorgungslösungen deutlich ein. Die Möglichkeit zur Nutzung von Erdwärmesonden wird zusätzlich durch verschiedene Restriktionen eingeschränkt, dazu zählen die hydrogeologischen Bodenbeschaffenheiten, Wasserschutzgebiete, sowie die erlaubte maximale Bohrtiefe.

Für die kommunale Wärmeplanung stellen sie vor allem aufgrund der in Abbildung 20 dargestellten geringen Eignung nur eine ergänzende Option für ausgewählte Standorte mit günstigen geologischen Bedingungen dar und werden daher nicht weiter für eine Wärmeerzeugung für eine zentrale Wärmeversorgung betrachtet.

4.2.2.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind flache Wärmetauscherrohre, die in der Regel in einer Tiefe von 0,8 bis 1,6 Metern horizontal im Boden verlegt und an eine Wärmepumpe angeschlossen werden. Sie dienen der Nutzung der oberflächennahen Erdwärme und werden typischerweise als Flächenkollektoren installiert. Dabei werden die Rohrschleifen in gleichmäßigen Abständen in den Boden eingebracht, sodass ein Wärmeträgergemisch aus Wasser und Frostschutzmittel die Energie aus dem Erdreich aufnehmen und zur Wärmepumpe transportieren kann. Dort wird das Temperaturniveau auf das für die Heizung bzw. Warmwasser benötigte Niveau angehoben, bevor die abgekühlte Sole wieder in den Untergrund zurückgeführt wird.

Ermittlung des Potenzials

Erdwärmekollektoren bieten in Grassau ein grundsätzlich nutzbares Potenzial für oberflächennahe Geothermie (siehe Abbildung 22), sowohl für die dezentrale Versorgung einzelner Gebäude als auch als ergänzende Lösung in zentralen Versorgungskonzepten, etwa in Kombination mit den bestehenden Fernwärmenetzen, da laut Umweltatlas beide Heizwerkstandorte in Grassau und Rottau für Erdwärmekollektoren als geeignet gekennzeichnet sind (siehe Abbildung 22).

Der Großteil der Gemeindefläche ist grundsätzlich für die Nutzung solcher Systeme geeignet, da die Kollektoren in geringer Tiefe horizontal verlegt werden und keine tiefen Bohrungen erforderlich sind. Dennoch ist die Entzugsleistung pro Quadratmeter begrenzt, sodass für eine ausreichende Deckung des Wärmebedarfs oft eine große Kollektorfläche erforderlich ist. Der hohe Platzbedarf kann insbesondere bei größeren Versorgungsvorhaben oder in dicht bebauten Bereichen eine Herausforderung darstellen. Trotz dieser Einschränkungen bleibt die Technologie eine mögliche Option, insbesondere dort, wo ausreichend Fläche zur Verfügung steht und die Rahmenbedingungen günstig sind. Bei sorgfältiger Planung und Auslegung können Erdwärmekollektoren einen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung leisten – sowohl im privaten Gebäudebestand als auch als Teil eines kommunalen Versorgungskonzepts.

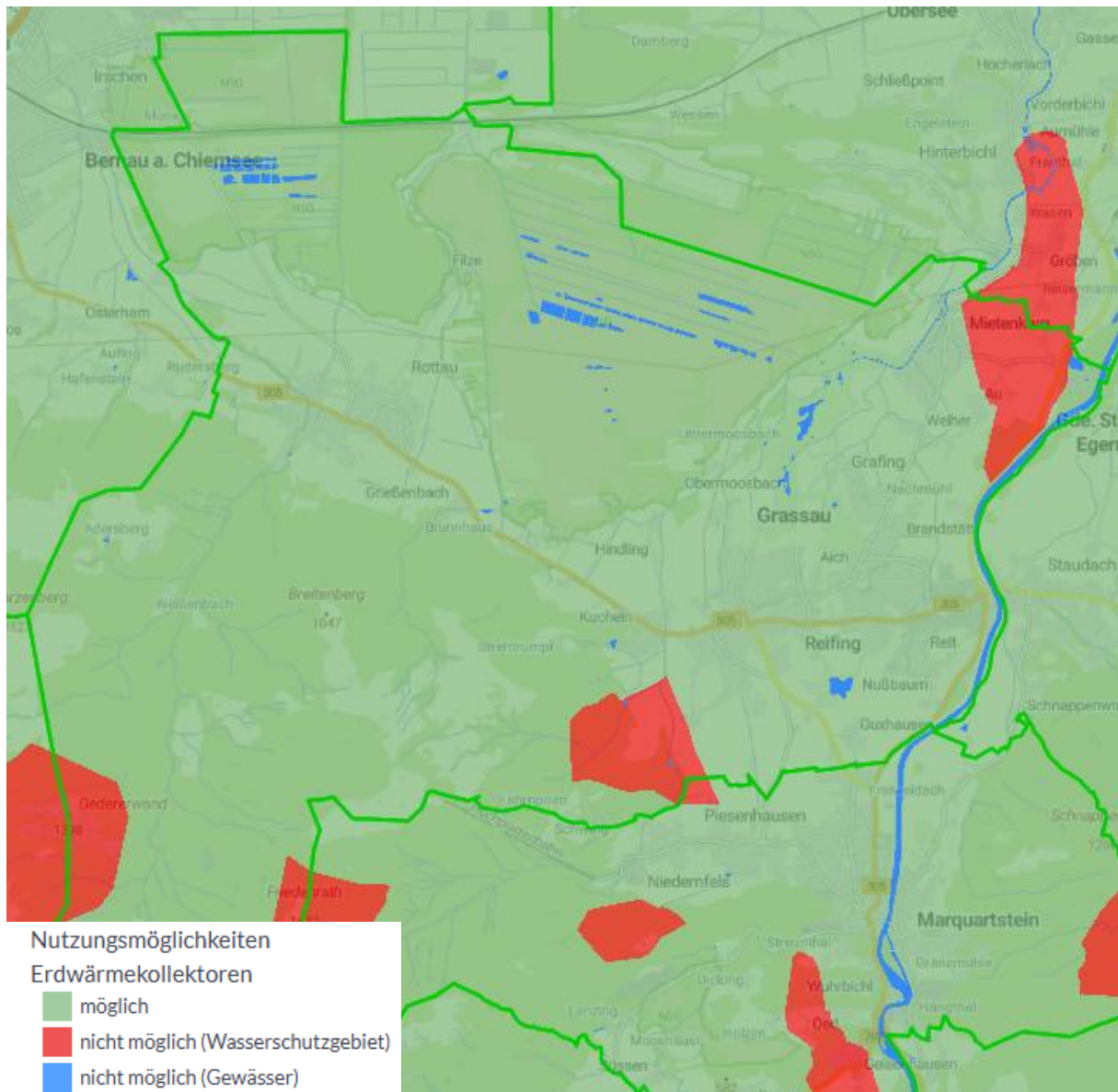


Abbildung 22: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmekollektoren [Umweltatlas]

Einordnung des Potenzials

Bei Erdwärmekollektoren entfällt aufgrund der geringen Verlegetiefe von nur wenigen Metern eine Einzelfallprüfung. Dadurch lassen sich Erdkollektorwärmepumpen nahezu im gesamten Gemeindegebiet umsetzen.

Abbildung 23 stellt das Potenzial der Nutzenergie in MWh pro Jahr bezogen auf die jeweils nutzbare Flurstückfläche dar, welche im Rahmen des Kurzgutachtens ermittelt wurde. Dabei wurden auch Abstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie bestimmte Ausschlussflächen berücksichtigt. Bereiche, für die keine nutzbare Energie angegeben ist, gelten als nicht geeignet. Vor Ort kann im Einzelfall eine genauere Prüfung vorgenommen werden.

Der überwiegende Teil der Flächen weist ein Potenzial von 1 bis 100 MWh jährlich auf. Höhere Werte treten lediglich im Bereich der Berge auf.

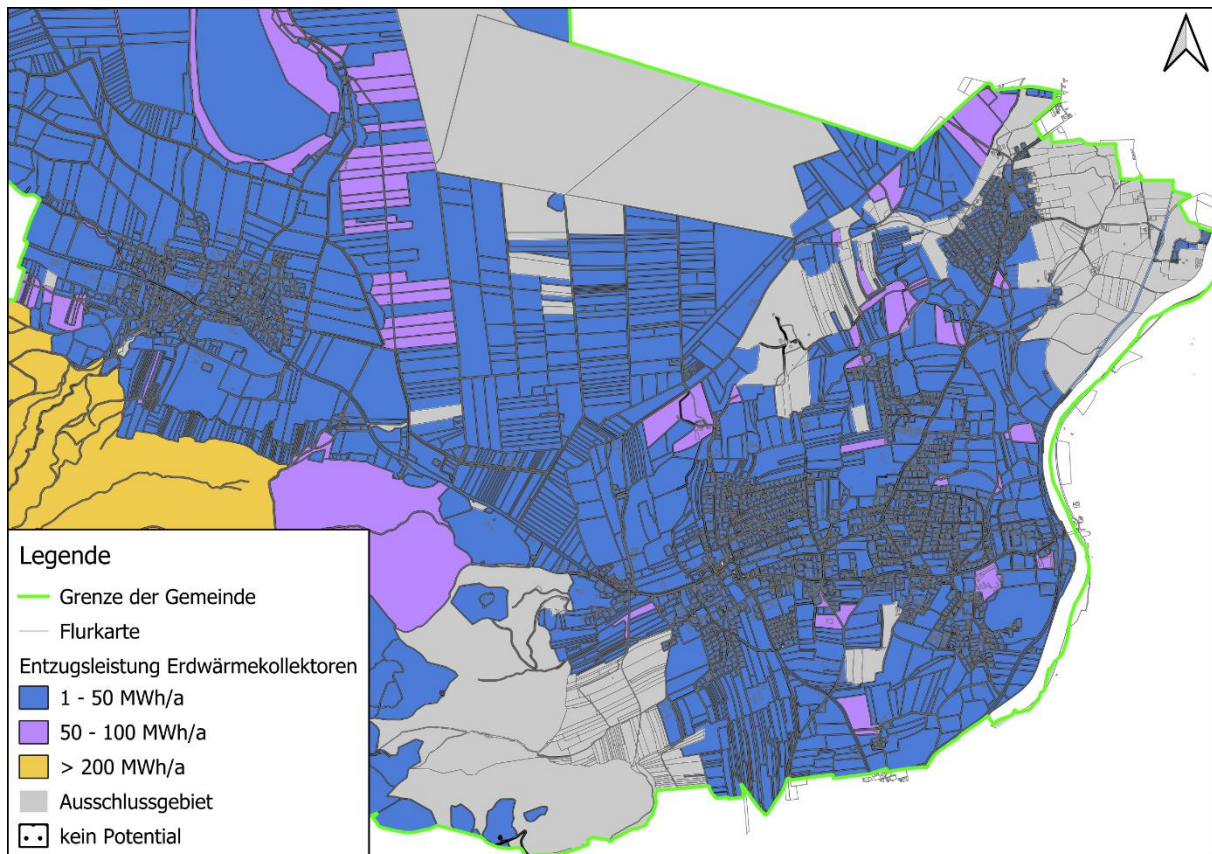


Abbildung 23: Entzugsleistung Erdwärmekollektoren je Flurstück [Kurzgutachten; eigene Darstellungen]

Um das Potenzial abzuschätzen, wird mit Blick auf eine Nutzung für eine zentrale Wärmeversorgung der Flächenbedarf für die Erzeugung von 1,0 MW Wärmeleistung ermittelt. Die Berechnung erfolgt unter Anwendung folgender Annahmen:

- Vorlauftemperatur Fernwärmenetz: 85 °C
- Spezifische Entzugsleistung: 23 W / m² [Daten Energieatlas]
- Vollbenutzungsstunden: 1.800 h
- Wärmepumpenkältemittel: Ammoniak

Basierend auf den Quell- und Zieltemperaturen wurde unter Anwendung des Carnot-Wirkungsgrads und eines Korrekturfaktors für das Kältemittel Ammoniak der Coefficient of Performance (COP) berechnet. Diese Kennzahl gibt das Verhältnis von erzeugter Wärmemenge zu eingesetzter elektrischer Energie an. Je höher der COP, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpenanlage.

In diesem Fall wurde ein COP von 3,13 ermittelt, das heißt, dass mit 1 kWh eingesetztem Strom 3,13 kWh Wärme erzeugt werden können.

Aus den Berechnungsgrundlagen ergibt sich eine erforderliche Kollektorfläche von rund 29.600 m². In der Abbildung 24 ist die Kollektorflächen, für Rottau und für Grassau rot gekennzeichnet, um die Größenordnung zu veranschaulichen, die benötigt werden würde um 1 MW an Heizleistung zu erbringen. Die wirtschaftliche Tragfähigkeit einer solchen Wärmepumpenanlage ist als fragwürdig zu betrachten. Deshalb wird die Errichtung eines Erdkollektorfeldes nicht weiter betrachtet.

Die Analyse zeigt, dass horizontale Erdwärmekollektoren im Gemeindegebiet grundsätzlich technisch umsetzbar sind. Aufgrund der vergleichsweise geringen spezifischen Entzugsleistungen und des daraus resultierenden hohen Flächenbedarfs eignen sich solche Systeme jedoch primär für dezentrale Anwendungen auf ausreichend großen Grundstücken. Für die Versorgung dichter Siedlungsbereiche oder größerer Wärmenetze stellen sie keine geeignete Hauptwärmequelle dar.

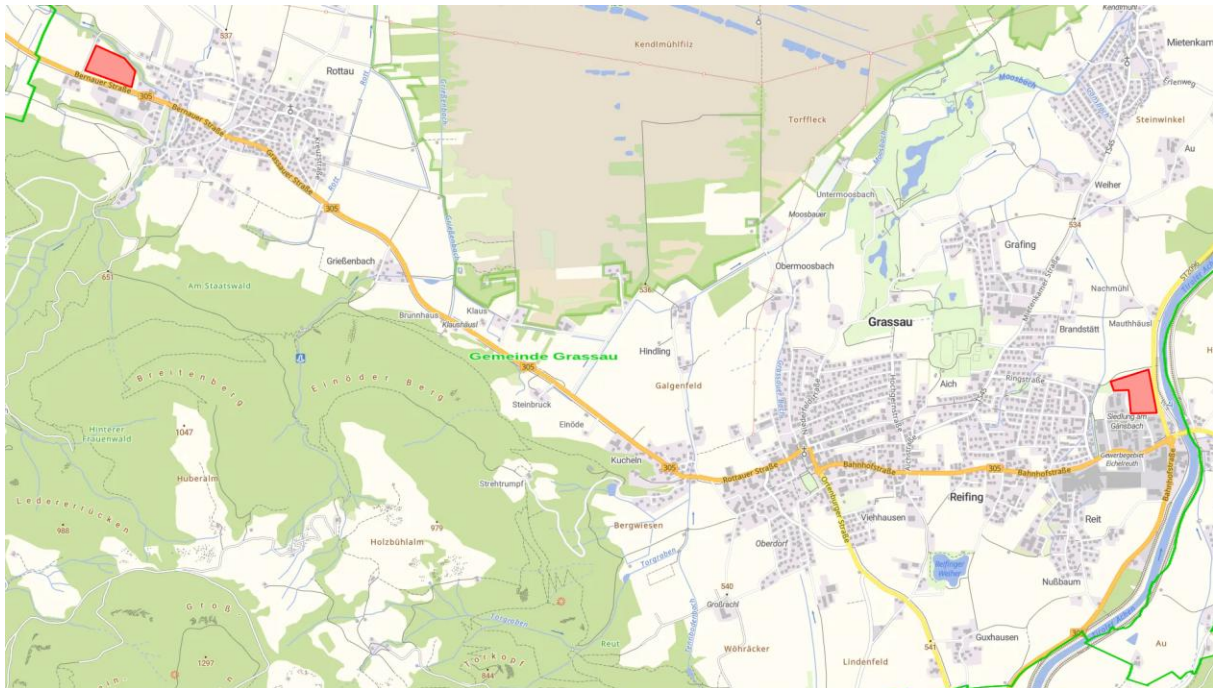


Abbildung 24: Benötigte Erdkollektorfläche für 1 MW in Rottau und Grassau in rot [Energieatlas; eigene Darstellung]

4.2.2.3 Grundwasser

Grundwasserwärmepumpen zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus, da das Grundwasser ganzjährig annähernd konstante Temperaturen aufweist. Für die konkrete Planung ist jedoch eine Probebohrung und ein Pumpversuch erforderlich, um die Schüttleistung und die Förderhöhe zuverlässig zu bestimmen. Auch die Stabilität des Grundwasserspiegels muss gewährleistet sein, um eine dauerhafte und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

Diese Technologie bietet in Grassau ein vielversprechendes Potenzial zur Wärmeversorgung – sowohl für die dezentrale Versorgung einzelner Gebäude als auch als Bestandteil zentraler Wärmeversorgungskonzepte. Aus Abbildung 25 geht hervor, dass die geologischen Voraussetzungen für die Nutzung von Grundwasser in großen Teilen der Gemeinde grundsätzlich gegeben sind – besonders im Kernort Grassau und im Gemeindeteil Mietenkam. In dem Gemeindeteil Rottau, ist die Nutzung hingegen eingeschränkt und erfordert eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Fachbehörde. Das Potenzial zum Einsatz von Grundwasserwärmepumpen ist somit nicht an allen Standorten gegeben. So gilt es Ausschlusskriterien, wie z.B. Mindestabstände zu Bauwerken sowie mögliche Brunnenstandorte und deren Abstand in Grundwasserfließrichtung, zu berücksichtigen. Entscheidend als Ausschlusskriterium sind insbesondere Wasserschutzgebiete. In diesen Bereichen ist die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen rechtlich untersagt. Im Moorgebiet bedarf es einer Einzelprüfung durch eine Fachbehörde.

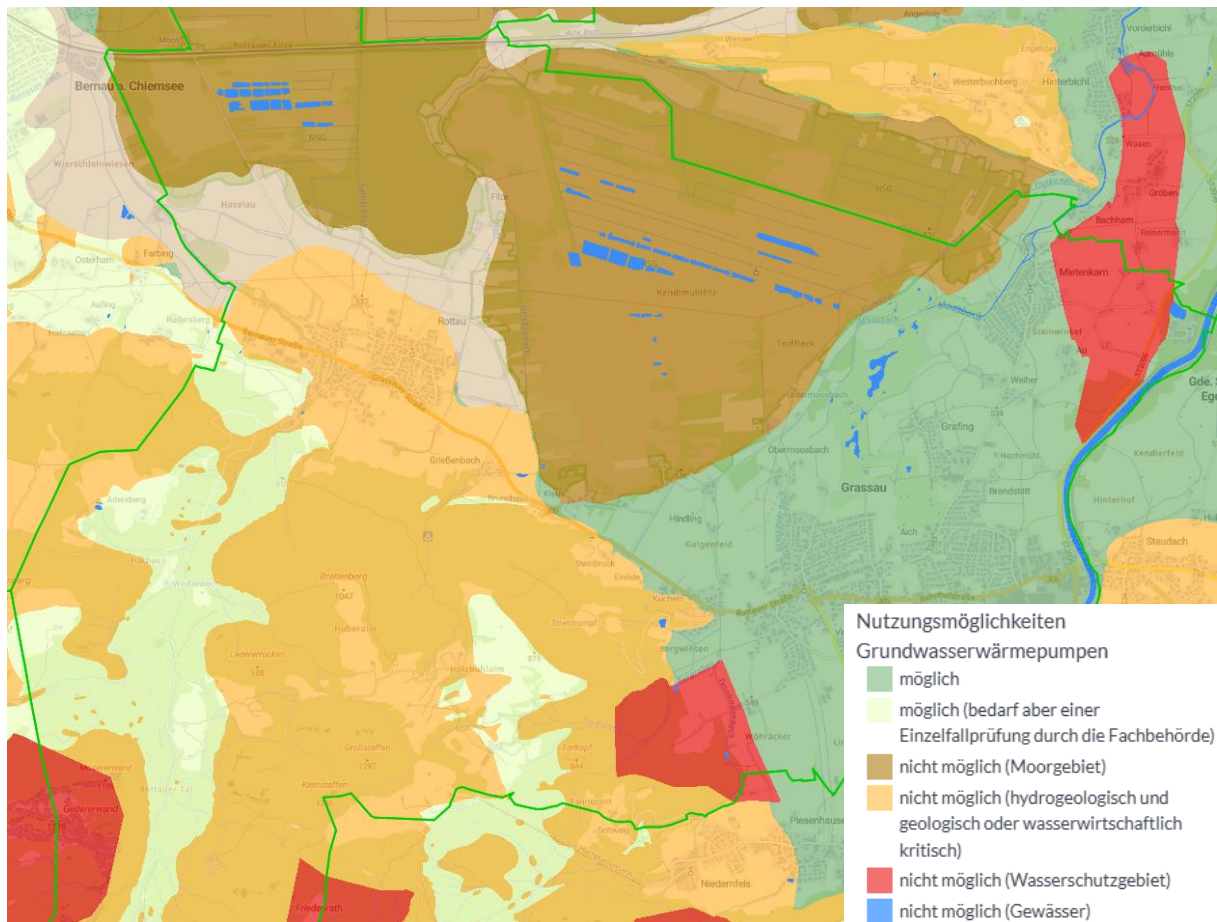


Abbildung 25: Nutzungsmöglichkeiten Grundwasserwärmepumpen [Umweltatlas]

Ermittlung des Potenzials

Die Potenzialabschätzung für die thermische Nutzung des Grundwassers erfolgt auf Basis eines Abstands von 10 Metern zwischen Förder- und Schluckbrunnen. Dabei werden die geltenden Mindestabstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie eine Temperaturspreizung von 5 K berücksichtigt. Zusätzlich fließen die rechtlichen Vorgaben zu Aufstau und Absenkung des Grundwassers sowie festgelegte Ausschlussgebiete in die Bewertung ein.

Flurstücke, für die keine Entzugsleistung angegeben ist, gelten als ungeeignet für eine Grundwassernutzung. Die Ergebnisse bieten eine erste standortbezogene Einschätzung und dienen als Orientierung für die mögliche Nutzung dieser Technologie auf Flurstücksebene.

Aus Abbildung 26 wird ersichtlich, dass das Gemeindegebiet von Grassau grundsätzlich ein hohes Potenzial zur Realisierung von Grundwasserwärmepumpen aufweist. Ausgenommen sind hierbei das Wasserschutzgebiet in der Gemeinde Grassau und vorhandene Gewässer, wie beispielsweise die Tiroler Ache oder der Reifinger Weiher, welche ebenfalls aus den Potenzialgebieten zur Grundwassernutzung ausgeklammert werden müssen (vgl. Abbildung 25).

Einige Grundwasserwärmepumpen sind bereits im Bestand der Gemeinde vorhanden, was auf eine grundsätzliche technische Machbarkeit hinweist. Die Förder- und Schluckbrunnen sind ebenfalls in Abbildung 26 dargestellt.

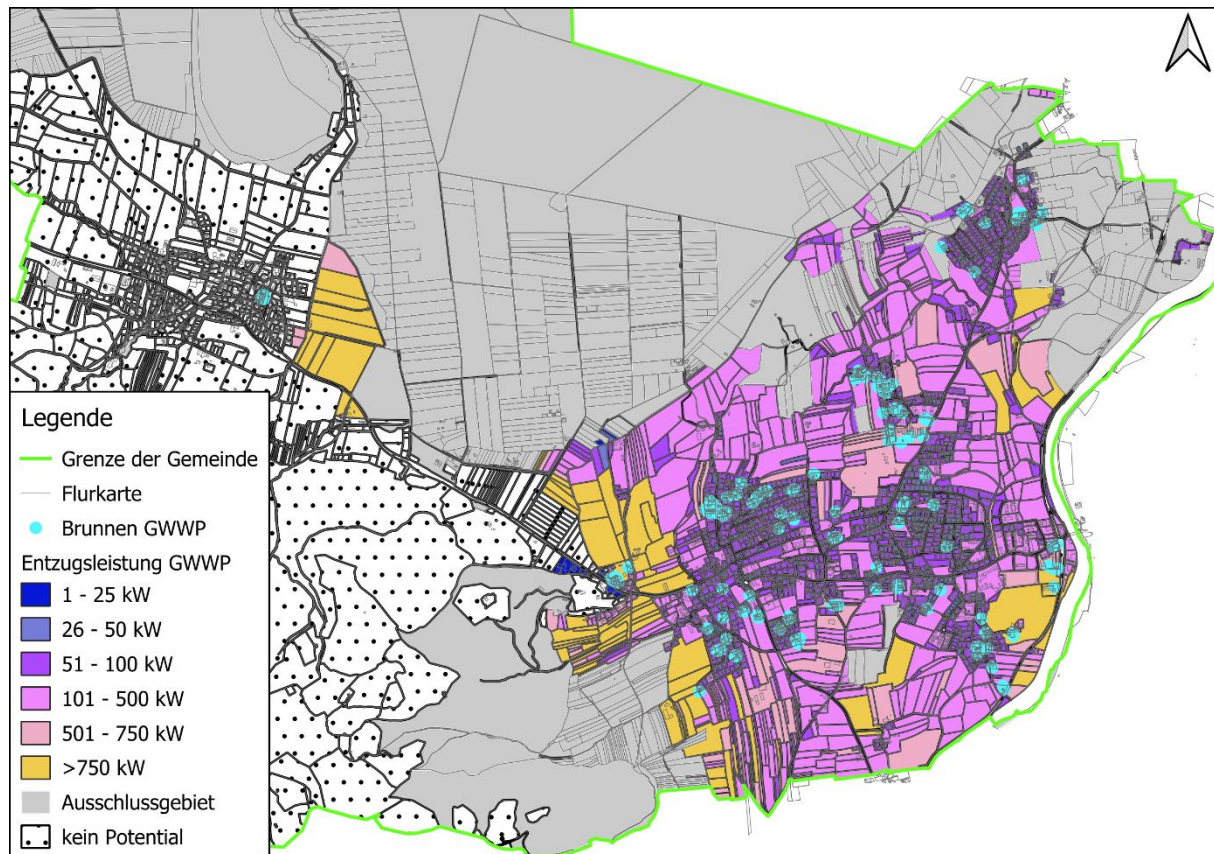


Abbildung 26: Entzugsleistung Grundwasserwärmepumpen [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Effizienz einer Grundwasserwärmepumpe ist die Temperatur des Grundwassers. Prinzipiell verbessert sich die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe mit steigender Quelltemperatur. Hinsichtlich des Erschließungsaufwands und Förderhöhe stellt der sogenannte Grundwasserflurabstand eine zentrale Kenngröße dar. Er ist das Maß für den Höhenunterschied zwischen der Erd- und Grundwasseroberfläche. Je größer der Flurabstand ist, desto unwirtschaftlicher wird die Anlage, da sowohl der Erschließungsaufwand als auch die Förderhöhe zunehmen. Ideal ist dabei ein Flurabstand von unter 15 m. Ab 40 m ist ein wirtschaftlicher Betrieb von Grundwasserwärmepumpen aufgrund der großen Förderhöhe nur noch für große Anlagen möglich. Laut den im Kurzgutachten enthaltenen Daten liegt der Grundwasserflurabstand im gesamten Gemeindegebiet zwischen 3 und 4,8 m (siehe Abbildung 27).

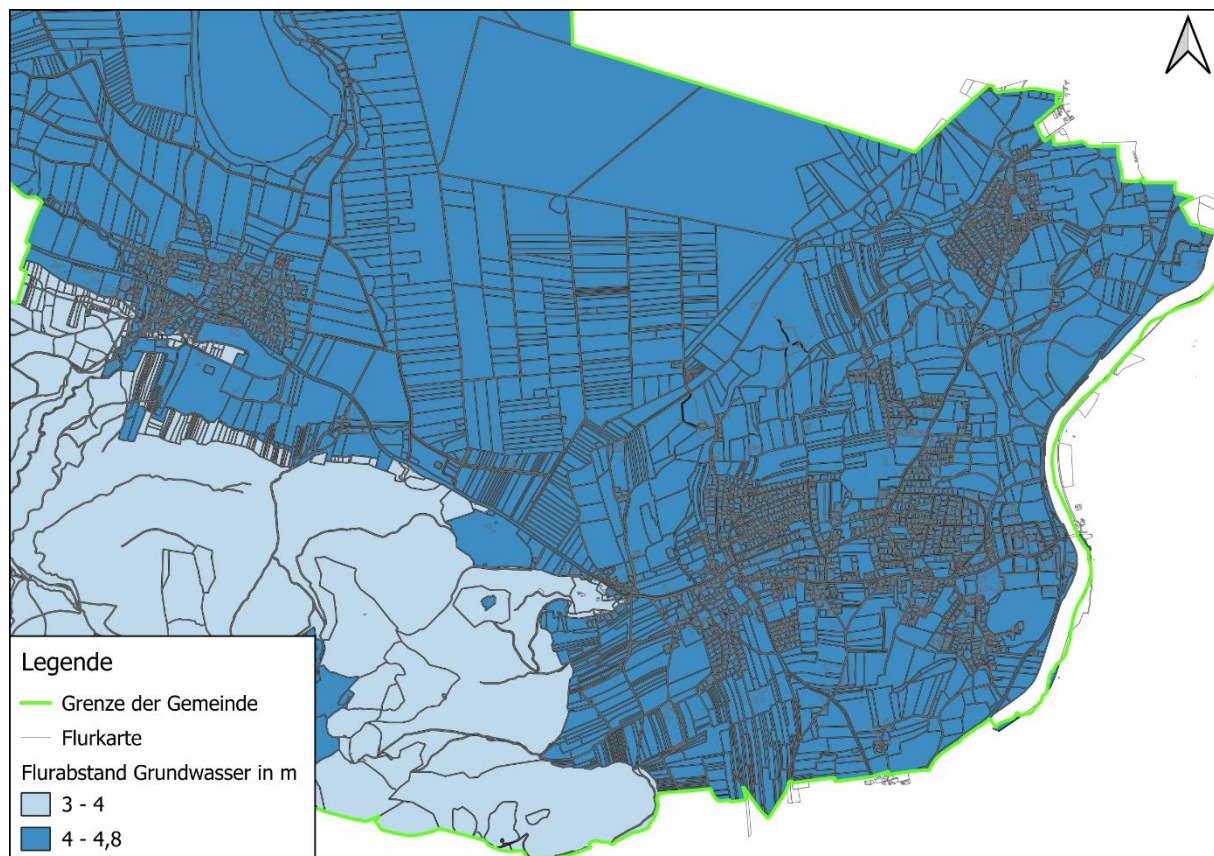


Abbildung 27: Flurabstand Grundwasser in Meter [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Wird in einem Gebiet eine große Anzahl an Grundwasserwärmepumpen betrieben, kann dies zu einer gegenseitigen Beeinflussung der Anlagen führen. Durch die Entnahme und Wiedereinleitung des Grundwassers verändern sich lokal die Grundwasserströmung und die Temperaturverhältnisse im Untergrund. Eine zu hohe Entnahmedichte kann zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels, einer unzureichenden Regeneration des genutzten Wassers sowie zu einer thermischen Beeinflussung benachbarter Anlagen führen. Dies kann die Effizienz der Wärmepumpen verringern und langfristig die ökologische Balance des Grundwassersystems stören. Daher ist eine sorgfältige Abstimmung mit der zuständigen Behörde und Prüfung der zulässigen Entnahmemengen sowie der Abstände zwischen den Anlagen erforderlich.

Einordnung des Potenzials

Im Zuge der Potenzialermittlung, soll wie bereits bei Betrachtung der Erdwärmekollektoren die erforderliche Schüttleistung zur Erreichung einer Wärmeleistung von 1,0 MW für die Einbindung in eine zentrale Wärmeversorgung ermittelt werden. Die Berechnung erfolgt unter Anwendung folgender Annahmen:

- Grundwassertemperatur: 10 °C
- Temperaturspreizung: 5 K
- Vorlauftemperatur: 85 °C

Auf Basis des berechneten COP von 3,13 (Ermittlung wie in Kapitel 4.2.2.2 beschrieben) wurde ein Umweltwärmebedarf von 681 kW ermittelt, der unter Annahme der Temperaturspreizung eine nötige Schüttleistung von ca. 117 m³/h, bzw. 32,5 l/s erfordert.

Ob ein Standort ausreichend Schüttleistung liefert, ist stark standortabhängig und muss mithilfe einer Probebohrung und einem Pumpversuch ermittelt werden. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet grundsätzlich ein hohes technisches Potenzial aufweisen und aufgrund der Grundwassertemperaturen hohe Effizienzen ermöglichen. Ihre Nutzung ist jedoch stark standortabhängig und durch wasserrechtliche Anforderungen sowie mögliche Wechselwirkungen zwischen mehreren Anlagen begrenzt.

Trotz des höheren Planungsaufwands und der Genehmigungspflicht bietet die Grundwassernutzung ein vielversprechendes Potenzial, insbesondere dort, wo die geologischen und wasserrechtlichen Voraussetzungen erfüllt sind. Bei sorgfältiger Prüfung und Auslegung kann diese Technologie einen wesentlichen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Grassau leisten.

4.2.2.4 Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie

Zusammenfassend lässt sich für Grassau feststellen, dass vor allen Erdwärmekollektoren sowie Grundwasser zur Nutzung oberflächennaher Geothermie in den Fokus rücken.

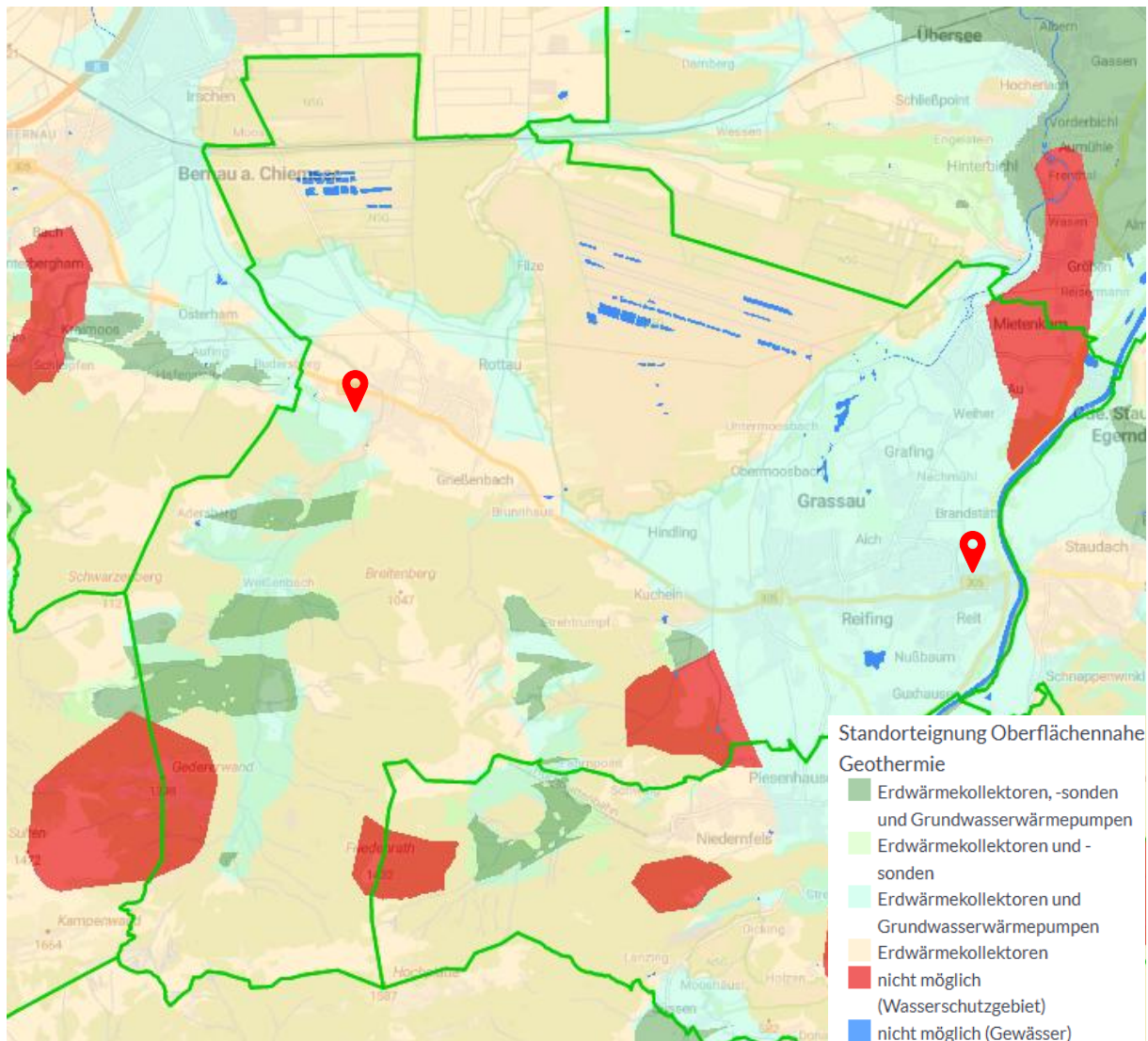


Abbildung 28: Standorteignung oberflächennahe Geothermie am Heizwerk Rottau und Grassau [Umweltatlas]

In nachfolgender Tabelle sind deshalb exemplarische Auslegungsergebnisse für eine fiktive Wärmeleistung von je 1,0 MW (= 1.000 kW) dargestellt. Da jede Wärmepumpe nur dann als vollständig nachhaltig betrachtet werden kann, wenn der benötigte Strom auch regenerativ erzeugt wird, ist die Nutzung von Öko-Strom oder beispielsweise die Errichtung einer PV-Anlage vor Ort mitzudenken.

Tabelle 1: Zusammenfassung Umweltwärme

System	Wärmeleistung gesamt	Verdampferleistung (Anteil Umweltwärme)	Verdichterleistung (Anteil Strom)	Wärmequelle
Erdkollektor	1.000 kW	681 kW	319 kW	29.604 m ²
Grundwasser	1.000 kW	681 kW	319 kW	117 m ³ /h

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass alle untersuchten Varianten zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie für die monovalente Versorgung eines Wärmenetzes und den dabei geforderten Leistungen aufgrund von hohen Platzbedarfen, Schüttleistungen und Schallemissionen nur

schwer realisierbar sind. Eine Kombination mit weiteren Erzeugern (z.B. Biomassekessel) kann jedoch zugunsten der Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität des gesamten Fernwärmenetzsystems von Vorteil sein.

4.2.3 Flusswasser

Mit der Tiroler Achen verläuft ein Fließgewässer durch das Gemeindegebiet von Grassau, das als potenzielle Quelle für die Nutzung von Umweltwärme in Betracht gezogen werden kann (siehe Abbildung 29).

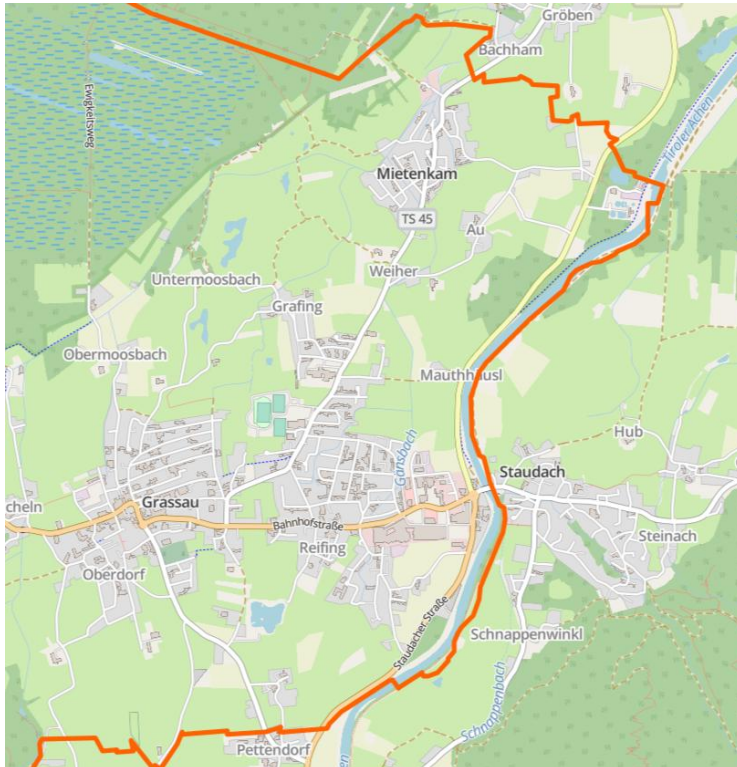


Abbildung 29: Tiroler Achen in Grassau [openstreetmap]

4.2.3.1 Genehmigungsrechtliche Anforderungen

Eine zentrale Kenngröße für die Auslegung und Genehmigungsfähigkeit möglicher Flusswasser-Wärmepumpen ist die Einhaltung der zulässigen Mischtemperatur nach der Wiedereinleitung des genutzten Wassers in das Gewässer. Gemäß den Vorgaben des Landesamts für Umwelt (LfU) darf die Temperaturabsenkung des Gewässers maximal 1,5 K betragen. Diese Begrenzung stellt sicher, dass die gewässerökologische Funktion des Fließgewässers nicht beeinträchtigt wird. Weitere Anforderungen, die aus gewässerökologischer Sicht berücksichtigt werden müssen, sind die vom LfU geforderte Temperatur von 3 °C bei der Wiedereinleitung nach vollständiger Durchmischung. Der entnommene Volumenstrom darf maximal um 10 K abgekühlt werden. Die Anforderungen des Merkblatts des LfU (siehe Anlage A2) sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Um ein Einfrieren des Systems zu vermeiden, muss das entnommene Wasser bei der Rückführung in den Fluss eine Temperatur von mindestens 1 °C aufweisen.

Tabelle 2: Anforderungen zur Temperaturabsenkung für Fließgewässer [Merkblatt LfU]

Beschreibung	Fließgewässer
Minimale Gewässertemperatur (T_{min}) nach vollständiger Durchmischung am Ort der Einleitung	3 °C
Temperaturschwelle: rechnerische Temperaturabsenkung nach vollständiger Durchmischung (ΔT_{GW})	3,0 K (1,5 K in Salmonidengewässern)
Max. Temperaturänderung des entnommenen Wasserstroms (ΔT_{WT}) im Wärmetauscher	10 K

4.2.3.2 Gesamtpotenzial

Für die Abschätzung des Potenzials wurden Messdaten zu Temperatur und Abfluss von einer bestehenden Messstelle verwendet. Die Position dieser Messstelle an der Tiroler Ache ist in Abbildung 30 dargestellt und liegt nördlich der Straßenbrücke an der Bahnhofstraße zwischen den Gemeinden Grassau und Staudach-Egerndach.



Abbildung 30: Messstelle der Tiroler Achen [Gewässerkundlicher Dienst Bayern]

Aus den Tagesmessdaten zur Wassertemperatur sowie den Abflussdaten der Messstation Staudach wurden in der nachfolgenden Abbildungen der jährliche Verlauf der Temperatur (siehe Abbildung 31) und des Volumenstroms (siehe Abbildung 32) der Jahre 2020-2024 sowie die daraus gemittelten Werte für Mischtemperatur und Abfluss dargestellt. Die gemessenen Wassertemperaturen liegen dabei zwischen 0,3 °C und 17,4 °C, während die gemittelten Durchflusswerte einen Bereich von 16,9 m³/s bis 93,3 m³/s abdecken. Es ist erkennbar, dass der Temperaturverlauf im Vergleich zum Durchfluss über die Jahre nur wenig schwankt, während beim Durchfluss je nach Jahr Extremwerte (bis zu 365 m³/s) infolge von beispielsweise Hochwasserereignissen auftreten.

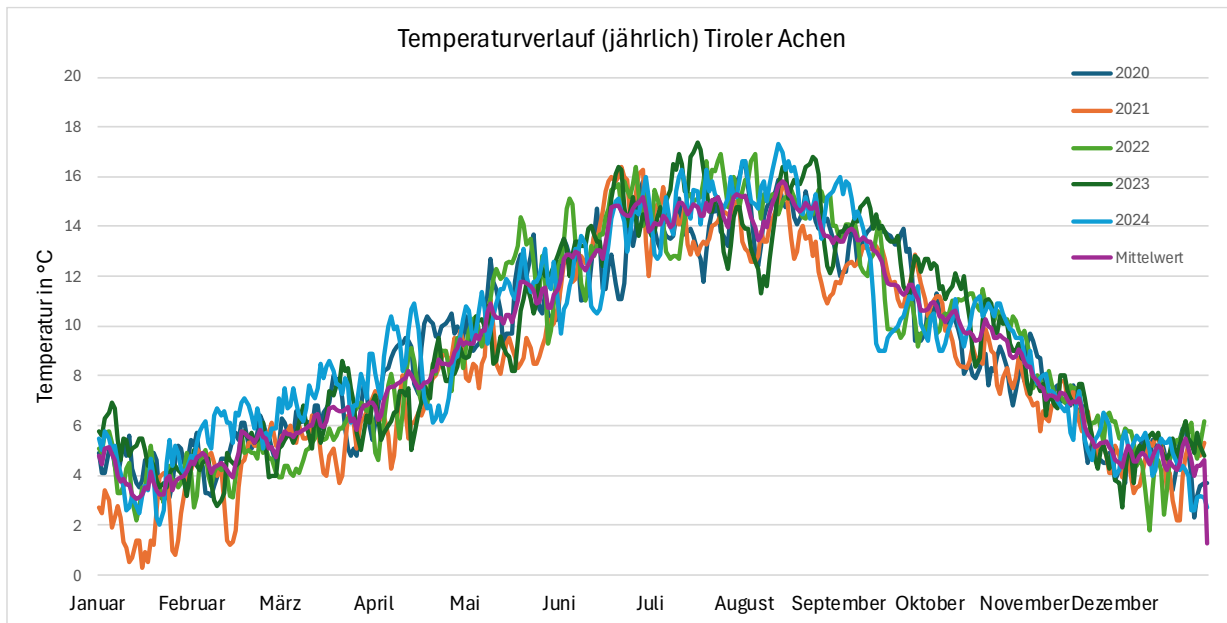


Abbildung 31: Temperaturverlauf der Tiroler Achen der vergangenen Jahre [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung]

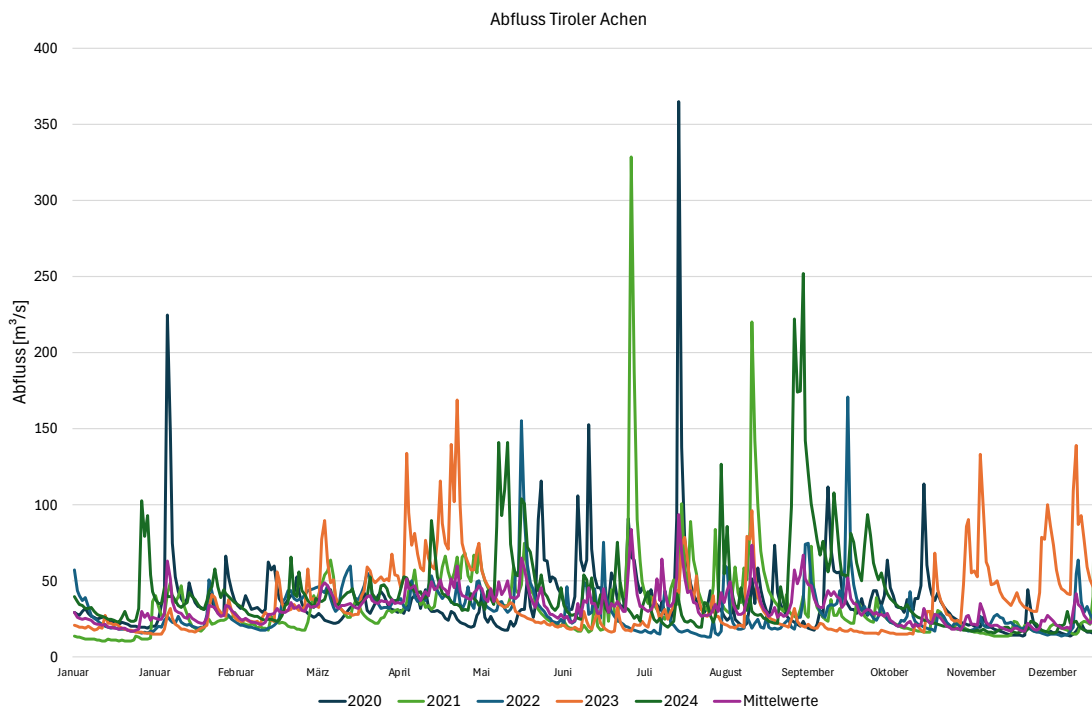


Abbildung 32: Abflussverlauf der Tiroler Achen der vergangenen Jahre [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung]

Zur verlässlichen Ermittlung von Temperaturen und Durchflussmengen sowie zur genaueren Beurteilung der Potenziale von Flusswasserthermie sind zusätzliche Messungen am vorgesehenen Standort erforderlich. Im Rahmen der Genehmigungsphase ist gemäß Merkblatt des LfU (siehe Anlage

A2) ohnehin die Durchführung einer einjährige Messkampagne zur Erfassung sowohl eines hydrologischem Sommer- als auch Winterhalbjahrs durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen genehmigungsrechtlichen Einschränkungen von max. 1,5 °C Abkühlung nach Durchmischung und minimal 3 °C bei Wiedereinleitung wurde ein möglicher Entnahmestrom aus der Tiroler Achen ermittelt, der für die Wärmegewinnung genutzt werden kann.

Nachfolgende zeigt den jährlichen Verlauf der Mischtemperatur nach Wiedereinleitung unter Berücksichtigung des ermittelten Entnahmestroms. Im Folgenden sind die Gewässertemperatur (blau) und die Mischtemperatur nach Wiedereinleitung des Teilstroms (orange) dargestellt. Außerdem ist der Verlauf des Entnahmestroms (grün) in m³/s dargestellt.

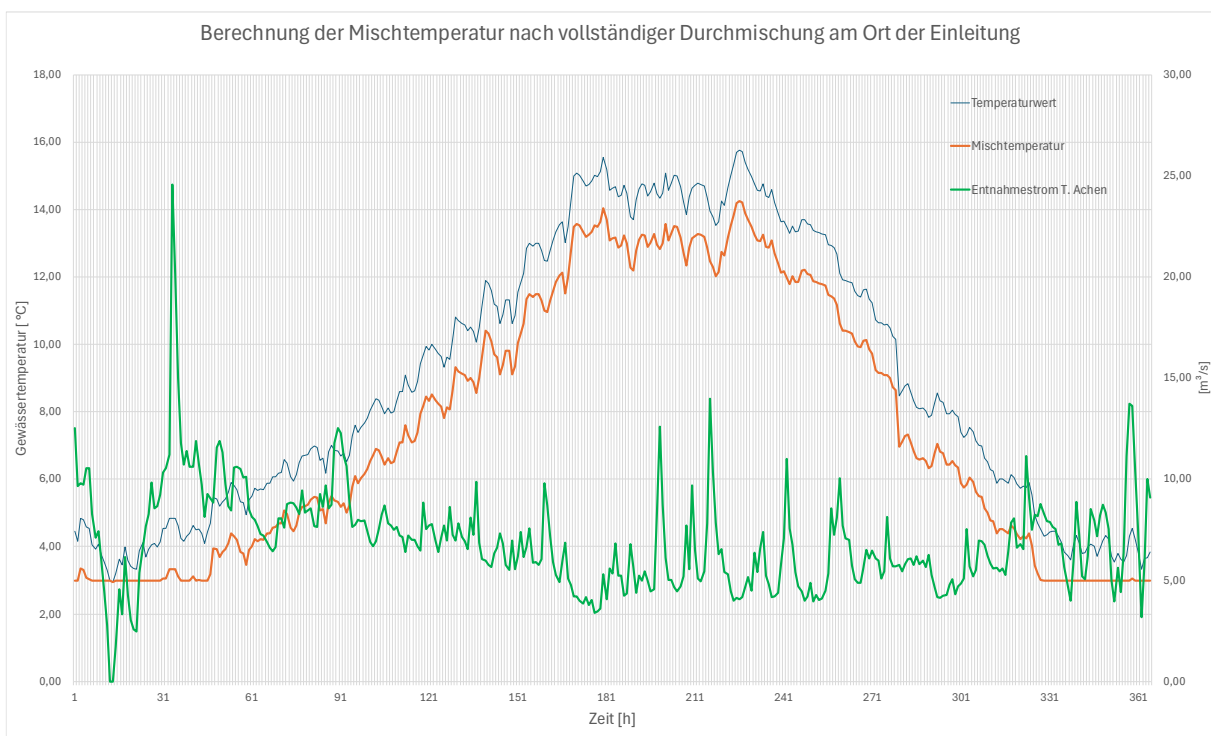


Abbildung 33: Jährlicher Verlauf Mischtemperatur, Gewässertemperatur, Entnahmestrom [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung]

Aus dem Entnahmestrom und der Temperaturspreizung des entnommenen Wassers ergibt sich eine Wärmeleistung, die der Umwelt entzogen werden kann. Diese stellt die nutzbare Wärmequelle dar. Der COP der Wärmepumpe wurde auf Basis des Carnot-Wirkungsgrads berechnet, wobei zur Abbildung realistischer Betriebsbedingungen ein Korrekturfaktor von 0,7 für Ammoniak als Kältemittel angesetzt wurde. Die Berechnung berücksichtigt das niedrige Temperaturniveau der Mischtemperatur des Flusswassers sowie die gewünschte Nutztemperatur (z. B. 85 °C für ein Fernwärmenetz) und ein geeignetes Kältemittel (z. B. Ammoniak). Zusätzlich wurde eine Grädigkeit des Flusswasserwärmetauschers von etwa 2 K berücksichtigt. Daraus ergibt sich die theoretisch mögliche thermische Heizleistung, die in der nachfolgenden Abbildung 34 dargestellt ist.

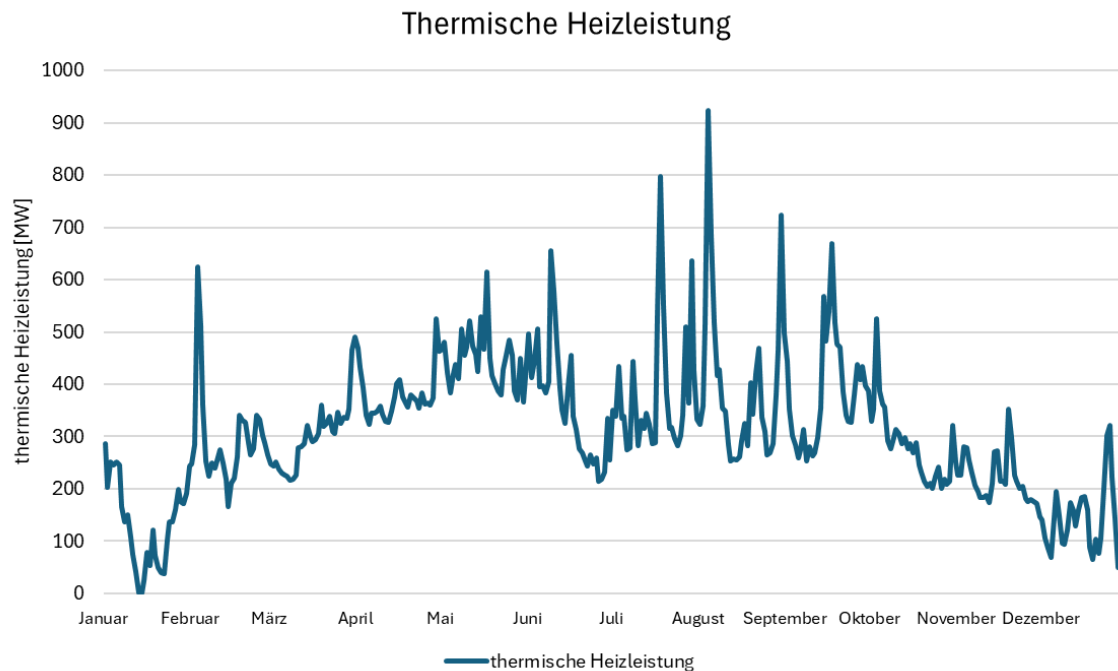


Abbildung 34: Theoretisch maximal erreichbare Heizleistung mit einer Flusswasser-Wärmepumpe [eigene Darstellung; Berechnung anhand Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern]

Daraus wird ersichtlich, dass die Flusstermie ein nicht zu vernachlässigendes Potenzial zur Wärmegewinnung aus Umweltwärme darstellt. Es ist zu berücksichtigen, dass bei niedrigen Flusstemperaturen im Winter eine Absicherung bzw. Redundanz der Wärmebereitstellung vorzusehen ist. Zur weiteren Schärfung des tatsächlich nutzbaren Potenzials in der Praxisanwendung müssen die nötigen Anlagenkomponenten (z.B. Wärmepumpe, Pumpen, Rohrleitung usw.) berücksichtigt und in eine Detailbetrachtung dieses Potenzials einbezogen werden. Zudem müssen die nötigen Genehmigungsprozesse angestoßen und Vorgaben eingehalten werden.

Eine mögliche Auslegung der Nennleistung der Wärmepumpenanlagen würde nicht auf Basis der maximal theoretisch möglichen Wärmeleistung erfolgen, da diese aufgrund von Hochwasserereignissen sowie stark schwankender Durchflussmengen nur bedingt aussagekräftig ist und die Anlagentechnik hierfür entsprechend überdimensioniert wäre. Zudem liegt der Zeitraum der maximal verfügbaren Wärmeleistung im Sommer, in der üblicherweise kein entsprechender Wärmebedarf besteht. Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage bei einer möglichen Projektweiterverfolgung sollten daher insbesondere die Übergangszeiten (Februar bis Mai sowie September bis November) detailliert betrachtet werden, da hier eine bessere Übereinstimmung zwischen Wärmeverfügbarkeit und Wärmebedarf zu erwarten ist.

Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpenanlage hängen zudem maßgeblich vom erforderlichen Temperaturhub ab. Dieser wiederum wird durch die notwendige Vorlauftemperatur bestimmt, die von der jeweiligen Verbraucherstruktur abhängt.

4.2.4 Kläranlagenauslauf

Der Abwasserzweckverband Achenal (AZV) betreibt die Kläranlage am Standort Grassau östlich des Ortsteils Mietenkam. Die Anlage befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Tiroler Achen, in die das gereinigte Abwasser eingeleitet wird. Die genaue Lage der Kläranlage ist in Abbildung 35 dargestellt.

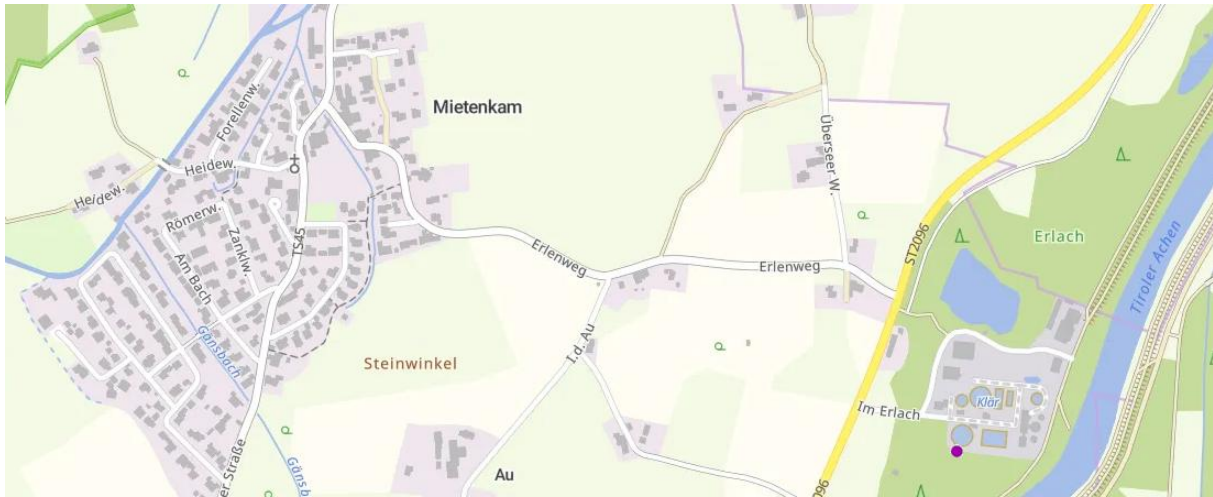


Abbildung 35: Lage der Kläranlage [Energie-Atlas Bayern]

Grundlage für die Potenzialanalyse zur thermischen Nutzung des Ablaufwassers der Kläranlage bilden Messdaten zum Abfluss (in m^3/h) sowie zur Temperatur (in $^{\circ}\text{C}$). Aus dem jährlichen Verlauf der Temperatur (Abbildung 36) und der Abflussmenge (Abbildung 37) wird ersichtlich, dass sich die Abflusstemperaturen überwiegend im Bereich zwischen etwa 7°C in den Monaten November bis März und rund 18°C in den Sommermonaten bewegen. In einzelnen Zeiträumen werden auch Temperaturen von über 20°C erreicht. Die Abflussmengen liegen größtenteils im Bereich von ca. 150 bis $170 \text{ m}^3/\text{h}$. Vereinzelt treten jedoch deutlich höhere Werte mit Spitzen von über $500 \text{ m}^3/\text{h}$ auf. Diese Ausschläge werden jedoch als Ausnahmeereignisse aufgrund von z.B. Starkregenereignissen eingestuft.

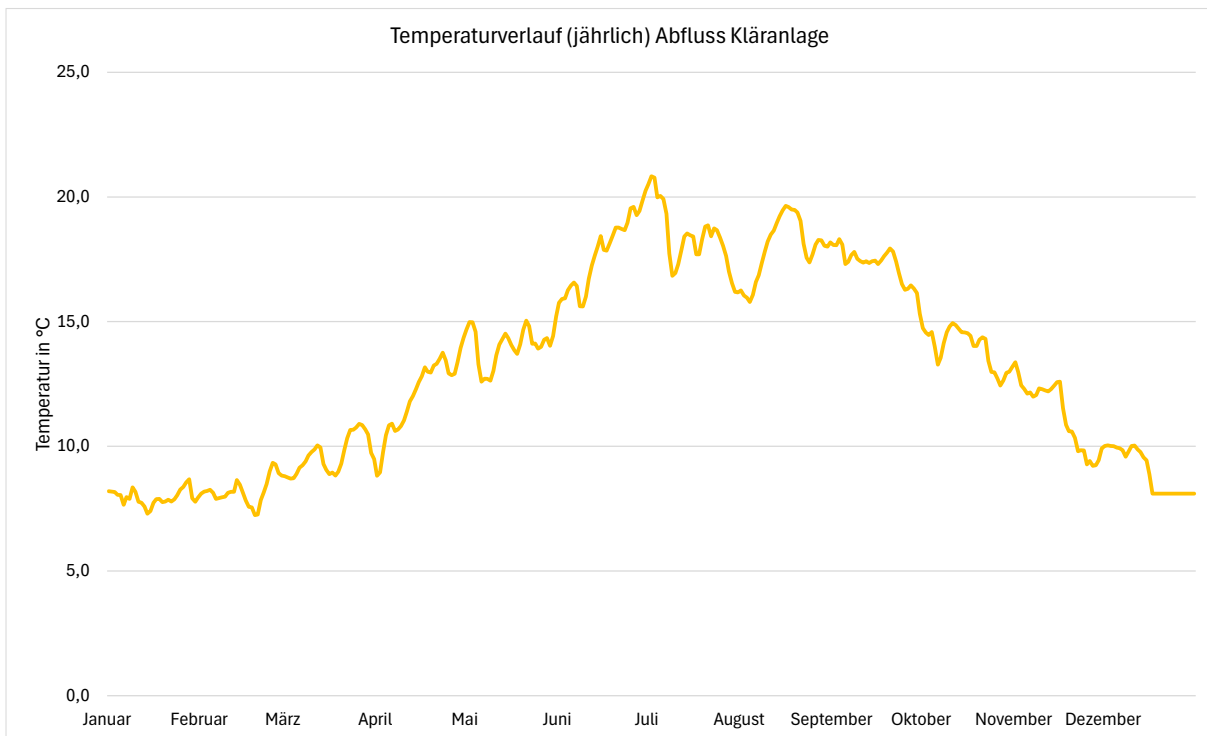


Abbildung 36: Temperaturverlauf des Abflusstroms der Kläranlage im Zeitraum 2025 [Messdaten Abwasserzweckverband Achantal (AZV); eigene Darstellung]

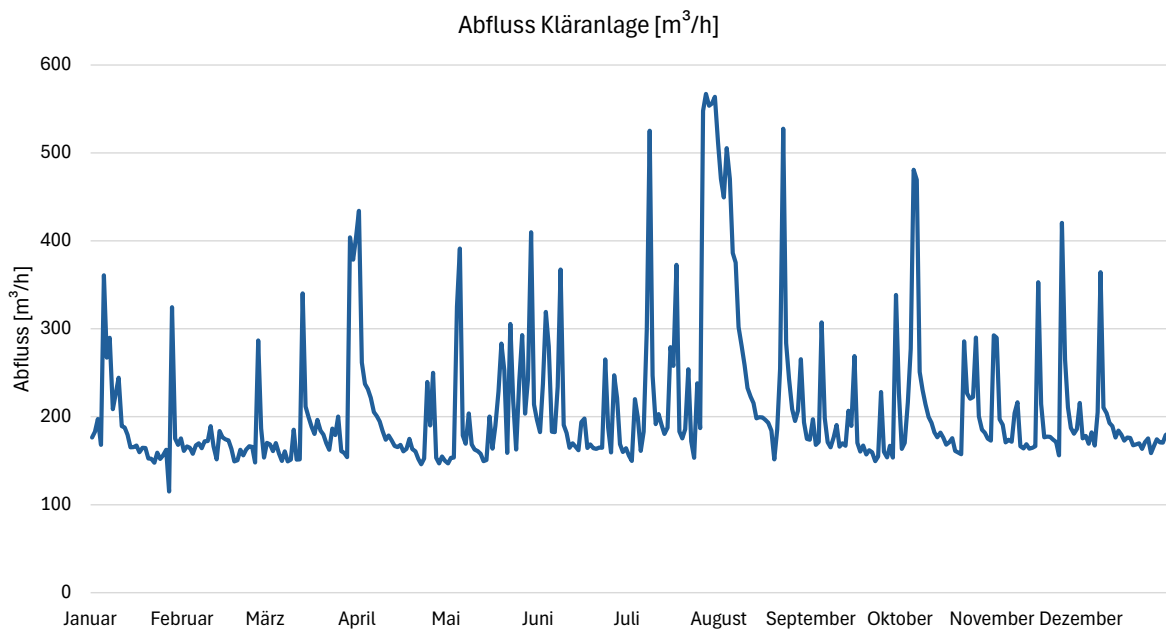


Abbildung 37: Jährlicher Verlauf des Abflusstroms der Kläranlage im Zeitraum 2025 [Messdaten Abwasserzweckverband Achantal (AZV); eigene Darstellung]

Unter Berücksichtigung der in Absatz 4.2.3 bereits beschriebenen genehmigungsrechtlichen Einschränkungen einer maximal zulässigen Abkühlung von 1,5 °C nach Durchmischung sowie einer Mindesttemperatur von 3 °C bei der Wiedereinleitung kann der Abfluss der Kläranlage an den meisten Tagen vollständig zur Wärmeengewinnung genutzt werden. Wie in Abbildung 31 dargestellt, treten im

Januar jedoch einzelne Tage auf, an denen die Wassertemperatur unter 3 °C liegt. In diesen Fällen muss die Einleittemperatur des Kläranlagenablaufs über 3 °C liegen, um eine zusätzliche Abkühlung des Gewässers zu vermeiden. Dadurch reduziert sich die mögliche Entnahmeleistung in diesen Zeiträumen.

Aus dem nutzbaren Entnahmestrom und der Temperaturspreizung des Abflusstroms der Kläranlage lässt sich die Leistung der Wärmequelle bestimmen.

Der Leistungskoeffizient (COP) der Wärmepumpe wurde – wie in Absatz 4.2.3 beschrieben – auf Basis des Carnot-Wirkungsgrades berechnet. Zur Abbildung realistischer Betriebsbedingungen wurde ein Korrekturfaktor von 0,7 für den Einsatz von Ammoniak als Kältemittel berücksichtigt. In die Berechnung flossen zudem das Temperaturniveau der Mischtemperatur des Flusswassers sowie die angestrebte Nutzttemperatur (z. B. 85 °C für ein Fernwärmenetz) ein. Darüber hinaus wurde eine Grädigkeit des Flusswasserwärmetauschers von etwa 2 Kelvin angesetzt (bezeichnet den Wärmeverlust bei der Wärmeübertragung von einem Medium auf das andere).

Daraus ergibt sich die theoretisch mögliche thermische Heizleistung, die in der nachfolgenden Abbildung 38 dargestellt ist.

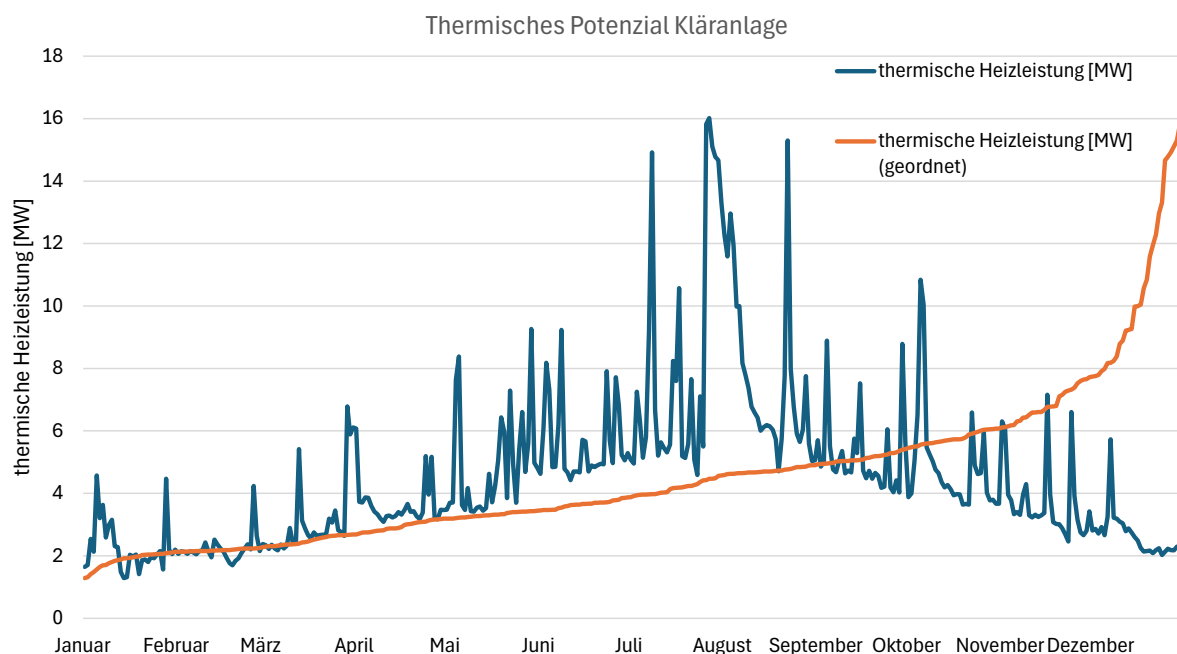


Abbildung 38: Jährlicher Verlauf der theoretisch maximal erreichbare Heizleistung mit einer Wasser-Wärmepumpe (blau) und als geordneter verlauf (orange) [eigene Darstellung; Berechnung anhand Messdaten des Abwasserzweckverband Achental (AZV)]

Daraus wird deutlich, dass die thermische Nutzung des Abflusses der Kläranlage ein relevantes Potenzial im Bereich von 1,2 MW in den Wintermonaten bis etwa 5 MW in den Sommermonaten zur Gewinnung von Umweltwärme darstellt. Zur genaueren Bestimmung des tatsächlich nutzbaren Potenzials in der praktischen Anwendung ist jedoch eine detaillierte Betrachtung erforderlich. Dabei müssen neben der verfügbaren Wärmequelle auch die notwendigen Anlagenkomponenten, wie beispielsweise Wärmepumpe, Pumpen, Wärmetauscher, Rohrleitungen sowie der nötige Stromanschluss berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind die im Rahmen der

Genehmigungsprozesse geltenden rechtlichen und wasserwirtschaftlichen Vorgaben einzuhalten und in die weitere Planung einzubeziehen.

4.3 Wasserstoff/Biomethan

In der Gemeinde Grassau existiert derzeit kein Erdgasnetz. Damit entfällt die Möglichkeit, bestehende Infrastrukturen für einen künftigen Wasserstoffbetrieb umzuwidmen. Der Aufbau eines neuen Wasserstoffverteilnetzes ausschließlich zur Wärmeversorgung wäre aufgrund der geringen Siedlungsdichte, der topografischen Lage und der hohen spezifischen Netzlängen wirtschaftlich nicht darstellbar.

Darüber hinaus bestehen in Grassau und in Rottau bereits gut ausgebaute Fernwärmenetze, deren Ausbau stetig vorangetrieben wird. Die Erschließung von Grassau mit einer leitungsgebundenen Gasversorgung würde unter Umständen zu einer Konkurrenzsituation mit den bestehenden, sich aktuell in der Transformation befindlichen Fernwärmnetzen führen, was es zu vermeiden gilt.

Für die kommunale Wärmeplanung bedeutet dies zusammenfassend, dass Wasserstoff/grünes Methan gegebenenfalls für einzelne Flüssiggasheizungen im Gebäudebestand auf grünes Flüssiggas umgestellt werden können, jedoch eine die flächendeckende Raumwärmeversorgung auf Basis dieses Energieträgers nicht weiter berücksichtigt wird. Alternative Lösungen auf Basis von erneuerbaren Energien werden im Laufe des Berichts näher erläutert.

4.4 Tiefe Geothermie

Unter Tiefengeothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme ab einer Tiefe von ca. 1.000 Metern. Im Gegensatz zur oberflächennahen oder mitteltiefen Geothermie sind die Temperaturen dort deutlich höher und erreichen Werte bis über 100°C. Ein großer Vorteil von Tiefengeothermie zur Erzeugung von Wärme liegt in der konstanten Verfügbarkeit. So ist die Wärme durch Tiefengeothermie 365 Tage im Jahr verfügbar.

Die Nutzung von Tiefengeothermie ist in Deutschland bisher wenig verbreitet und lässt sich bisher lediglich in Gebieten mit Thermalwasservorkommen realisieren. Zwischen der Donau und den Alpen befindet sich ein ebensolches Gebiet, das Süddeutsche Molassebecken, durch welches der Malm Karst mit einer thermalwasserführenden Schicht verläuft.

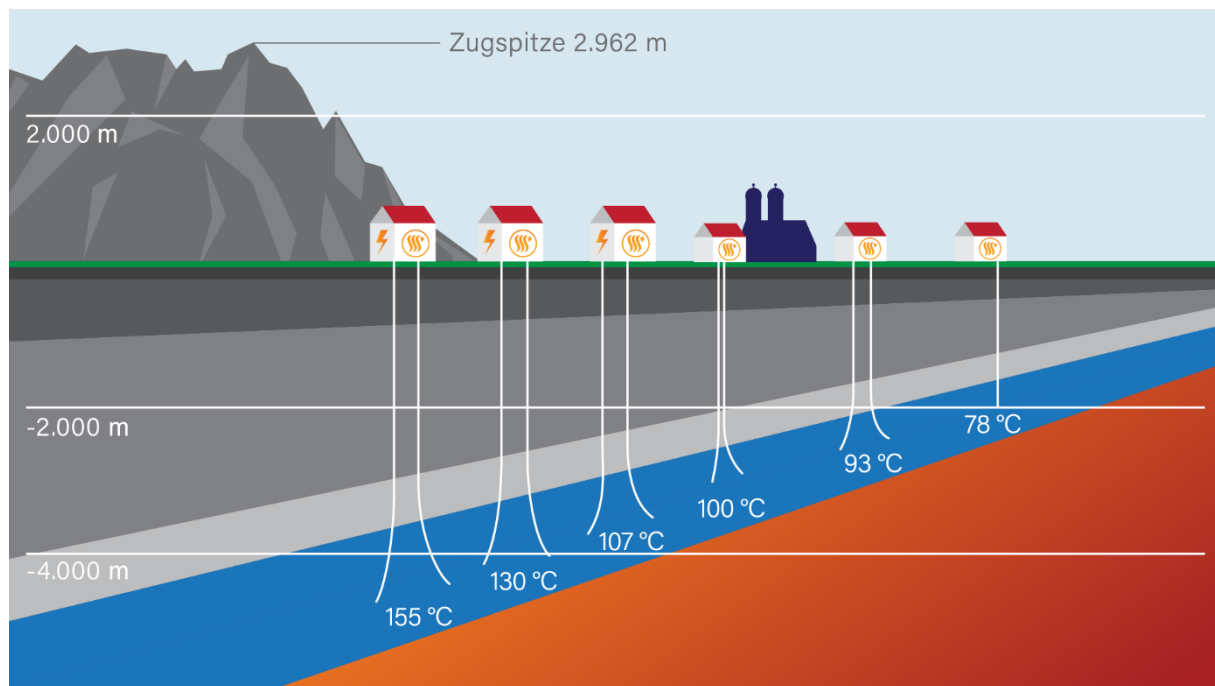


Abbildung 39: Nord-Süd-Schnitt Voralpenland im Kontext Tiefengeothermie [Enerchange]

Ermittlung des Potenzials

Auf Grundlage des Geothermischen Informationssystem (GeotIS), wurde für das Gemeindegebiet Grassau ein geologischer Vertikalschnitt bis in die Tiefe von fünf Kilometer gelegt. Die Auswertung zeigt, dass in diesem Bereich kein Malm, also eine potenziell thermalwasserführende Schicht vorhanden ist. Somit lässt sich auf Basis der vorliegenden Daten im Gemeindegebiet Grassau kein hydrothermisches Potenzial nachweisen (siehe Abbildung 40).

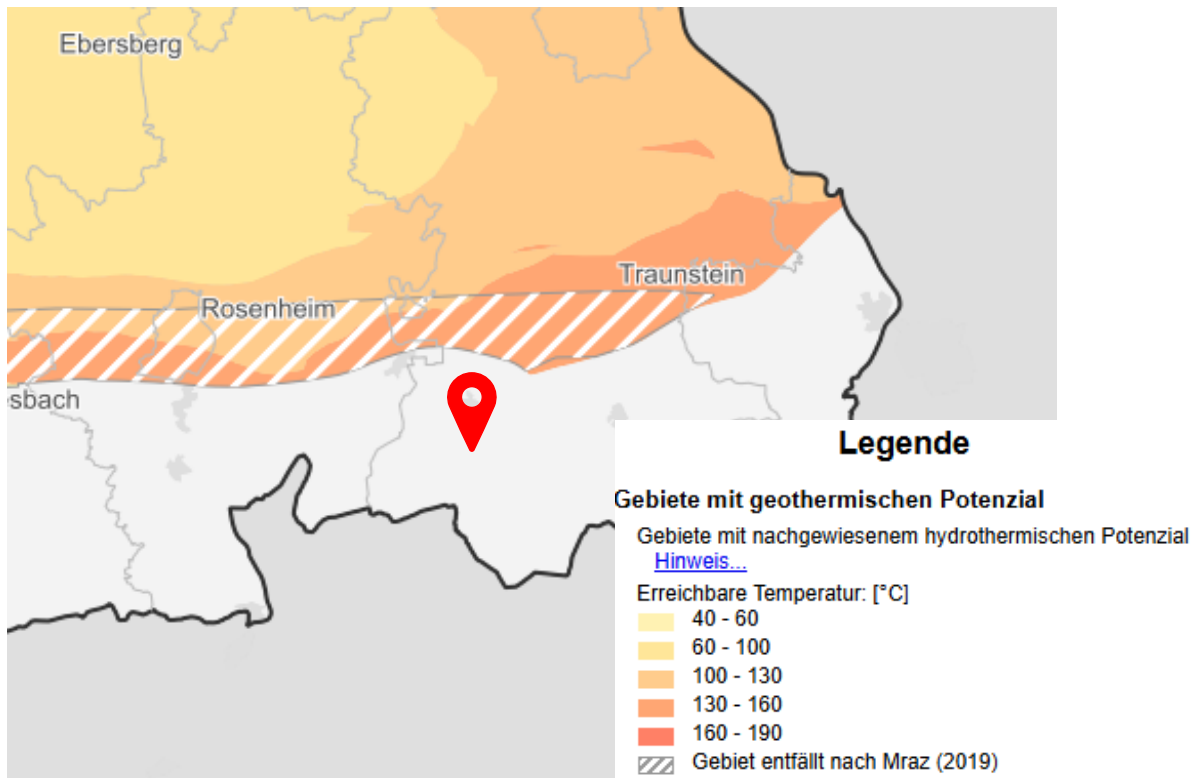


Abbildung 40: Potenzial Tiefengeothermie [GeotIS]

5 Zielszenarien und Entwicklungspfad

5.1 Wärmebezogene Kennzahlen der Clustergebiete

5.1.1 Wärmedichte

Im nächsten Schritt der kommunalen Wärmeplanung erfolgt die Analyse der Wärmedichte im Gemeindegebiet. Die Wärmedichte setzt den Wärmebedarf zur Fläche ins Verhältnis und ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der räumlichen Verteilung des Energieverbrauchs innerhalb der Kommune (siehe Abbildung 41 sowie Anlage A4 für das gesamte Gemeindegebiet).

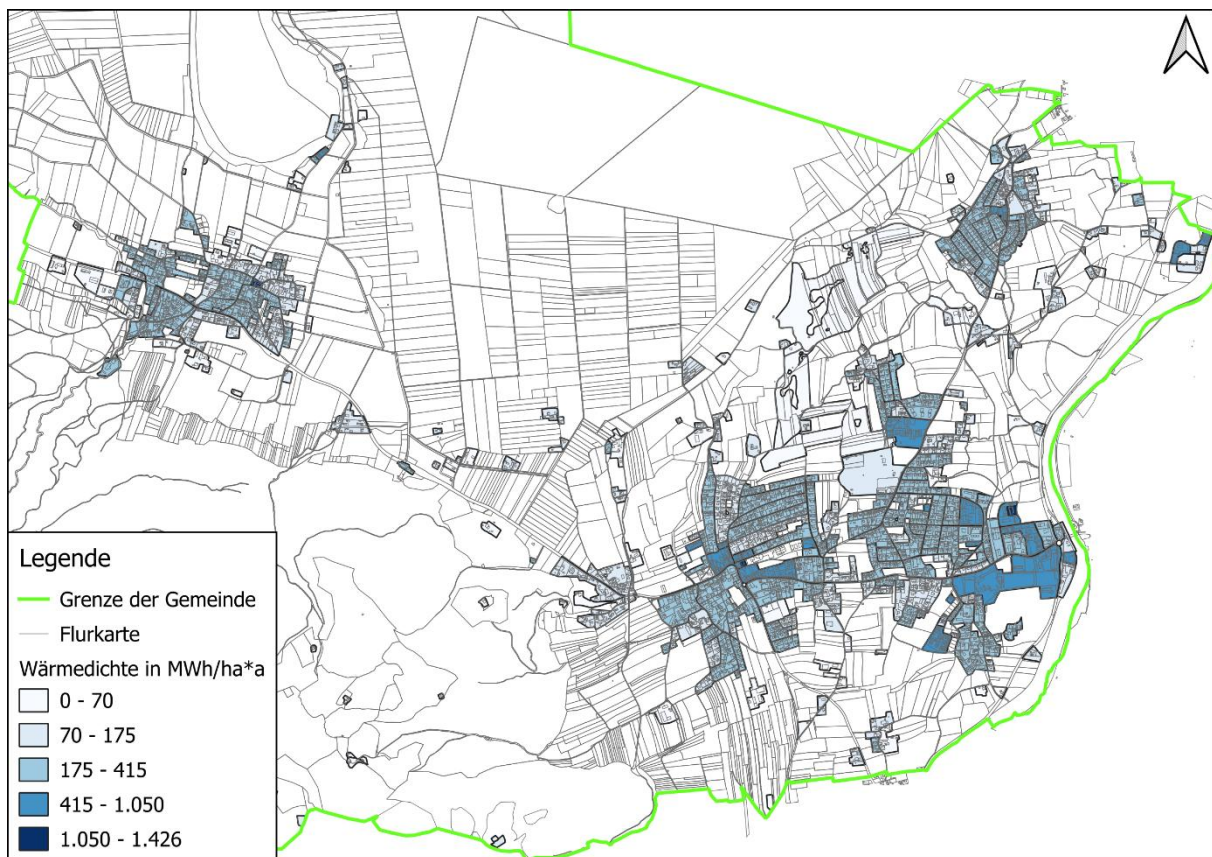


Abbildung 41: Wärmedichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Ergänzend wurde die Heatmap in Abbildung 42 erstellt, welche die Gebiete mit sehr hohen Wärmedichten in der Gemeinde optisch besonders hervorhebt.

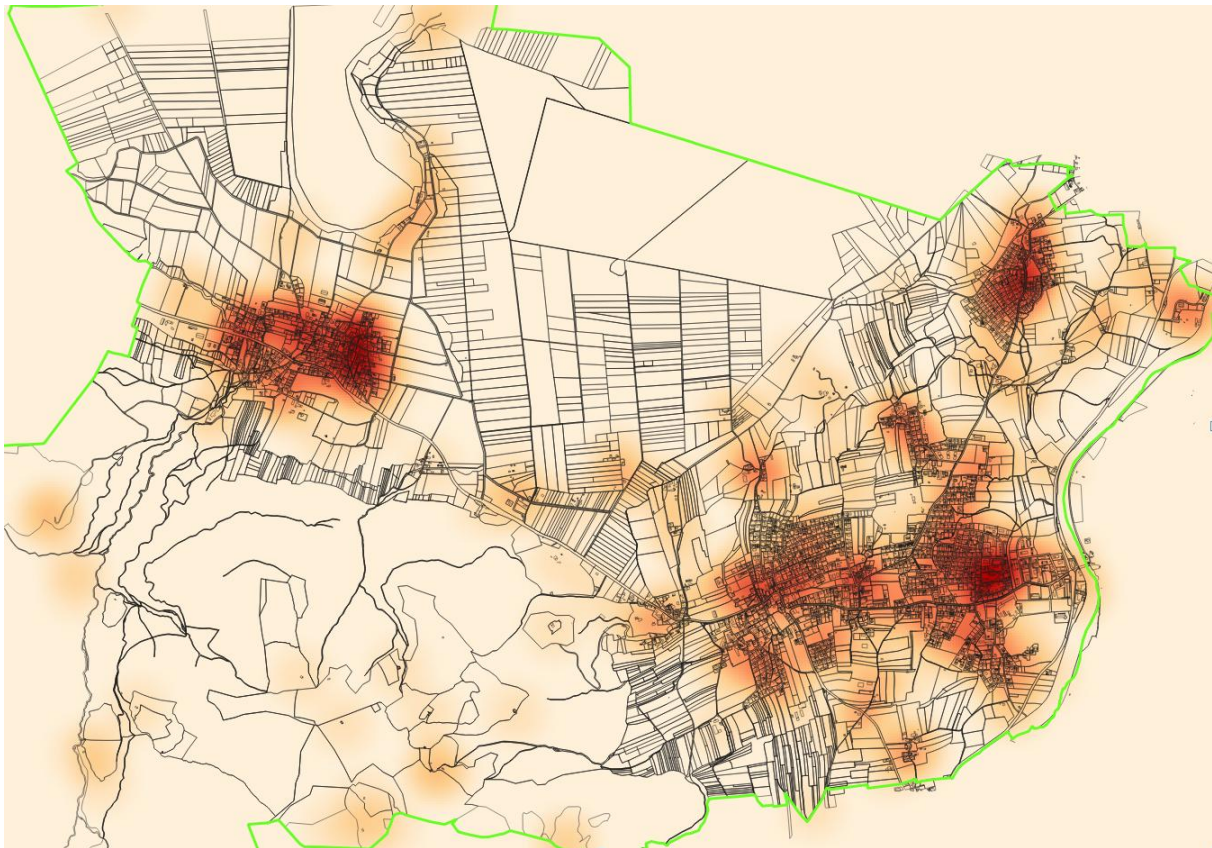


Abbildung 42: Heatmap Wärmedichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

Die Gebiete mit einer hohen Wärmedichte zeichnen sich durch eine dichte Bebauung und einen entsprechend hohen Wärmebedarf auf geringer Fläche aus. Vereinzelt treten auch kleinere Hochdichtezonen außerhalb des Zentrums auf. Die Unterschiede in der Wärmedichte sind wegweisend für die Ableitung geeigneter Versorgungsstrategien verschiedener Gemeindegebiete. Gebiete mit hoher Wärmedichte, wie der Ortskern von Grassau und Rottau, eignen sich besonders gut für einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes. Auch in Mientenkam deuten die Daten auf ein hohes Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung hin. Ein Aufbau eines Wärmenetzes bzw. die Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes nach Mientenkam bedarf jedoch einer intensiveren Betrachtung im Rahmen des angestrebten Transformationsplans im Rahmen der BEW (siehe 5.3.3). In Bereichen mit niedrigerer Wärmedichte hingegen sind dezentrale Lösungen, wie z.B. Wärmepumpen oft der sinnvollste Weg zur Transformation zur Treibhausgasneutralität.

5.1.2 Wärmelinienichte

Die Wärmelinienichte beschreibt den jährlichen Wärmebedarf entlang einer potenziellen Verteilung bezogen auf die jeweilige Trassenlänge ($\text{kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$). Sie dient als Orientierung und Grundlage um Straßenabschnitte mit hohem Potenzial für Nah- oder Fernwärmenetzen zu identifizieren.

Laut Leitfaden gelten Abschnitte mit einer Wärmelinienichte von etwa $1.000\text{--}1.500 \text{ kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ in der Regel als wirtschaftlich interessant für den Netzausbau. Niedrigere Werte sprechen eher für dezentrale Versorgungslösungen (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 3: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte [Leitfaden]

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

Für die Gemeinde Grassau wurden die gebäudespezifischen Wärmebedarfe entlang der Straßenachsen erfasst und auf die Straßenlänge bezogen (siehe Abbildung 43 sowie Anlage A3 für das gesamte Gemeindegebiet). Wie die Wärmedichte ist auch die Wärmeliniendichte ein wichtiger Indikator für die wirtschaftliche Umsetzbarkeit einer zentralen leitungsgebundenen Wärmeversorgung.

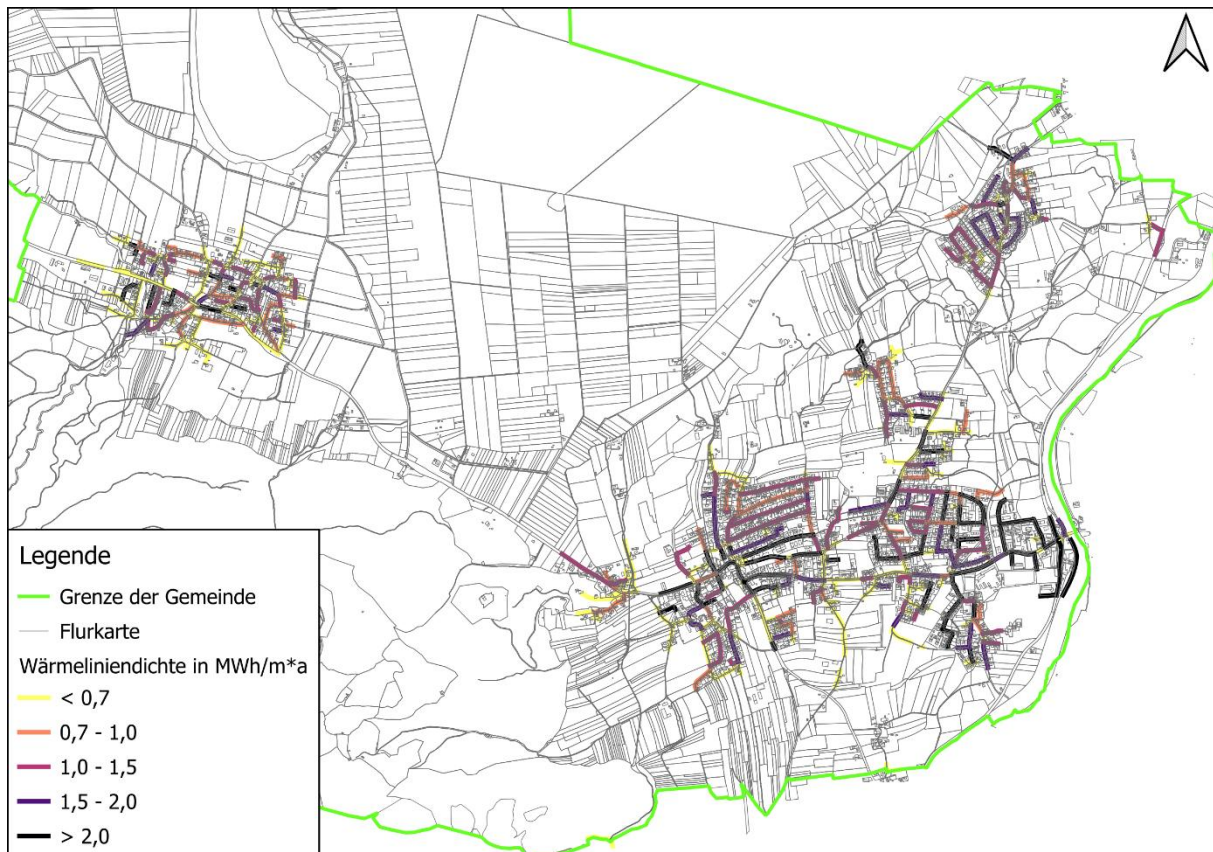


Abbildung 43: Wärmeliniendichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung]

5.2 Zielpfad

Hauptziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen im Bereich der Wärmeversorgung. Dieses Ziel soll mit Hilfe verschiedener Strategien und Maßnahmen erreicht werden. Neben dem Ausbau der leitungsgebunden Wärmeversorgung sind im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung weitere Maßnahmen erforderlich, um die Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen. Mit den Ergebnissen der Potenzialanalyse in Absatz 4 sind im Bereich außerhalb der Fokusgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung vor allem Wärmepumpen eine Möglichkeit zur Substitution der fossilen Energieträger. Auf Basis der Ergebnisse der Potenzialanalyse aus Absatz 4.2 rücken in Bereichen außerhalb der Fokusgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung vor allem Wärmepumpen als eine Möglichkeit zur Substitution der fossilen Energieträger in den Vordergrund.

In den nachfolgenden Absätzen sind verschiedene Zielszenarien sowie einige Strategien und Maßnahmen zur Erreichung der THG-Minderungsziele näher beschrieben.

Auf Basis der Zielvorgabe der Treibhausgasneutralität bis 2045 und dem in Absatz 2.5 aufgezeigten **jährlichen CO₂-Ausstoß von 8.473 t/a (Stand 2025)** ergibt sich bei Annahme einer linearen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes eine jährliche Verminderung von 423,7 t/a gegenüber dem jeweiligen Vorjahr, dies entspricht einer Reduktionsquote von 5 %.

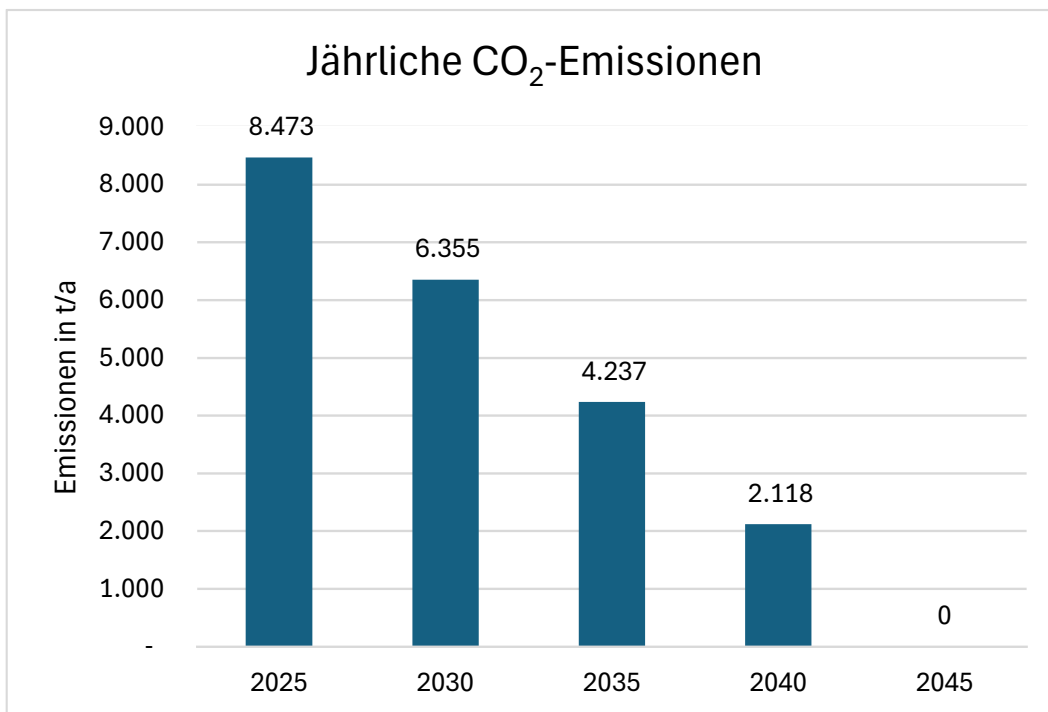


Abbildung 44: Zielpfad jährliche CO₂-Emissionen

5.3 Cluster

Basierend auf den ermittelten Wärmeverbräuchen der Gebäude, den Wärmelinien- und Wärmeflächendichten und den vorhandenen Fernwärmenetzen wurde in Abstimmung mit der Gemeinde die Einteilung des Gemeindegietes in Cluster mit Ausrichtung auf verschiedene Zielszenarien festgelegt (siehe Übersichtskarte in Anlage A5).

5.3.1 Fernwärmebestand

Die zwei stark verzweigten Cluster (siehe Abbildung 45 und Abbildung 46) erfassen die bereits mit Fernwärme versorgten Gebäude/Gebiete in den Ortsteilen Grassau (mit Gewerbe/Industrie) und Rottau.

Einige der in Abbildung 45 als Bestand gekennzeichnete Liegenschaften wurden erst während der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung im Rahmen der fortschreitenden Nachverdichtung angeschlossen.

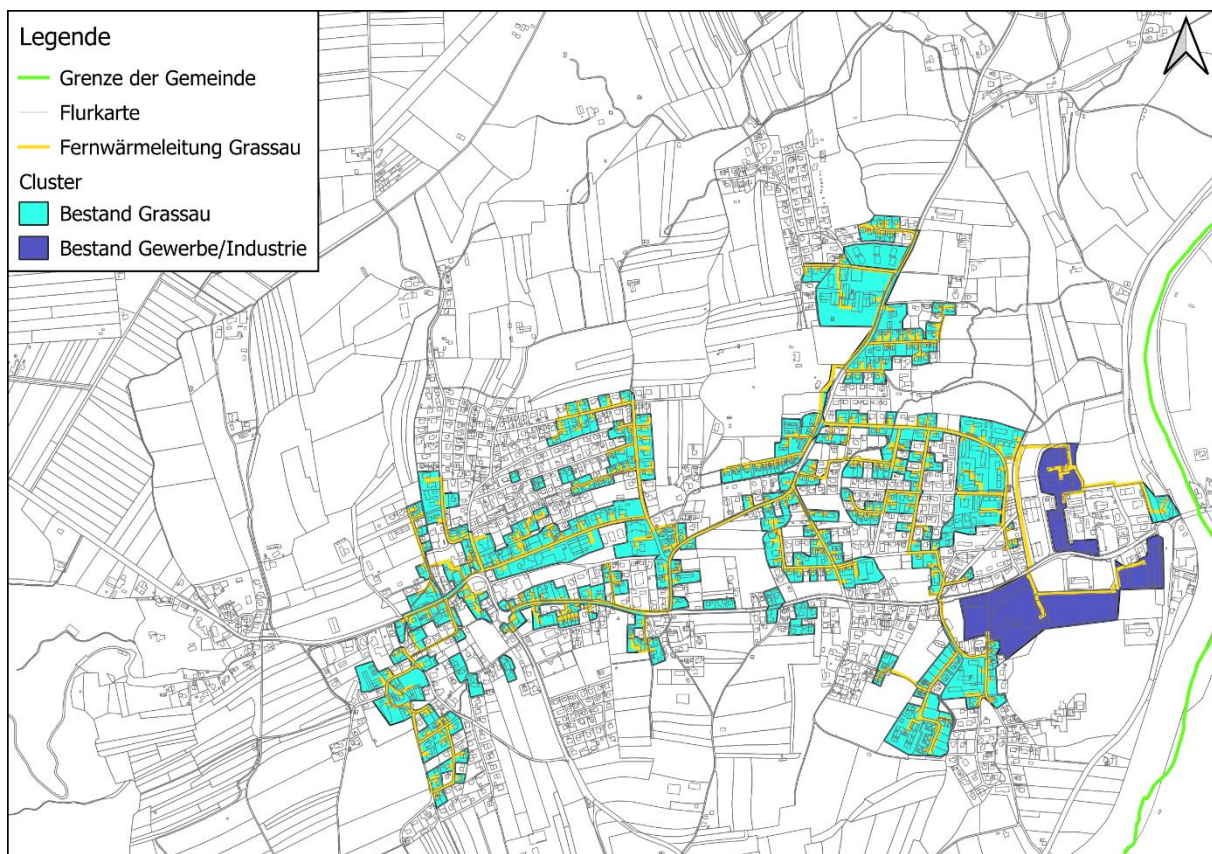


Abbildung 45: Cluster Bestand Fernwärmenetz Grassau

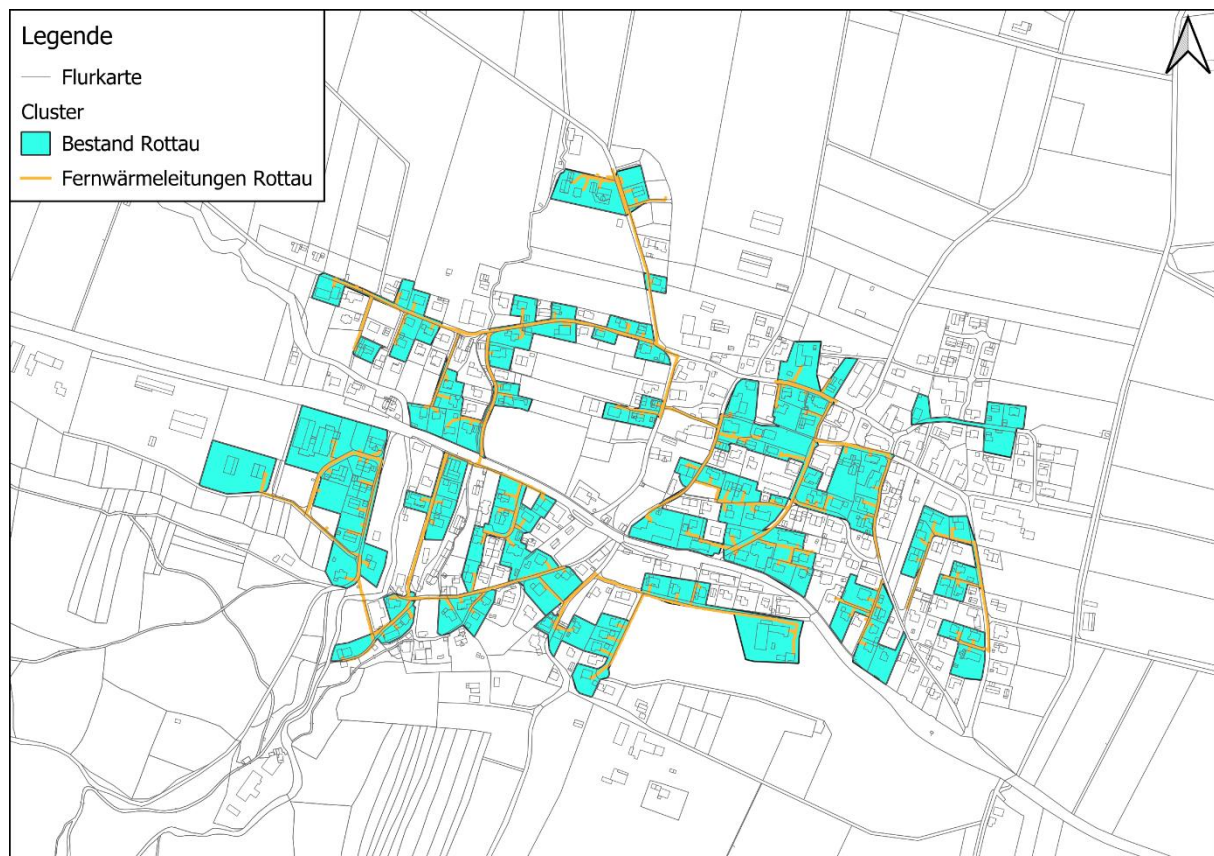


Abbildung 46: Cluster Bestand Fernwärmenetz Rottau

Im Gemeindegebiet Grassau besteht aufgrund der bereits vorhandenen Fernwärmenetze (vgl. Absatz 2.4) eine sehr gute Eignung für den weiteren Ausbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Die bestehende Infrastruktur bietet dabei sowohl technische als auch organisatorische Vorteile, die eine wirtschaftliche und effiziente Erweiterung ermöglichen. Zudem können die bisherigen Betriebserfahrungen gezielt genutzt werden, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und zusätzliche Anschlussnehmer einzubinden. Für das bestehende Wärmenetz in Grassau soll ein Transformationsplan gemäß BEW ausgearbeitet werden (vgl. Maßnahme M1), im Rahmen dessen der weitere Ausbau sowie die Integration erneuerbarer Energien weiter untersucht und sukzessive vorangetrieben wird.

Die Untersuchung zeigt, dass Grassau mit seinen bestehenden Fernwärmenetzen über eine besonders solide Grundlage für die zukünftige Wärmeversorgung verfügt. Der Ausbau des Netzes stellt nicht nur eine ökonomisch tragfähige Option dar, sondern unterstützt zugleich die strategische Zielsetzung, die Wärmeversorgung langfristig nachhaltig und klimaneutral auszurichten. Die Cluster Fernwärmebestand Grassau und Fernwärmebestand Rottau bilden die Grundlage für das weitere Vorgehen.

5.3.2 Fernwärmenachverdichtung

Zur Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetz steht die kontinuierliche Nachverdichtung entlang bereits bestehender Versorgungsachsen im Fokus. Als potenzielle Nachverdichtungscluster und somit Fokusgebiete im Sinne der kommunalen Wärmeplanung wurden deshalb alle Liegenschaften in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz ausgewiesen.

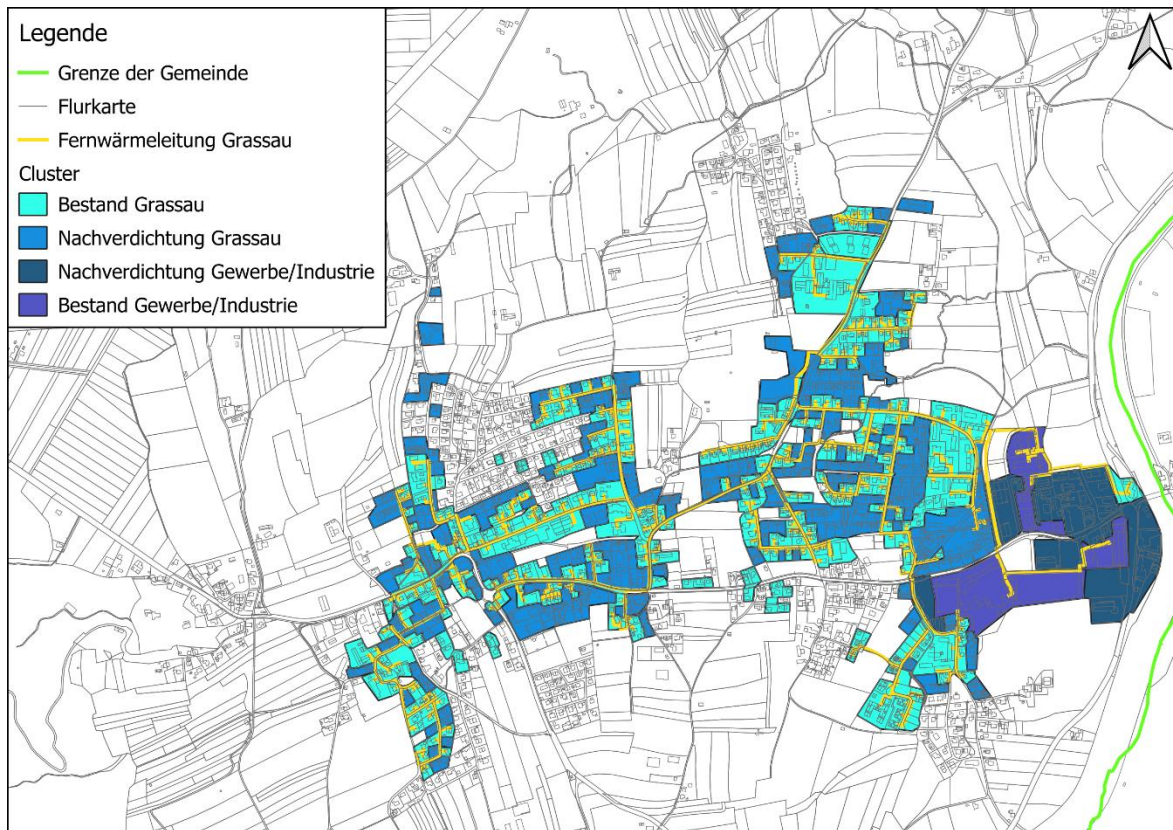


Abbildung 47: Cluster Nachverdichtung Fernwärmenetz Grassau

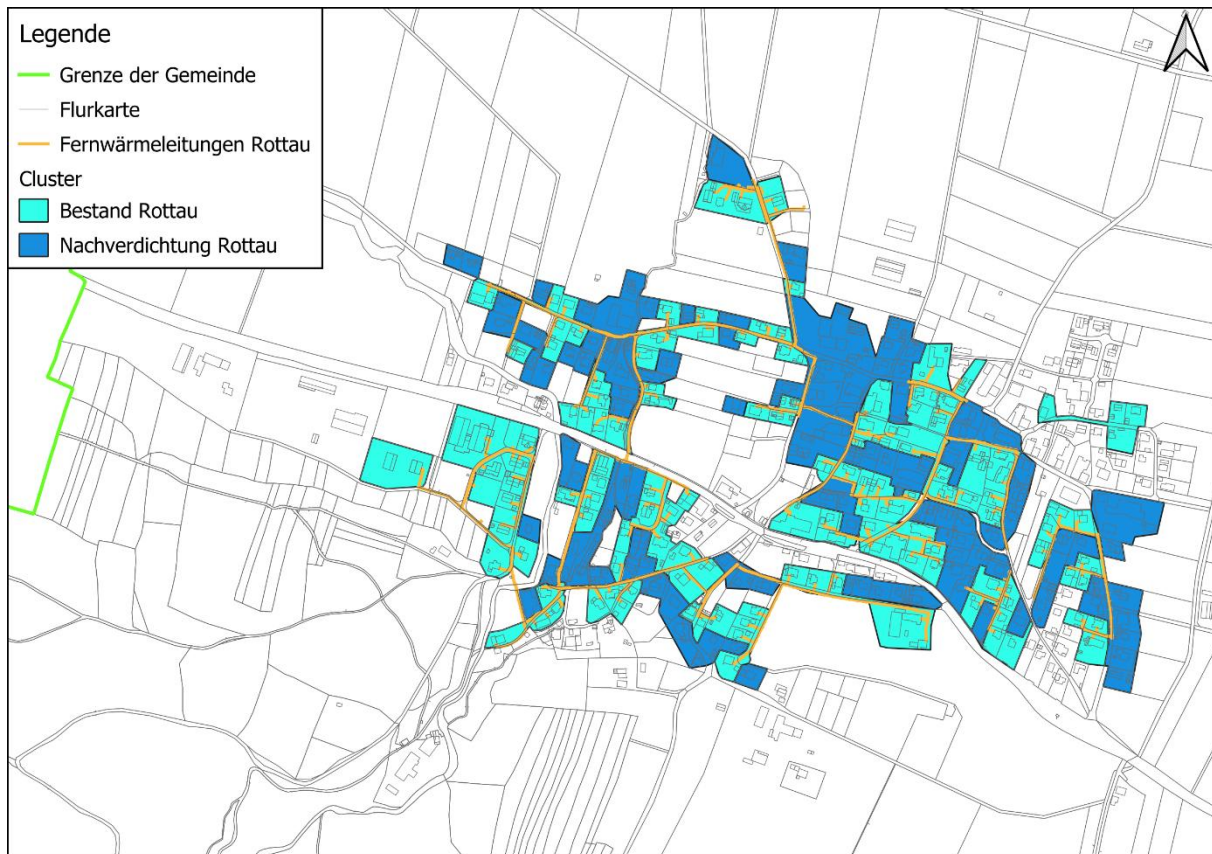


Abbildung 48: Cluster Nachverdichtung Fernwärmenetz Rottau

Durch die Nachverdichtung bestehender Versorgungsgebiete kann die Wärmebelegungsichte (Wärmebedarf je Meter Fernwärmetrasse) erhöht und damit die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes optimiert werden.

Da die Hauptversorgungsstrasse bereits im Ortskern in den meisten Straßenzügen verlegt ist, reduziert sich der bauliche Aufwand für die Herstellung einzelner Hausanschlüsse. Dies ermöglicht eine kosteneffiziente und schnelle Erweiterung des Netzes, ohne umfangreiche Tiefbauarbeiten in den Hauptstraßen durchführen zu müssen. Für die Anschlussnehmer und sonstige umliegende Anlieger bedeutet das eine geringere Belastung durch Baustellen und eine zügige Inbetriebnahme der Fernwärmeversorgung.

Der gezielte Ausbau des Fernwärmenetzes in Grassau eröffnet neue Potenziale für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung, insbesondere in bislang nicht erschlossenen Ortsteilen. Durch die frühzeitige Abstimmung mit geplanten Straßenbau- und Infrastrukturmaßnahmen können neue Fernwärmetrassen unter Nutzung verschiedener Synergieeffekte verlegt werden. Diese Synergien reduzieren nicht nur die Baukosten, sondern auch die Belastung für Anwohner und den öffentlichen Raum. So lässt sich die Netzstruktur sinnvoll erweitern.

Durch den Ersatz fossiler Einzelheizungen wird zudem ein bedeutender Beitrag zur Dekarbonisierung geleistet und die Versorgungssicherheit erhöht.

5.3.3 Prüfgebiete für Wärmenetze

Hierbei handelt es sich um Cluster, welche Prüfgebiete für den weiteren Fernwärmenetzausbau darstellen. Diese Gebiete können in der weiteren Ausbauplanung auf einen technisch machbaren und wirtschaftlich sinnvollen Anschluss an das Fernwärmenetz untersucht werden und stellen somit zusätzliche Fokusgebiete dar. Im nachfolgenden wird die Analyse und Festlegung der Prüfgebiete näher erläutert.

Räumliche Abgrenzung der Prüfgebiete

Im ersten Schritt wurden Gebiete festgelegt, für die ein Anschluss an das Wärmenetz aufgrund der räumlichen Distanz nicht primär naheliegt. Zur Untersuchung auf ihre Eignung für die Versorgung über ein Wärmenetz wurden im ersten Schritt insgesamt 23 Gebiete definiert (siehe Abbildung 49).

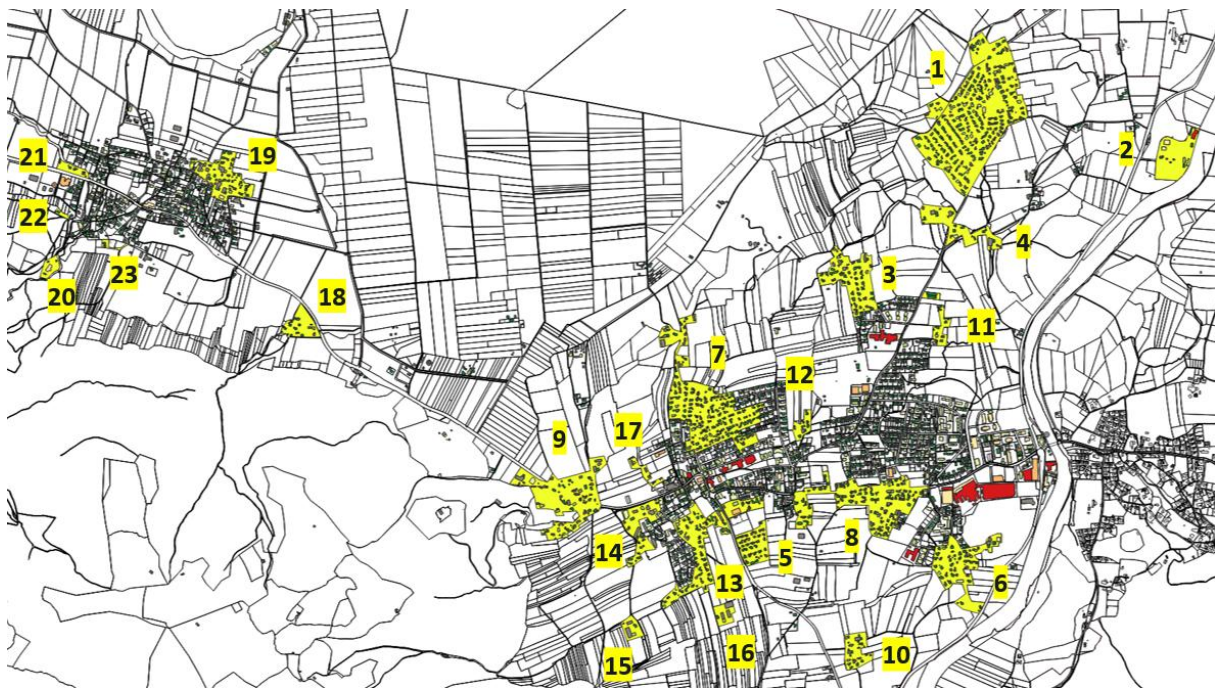


Abbildung 49: Erste Einteilung Prüfgebiete

Ermittlung der Wärmebelegungsichte

Für eine realitätsnahe Analyse der Gebiete hinsichtlich ihrer Eignung für die Versorgung über ein Fernwärmenetz wurde die Wärmebelegungsichte für jedes Gebiet einzeln berechnet. Dafür wurde der Wärmebedarf der Gebiete mit der Länge eines fiktiven Wärmenetzes ins Verhältnis gesetzt.

Zur konkreten Einordnung der Wärmebelegungsichte wurde die Kategorisierung der Wärmelinienichte gemäß Tabelle 4 aus dem offiziellen Leitfaden für die kommunale Wärmeplanung herangezogen, da es sich bei der Wärmebelegungsichte im Wesentlichen um die durchschnittliche Wärmelinienichte innerhalb eines Clusters handelt. Für eine übersichtliche optische Einordnung wurden die relevanten Kategorien farblich kodiert. Diese Farbkodierung findet sich in Tabelle 5 zur Einordnung der einzelnen Gebiete anhand ihrer Wärmebelegungsichte wieder.

Gebiete mit einem Wert von unter $0,7 \text{ MWh/m}^a$ sind rot gekennzeichnet. Diese weisen kein technisches Potenzial für ein Wärmenetz auf und sind somit als dezentrale Versorgungsgebiete einzustufen.

In Gelb sind jene Prüfgebiete eingefärbt, die mit einem Wert zwischen 0,7 und 1,5 MWh/m*a zwar ein geringes Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung aufweisen, jedoch im Rahmen einer detaillierteren Betrachtung analysiert werden sollten.

Gebiete mit einem Wert über 2 MWh/m*a sind grün eingefärbt und weisen grundsätzlich ein hohes Potenzial für ein Wärmenetz auf. In diese Kategorie fällt lediglich das Prüfgebiet mit der Nummer 2. Mit Blick auf die Übersichtskarte in Abbildung 49 ist jedoch erkennbar, dass es sich um das Gebiet rund um die Kläranlage östlich des Gemeindeteils Mietenkam handelt. Dieses Gebiet ist aktuell nicht im direkten räumlichen Zusammenhang mit dem Fernwärmenetz zu sehen. Eine Betrachtung der Erweiterung der Fernwärme bis nach Mietenkam sowie das Abwärmepotenzial aus dem Auslauf der Kläranlage könnte die Kläranlage jedoch zu einem Teil des Gesamtfernwärmeconzeptes werden lassen.

Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinien-dichte [Leitfaden]

Tabelle 12: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte. Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019)

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

Tabelle 5: Ermittlung der Wärmebelegungs-dichte der Prüfgebiete

Cluster	Wärmebelegungs-dichte in MWh/m*a
1	1,1
2	2,1
3	1,0
4	0,8
5	0,7
6	1,2
7	1,0
8	0,9
9	0,7
10	1,1
11	0,6
12	0,6
13	1,1
14	0,9
15	0,3

Cluster	Wärmebelegungs-dichte in MWh/m*a
16	0,4
17	0,2
18	0,8
19	0,9
20	1,0
21	0,3
22	0,2
23	0,1

Finale Definition von Fokusgebieten/Prüfgebieten

Gebiete mit einem Wert über 0,7 MWh/m*a in denen das Potenzial für ein Wärmenetz besteht, werden im letzten Schritt Teil des Clusters Prüfgebiete und neu nummeriert. In Abbildung 50 und Abbildung 51 erkennt man in gelb die einzelnen *Prüfgebiete Fernwärmenetz Ausweitung*. Da das Gebiet G8 zwar grundsätzlich eine gute Wärmebelegungsichte aufweist, jedoch räumlich weit vom bestehenden Wärmenetz und den bekannten Ausbauplänen entfernt liegt, wurde dieses Gebiet als Cluster *Prüfgebiet quartiersnahe Wärmeversorgung* definiert und grün gekennzeichnet. Hier könnte sich ggf. ein Inselnetz aus Bürgerhand entwickeln. Eine Anbindung an das bestehende Wärmenetz erscheint aktuell unrealistisch.

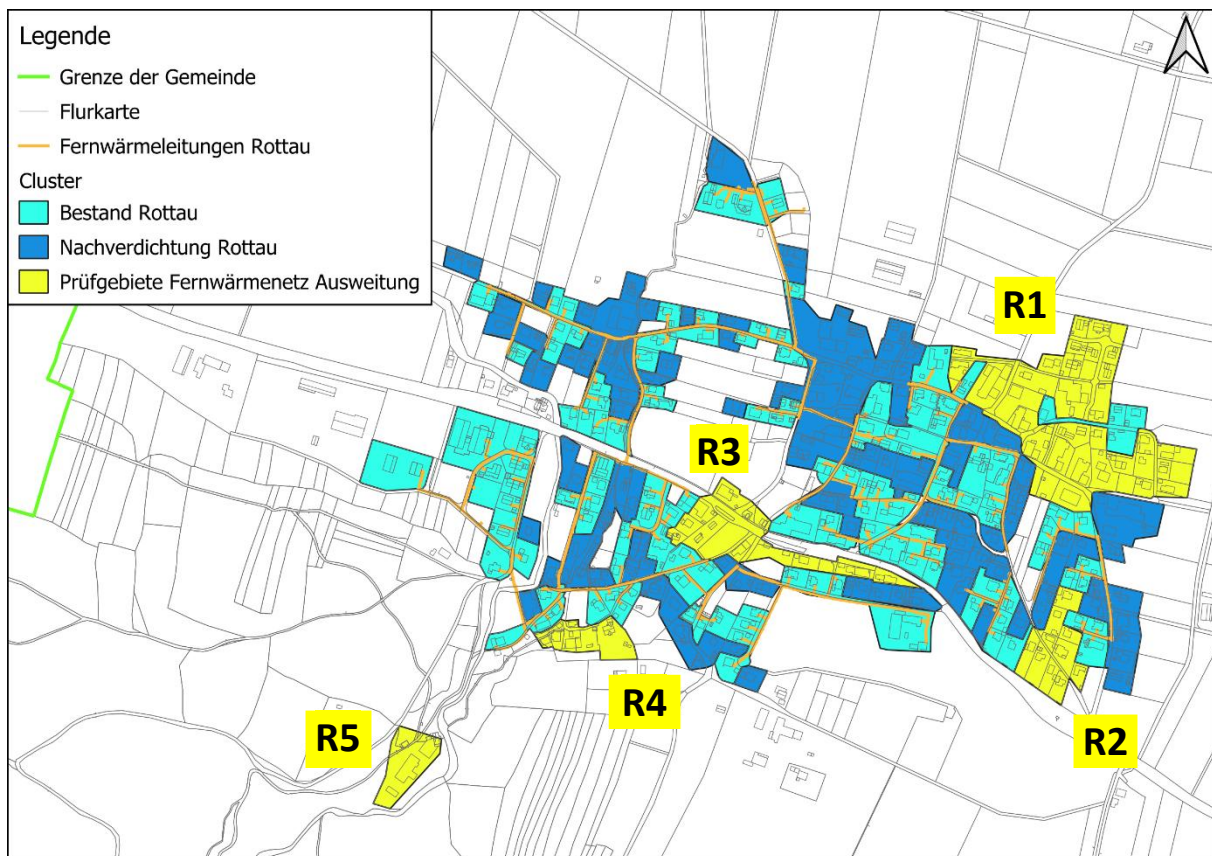


Abbildung 50: Cluster Prüfgebiete Rottau

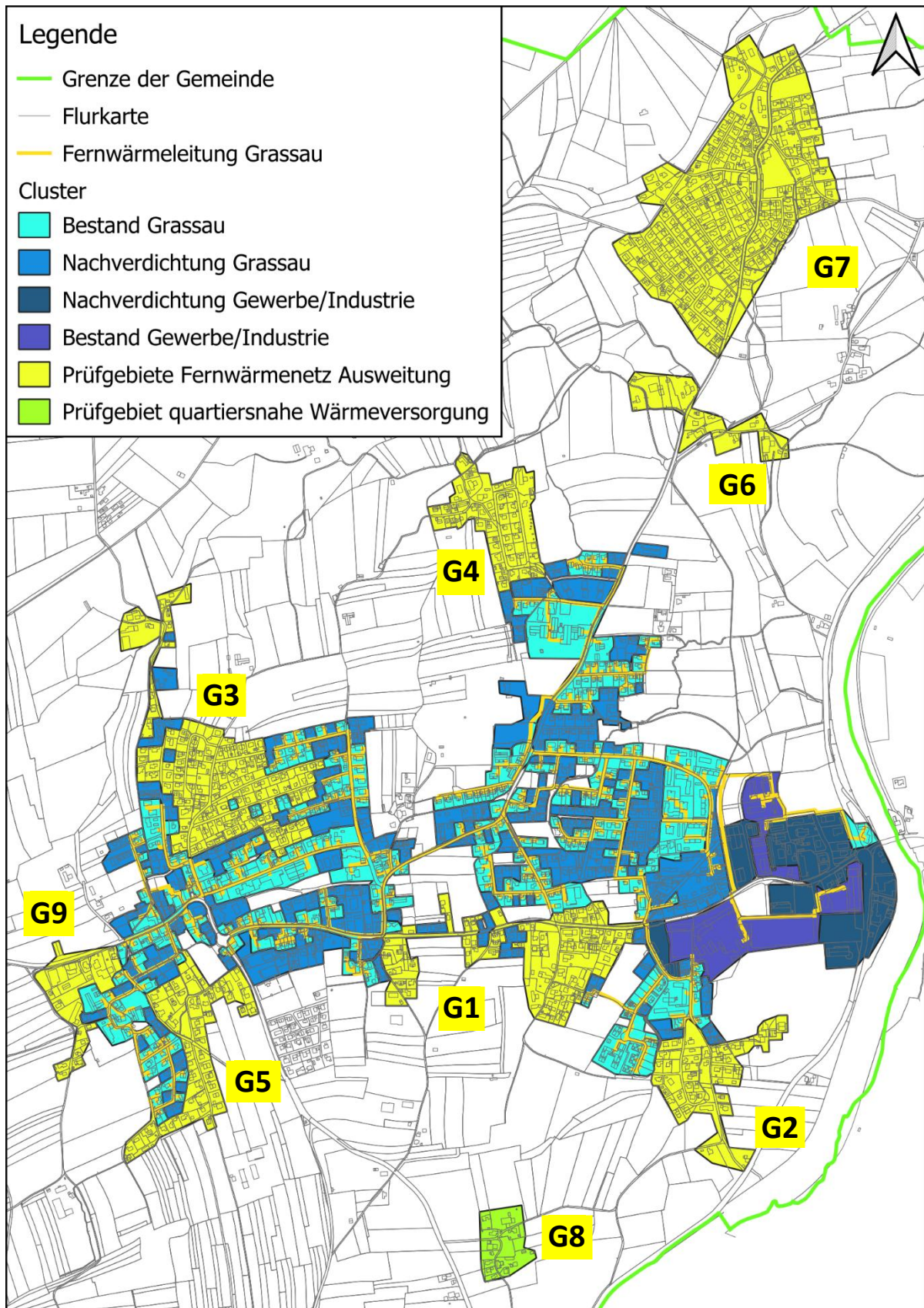


Abbildung 51: Cluster Prüfgebiete Grassau

5.3.4 Dezentrale Wärmeversorgung

In diese Kategorie fallen Gebiete, die aufgrund ihrer großen Entfernung zum bestehenden Fernwärmenetz oder ihrer geringen Wärmedichte derzeit nicht in die zentrale Wärmenetzplanung einbezogen werden. Für diese Areale steht eine dezentrale Wärmeversorgung auf Basis individueller Wärmeerzeugungslösungen – etwa mittels Wärmepumpen (z. B. Grundwasser- oder Erdwärmekollektoren) – im Vordergrund. Diese Clusterkategorie umfasst auch alle Gebiete, die in größerer räumlicher Distanz zum bestehenden zentralen Wärmeversorgungssystemen liegen und keine ausreichend hohe Wärmebelegungsdichte aufweisen, um eine Untersuchung für eine quartiersnahe Wärmeversorgung zu begründen.

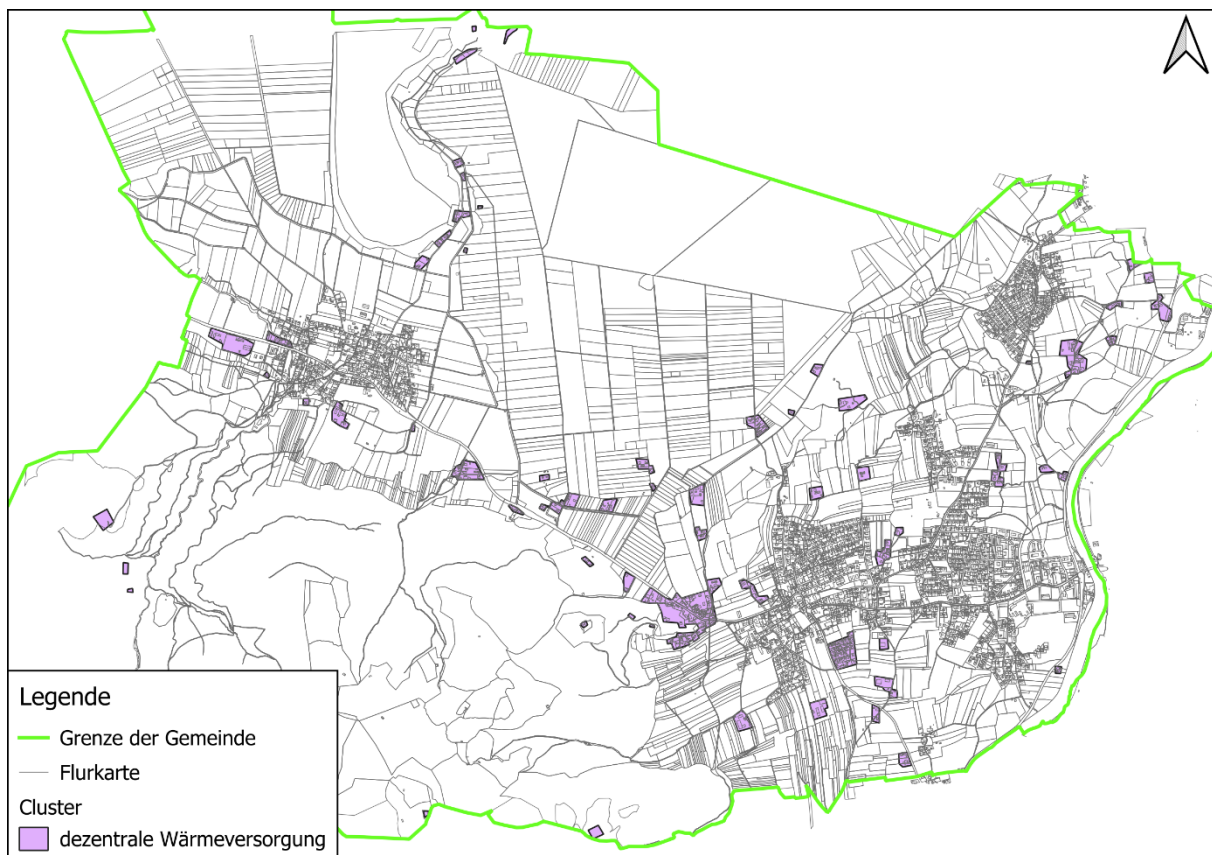


Abbildung 52: Cluster dezentrale Versorgung

Im Rahmen der Wärmewende gewinnt die dezentrale Wärmeversorgung zunehmend an Bedeutung. Sie betrifft jene Gebäude, die auf Basis aktueller Erkenntnisse nicht mit dem Anschluss an ein Fernwärmenetz rechnen können. Durch die Integration verschiedener erneuerbaren Energietechnologien kann ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klimaziele in der dezentralen Wärmeerzeugung geleistet werden.

Ein wesentliches Element der dezentralen Wärmeversorgung stellen Wärmepumpensysteme dar, die Umweltwärme nutzen.

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist aufgrund ihrer flexiblen Einsatzmöglichkeiten besonders attraktiv, da die Wärmequelle (Umgebungsluft) überall verfügbar ist und einen geringen Platzbedarf aufweist. Mit steigendem Temperaturhub bei hohen Vorlauftemperaturen (z.B. im Altbau) gepaart mit niedrigen

Außentemperaturen im Winter sinkt jedoch die Effizienz erheblich. In Kombination mit erneuerbarem Strom bietet sie dennoch grundsätzlich eine klimafreundliche und für viele Gebäude praktikable Lösung.

Alternativ können Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren die im Erdreich gespeicherte Wärme als Quelle für eine Wärmepumpe nutzbar machen. Erdwärmesonden erfordern wenig Platz und bieten lange Lebensdauer, sind jedoch genehmigungspflichtig und aufgrund der Bohrungen mit höheren Investitionskosten verbunden. Zudem muss die spezifische Entzugsleistung sorgfältig berechnet werden, um eine zuverlässige Nutzung zu ermöglichen. Erdwärmekollektoren hingegen benötigen eine größere Fläche, werden in geringerer Tiefe horizontal im Garten verlegt und sind technisch einfacher umzusetzen. Ihre Wirtschaftlichkeit hängt jedoch stark von der verfügbaren Fläche und einer sorgfältigen Auslegung ab.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von Umweltwärme bietet die Grundwasserwärmepumpe. Sie zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus und ist vor allem dort sinnvoll, wo die hydrologischen Bedingungen geeignet sind. In höheren Lagen ist der Einsatz oft eingeschränkt, und vor der Realisierung sind Probebohrungen sowie eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Fachbehörde erforderlich. Auch die Schüttleistungen und der Grundwasserspiegel müssen sorgfältig geprüft werden, um einen nachhaltigen Betrieb sicherzustellen.

Im Kontext mit dem Einsatz von Wärmepumpen gilt es immer auch die Erzeugung des benötigten Stroms zu betrachten. Ein zentraler Bestandteil einer dezentralen Energieversorgung mit Wärmepumpen ist daher die Photovoltaik (PV). Aufgrund der hohen Globalstrahlung und Sonnenscheindauer von rund 1.700 Stunden im Jahr, laut Energieatlas, bietet Grassau ein großes Potenzial für PV-Anlagen auf Dächern. Dies erhöht den Autarkiegrad des Gesamtsystems und eignen sich ideal, um den Betrieb von Wärmepumpen mit erneuerbarem Strom zu unterstützen bzw. zu betreiben. Zudem kann durch eine direkte Nutzung des erzeugten Stroms vor Ort das öffentliche Stromnetz entlastet werden. Für die großflächige Installation von Freiflächenanlagen gilt es die Flächenverfügbarkeit zu prüfen.

Insgesamt zeigt sich, dass dieser Technologien eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung der Wärmeversorgung ermöglicht. Eben auch für private Haushalte die dezentral versorgt werden müssen. Durch die Nutzung lokal verfügbarer erneuerbaren Energiequellen- Sonne, Luft, Erde, Wasser- kann in Grassau die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern noch stärker reduziert werden. Die dezentrale Wärmeversorgung stellt somit einen zentralen Schritt einer zukunftsfähigen, resilienten und klimaneutralen kommunalen Energieinfrastruktur dar.

Eine ergänzende tabellarische Gegenüberstellung verschiedener Heizsysteme ist Anlage A7 zu entnehmen.

5.3.5 Quartiersnahe Wärmeversorgung

Für dieses Gebiet ergibt sich eine Wärmebelegungsdichte von 2,1 MWh/m²a und somit ein hohes Potenzial für ein Wärmenetz gemäß der Analyse in Absatz 5.3.3. Wie bereits beschrieben handelt es sich hier um das Gebiet rund um die Kläranlage östlich des Gemeindeteils Mietenkam. Dieses Gebiet ist aktuell nicht im direkten räumlichen Zusammenhang mit dem Fernwärmenetz zu sehen. Eine Betrachtung der Erweiterung der Fernwärme bis nach Mietenkam sowie das Abwärmepotenzial aus dem Auslauf der Kläranlage könnte die Kläranlage jedoch zu einem Teil des Gesamtfernwärmenetzkonzeptes werden lassen. Mit dem Ausdruck „quartiersnahe Wärmeversorgung“ ist

hier gemeint, dass sich die Betrachtung eines Inselnetzes rund um die Kläranlage aufgrund der Wärmebelegungsdichte sowie aufgrund der Nähe zum Prüfgebiet Mietenkam anbieten würde.

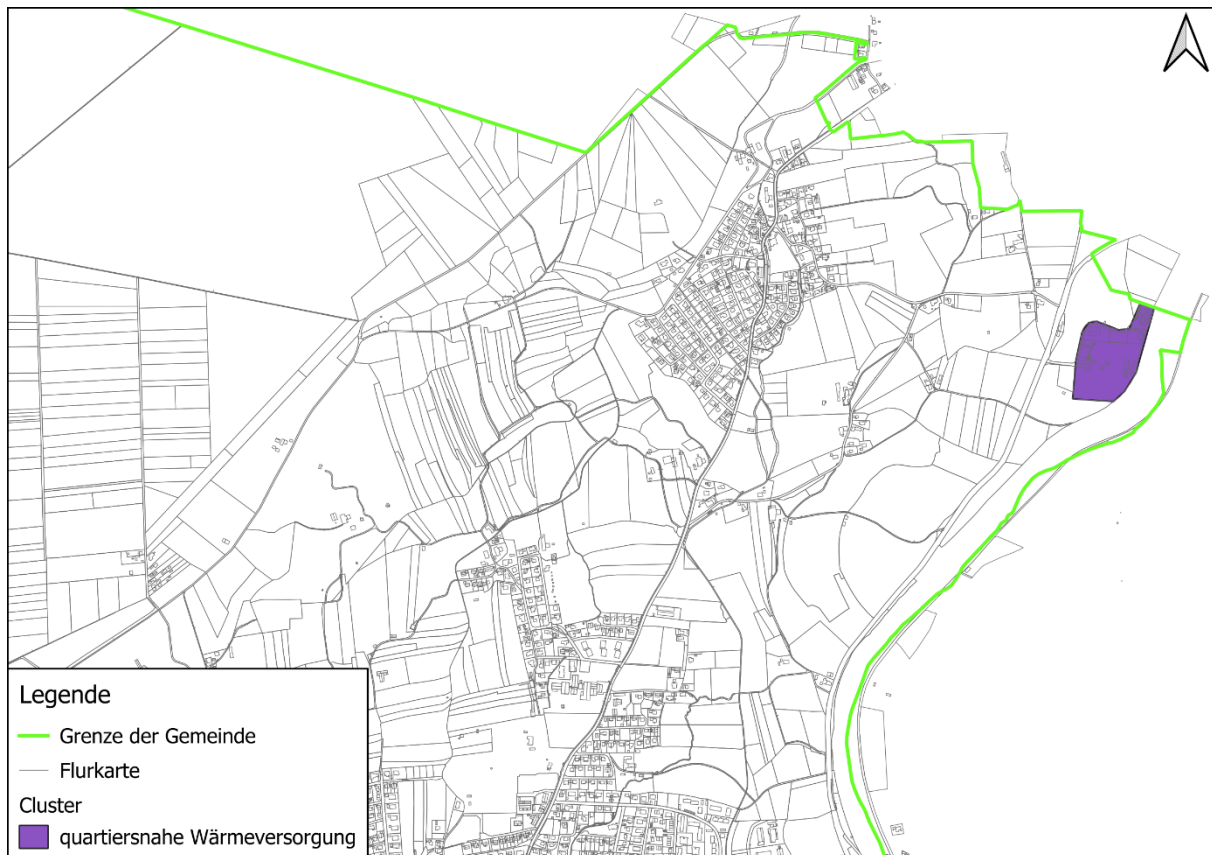


Abbildung 53: Cluster quartiersnahe Wärmeversorgung

5.3.6 Überblick Wärmenetzeignung

Zur konkreten Einschätzung der Clustergebiete hinsichtlich ihrer Eignung für Wärmenetze wurde sich vorrangig auf die Ermittlung der Wärmebelegungsdichte gestützt, die das Verhältnis von Wärmebedarf zur Trassenlänge eines (fiktiven) Fernwärmenetz ausdrückt. Je höher diese Größe, desto vielversprechender ist die Versorgung der Gebietes im Rahmen eines zentralen Wärmenetzes. Bei dem Wärmebedarf des Clusters „Bestand Fernwärme“ traten leichte Abweichungen zwischen den Realdaten der Fernwärmenetzversorger und den Daten des Kurzgutachtens auf. Diese Abweichungen sind auf die Diskrepanz zwischen den statistische Annahmen im Kurzgutachten und den realen Verbrauchsdaten des Fernwärmenetzes zurückzuführen und müssen bei weiteren Betrachtungen zur Entwicklung des Wärmenetzes berücksichtigt werden.

Im folgenden sind die Wärmebelegungsdichten der Cluster tabellarisch dargestellt. Dabei sind jene Werte, die auf den Realdaten der Gemeinde Grassau basieren, gelb markiert, um die Übersicht zu wahren und den Vergleich zu ermöglichen.

Tabelle 6: Ermittlung der Wärmebelegungsichte der finalen Cluster

Cluster	(fiktive) Netzlänge in km	Gesamtwärmedarf in GWh/a	Wärmebelegungsichte in MWh/m*a
Bestand Fernwärme Grassau (mit Gewerbegebiet)	22,3	25,3 20,7	1,1 0,8
Nachverdichtung Fernwärme Grassau	2,7	11,7	4,3
Nachverdichtung Gewerbegebiet	0,8	3,2	4,0
Bestand Fernwärme Rottau	4,7	3,6	0,8
Nachverdichtung Fernwärme Rottau	0,7	3,5	5,2
quartiersnahe Wärmeversorgung	0,5	0,9	2,1
dezentrale Wärmeversorgung	-	5,0	-
Prüfgebiet G1	2	1,6	0,9
Prüfgebiet G2	1	1,2	1,2
Prüfgebiet G3	2,6	2,3	0,9
Prüfgebiet G4	1	0,9	1,0
Prüfgebiet G5	1,1	1,2	1,2
Prüfgebiet G6	0,4	0,3	0,7
Prüfgebiet G7	4,5	5,0	1,1
Prüfgebiet G8	0,2	0,3	1,1
Prüfgebiet G9	0,6	0,5	0,9
Prüfgebiet R1	0,9	0,7	0,8
Prüfgebiet R2	0,2	0,2	0,9
Prüfgebiet R3	0,4	0,3	0,8
Prüfgebiet R4	0,2	0,2	1,0
Prüfgebiet R5	0,2	0,2	1,0

Zur konkreten Einordnung der Wärmebelegungsichte wurde wie bereits in Absatz 5.3.3 die Tabelle für die Wärmelinienichte aus dem offiziellen Leitfaden zur Wärmeplanung herangezogen, da es sich dabei im Wesentlichen um die durchschnittliche Wärmelinienichte in einem Cluster handelt.

Tabelle 7: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienichte [Leitfaden]

Tabelle 12: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinienichte. Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019)

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

5.4 Clustersteckbriefe

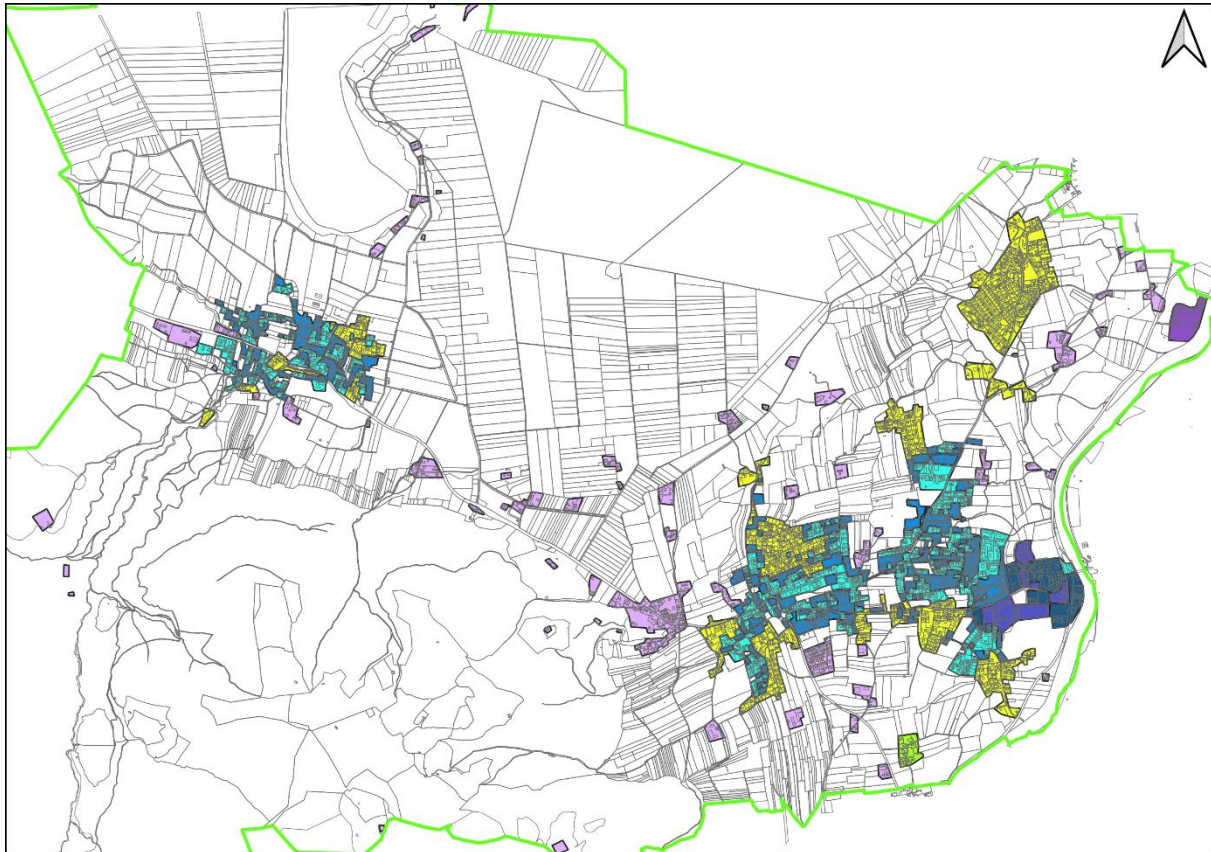


Abbildung 54: Übersicht Cluster

Für jedes Cluster wurde ein Clustersteckbrief erstellt, welcher die wichtigsten Informationen zusammengefasst. Nachfolgend werden die Inhalte der Cluster-Steckbriefe kurz erläutert.

Sämtliche Clustersteckbriefe sind in Anlage A6 einzusehen.

Gebäudestruktur: Darstellung der im Cluster vorherrschenden Gebäudestruktur in Bezug auf die Nutzung der Gebäude

Wärmedichte und Wärmeliniedichte: Kennwerte zur ersten groben Einschätzung des Clusters, vor allem hinsichtlich einer möglichen leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Diese muss im weiteren Planungsverlauf detaillierter betrachtet und bewertet werden.

Gebäudeklassen: Aufteilung der Kennwerte Anzahl, beheizte Fläche, geschätzte Heizlast, geschätzter Wärmebedarf auf die Gebäudeklassen Wohngebäude, öffentliche Gebäude, Gewerbegebäude

Wärmebedarf: Aufsummierung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude

Kennzahlen: Wärmebedarf bezogen auf die beheizte Fläche der Gebäude

Vorhandene dezentrale Potenziale: Aufstellung der im Cluster nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien: Biomasse, Wärmepumpen Solarthermie

Maßnahmen: Zuordnung der für die Cluster zutreffenden Maßnahmen

5.5 Vollkostenrechnung Wärmeversorgungssysteme

Im Kontext der dezentralen Wärmeversorgungssysteme wurde ein Vollkostenvergleich für ein beispielhaftes Einfamilienhaus im Bestand durchgeführt, unter Berücksichtigung der typischen Nutzungsdauern, aktuellen Brennstoff- und Strompreisen sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten.

Der Kostenvergleich in Abbildung 55 zeigt verschiedene Heizsysteme eines typischen Einfamilienhauses im Gebäudebestand (Wärmebedarf: 27.000 kWh/a und Leistungsbedarf 15 kW) und dient als Orientierung für einen Heizungstausch. Neben dem Fernwärmetarif für des Wärmenetz in Grassau und Rottau sind auch andere Systeme wie eine dezentrale Pelletheizung oder Wärmepumpen dargestellt. Grundlage für die Berechnung der Kapitalkosten und der laufenden Kosten sind aktuelle Angebote, Förderungen und gesetzliche Preisvorgaben für Haushalts- und Wärmepumpenstrom. Zukünftige Preisschwankungen und gesetzliche Maßnahmen können zu einer nicht unerheblichen Veränderung der Jahresgesamtkosten führen.

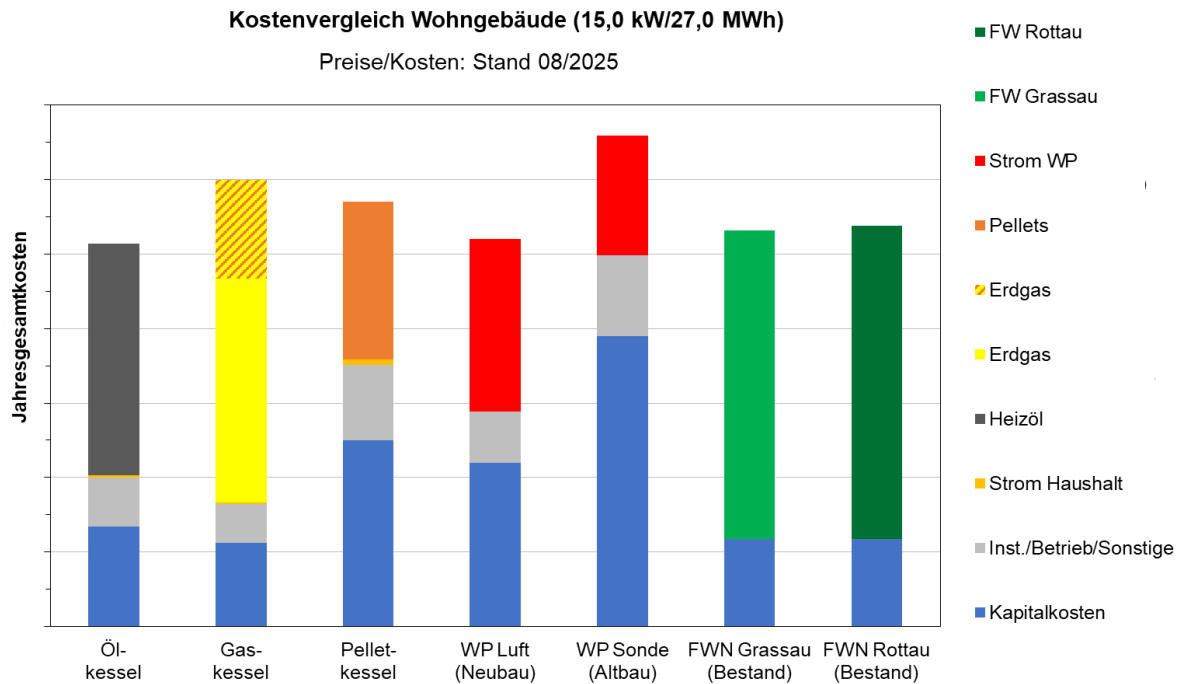


Abbildung 55: Kostenvergleich Einfamilienhaus

Der Jahresgesamtkostenvergleich wurde für ein typisches Einfamilienhaus berechnet. Hierfür wurde für jeden Wärmeerzeuger ein Jahresnutzungsgrad hinterlegt, um die nötige Menge an Energieträgern zu bestimmen. Die Investitionskosten der einzelnen Wärmeerzeuger wurden aus aktuellen Angeboten ermittelt und auf die kalkulatorische Nutzungsdauer umgerechnet. Zudem wurden betriebsgebundene und sonstige Kosten für Kaminkehrer, Wartung, Reinigung, CO₂ – Steuer, Hilfsenergie sowie für Versicherung und Verwaltung miteinbezogen.

Hinsichtlich der Wärmepumpen wurde die Luft-Wärmepumpe hier lediglich für ein Neubau-Gebäude betrachtet, da dieses System aufgrund der geringen Quelltemperaturen in der Heizsaison bei Bestandsgebäuden mit hohen Vorlauftemperaturen nur sehr geringe Effizienzen erreicht.

Erdwärmesonden sind besonders gut für bestehende/ältere Gebäude mit höheren Vorlauftemperaturen aufgrund der konstanten Quelltemperatur geeignet.

Fernwärme ist ebenfalls besonders für bestehende/ältere Gebäude interessant.

Mehr zu den Eigenschaften der verschiedenen Heizsysteme ist in Anlage A7 nachzulesen.

6 Strategie und Maßnahmenkatalog

Für jedes Cluster erfolgt auf Grundlage örtlicher Gegebenheiten, bestehender Infrastrukturen, sowie den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse die Zuordnung von Strategien und Maßnahmen bzw. konkrete Umsetzungspläne zur Erreichung der Energie- und THG-Minderungs-Ziele. Diese sind nachfolgend für jedes Cluster beschrieben. In Anlage A9 sind die Maßnahmen in zusammengefasster Form als Maßnahmensteckriefe nachzulesen.

6.1 M1: BEW – Transformationsplan für das bestehende Wärmenetz

Betroffene Cluster:

- Fernwärmebestand Grassau (inklusive Gewerbe/Industrie)
- Nachverdichtung Fernwärme Grassau (inklusive Gewerbe/Industrie)
- Prüfgebiete Fernwärmenetz Ausweitung Grassau

Für die Erreichung der kommunalen Klimaziele und der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 ist die Transformation des bestehenden Fernwärmenetzes ein zentraler Baustein.

Hierzu soll ein Transformationsplan gemäß Modul 1 der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erstellt werden. Gefördert wird die Erstellung durch das Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Antragsteller ist die Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR.

Ziel der Maßnahme ist die Weiterentwicklung und langfristige Dekarbonisierung des bestehenden Fernwärmesystems im Kernort Grassau. Dazu gehören die Nachverdichtung bestehender Versorgungsgebiete zur Erhöhung der Wärmebelegungsdichte und damit der Wirtschaftlichkeit sowie der gezielte Ausbau. Darüber hinaus sollen auch einige der in der Wärmeplanung ausgewiesenen Prüfgebiete hinsichtlich einer möglichen zukünftigen Anbindung an das Fernwärmenetz untersucht werden.

Ein weiterer Bestandteil des Transformationsplans ist die Analyse von Leistungsreserven sowohl in der Anlagentechnik als auch im Fernwärmenetz.

Dies Betrachtungen umfassen unter anderem den Ersatz fossiler Wärmeerzeuger durch regenerative Erzeugertechnologien, die Reduzierung des Biomasseanteils sowie die Prüfung weiterer regenerativer Wärmequellen wie Flussthermie.

Die Maßnahme hat hohe Priorität, da sie den strukturellen Wandel der Wärmeversorgung im Bestand maßgeblich vorantreibt. Ziel ist eine schrittweise Umgestaltung des Wärmenetzes hin zu einem treibhausgasneutralen System.

Hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs liegt der Bewilligungsbescheid bereits vor. Die Bearbeitungszeit für einen Transformationsplan beträgt gemäß BEW ein bis maximal zwei Jahre.

Die Zuständigkeit liegt hier bei der Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR.

6.2 M2: BEW – Ausbau Fernwärmenetz und Dekarbonisierung Wärmeerzeugungsanlagen

Betroffene Cluster:

- Fernwärmebestand Grassau (inklusive Gewerbe/Industrie)
- Nachverdichtung Fernwärme Grassau (inklusive Gewerbe/Industrie)
- Prüfgebiete Fernwärmenetz Ausweitung Grassau

Basierend auf dem BEW-Transformationsplan aus Maßnahme M1 soll der Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes kontinuierlich im Rahmen des Modul 2 der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze fortgeführt werden.

Besonderes Augenmerk gilt dabei der Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes in Grassau. Da die Hauptversorgungsstrasse bereits im Ortskern in den meisten Straßenzügen vorhanden ist, reduziert sich der bauliche Aufwand auf die Herstellung einzelner Hausanschlüsse. Dies ermöglicht eine kosteneffiziente und schnelle Erweiterung des Netzes, ohne dass umfangreiche Tiefbauarbeiten in den Hauptstraßen notwendig sind. Für die angeschlossenen Haushalte bedeutet das eine geringere Belastung durch Baustellen und eine zügige Inbetriebnahme der Fernwärmeversorgung.

Der gezielte Ausbau des Fernwärmenetzes in Grassau eröffnet neue Potenziale für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung, insbesondere in bislang nicht erschlossenen Ortsteilen. Durch die frühzeitige Abstimmung mit geplanten Straßenbau- und Infrastrukturmaßnahmen können neue Fernwärmetrassen unter Nutzung verschiedener Synergieeffekte verlegt werden. Diese Synergien reduzieren nicht nur die Baukosten, sondern auch die Belastung für Anwohner und den öffentlichen Raum. Der Ausbau kann dabei bis zu den topografisch geeigneten Bereichen erfolgen – etwa bis zu den Höhenlagen, ab denen die technische und wirtschaftliche Versorgung schwieriger wird. So lässt sich die Netzstruktur sinnvoll erweitern.

Durch den Ersatz fossiler Einzelheizungen wird zudem ein bedeutender Beitrag zur Dekarbonisierung geleistet und die Versorgungssicherheit gestärkt.

In Summe stellt die Kombination aus Nachverdichtung und strategischem Ausbau einen zentralen Baustein für eine klimafreundliche, wirtschaftlich tragfähige und zukunftssichere Wärmeinfrastruktur in Grassau dar.

Hinsichtlich der Wärmeerzeugungsanlagen werden, die im Transformationsplan identifizierten Optimierungs- und Transformationspotentiale weiter konkretisiert, geplant und in die Tat umgesetzt. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die angestrebte Reduzierung des Biomasseanteils und gleichzeitig die Konkretisierung der anderer erneuerbarer Wärmequellen.

Diese Maßnahme hat im Kontext mit der angestrebten Transformation des Fernwärmenetzes hin zur Treibhausgasneutralität hohe Priorität und folgt direkt der Maßnahme M1.

Maßnahme M2 stellt einen laufenden Prozess dar, der jedoch vom Bewilligungsbescheid des BAFA für BEW-Modul 2 abhängig ist. Grundsätzlich ist das BEW-Modul 2 auf einen Umsetzungszeitraum von vier Jahren angesetzt, kann jedoch auf sechs Jahre verlängert werden. Darüberhinausgehende Umsetzungsarbeiten müssen nach Ablauf der vier/sechs Jahre in einem neuen Modul 2-Antrag beantragt werden.

Die Zuständigkeit liegt hier wie auch bei M1 bei der Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR.

6.3 M3: Dezentrale Wärmeversorgungslösungen

Betroffenes Cluster:

- dezentrale Wärmeversorgung

Für alle Gebäude in Gebieten, die nicht oder in nicht absehbarer Zeit leitungsgebunden über ein Wärmenetz versorgt werden wurden sind in Absatz 4 sowie in den Clustersteckbriefen die vorhandenen Potenziale nachzulesen. Hier ist im Einzelfall zu prüfen welcher Energieträger am Standort verfügbar ist und wie dieser bestmöglich genutzt werden kann. Als zusätzliche Orientierung findet sich in Anlage A7 eine Gegenüberstellung verschiedener Heizungssysteme.

Für die Realisierung einer dezentralen Wärmeerzeugung durch oberflächennahe Geothermie wird bei potenzieller Eignung (siehe Absatz 4.2.2) empfohlen, die Standortauskunft des Umweltatlases zu nutzen. Dort sind die standortspezifischen Eigenschaften, eine Ersteinschätzung zur Eignung oberflächennaher Entzugssysteme sowie allgemeine Rahmenbedingungen dargestellt. Zudem erfolgt eine differenzierte Bewertung hinsichtlich der drei gängigen technischen Systeme – Grundwasser-Wärmepumpe, Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren – und es werden Hinweise zu möglichen nächsten Schritten für die Umsetzung gegeben. Ein Schema für den Ablauf zur Installation einer oberflächennahen Geothermieanlage kann der Abbildung 56 bzw. Anlage A8 entnommen werden.

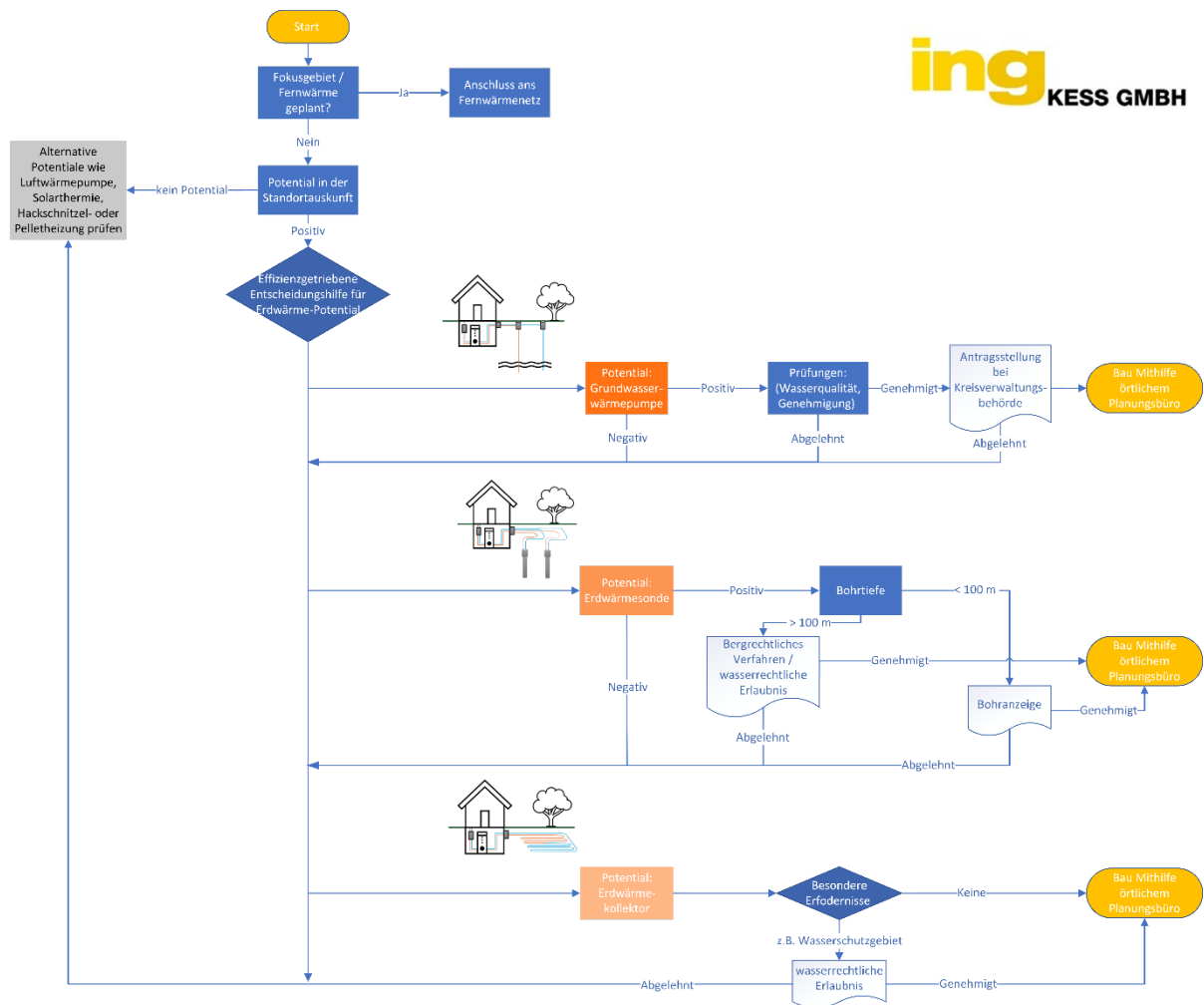


Abbildung 56: Entscheidungshilfe für dezentrale, oberflächennahe Geothermieanlagen [eigene Darstellung]

Zentrale Maßnahme im Zusammenhang mit der dezentralen Wärmeversorgung in den Gemeinden ist dabei die Sanierung der Gebäude zur Senkung des Wärmbedarfs (Ziel von 2 % Sanierungsquote) in Kombination mit dem Austausch fossiler Heizungen durch erneuerbare Wärmeerzeuger.

Ziel dieser Maßnahme ist Ergänzung der Wärmewende in den Gemeinden um den Baustein Transformation zur Treibhausgasneutralität auf Gebäudeebene.

Die Zuständigkeit für die Realisierung liegt bei den Gebäudeeigentümern in den Gemeinden.

Zur Unterstützung dieser Maßnahme gibt es bereits das Angebot einer kostenlosen Energieberatung in der Gemeinde durch die Verbraucherzentrale, sowie durch die Energieagentur Südostbayern GmbH, welches Bürgerinnen und Bürger bei der Wahl der geeigneten Förderung und Modernisierungsmaßnahme unterstützt. Somit können sich Bürgerinnen und Bürger kostenlos von Spezialisten zur Sanierung ihrer Gebäude beraten und über Fördermöglichkeiten aufgeklärt lassen.

Die Priorität dieser Maßnahme ist aufgrund der aktuell zu niedrigen Sanierungsquote von 0,7 % als hoch einzustufen und beschreibt einen laufenden Prozess.

6.4 M4: Sanierung des Gebäudebestands

Betroffene Cluster: alle

In Gebieten mit älteren Gebäudestrukturen und einem hohen energetischen Sanierungspotenzial liegt der Schwerpunkt auf der Reduzierung des Wärmebedarfs und der Umstellung auf erneuerbare Heiztechnologien. Ziel ist es, die Transformation zur Treibhausgasneutralität auf Gebäudeebene voranzutreiben. Um die vom Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle (BuVEG) ermittelte Quote zur Erreichung der Klimaziele zu erreichen, sollen die Sanierungsmaßnahmen intensiviert und die jährliche Sanierungsquote auf **zwei Prozent** erhöht werden. Ergänzend gibt es die kostenlose Energieberatung in Kooperation mit der Verbraucherzentrale sowie der Energieagentur Südostbayern GmbH, um Eigentümerinnen und Eigentümer über geeignete Maßnahmen und Förderprogramme zu informieren.

Die Maßnahme liegt überwiegend in der Verantwortung der Gebäudeeigentümern, wobei durch Weiterführung der kommunalen Energieberatung eine gezielte Information über geeignete Transformationsmaßnahmen und Förderprogramme erfolgen soll. Zur Koordinierung der Sanierung ist es zielführend einen Ansprechpartner zu installieren, der sich um die Belange der Bewohner kümmert und für Fragen bzgl. Finanzierung und Förderung zur Verfügung steht.

Die Maßnahme liegt überwiegend in der Verantwortung der Gebäudeeigentümer.

6.5 M5: Wärmeversorgungskonzepte in Neubaugebieten

Für Neubaugebiete wird eine frühzeitige Integration der Wärmeplanung in den Planungsprozess angestrebt. Ziel ist die Sicherstellung einer nachhaltigen Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien. Dafür müssen möglichst frühzeitig der zukünftige Wärmebedarf und die erforderlichen Temperaturniveaus neuer Baugebiete abgeschätzt werden.

Darauf aufbauend können die Möglichkeiten zur Anbindung an bestehende Fernwärmenetze oder zum Aufbau zentraler Versorgungssysteme, etwa in Form von Niedertemperatur- oder Kaltnetzen, geprüft werden. Parallel dazu wird empfohlen, einen standardisierten internen Ablauf zur systematischen Integration der Wärmeplanung in die kommunale Bauleitplanung zu entwickeln.

Die Zuständigkeit liegt hier im Wesentlichen bei den Gemeinden in Kooperation mit den jeweiligen Bauträgern/Eigentümern. Die Priorität wird aktuell als mittel eingestuft. Da sich die Gemeinden stetig weiterentwickeln und neue Baugebiete ausweisen handelt es sich hier um einen laufenden Prozess.

Für Neubaugebiete, die bereits umgesetzt oder im Bau befindlich sind, besteht aufgrund der hohen Effizienzstandards und moderner Heizsysteme kein weiterer Wärmeplanungsbedarf.

7 Akteursbeteiligung

Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wurden Akteure aus den verschiedensten Bereichen beteiligt. Die Informationen und Ergebnisse aus den Abstimmungen sowie die zur Verfügung gestellten Daten wurden in der Ausarbeitung der einzelnen Bereiche dieser kWP (Bestands- und Potenzialanalyse, Strategie- und Maßnahmen) berücksichtigt. Im nachfolgenden sind alle Akteure aufgelistet, die an dieser kommunalen Wärmeplanung beteiligt waren.

Tabelle 8: Beteiligte Akteure an der kommunalen Wärmeplanung

Akteure	Bestands-analyse	Potenzial-analyse	Zielszenario	Maßnahmen
Gemeinde Grassau	X	X	X	X
Ökomodell Achantal	X	X	X	X
Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR	X	X	X	X
Abwasserzweckverband Achantal (AZV)		X		
RIWA-GIS	X			

8 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist ein zentraler Baustein für den langfristigen Erfolg der Wärmewende in Grassau. Ziel ist es, die einmal angestoßenen Prozesse sowie die erarbeiteten Maßnahmen und Erfolge nicht nur abzusichern, sondern kontinuierlich weiterzuentwickeln und an neue Rahmenbedingungen anzupassen.

Gerade weil ein Großteil der Maßnahmen langfristig ausgelegt ist, ist es entscheidend, die gesetzten Klimaziele dauerhaft im Blick zu behalten und zu verhindern, dass sie im Alltagsgeschäft der Verwaltung oder durch politische Veränderungen an Bedeutung verlieren. Die Verstetigungsstrategie dient dabei als Instrument, um die Wärmewende auch bei veränderten technischen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen dynamisch weiterverfolgen zu können.

Wesentliche Elemente einer erfolgreichen Verstetigung sind regelmäßige Überprüfungen der Maßnahmen sowie eine schrittweise Anpassung an neue Technologien und Erkenntnisse. Hierzu gehört insbesondere die dauerhafte Verankerung des Controlling-Konzepts in der kommunalen Verwaltungsstruktur (siehe Absatz 9).

Verstetigung durch einen Arbeitskreis Wärmewende

Zur langfristigen Koordination der Maßnahmen wird empfohlen, einen interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitskreis Wärmewende für die Gemeinde Grassau zu etablieren. Dieser Arbeitskreis sollte Vertreterinnen und Vertreter aus folgenden Bereichen umfassen:

- Gemeinde Grassau
- Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR
- Ökomodell Achantal e.V.
- Umweltverbände und zivilgesellschaftliche Gruppen
- ggf. Planungsbüros

In der Anfangsphase empfiehlt sich eine engmaschige Taktung der Sitzungen (z. B. quartalsweise), um zügig gemeinsame Strukturen und Entscheidungsprozesse aufzubauen. Wichtig ist eine klare Definition von Aufgaben, Zuständigkeiten und Kommunikationswegen innerhalb des Arbeitskreises sowie zwischen Arbeitskreis, Gemeindeverwaltung und externen Akteuren.

Zentrale Anlaufstelle für Bürgeranfragen

Um Transparenz zu fördern und die langfristige Akzeptanz der Bevölkerung zu sichern, sollte in Grassau eine zentrale Kontakt- und Beratungsstelle für alle Fragen rund um die kommunale Wärmeplanung geschaffen werden. Diese Anlaufstelle kann etwa in das Klimaschutzmanagement oder das Bauamt integriert werden und gleichzeitig in den oben genannten Arbeitskreis eingebunden sein.

Sie dient als verbindliche Schnittstelle zwischen Bürgerschaft, den Fachabteilungen sowie den beteiligten Projektträgern. Anliegen, Rückmeldungen oder Verbesserungsvorschläge aus der Bevölkerung können so gezielt aufgenommen und in die strategische Weiterentwicklung der Wärmeplanung eingebracht werden. Gleichzeitig trägt eine zentrale Informationsstruktur dazu bei, Unklarheiten oder Missverständnisse bei der Umsetzung zu vermeiden und die Nachvollziehbarkeit des Prozesses für alle Beteiligten zu erhöhen.

9 Controlling und Monitoring

Für die wirksame Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Grassau ist eine klare Struktur zur Fortschrittskontrolle unerlässlich. Entscheidend ist dabei das Zusammenspiel zwischen strategischer Steuerung durch die Gemeinde und einer kontinuierlichen Rückmeldung aus der Praxis. Nur durch diese Rückkopplung kann gewährleistet werden, dass Maßnahmen effektiv greifen, Ziele erreicht und Maßnahmen bei Bedarf frühzeitig nachjustiert werden.

Ziel des Controllings ist es, aus der Umsetzung zu lernen, Optimierungspotenziale zu erkennen und die Wärmewende als dynamischen Prozess fortlaufend zu verbessern.

Strategische Steuerung: Von Zielen zu überprüfbaren Ergebnissen

Die Gemeinde Grassau definiert im Rahmen ihrer Wärmeplanung übergeordnete Ziele wie:

- die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor,
- die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien,
- sowie die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand.

Diese Zielsetzungen werden auf unterschiedliche Bereiche wie Wohngebäude, kommunale Liegenschaften und das Gewerbe übertragen. Für die Überprüfung der Zielerreichung werden geeignete Kennzahlen herangezogen, zum Beispiel:

- Anzahl und Anteil von Gebäuden, die mit klimafreundlichen Wärmeerzeugungstechnologien wie Wärmepumpen oder Fernwärme versorgt werden
- Fördermittelvolumen im Verhältnis zu den Gesamtinvestitionen
- Netzverluste in bestehenden Wärmenetzen

Die Gemeinde übernimmt die regelmäßige Auswertung dieser Indikatoren und kann auf dieser Grundlage gezielt nachsteuern.

Praxisdaten und Rückkopplung: Umsetzung messbar machen

Auf operativer Ebene liefern verschiedenste Akteure, darunter Bauamt, Umweltverbände, Wohnungsbaugesellschaften und private Haushalte wertvolle Daten zur Umsetzung:

- Energieverbrauch einzelner Gebäude,
- Zahl und Art durchgeführter energetischer Sanierungen,
- Rückmeldungen zur Zufriedenheit mit der Wärmeversorgung (z. B. im Zuge eines Netzanschlusses),
- Umsetzungsquoten bei geplanten Maßnahmen.

Diese Daten werden systematisch gesammelt, ausgewertet und in die strategische Bewertung der Maßnahmen zurückgeführt.

Monitoring auf Basis von Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zentrale Grundlage für das Monitoring ist die turnusmäßige Fortschreibung der Endenergie- und THG-Bilanz. Diese zeigt Entwicklungen unter anderem bei der Reduktion fossiler Brennstoffe, der Zunahme erneuerbarer Wärmetechnologien oder bei energetischen Sanierungen auf.

Die Bilanz stellt gleichzeitig die Datengrundlage für die gesetzlich vorgeschriebene Fortschreibung des Wärmeplans dar (§ 25 Wärmeplanungsgesetz). Die Überarbeitung erfolgt mindestens alle fünf Jahre und basiert auf den jeweils aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Entwicklungen vor Ort.

Indikatorgestützte Umsetzungskontrolle

Um auch zwischen den Bilanzierungszyklen ein wirkungsvolles Controlling zu ermöglichen, sollte ein praxistaugliches Set an Indikatoren entwickelt werden. Die Auswahl erfolgt auf Basis verfügbarer Datenquellen etwa vom Bayerischen Landesamt für Statistik, lokalen Versorgern oder kommunalen Fachstellen.

Ergänzend zum Gesamtverbrauch sind spezifische Kennwerte z.B. pro Kopf oder je m² Wohnfläche von besonderem Wert, da sie unabhängig von Siedlungsentwicklung und Bevölkerungswachstum eine belastbare Bewertung der Effizienz ermöglichen.

Tabelle 9: Beispielhafte Indikatoren

Indikator	Datenquelle
Wärmeverbrauch nach Energieträger	Energieversorger (Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR)
Gebäude mit Wärmepumpe oder Nahwärme	Energieberatung, Förderstellen
Sanierungsquote im Gebäudebestand	Bauamt, Energieberatung
CO ₂ -Einsparung pro Maßnahme	Bilanzierung, Förderanträge
Investitionsvolumen je Fördermaßnahme	Kommunale Verwaltung, Fördermittelgeber

Zielverfolgung und Transparenz

Die Entwicklung dieser Kennzahlen kann zu festen Zieljahren wie 2030, 2035, 2040 und 2045 mit den langfristigen Klimazielen der Gemeinde abgeglichen werden. So entsteht ein klarer Überblick über den Fortschritt sowohl auf kurzfristige als auch auf langfristige Sicht.

Ein transparentes, nachvollziehbares Berichtswesen ist dabei nicht nur Grundlage für eine effektive Steuerung, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Bürgerbeteiligung und Akzeptanzförderung. Offen kommunizierte Fortschritte schaffen Vertrauen und motivieren zur aktiven Mitwirkung.

Regelmäßige Fortschreibung

Die regelmäßige Aktualisierung der THG- und Endenergiebilanzen bildet das Fundament für eine zielgerichtete Anpassung der Wärmeplanung. Sie stellt sicher, dass neue Technologien, veränderte Rahmenbedingungen und gewonnene Erfahrungen berücksichtigt werden können. Die nächste Überarbeitung des Wärmeplans in Grassau erfolgt spätestens fünf Jahre nach der Erstveröffentlichung und orientiert sich dabei an den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes.

10 Kommunikationsstrategie

Eine strukturierte, kontinuierliche und transparente Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil für das Gelingen der kommunalen Wärmeplanung in Grassau. Die Kommunikationsstrategie verfolgt das Ziel, durch gezielte Information und aktive Einbindung aller relevanten Zielgruppen von Bürgerinnen und Bürgern über Unternehmen bis hin zu politischen Entscheidungsträgern ein hohes Maß an Akzeptanz, Verständnis und Mitwirkung zu erreichen. Dabei wird der Fokus auf einen offenen Austausch, verständliche Informationen und die Motivation zur aktiven Beteiligung gelegt.

Interne Kommunikation: Koordination innerhalb der Verwaltung

Für eine funktionierende Wärmeplanung ist ein reibungsloser Informationsfluss innerhalb der Gemeinde unverzichtbar. Die verschiedenen Fachbereiche etwa Bauamt, Umweltreferat und Klimaschutzmanagement müssen gut miteinander vernetzt sein. Hierzu sollten regelmäßige interne Besprechungen, digitale Austauschplattformen sowie kurze Statusberichte genutzt werden. Ziel ist es, den Informationsstand aller Beteiligten aktuell zu halten, Doppelarbeiten zu vermeiden und Synergien bei Maßnahmen zu nutzen.

Externe Kommunikation und Einbindung von Akteuren

Nach außen richtet sich die Kommunikationsstrategie sowohl an die breite Öffentlichkeit als auch an spezifische Akteursgruppen. Die Öffentlichkeitsarbeit sollte vielfältige Informationskanäle nutzen darunter die Website der Gemeinde, Pressemitteilungen, Infobroschüren, Newsletter, soziale Medien und Aushänge im Rathaus.

Darüber hinaus ist es essenziell, gezielt Schlüsselakteure in Grassau anzusprechen, darunter:

- lokale Wohnbauunternehmen und Genossenschaften
- größere gewerbliche Wärmeverbraucher
- Handwerksbetriebe, Planungsbüros
- Eigentümer kirchlicher und öffentlicher Liegenschaften
- Energieversorger und Netzbetreiber

Durch persönliche Gespräche, themenspezifische Workshops oder Beteiligungsformate wie Fachrunden und Arbeitskreise können diese Gruppen frühzeitig in die Entwicklung und Umsetzung eingebunden werden. So lassen sich deren Erfahrungen und Interessen effektiv berücksichtigen.

Netzwerkpflege und Kooperation

Eine aktive Netzwerkbildung trägt entscheidend zur erfolgreichen Umsetzung bei. In Grassau kann dies beispielsweise in enger Abstimmung mit dem Landkreis und ggf. benachbarten Kommunen erfolgen. Formate wie „Regionale Wärmewende-Treffen“ oder moderierte Erfahrungsaustausche zwischen Fachleuten, Verwaltung, Unternehmen und Zivilgesellschaft fördern das gemeinsame Lernen und die Bündelung von Ressourcen. Ein solches Netzwerk sollte langfristig etabliert und regelmäßig gepflegt werden.

Bürgerbeteiligung: Dialog schaffen und Mitwirkung ermöglichen

Ein wesentlicher Baustein ist die direkte Einbindung der Bevölkerung. Informationsveranstaltungen, Bürgerdialoge in Quartieren, Online-Befragungen oder Sprechstunden bieten den Menschen in Grassau die Möglichkeit, sich über Maßnahmen zu informieren, Fragen zu stellen und eigene Anregungen einzubringen. Besonders wichtig ist dabei die Kommunikation auf Augenhöhe – sachlich fundiert, aber verständlich und praxisnah.

Zudem sollte auf eine ansprechende Gestaltung der Informationsmittel geachtet werden. Neben klassischen Flyern und Broschüren sind auch digitale Formate wie Erklärvideos, interaktive Karten, QR-Codes zu Online-Infos oder kurze Info-Clips auf Social-Media hilfreich, um möglichst viele Zielgruppen zu erreichen.

Berichtswesen und öffentliche Transparenz

Um den Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung sichtbar zu machen, sollte Grassau jährlich einen Energie- und Klimabericht veröffentlichen. Dieser Bericht enthält eine Übersicht zu:

- laufenden und abgeschlossenen Maßnahmen
- Fortschritten bei Zielwerten und Indikatoren
- Herausforderungen und Lösungsansätzen
- geplanten Aktivitäten im kommenden Jahr

Der Bericht kann dem Gemeinderat regelmäßig vorgelegt und der Öffentlichkeit über die Webseite zugänglich gemacht werden. Dieses transparente Vorgehen schafft Vertrauen und ermöglicht eine sachliche Diskussion in Politik und Bevölkerung über den Stand und die Weiterentwicklung der Wärmewende.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan Grassau [openstreetmap].....	9
Abbildung 2: Gebäudeanzahl je Baualtersklasse [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	10
Abbildung 3: Kategorisierung Baujahr [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	11
Abbildung 4: Kategorisierung Gebäudenutzung [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	12
Abbildung 5: Siedlungsstruktur - Anteil der verschiedenen Gebäudenutzungsarten an der gesamten Gebäudeanzahl [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	13
Abbildung 6: Gebäudespezifischer Jahreswärmebedarf Grassau [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	14
Abbildung 7: Gebäudespezifischer Jahreswärmebedarf Rottau [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	15
Abbildung 8: Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf die Gebäudestruktur [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	16
Abbildung 9: Gesamtwärmebedarf aufgeteilt auf die Baualtersklassen [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	16
Abbildung 10: Fernwärmenetzbestand/Versorgte Liegenschaften Grassau (Stand Oktober 2025) [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung].....	17
Abbildung 11: Fernwärmenetzbestand/Versorgte Liegenschaften Rottau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]	18
Abbildung 12: Wärmeerzeugung 2024 Fernwärmenetz Grassau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]	19
Abbildung 13: Wärmeerzeugung 2024 Fernwärmenetz Rottau [Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]	19
Abbildung 14: Wärmeerzeugung im Bestand [Zensus 2022; Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; eigene Darstellung]	20
Abbildung 15: Jährliche CO ₂ - Emissionen im Bestand [Zensus 2022; Wärmeversorgung Grassau KU, AÖR; AGFW; eigene Darstellung]	21
Abbildung 16: Gesamtwärmebedarfsreduktion durch Sanierung [Technikkatalog; Leitfaden; Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	23
Abbildung 17: Gebäudespezifische Nutzwärmereduktion durch Sanierung bis 2045 [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	23
Abbildung 18: Anteil Waldfläche in der Gemeinde Grassau [Regionalatlas Deutschland]	26
Abbildung 19: Gesamtübersicht Standorteignung oberflächennahe Geothermie [Umweltatlas]	28
Abbildung 20: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden [Umweltatlas]	30
Abbildung 21: Thermische Entzugsleistung für die umsetzbare Anzahl an Erdwärmesonden je Flurstück (für Flurstücke mit Wärmebedarf) [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	31

Abbildung 22: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmekollektoren [Umweltatlas]	33
Abbildung 23: Entzugsleistung Erdwärmekollektoren je Flurstück [Kurzgutachten; eigene Darstellungen].....	34
Abbildung 24: Benötigte Erdkolektorfläche für 1 MW in Rottau und Grassau in rot [Energieatlas; eigene Darstellung]	35
Abbildung 25: Nutzungsmöglichkeiten Grundwasserwärmepumpen [Umweltatlas]	36
Abbildung 26: Entzugsleistung Grundwasserwärmepumpen [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	37
Abbildung 27: Flurabstand Grundwasser in Meter [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	38
Abbildung 28: Standorteignung oberflächennahe Geothermie am Heizwerk Rottau und Grassau [Umweltatlas]	40
Abbildung 29: Tiroler Achen in Grassau [openstreetmap]	41
Abbildung 30: Messstelle der Tiroler Achen [Gewässerkundlicher Dienst Bayern]	42
Abbildung 31: Temperaturverlauf der Tiroler Achen der vergangenen Jahre [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung]	43
Abbildung 32: Abflussverlauf der Tiroler Achen der vergangenen Jahre [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung]	43
Abbildung 33: Jährlicher Verlauf Mischtemperatur, Gewässertemperatur, Entnahmeflussstrom [Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern; eigene Darstellung].....	44
Abbildung 34: Theoretisch maximal erreichbare Heizleistung mit einer Flusswasser-Wärmepumpe [eigene Darstellung; Berechnung anhand Messdaten Gewässerkundlicher Dienst Bayern].....	45
Abbildung 35: Lage der Kläranlage [Energie-Atlas Bayern].....	46
Abbildung 36: Temperaturverlauf des Abflussstroms der Kläranlage im Zeitraum 2025 [Messdaten Abwasserzweckverband Achental (AZV); eigene Darstellung]	47
Abbildung 37: Jährlicher Verlauf des Abflussstroms der Kläranlage im Zeitraum 2025 [Messdaten Abwasserzweckverband Achental (AZV); eigene Darstellung]	47
Abbildung 38: Jährlicher Verlauf der theoretisch maximal erreichbare Heizleistung mit einer Wasser-Wärmepumpe (blau) und als geordneter verlauf (orange) [eigene Darstellung; Berechnung anhand Messdaten des Abwasserzweckverband Achental (AZV)]	48
Abbildung 39: Nord-Süd-Schnitt Voralpenland im Kontext Tiefengeothermie [Enerchange].....	50
Abbildung 40: Potenzial Tiefengeothermie [GeotlS]	51
Abbildung 41: Wärmedichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung].....	52
Abbildung 42: Heatmap Wärmedichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	53
Abbildung 43: Wärmelinienendichte [Kurzgutachten; eigene Darstellung]	54
Abbildung 44: Zielpfad jährliche CO ₂ -Emissionen.....	55

Abbildung 45: Cluster Bestand Fernwärmenetz Grassau	56
Abbildung 46: Cluster Bestand Fernwärmenetz Rottau	57
Abbildung 47: Cluster Nachverdichtung Fernwärmenetz Grassau	58
Abbildung 48: Cluster Nachverdichtung Fernwärmenetz Rottau	59
Abbildung 49: Erste Einteilung Prüfgebiete	60
Abbildung 50: Cluster Prüfgebiete Rottau	63
Abbildung 51: Cluster Prüfgebiete Grassau	64
Abbildung 52: Cluster dezentrale Versorgung.....	65
Abbildung 53: Cluster quartiersnahe Wärmeversorgung	67
Abbildung 54: Übersicht Cluster	70
Abbildung 55: Kostenvergleich Einfamilienhaus	72
Abbildung 56: Entscheidungshilfe für dezentrale, oberflächennahe Geothermieanlagen [eigene Darstellung].....	76

Quellenangaben in [eckigen Klammern].

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung Umweltwärme	40
Tabelle 2: Anforderungen zur Temperaturabsenkung für Fließgewässer [Merkblatt LfU]	41
Tabelle 3: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte [Leitfaden]	54
Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte [Leitfaden]	62
Tabelle 5: Ermittlung der Wärmebelegungsdichte der Prüfgebiete	62
Tabelle 6: Ermittlung der Wärmebelegungsdichte der finalen Cluster	68
Tabelle 7: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte [Leitfaden]	69
Tabelle 8: Beteiligte Akteure an der kommunalen Wärmeplanung	78
Tabelle 9: Beispielhafte Indikatoren	81

Quellenangaben in [eckigen Klammern].

13 Anlagen

- A1 Wärmebedarf und CO₂ im Bestand
- A2 LfU Merkblatt Wärmegewinnung aus Fließgewässern
- A3 Wärmelinienrichte
- A4 Wärmedichte
- A5 Clustereinteilung
- A6 Clustersteckbriefe
- A7 Heizungssystemvergleich
- A8 Entscheidungshilfe oberflächennahe Geothermie
- A9 Maßnahmensteckbriefe